



INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS -SINCHI-

LUZ MARINA MANTILLA CÁRDENAS
Directora General

ROSARIO PIÑERES VERGARA
Subdirectora Administrativa y Financiera

MARÍA SOLEDAD HERNÁNDEZ G.
Coordinadora del Proyecto

MARÍA SOLEDAD HERNÁNDEZ G.
JAIME ALBERTO BARRERA G.
Investigadores
Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -Sinchi-
pertenecientes al
Grupo de Investigación Frutales Promisorios de la Amazonia
reconocido por Colciencias

BASES TÉCNICAS PARA EL APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE ESPECIES NATIVAS DE LA AMAZONIA

María Soledad Hernández G.

Jaime Alberto Barrera G.

Proyecto:

Investigación en el Manejo y Transformación de Frutos Nativos de la Amazonia
Colombiana

Entidades participantes

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Universidad de la Amazonia

Hernández G. María Soledad; Barrera G. Jaime Alberto

Aspectos biológicos de conservación de frutas promisorias de la amazonia colombiana / María Soledad Hernández G.; Jaime Alberto Barrera G., Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI. Universidad de la Amazonia. 2004
100 p.

1. FRUTAS TROPICALES 2. COSECHA 3. ALIMENTOS- PRESERVACIÓN
4. TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Análisis estadístico: Orlando Martínez W., Instituto de Genética U. Andes
Jorge Argüelles, Instituto SINCHI

Fotografía: María Soledad Hernández G.; Jaime Alberto Barrera G.

Digitación: Melba Espitia.

ISBN: 958-97420-1-7

© Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Primera edición: abril de 2004

Preprensa e impresión:
Editora Guadalupe Ltda.
Cra. 42 No. 10 A - 57
Tel.: 5 62 72 50
E-mail: ediguada@yahoo.es
Bogotá. D.C. - Colombia, 2004

El contenido de esta publicación es propiedad del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI. Prohibida su reproducción con fines comerciales.

Disponible en: Instituto SINCHI, Calle 20 No. 5-44. Tel.: 2836755,
www.sinchi.org.co

Impreso en Colombia
Printed in Colombia

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	7
INTRODUCCIÓN	9
1 TECNOLOGÍA PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL FRUTO DE ARAZÁ (<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh)	11
1.1 Generalidades	11
1.2 Tecnología de aprovechamiento integral del fruto de arazá	12
1.2.1 Obtención de pulpa de arazá	12
1.2.2 Elaboración de néctar de arazá	15
1.2.3 Elaboración de mermelada de arazá	18
1.2.4 Elaboración de bocadillo	20
2 TECNOLOGÍA DE TRANSFORMACIÓN DEL FRUTO DE COCONA (<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal)	25
2.1 Descripción del fruto	25
2.2 Composición química y valor nutricional	25
2.3 Procesos	27
2.3.1 Tecnología para la obtención y conservación de pulpa de cocona	27
2.3.2 Tecnología para el proceso de elaboración y conservación néctar de cocona	32
2.3.3 Tecnología para el proceso de elaboración y conservación de mermelada de cocona	35
2.3.4 Tecnología para el proceso de elaboración y conservación de pasta de bocadillo de cocona	38
3 TECNOLOGÍA DE TRANSFORMACIÓN DEL FRUTO DE PIÑA NATIVA (<i>Ananas comosus</i> L. Merr)	41
3.1 Descripción del fruto	41
3.2 Composición química y valor nutricional	41
3.3 Procesos	42
3.3.1 Tecnología para la obtención y conservación de pulpa de piña nativa	42
3.3.2 Tecnología para el proceso de elaboración y conservación de néctar de piña nativa ..	47
3.3.3 Tecnología para la producción de piña nativa osmodeshidratada	49
3.3.4 Deshidratación de piña nativa por convección de aire caliente	53
4. APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL FRUTO DE CARAMBOLO (<i>Averrhoa carambola</i> L.)	57
4.1 Generalidades	57
4.2 Procesos	58

4.2.1	Proceso de obtención de pulpa pasteurizada de carambolo	58
4.2.1.1	Etapas Preliminares	58
4.2.1.2	Etapas de Adecuación	59
4.2.2	Proceso de obtención de néctar pasteurizado de carambolo	62
4.2.3	Proceso de obtención de mermelada de carambolo	65
4.2.4	Elaboración de osmodeshidratados de carambolo	67
5	TECNOLOGÍA DE TRANSFORMACIÓN DEL FRUTO DE MARACO (<i>Theobroma bicolor</i> H.B.K)	70
5.1	Descripción del fruto	70
5.2	Composición química y valor nutricional	70
5.3	Procesos	71
5.3.1	Tecnología para la obtención y conservación de pulpa de maraco	71
5.3.2	Tecnología para la obtención y conservación de néctar de maraco	73
5.3.3	Tecnología para el proceso de elaboración y conservación de mermelada de maraco	75
5.3.4	Tecnología para el proceso de elaboración y conservación de salsa de maraco	79
6	TECNOLOGÍA PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL FRUTO DEL COPOAZÚ (<i>Theobroma grandiflorum</i> Will ex Spreng. Schum)	82
6.1	Generalidades	82
6.2	Tecnología de aprovechamiento integral del fruto de copoazú	83
6.2.1	Obtención de pulpa de copoazú	83
6.2.2	Elaboración de néctar de copoazú	85
6.2.3	Elaboración de mermelada de copoazú	87
6.2.4	Elaboración de bocadillo	89
6.2.5	Elaboración de helado de copoazú	91
	BIBLIOGRAFÍA	92

PRESENTACIÓN

La Amazonia colombiana esta conformada por un mosaico de paisajes y ecosistemas que albergan una rica biodiversidad, la cual debe ser conocida, conservada y utilizada de manera apropiada para posibilitar el desarrollo sostenible local y regional en correspondencia con el equilibrio natural.

En este sentido, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –SINCHI–, ha considerado la posibilidad de encontrar caminos de sostenibilidad, lo cual será posible, cuando las poblaciones locales se encuentren con su entorno natural, se apropien de él y sean capaces de reconocer en este la oportunidad de tener una vida digna sin destruirlo.

Se han definido en los círculos académicos más importantes del país, estudios que dan cuenta de diferentes modalidades de extractivismo, las cuales son generadoras de agotamiento de los recursos naturales y extinción de especies de importancia para los ecosistemas de la región y del país, sin embargo, debemos trabajar en estrategias que permitan reconvertir estas economías extractivas en las economías de la sostenibilidad y es en este escenario donde cobran un valor inmenso los procesos de investigación científica, innovación y transferencia de tecnología.

Es por esta razón que resulta altamente satisfactorio para la Dirección General del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, presentar a la comunidad nacional e internacional, la publicación: *Bases Técnicas para el aprovechamiento agroindustrial de especies nativas de la Amazonia*, la cual recoge el esfuerzo institucional sobre caracterización, manejo y transformación de especies frutales promisorias de la región amazónica colombiana.

El arduo trabajo de investigación sobre especies frutales y comestibles, priorizadas en el marco del grupo de investigación en frutales amazónicos ha tenido como uno de sus ejes fundamentales generar tecnologías que puedan ser adoptadas por las comunidades locales y regionales, para que dirijan sus esfuerzos hacia la producción de excedentes económicos que potencien el importante valor de las espe-

cies nativas amazónicas, y que mediante la generación de valor agregado, encuentren los nichos de mercado apropiados para el aprovechamiento del capital natural, sin descuido del mismo y cualificando los niveles de vida e identidad con el entorno amazónico.

Al capital humano con el que se cuenta en el Instituto para abordar estos tópicos, se suma la infraestructura física representada en una planta piloto de frutos amazónicos y un laboratorio de caracterización en la sede Florencia-Convenio SINCHI-UNIAMAZONIA, así como un laboratorio de poscosecha en la sede de enlace (Bogotá), y un laboratorio agroindustrial en la sede principal (Leticia), todos ellos, resultado de un esfuerzo ininterrumpido en el Instituto para responder a las demandas regionales y nacionales, en la generación del conocimiento y la caracterización de uso de nuestras especies amazónicas.

Incansables en el deseo de contribuir en forma decidida a la consolidación del proceso de construcción regional agroindustrial, el Instituto SINCHI ha establecido, a lo largo del tiempo alianzas estratégicas en el marco tanto nacional como internacional con Institutos de investigación y Universidades que han enriquecido, a través del intercambio de experiencias, los resultados que hoy se entregan en esta publicación.

No me resta sino ratificar que las iniciativas agroindustriales regionales encuentran y encontrarán en el Instituto SINCHI, respuesta a los interrogantes tecnológicos que se generan en el día en el complejo camino de la consolidación de las cadenas productivas amazónica que alcancen los diversos mercados tanto nacionales como internacionales cada vez mas exigentes. Nuestro compromiso es y será la construcción de una región promisoría y pujante para los pobladores regionales, dispuesta para la consolidación de la paz en nuestro país en un tema que nos llena de optimismo, la consolidación de los mercados verdes como una política que permitirá a Colombia y a la región amazónica mantener su oferta natural, con la conciencia de las comunidades locales.

LUZ MARINA MANTILLA CÁRDENAS
Directora General

INTRODUCCIÓN

Las especies exóticas amazónicas comestibles han adquirido relevancia en la última década. En nuestro país, especies como el arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), el copoazú (*Theobroma grandiflorum* Wild Ex Spreng Schum), el lulo amazónico (*Solanum* sp) y las variedades nativas de piña (*Ananas comosus*) colonizan hoy nuevos nichos productivos al nivel de la Amazonia, constituyendo una importante alternativa productiva para la región. Se hace entonces indispensable un apropiado desarrollo tecnológico para su conservación y aprovechamiento durante la postrecolección tanto en fresco como procesadas.

En la actualidad, en la Amazonia Colombiana, se adelanta un proceso de domesticación de estas especies, abordándose aspectos agronómicos producción y transformación, con lo cual el proceso productivo ha trascendido del extractivismo al cultivo de huerto comercial con alto potencial para hacer parte de los arreglos agroforestales y de policultivo de frutales. De esta manera los volúmenes de producción aumentan, convirtiéndose en una alternativa productiva sostenible y amigable con el ambiente para las comunidades asentadas en la zona, siempre y cuando se generen los adecuados niveles de mercado.

Las especies estudiadas en el proyecto hasta el momento son: Arazá, copoazú, maraco, lulo amazónico, chontaduro, piña (variedades nativas) carambolo, pomoroso, inchi, canangucha o aguaje, borojó y ají, cuyo número se amplía permanentemente a nuevas especies con usos no exclusivamente alimenticios sino alternativos a industrias como la farmacéutica.

La publicación *Bases Técnicas para el Aprovechamiento Agroindustrial de Especies Nativas de la Amazonia* constituye el resultado de la investigación sobre las operaciones de transformación y procesamiento de algunas de estas especies de alto interés para su uso tanto en el nivel local, como para la generación de procesos agroindustriales de carácter empresarial; recoge además las experiencias de los últimos cinco años de trabajo en la planta de procesamiento de frutales amazó-

nicos del convenio Instituto SINCHI-UNIAMAZONIA (Florencia, Caquetá), así como también resultados de experiencias del convenio Instituto SINCHI-Instituto de Ciencia y Tecnología ICTA-UNAL, las cuales se han visto enriquecidas con los aportes de docentes, tesis y pasantes de diferentes áreas, quienes han participado en la generación de algunos de los resultados compilados, de manera comprometida y decidida.

Es, además, sin lugar a dudas, un documento que satisface el requerimiento de producción bibliográfica relacionada con procesos de agroindustrialización para especies nativas amazónicas, producidas y estudiadas en el país y es motivo de gran orgullo para los investigadores vinculados al grupo de Frutales promisorios de la Amazonia, del Instituto SINCHI.

I TECNOLOGÍA PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL FRUTO DE ARAZÁ

11

(*Eugenia stipitata* Mc Vaugh)

1.1 Generalidades

El fruto de arazá en una baya esférica achatada con diámetro longitudinal de 7 cm y hasta 12 cm de diámetro transversal, lo cual le confiere una apariencia globosa cóncava o esférica. Se distinguen dos subespecies la *stipitata* y la *sororia*. La primera es de frutos más pequeños y algo más rústicos, mientras que la segunda es de frutos de mayor tamaño, mayor rendimiento y pulpa de aroma y sabor atractivos.

El peso de los frutos de la subespecie *sororia* puede oscilar entre 100 y 350 g. El epicarpio es delgado, menos de 1 mm de espesor. La pubescencia es fina y el color es verde-claro en la madurez fisiológica y amarillo intenso cuando se encuentra en madurez de consumo. El número de semillas en el fruto es variable, al igual que su tamaño. En el primer caso, el número va de 3 hasta 22 y el diámetro puede ir de 1 a 6 cm. De los frutos que actualmente se encuentran a nivel de los

TABLA 1.1
El análisis proximal realizado a los dos ecotipos

Componente	Unidad	Brasilero		Peruano	
Diámetro longitudinal	cm	6.99		7.90	
Diámetro transversal	cm	8.1		7.32	
Peso fresco	g	227.33		189.84	
Corteza	% en peso	5.98		4.17	
Pulpa	% en peso	71.97		78.31	
Semilla	% en peso	22.04		17.52	
		Pulpa	Corteza	Pulpa	Corteza
Acidez total	% Ácido cítrico anhidro	2.1988	2.217	2.661	1.952
pH		2.88	3.15	2.79	3.17
Sólidos solubles	°Brix	3.4	4.4	4.1	5.1
Azúcares reductores	%	0.3072	0.577	0.302	0.578
Azúcares totales	%	0.542	0.323	0.427	0.342
Materia seca	% bs (Base seca)	9.68	14.59	7.89	15.80
Cenizas	% bs	2.037	2.148	2.814	3.49
Proteínas	% bs	12.67	12.14	11.05	11.82
Extracto etéreo	% bs	12.32	8.34	12.32	7.48
Fibra cruda	% bs	11.29	8.3	9.74	8.24
ENN (extracto no nitrogenado)	% bs	61.68	69.07	64.17	68.97

Fuente: Informe Laboratorio de nutrición y análisis de alimentos (Uniamazonia-SINCHI, Florencia, 2000).

sistemas productivos de la región, se distinguen dos ecotipos, uno de origen peruano y otro de origen brasilero. El primero posee una forma aplanada y sus características organolépticas resultan más atractivas al consumidor. Sin embargo, el número de semillas por lo general es mayor disminuyendo su rendimiento. Por otra parte, el fruto del ecotipo brasilero es un fruto de mayor tamaño, número de semillas menor, aunque un poco mayores y de características organolépticas menos conspicuas.

1.2 Tecnología de aprovechamiento integral del fruto de arazá

1.2.1 Obtención de pulpa de arazá

- *Recepción de la materia prima*

Los frutos de arazá en estado de madurez de consumo, se reciben en la planta de procesamiento y se pesan inicialmente, con el fin de controlar durante el proceso los rendimientos y pérdidas que tienen lugar.

- *Selección*

Los frutos de arazá en estado de madurez de consumo son seleccionados de acuerdo con criterios de sanidad, aquellos frutos que presenten deterioro microbiano son retirados ya que de no hacerse incluirían carga microbiana al producto, el cual resultaría no adecuado para su consumo.

- *Clasificación*

En esta operación se procura homogenizar el grado de madurez del fruto con el fin de no mezclar diferentes grados de madurez; todos los frutos que se van a procesar habrán alcanzado el cambio de coloración completo y presentarán una relación de madurez dada por SST(°Brix)/ATT (sólidos solubles totales/acidez total titulable) mayor a 1 como mínimo y 3 de ser posible.

- *Lavado y desinfección*

Las frutas que han pasado a través de las dos operaciones anteriores se lavarán con agua potable, los dos métodos más frecuentemente usados para el caso de arazá son: por aspersión y por inmersión. Una vez removida la tierra y las partes de la planta que puedan venir del campo se procede a la desinfección. La desinfección es una operación que se realiza con solución de 400 ppm de tiabendazol por un tiempo de 5 min. Se procura mantener el movimiento de las unidades dentro de la solución desinfectante con el fin de que la operación se complete de la manera más uniforme posible. Terminada la operación los frutos se enjuagan con agua potable.



Fruto de arazá en grado madurez para procesamiento

- *Corte*

Los frutos de arazá pueden ser cortados o fraccionados de manera manual para proceder a su despulpado. El corte facilita las operaciones de despulpado. Los operarios que realicen las labores usarán guantes para disminuir el riesgo de contaminación y la incomodidad que puede ocasionar el pH ácido del jugo.

- *Despulpado*

La operación de despulpado se lleva a cabo en una despulpadora horizontal y se recomienda el uso de tamiz 0.40 mm que permite una adecuada separación de

la pulpa de las fracciones no comestibles del fruto como son las semillas y fracciones gruesas de la corteza. Se emplean paletas metálicas recubiertas de caucho



Operaciones de selección y clasificación de la materia prima



Control de calidad de la materia prima

TABLA 1.2
Análisis físico químico y microbiológico de la pulpa de arazá fresca

Producto	Variables					
	SST (°Brix)	PH	Acidez (% Ácido málico)	Recuento mesófilos aerobios	Recuento hongos	Recuento de coliformes
Pulpa de arazá	5	2.8	2.1	<10	<10	<10

Fuente: Laboratorios de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

que permiten la separación fácil de semillas duras como es el caso del fruto de arazá.

- *Refinado*

No es muy frecuente esta operación para el caso de la pulpa de arazá, sin embargo se ha encontrado que algunas partículas gruesas de la corteza o de testa de la semilla podrían conferir una apariencia de mala calidad en la pulpa.

- *Envasado*

Se hace con una empacadora de tipo vertical o puede hacerse manualmente. Las presentaciones que se conocen actualmente en el mercado son de libra o de kilo. El polietileno tubular que se emplea es de baja densidad calibre 3 o de 78 µm transparente.

- *Sellado*

Para sellar las bolsas de pulpa se utiliza una selladora semiautomática de tipo horizontal, la cual sella herméticamente las bolsas sin permitir fugas del contenido evitando la entrada de posibles fuentes de contaminación. Se tendrá especial cuidado en no permitir que el calor de la selladora dañe el polietileno, para impedir perforaciones en las bolsas recién selladas y pérdidas posteriores.

- *Almacenamiento*

La condición de almacenamiento más recomendable para la pulpa de arazá son las de congelación a una temperatura de -20°C. En esta condición, las pruebas microbiológicas de mesófilos, hongos y levaduras muestran que el producto es estable por un período mínimo de 3 meses. El régimen de congelación contribuye a disminuir la actividad de enzimas presentes en el producto, al igual que la proliferación de microorganismos. Sin embargo, si la carga microbiana es alta en el inicio del proceso, o durante la línea de proceso, conllevará a que el deterioro del producto sea más rápido. Igualmente resulta del todo indeseable que el producto se descongele durante el tiempo de almacenamiento ya que en ese período la actividad enzimática aumentaría.



Despulpado de frutos de arazá en despulpadora horizontal

1.2.2 Elaboración de néctar de arazá

- *Procesamiento*

Obtención de pulpa: Los frutos debidamente seleccionados y clasificados son sometidos al proceso de despulpado de la forma en que se especifica en el diagrama de flujo correspondiente (Figura 1.1), y las operaciones se siguen en la forma especificada para dicho proceso.

- *Caracterización de la materia prima*

Se procede a realizar la caracterización de la materia prima: pH, sólidos solubles totales (SST) (°Brix) y acidez total titulable (ATT).

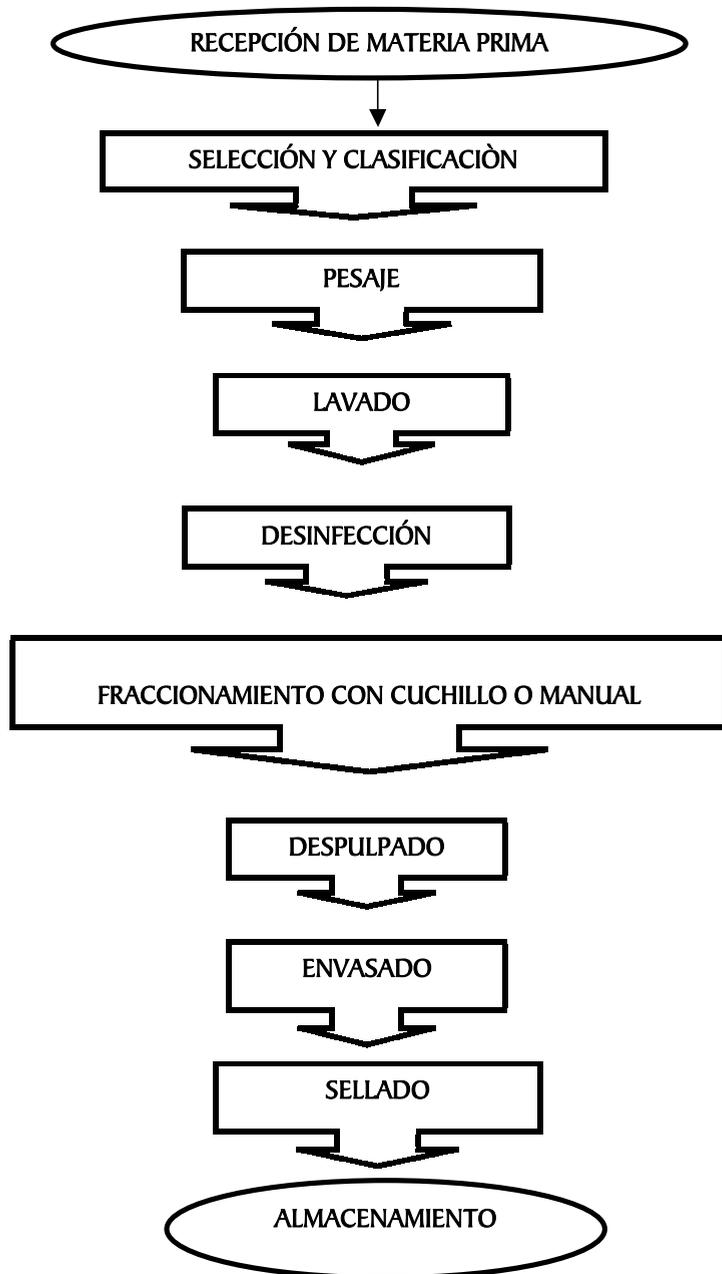
Dicha medición se hace con el fin de estimar el aporte de sólidos solubles por parte de la pulpa en la formulación, y la acidez y pH para determinar los ajustes que en esas variables tendrán que hacerse para obtener el producto final.

La inclusión de antioxidantes o estabilizantes se hace con el fin de prolongar la vida útil del producto. De manera general el pH de los néctares se mantendrá en niveles inferiores a 4.2, con lo cual se asegura la inhibición de crecimiento de hongos y levaduras que son microorganismos que crecen en medios acuosos.

- *Formulación del producto*

La formulación de un producto obedece a un proceso de investigación que involucra el cumplimiento de las normas vigentes por el estado, la aceptación por parte de los consumidores y las características que ofrezcan las materias primas. En el caso del néctar de arazá la formulación se hace incluyendo un 20% de pulpa de la fruta y un contenido final de sólidos solubles de 14%. Estas características se ajustan a las exigidas por la legislación.

FIGURA 1.1
Obtención de pulpa de arazá



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

- *Mezcla de ingredientes*

La mezcla de ingredientes en la preparación del néctar de arazá se realiza siguiendo un orden: agregar a la pulpa, el agua requerida y posteriormente el azúcar. No se incluye ácido, ni preservante, ni aditivo. Los tres ingredientes se adicionan y entre uno y otro se realiza agitación a fin de mejorar la incorporación de ingredientes. Lo que se pretende al incluir el agua a la pulpa es conseguir una mejor incorporación de estos dos ingredientes, lo cual no consigue bien haciéndolo de manera contraria. La sacarosa se suma al final y se procura que se alcance la inversión de ella, al adicionarla al medio ácido, con el fin de conseguir un mejor sabor y un mejor brillo del producto.

- *Tratamiento térmico*

Los tratamientos térmicos se llevan a cabo en el producto con el fin de disminuir la carga microbiana (Tabla 1.3)

El néctar de arazá se pasteuriza antes del empaçado. La temperatura recomendada para el producto es un precalentamiento de 90°C y una duración de 1.5 minutos. Una vez se ha empaçado el producto recibe un nuevo tratamiento térmico, que es equivalente a la esterilización y que se hace con el producto empaçado herméticamente. El tiempo establecido para el néctar de arazá es de 1.5 min a 100°C.

Hay que considerar que si el tiempo o la temperatura no son los adecuados, el efecto de conservación es contrario y si es muy largo se disminuye la calidad organoléptica del producto.

En el caso de néctares la máxima duración del producto es de 45 días y se recomienda mantener el producto en régimen de refrigeración.

- *Enfriar por rebalse*

Con el fin de completar el tratamiento térmico y para evitar que los envases se fracturen, se recomienda realizar el enfriamiento del producto por rebalse (Cam-

TABLA 1.3
Análisis físico químico y microbiológico del néctar de arazá

Producto	Variables					
	SST (° Brix)	pH	Acidez (% ácido málico)	Recuento mesófilos aerobios	Recuento hongos	Recuento de coliformes
Néctar de arazá	14	3.2	2.0	<10	<10	<3

Fuente: Barrera y Hernández. 2003. Laboratorios de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

biar paulatinamente el agua caliente por agua fría), procurando que el tiempo empleado sea el menor.

- *Secar y rotular*

Todo producto tendrá una etiqueta que lo identifique con la información mínima requerida, de conformidad con la norma NTC 5 12-1. La fecha de elaboración, la composición, si es posible el aporte nutricional del producto y la fecha límite de consumo. Cada vez resulta más exigente la normatividad a este respecto para asegurar al consumidor la calidad del producto final. El néctar se almacenará a temperatura de refrigeración de entre 10 y 12°C (Figura 1.2).

1.2.3 Elaboración de mermelada de arazá

- *Obtención de pulpa*

Los frutos debidamente seleccionados y clasificados son sometidos al proceso de despulpado de la forma en que se especifica en el diagrama de flujo (Figura 1.1) correspondiente. Las operaciones se seguirán en la forma especificada para dicho proceso.

- *Formulación del producto*

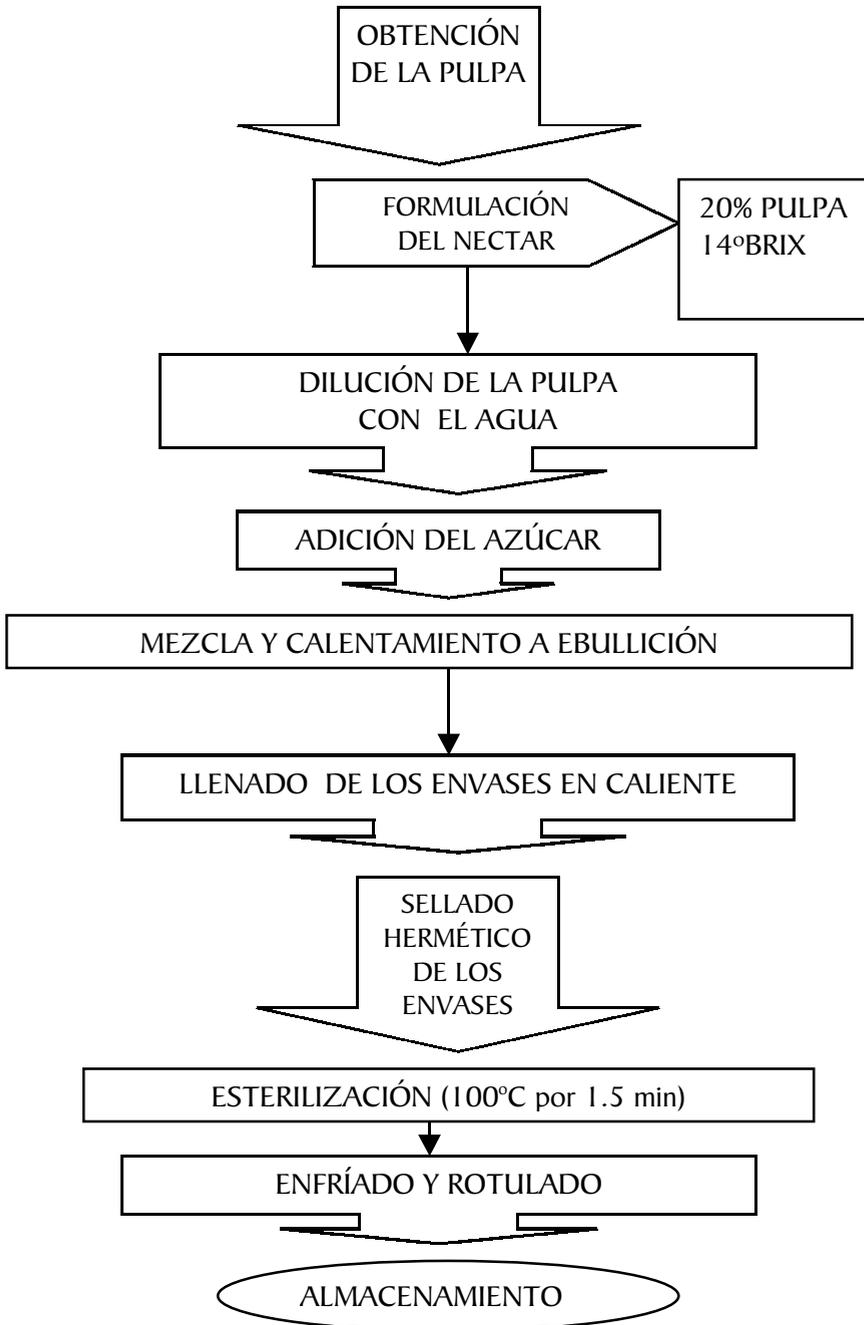
En la formulación de las mermeladas de arazá se emplea un porcentaje de pulpa de fruta del 50%. Para el cálculo del azúcar, en consideración al bajo aporte de sólidos de la pulpa se utiliza el 50% de azúcar en la mezcla total del producto y una adición del 0.4% de pectina de bajo metoxilo en la mezcla final del producto.

En la formulación no se hace ajuste alguno de la acidez del producto ya que el pH que tiene la fruta asegura tanto la inversión de la sacarosa, que es el azúcar utilizado, como también la hidrólisis de la pectina, facilitando la formación del gel. Las concentraciones utilizadas para la elaboración de esta mermelada cumplen con la generalidad de la normatividad para este tipo de productos, a pesar de que no existe legislación para estos productos elaborados con materias primas del bosque.

- *Mezcla de ingredientes*

Inicialmente se mezcla el 93% de la pulpa de arazá (reservando el 7%) y se adiciona el 10% del azúcar total calculada. El objeto de adicionar esta cantidad de azúcar es lograr la mayor inversión de la sacarosa, disminuir el riesgo de caramelización del edulcorante y facilitar la evaporación de agua necesaria para lograr la concentración de sólidos.

FIGURA 1.2
Elaboración de néctar de araza



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

- *Adición de la pectina*

La pectina se adiciona en mezcla con el azúcar en una relación 1:5. La pectina se adicionará antes de alcanzar el 25% de sólidos solubles (°Brix) con el fin de que pueda disolverse por completo en la masa. En caso de no llevar a cabo estas operaciones en la forma indicada, se corre el riesgo de que la pectina no ejerza su poder gelificante y por el contrario que forme grumos en la masa. La adición de la pectina tiene que hacerse agitando la mezcla vigorosamente para facilitar su incorporación.

- *Adición del resto del azúcar y de pulpa*

En los procesos de concentración se busca completar la operación en el menor tiempo posible, en consideración a que los excesos en el tiempo o en la temperatura siempre conducen a disminuir la calidad organoléptica del producto. En consecuencia, el azúcar se adiciona en su totalidad para contribuir a alcanzar la concentración de sólidos solubles recomendada para el producto. En el caso de la mermelada de arazá, 65% de sólidos solubles (Figura 1.3).

La temperatura recomendada para la elaboración del producto es de 85°C, la cual se mantiene a fin de evitar la caramelización de la sacarosa y permite la formación de los puentes de calcio y la pectina para constituir la malla del gel.

Cuando el producto alcanza los 65°Brix se adiciona el 7% restante de la pulpa. Esta adición final busca mejorar el color del producto y resaltar las características de aroma y sabor. Sin embargo, ensayos en planta piloto y con volúmenes mayores a 10 Kg de producto que esta adición final no cumple este objetivo y sí la velocidad de concentración final, debido a que la adición de la pulpa disminuye la concentración de sólidos alcanzada en ese momento.

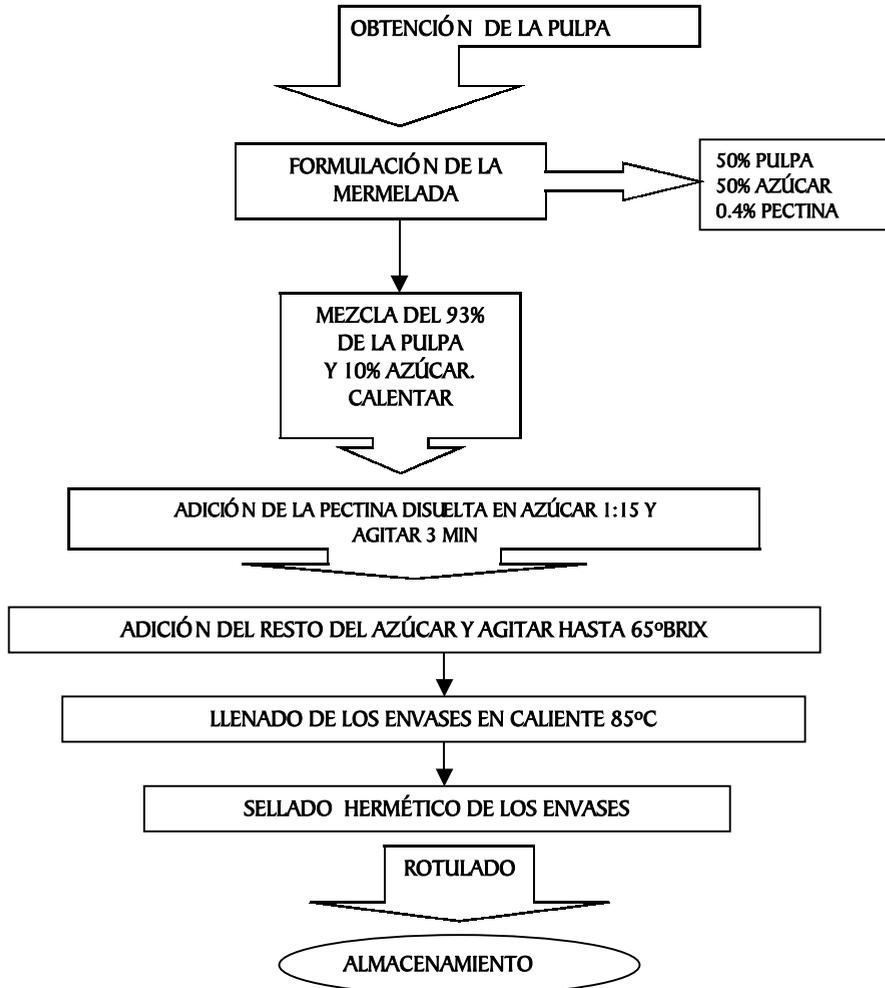
- *Llenado de envases y condiciones de llenado*

La capacidad de los envases de vidrio utilizados en el empaque de la mermelada de araza varia entre 250 g y 500 g. El envase se llena en caliente a fin de impedir la gelificación antes del llenado y la aparición de espacios de aire en el envase que desmejoran la calidad del producto, tanto en su apariencia como microbiológica, porque esos espacios son ideales para el desarrollo de microorganismos. La temperatura de llenado será la misma que la usada en el proceso: 85°C. (Tabla 1.4).

1.2.4 Elaboración de bocadillo

El dulce de frutas o bocadillo es un producto concentrado, cuyo contenido de SST°Brix finales es de 75%. Las operaciones de obtención del producto son similares a las de la mermelada si se tiene en cuenta que el principio de conservación

FIGURA 1.3
Elaboración de mermelada de araza



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

es el mismo; alto contenido de sólidos solubles que permiten la prolongación de la vida útil del producto (Figura 1.4).

- *Obtención de pulpa*

Los frutos debidamente seleccionados y clasificados, son sometidos al proceso de despulpado de la forma que se especifica en el diagrama de flujo correspondiente (Figura 1.1), y las operaciones se seguirán en la forma especificadas para dicho proceso.

TABLA 1.4
Análisis fisicoquímico y microbiológico para mermelada de arazá

Producto	Variables					
	SST (°Brix)	pH	Acidez (% ácido málico)	Recuento mesófilos aerobios	Recuento hongos	Recuento de coliformes
Mermelada de arazá	65	3.0	2.3	<10	<10	<3

Fuente: Laboratorios de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI- Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

- *Formulación del producto*

En la formulación del bocadillo de arazá se emplea un porcentaje de pulpa de fruta del 60%. En consideración al bajo aporte de sólidos de la pulpa se utiliza el 40% de azúcar en la mezcla total del producto y una adición del 1% de pectina de bajo metoxilo en la mezcla final del producto.

Las concentraciones utilizadas para la elaboración de esta pasta de bocadillo cumplen con la generalidad de la normatividad para este tipo de productos, a pesar de que no existe legislación para estos productos elaborados con materias primas del bosque.

- *Mezcla de ingredientes*

Inicialmente se mezcla la pulpa de arazá y se adiciona el 15 % del azúcar total calculada. El objeto de adicionar esta cantidad de azúcar es lograr la mayor inversión de la sacarosa, disminuir el riesgo de caramelización del edulcorante y facilitar la evaporación de agua necesaria para lograr la concentración de sólidos.

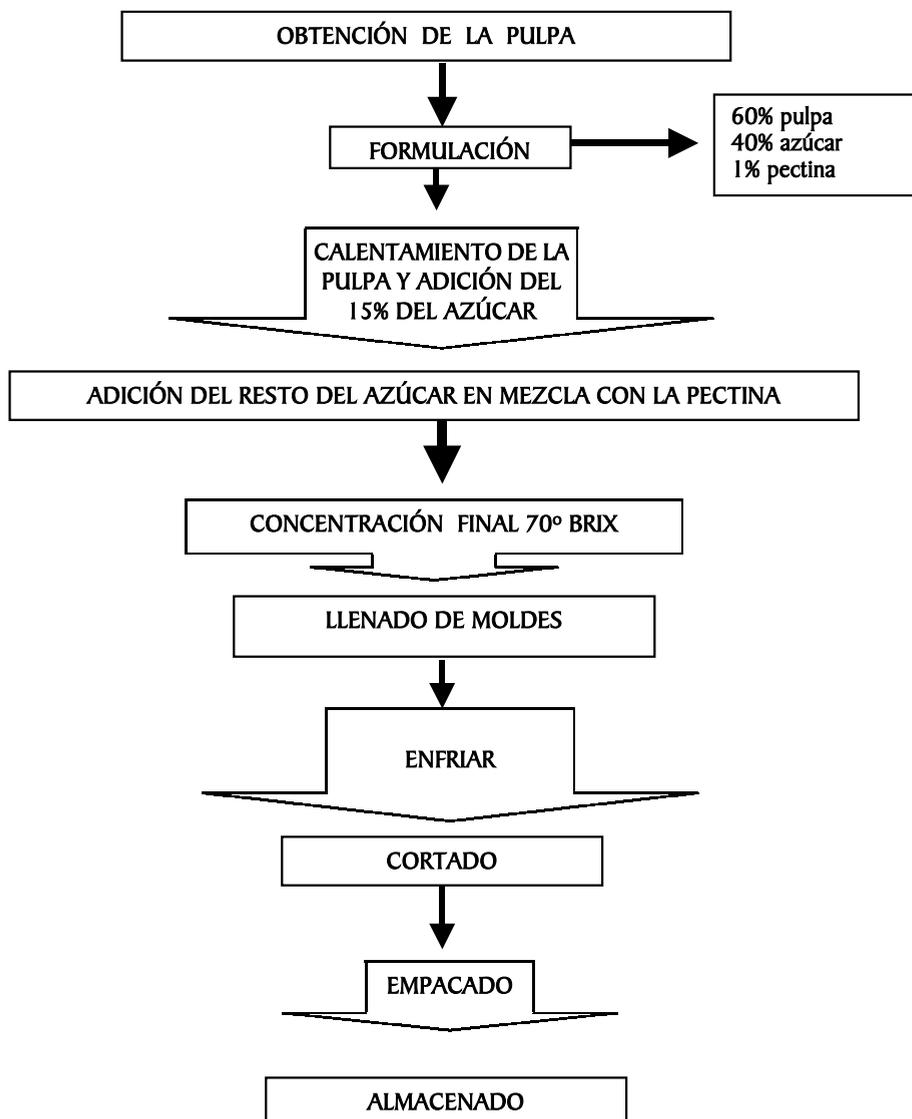
- *Adición de la pectina y el resto del azúcar*

La pectina se adiciona en mezcla con el azúcar restante. La pectina se adicionará antes de alcanzar el 25% de sólidos solubles (°Brix), con el fin de que la pectina pueda disolverse por completo en la masa. La pectina adicionada de manera independiente no se mezcla adecuadamente con la masa de pulpa y azúcar y conlleva dos problemas: formación de grumos y disminución del poder gelificante. La adición de la pectina tiene que hacerse agitando vigorosamente para facilitar su incorporación.

La temperatura recomendada para la elaboración del producto es de 80°C, la cual se mantiene a fin de evitar la caramelización de la sacarosa y permite la formación de los puentes de calcio y la pectina para constituir la malla del gel.

La duración del proceso de elaboración del bocadillo de arazá puede ser prolongado, dependiendo de las condiciones de temperatura y del volumen procesado.

FIGURA 1.4
Elaboración de bocadillo de araza



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

Nuestros ensayos actuales de escalamiento del proceso han mostrado, que en las condiciones de trabajo de la planta de proceso de frutos amazónicos en Florencia, el procesamiento de 10 kilos de pulpa puede tomar hasta tres horas. Esta duración es indeseable dado que las características nutricionales y organolépticas del producto se desmejoran de manera notable.

- *Moldeado del producto*

El bocadillo de arazá es servido en moldes de acero o plástico que pueden variar de dimensiones. Sin embargo, es deseable que el material usado sea el acero inoxidable que asegura la asepsia de dichos recipientes. Pueden utilizarse también bandejas plásticas. Se recomienda el uso de polivilideno (vinipel) recubriendo el molde para facilitar la manipulación del producto terminado.



*Productos agrotransformados.
Empresa Chagrá maguaré*

El bocadillo de arazá puede mantenerse a temperatura de 18°C a la sombra por un periodo de 6 meses, una vez que ya se ha empacado (Tabla 1.5).

TABLA 1.5
Análisis fisicoquímico y microbiológico para el bocadillo de arazá

Producto	Variables					
	SST (°Brix)	pH	Acidez (% ácido málico)	Recuento mesófilos aerobios	Recuento hongos	Recuento de coliformes
Bocadillo de arazá	73	3.2	2.3	<10	<10	<3

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-LIN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

2 TECNOLOGÍA DE TRANSFORMACIÓN DEL FRUTO DE COCONA (*Solanum sessiliflorum* Dunal)

2.1 Descripción del fruto

El fruto es una entidad estructural procedente de la transformación de la flor, como consecuencia del desarrollo de los tejidos que soportan los óvulos de la planta.

Después de la polinización de la flor los primordios seminales dan lugar a las semillas y todo el ovario sufre una serie de reproducciones celulares, volviéndose criboso, endurecido cambiando de forma. El carpelo se diferencia en epicarpio, mesocarpio, endocarpio, que corresponden a la parte externa, media e interna, respectivamente.

La cocona (*Solanum sp.*) es una planta herbácea de la Amazonia cuyo centro de origen se ubica en el alto Orinoco. El fruto varía en su forma de acuerdo al genotipo, y su coloración va de verde (inmaduro) a amarillo o marrón opaco (maduro).

El fruto de la cocona es una baya que puede variar desde casi esférica hasta ovalada con 4-12 cm de ancho y 3-6 cm de largo, peso entre 24 y 250 gramos, color desde amarillo hasta rojizo, cubierta de pubescencia fina y suelta. La pulpa es de sabor ácido, aroma similar al del tomate de árbol y color claro amarillo cremoso; generalmente representa entre el 75 y 82 % del peso total del fruto.

Los indicadores de madurez del fruto de cocona más importantes son los parámetros de crecimiento longitud y diámetro, los cambios de color del fruto, que cambia a naranja casi en la totalidad de su superficie, la firmeza del fruto que oscila entre 9-10 libras y la relación de madurez ($^{\circ}$ Brix/% acidez) de 11.

2.2 Composición química y valor nutricional

La relación entre materia prima y procesamiento comprende una serie de aspectos que incluyen desde la elección de una determinada variedad o cultivar de una especie dada, hasta el manejo postcosecha y la conservación de la calidad del material a procesar (Tabla 2.1).

Dentro de una especie existen múltiples posibilidades de escoger, pues existen variedades o cultivares que presentan diferencias significativas en las características intrínsecas de su naturaleza.

TABLA 2.1
Composición nutricional de los frutos de cocona

Componente	Unidad	Ecotipos		
		Frutos grandes	Frutos ovalados	Frutos pequeños
Diámetro Longitudinal	cm	7.62	7.48	4.19
Diámetro Transversal	cm	8.96	4.55	4.37
Peso Fresco Total	g	294.6	76.5	40.8
Firmeza	lbs	18.1	14.3	11.6
Pulpa	%	82.4	75.72	67.2
Semilla	%	7.92	10.94	14.6
Cáscara	%	9.68	13.34	18.2
Acidez total	%	1.38	1.6	2.03
pH	-	3.92	3.99	4.07
Sólidos solubles	°Brix	7.1	6.5	6.67
Azúcares totales	%	4.66	473	4.53
Azúcares reductores	%	2.8	2.76	2.69
Vitamina C	mg/100 g	14.08	12.82	16.37
Pectina	% bs	0.86	0.55	0.49
Materia seca	% bs	8.46	8.27	10.86
Proteína	% bs	1.8	2.32	1.67
Extracto etéreo	% bs	5.56	8.76	11.89
Fibra total	% bs	6.26	3.6	3.96
Cenizas	% bs	6.01	6.79	8.7
Hidratos de carbono	% bs	80.36	78.52	73.78
Calcio	mg/100 g	134.12	210.2	287.52
Potasio	mg/100 g	2445.0	2691.6	3821.25
Fósforo	mg/100 g	1.41	1.87	0.383
Hierro	mg/100 g	8.5	7.72	7.15

Fuente: Informe Laboratorio de nutrición y análisis de alimentos (Uniamazonia-SINCHI, Florencia, 2000).

Para desarrollar un buen proceso de industrialización o transformación, se debe escoger el material que presente las mejores características específicas para el objetivo que se ha propuesto en el procesamiento.

Los constituyentes de una fruta dulce se dividen en dos grandes grupos: los minerales y los orgánicos.

En cuanto a los minerales son de importancia el agua como elemento dispersante, electrolítico, y las sales minerales fundamentales como cofactores enzimáticos en los procesos bioquímicos metabólicos, tanto para la fruta (maduración) como para el resto del círculo trófico derivado (alimentación y nutrición). Los orgánicos están conformados principalmente por hidratos de carbono, lípidos, proteínas, aminoácidos, ácidos orgánicos, pigmentos, aromas, vitaminas y hormonas.

En términos generales los frutos de cocona son frutos catalogados como ácidos, ricos en agua y minerales como potasio y calcio, y constituyen una fuente energética de importancia debido al alto contenido de carbohidratos. Su aporte en grasa es medio, al igual que en vitamina C y en hierro.

2.3 Procesos

2.3.1 Tecnología para la obtención y conservación de pulpa de cocona

Se define como pulpa de frutas el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias (Norma Icontec No. 7992).

Las características y comportamientos de las pulpas de frutas están íntimamente relacionadas con la especie, variedad, grado de madurez y las condiciones ambientales durante el desarrollo de la fruta (Camacho, 1989).

Las frutas cuya parte comestible se denomina "pulpa", en cuanto permanecen en el árbol son materiales vivos y sus paredes celulares están en equilibrio dinámico con el citoplasma.

La pulpa se diferencia del jugo solamente en su consistencia, llamándose pulpas a las más espesas y jugos a los fluidos.

La transformación de las frutas en pulpa es un proceso continuo desde el momento en que la fruta se cosecha. Las operaciones que se realizan desde la llegada de la fruta a la planta de procesamiento hasta el momento anterior a ser abiertas para la separación de las partes no comestibles se llaman operaciones de adecuación. Las operaciones posteriores se conocen como operaciones de reparación y conservación (Figura 2.1).

- *Recepción*

Para este proceso se establecieron normas internas. Entre ellas recibir la mínima cantidad de frutas verdes, ya que la cocona está catalogada como una fruta "no climatérica", y los frutos no climatéricos después de cosechados no tienen la capacidad de continuar con los procesos fisiológicos de maduración; los cambios que se suceden son causados por degradación o efectos físicos como la deshidratación.

Los porcentajes de fruto que presenten maltrato o daño microbiológico no deben ser superiores al 5%, ya que hasta el momento no se registran problemas fitosanitarios severos en plantaciones de cocona que justifiquen mayores tolerancias.

Esta práctica aunque difícil se verá recompensada con aumentos en los rendimientos y calidad de los productos envasados.

- *Selección y clasificación*

La selección determina la calidad de los productos. El objetivo es lograr la mayor uniformidad posible en el producto terminado, la estandarización y mejoramiento de los métodos de preparación, procesamiento y conservación. Los criterios para la clasificación de frutos de cocona son:

- Tamaño y forma.
- Color.
- Ausencia de defectos.
- Sabor.
- Olor.

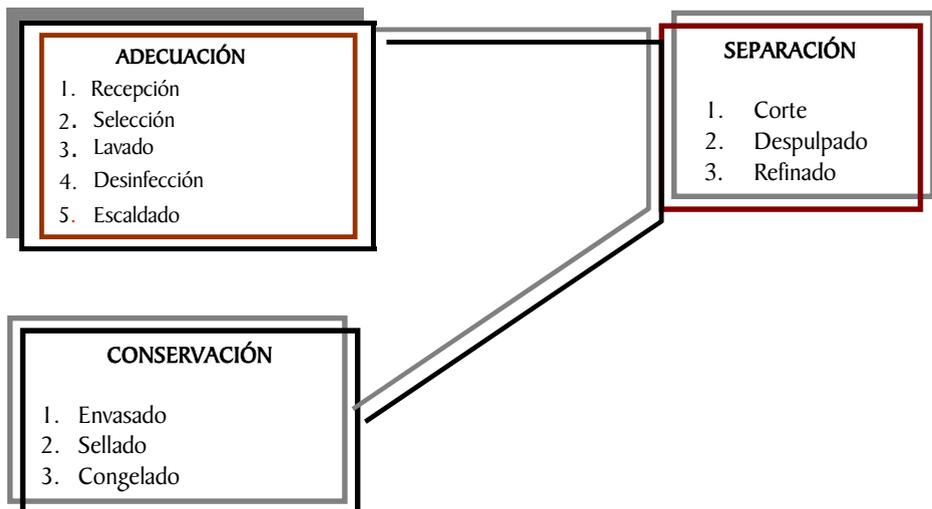
Como se ya se mencionó existen variadas formas y ecotipos de cocona que difieren en sus características intrínsecas afectando el rendimiento final del proceso. Se deben seleccionar frutos simétricos en tamaño y forma, clasificarlos por color ya que este índice se constituye en un buen indicador de madurez, clasificar las unidades defectuosas por golpes, magulladuras, manchas en la epidermis, daños por insectos y por recolección inadecuada, y determinar las propiedades sensoriales de sabor y aroma característicos de la fruta cosechada y manipulada adecuadamente.

- *Lavado y desinfección*

Se entiende por limpieza la eliminación de residuos indeseables que contienen una alta carga de sustancias extrañas y de microorganismos.

En la limpieza intervienen procesos físicos como el cepillado y enjuague, y procesos químicos o fisicoquímicos como el arrastre mediante agua jabonosa o solución desinfectante. Las frutas de cocona se pueden lavar de dos formas diferentes:

FIGURA 2.1
Diagrama de proceso para la obtención de pulpa de cocona



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

- Por inmersión: Este método no remueve la suciedad por sí mismo, pero es muy usado como tratamiento preliminar al lavado por aspersión. Se requieren entonces aproximadamente de 130 litros de agua por cada 45 Kg de fruta fresca.
- Por agitación: Si las frutas son agitadas en agua, la eficiencia de la inmersión se ve ampliamente favorecida.



Frutos de cocona en grado de madurez para procesamiento

La desinfección tiene como fin disminuir al máximo la contaminación de microorganismos que naturalmente trae la cáscara de la fruta. Para la desinfección se utiliza generalmente hipoclorito de sodio en solución, con una concentración de 50 ppm de cloro.

En las etapas de lavado y desinfección de la fruta es importante destacar la importancia del manejo óptimo del agua con el fin de minimizar los costos de operación por servicios; para tal fin es importante recircular el agua resultante en las etapas de desinfección (solución desinfectante) y aspersión, ya que el principal propósito de la etapa de prelavado es retirar la tierra y otros elementos indeseables que disminuyen la calidad de la fruta.

- *Escaldado*

Es un tratamiento térmico corto que puede aplicarse a las frutas con el fin de ablandar los tejidos, aumentar los rendimientos durante la obtención de pulpas,



Escaldado de frutos de cocona para inactivar enzima peroxidasa

*Concentración de pulpa de cocona para obtención de mermeladas o dulces de frutas.
Adición de ingredientes*



disminuir la contaminación superficial de las frutas e inactivar enzimas que pueden afectar las características de color, sabor, aroma y apariencia de las pulpas durante la congelación o descongelación.

Este tratamiento térmico es recomendado para la cocona a fin de inactivar enzimas que causan pardeamiento de la pulpa al ponerse en contacto con el aire durante el proceso de troceado. Adicionalmente ablanda la corteza de la fruta facilitando su separación y baja la carga microbiana.

Para este proceso los frutos de cocona se sumergen completamente en una recipiente de acero inoxidable que contiene agua a una temperatura entre 75 y 85°C. Dependiendo del volumen de fruta y de la capacidad del recipiente la temperatura inicial será mayor, ya que el proceso en sí mismo debe llevarse a cabo a una temperatura constante de 75°C durante un tiempo de 15 min. Una vez terminado el tiempo de escaldado se evacua el agua caliente en otro recipiente metálico, el cual se pone a calentar para una posterior utilización con otra "cochada".

La fruta escaldada se descarga en un recipiente de plástico con agua a temperatura ambiente para que sufra un choque térmico y se enfríe rápidamente.

- *Cortado*

La mayoría de las frutas se deben cortar a fin de separar las semillas de la pulpa que la recubre. El corte se hace generalmente por la mitad de su cuerpo. La mitad que se escoja depende de las ventajas de facilidad y rendimiento que ofrezca el operario.

En el caso de la cocona esta operación se realiza cortando la fruta por el diámetro ecuatorial y tiene como finalidad facilitar el proceso de despulpado.

- *Despulpado y refinado*

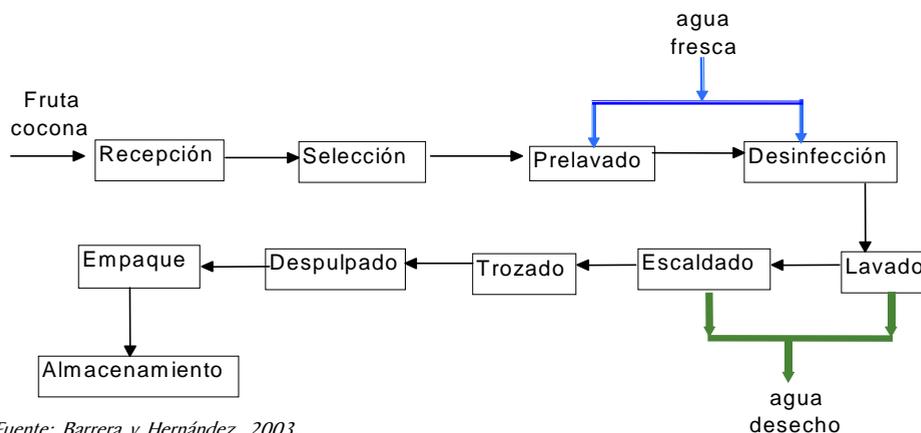
Es la operación de separación en la que puede entrar al equipo la fruta entera, o pelada y en trozos o la masa pulpa-semilla separada de la cáscara, y se separa la pulpa de las partes no comestibles (Figura 2.2).

En el caso de la cocona la fruta entra a la máquina en trozos. La máquina esta provista de bandas de caucho que tienen por objeto separar las semillas frágiles de la pulpa. También se emplean para el refinado de las pulpas que se han obtenido inicialmente de mallas de orificio amplio. Se utiliza para el caso de la cocona un tamiz calibre 0.4 mm. El rendimiento global del proceso hasta esta etapa es del 48.5 %.

- *Envasado o Llenado*

Esta operación consiste en verter la pulpa, obtenida de manera uniforme, en cantidades precisas, bien sea en peso o volumen, en recipientes adecuados por sus

FIGURA 2.2
Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de cocona



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

características y compatibilidad con el producto. La operación puede ser manual o automática; en este último, se obtiene un mayor rendimiento y menor costo por ahorro de mano de obra.

Los equipos empleados deben ser versátiles en cuanto a variaciones de volúmenes o pesos, presión de llenado y facilidad de limpieza de todas las partes en acero inoxidable que tengan contacto con la pulpa.

Existen sistemas de llenado simples en el cual las operaciones de llenar el recipiente y cerrarlo son separadas. Para empacar la pulpa cocona se puede emplear un dosificador de acero inoxidable con capacidad para 60 l, una selladora-cortadora y utilizar como recipientes bolsas de polietileno calibre 4, con capacidad de 1 Kg.

- *Almacenamiento*

El producto terminado y empacado adecuadamente deberá ser sometido a la operación de almacenamiento. Las condiciones dependerán del método de conservación que se haya escogido.

La pulpa de cocona se conserva mejor bajo régimen de congelación, en el cual lo más importante es la estabilización de la baja temperatura y las condiciones de distribución de los envases y embalajes en el recinto, para garantizar las buenas condiciones del producto terminado que le ha de llegar al consumidor.

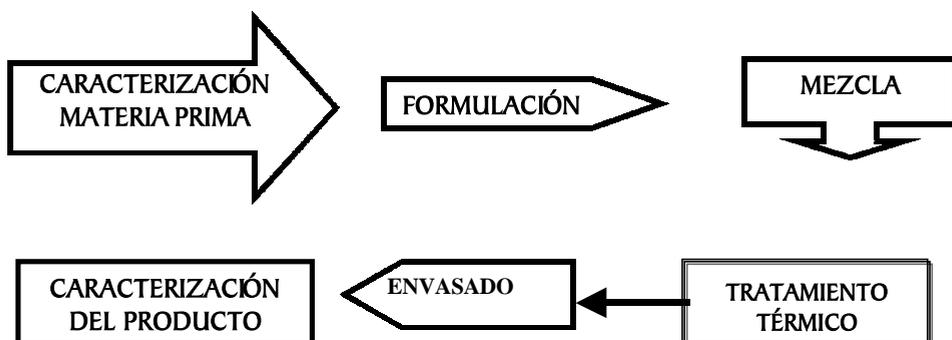
2.3.2 Tecnología para el proceso de elaboración y conservación néctar de cocona

La transformación de alimentos se efectúa mediante la aplicación de diferentes tratamientos u operaciones que permitan un objetivo determinado. Estas operaciones constituyen el proceso mediante el cual se obtiene un producto. El principal objetivo, generalmente, es la fabricación de un producto cuyas características sean mejores que las de la materia prima empleada; fundamentalmente se aumenta el tiempo de vida útil y se logra dar ciertas propiedades al producto que aumentan su valor agregado.

En todos los casos se deben ejercer acciones encaminadas a la obtención de un producto con determinadas características. Dentro de estas acciones se incluyen la inspección de materiales y suministros, la inspección de materias primas, la definición de las normas técnicas que se pretenden cumplir, la medición de la eficiencia de la producción, la medición de la eficiencia de equipos y procesos, la inspección del producto terminado, el control de las condiciones de almacenamiento y el control de desechos.

Según la legislación colombiana el néctar de frutas es el producto elaborado con jugo, pulpa o concentrado de frutas, adicionado con agua, aditivos e ingredientes permitidos. Para la elaboración de néctar de cocona se adelantan los siguientes procedimientos (Figura 2.3):

FIGURA 2.3
Diagrama de proceso para la obtención de néctar de cocona
(*Solanum sessiliflorum* Dunal)



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

- *Evaluación de la materia prima*

Para la elaboración de néctar de cocona la materia prima más importante a evaluar es la pulpa de la fruta. Esta debe cumplir con los requisitos mencionados en la resolución No. 7992 de 1991 del Ministerio de Salud de Colombia. Una vez cumplidos los requisitos sensoriales y microbiológicos, es necesario conocer las características fisicoquímicas: grados Brix, pH, acidez e índice de madurez (°Brix/acidez), ya que estos van a determinar el cálculo de los demás ingredientes. La reglamentación colombiana aún no incluye frutos amazónicos, sin embargo, a continuación se presenta la información generada a este respecto (Tabla 2.2).

TABLA 2.2
Características fisicoquímicas de la pulpa de cocona

Fruto	°Brix	Acidez titulable (% a. cítrico)	pH	°Brix/Acidez
Cocona	6.0	1.68	3.39	3.57

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

Los requisitos que deben cumplir los demás ingredientes en cuanto a sus características y niveles permitidos son los establecidos por la reglamentación vigente para agua potable, azúcar refinada y aditivos grado alimenticio (Tabla 2.3).

TABLA 2.3
Características microbiológicas deseables en la pulpa de cocona

Pulpa	NMP Coliformes Totales	RTO Mesófilos UFC/ml	RTO Hongos y Levaduras
Refrigerada	< de 3	45 X 10 ³	100
Congelada	< de 3	28 X 10 ³	40

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

- *Formulación*

Con base en las características de la pulpa es necesario efectuar los cálculos indispensables para obtener un néctar con características estandarizadas, es decir, aunque haya variación en la materia prima, se debe llegar siempre a un producto de características similares. Por ser material biológico, las frutas presentan variaciones en sus características según la condiciones de cultivo, la variedad, el grado de madurez, etcétera.

En la reglamentación Colombiana, se observa que para la mayoría de las frutas comunes se exige un mínimo de 18% de pulpa en el néctar y un porcentaje mínimo de sólidos aportados por la fruta, del 1.5 al 2.5%. Por las razones anteriores y tratándose de frutos amazónicos, es indispensable establecer en cada pulpa el

índice de madurez, o relación entre la concentración de sólidos solubles y el porcentaje de ácido. Además, se debe conocer cual es el índice de madurez de la fruta más adecuado para el consumo, con el fin de ajustar el índice de madurez de una pulpa a otro valor determinado. Para esto se aumentan los °Brix o la acidez de la pulpa disponible hasta valores que permitan alcanzar un nuevo índice de madurez. Una vez obtenida la pulpa con el índice de madurez adecuado, se establece la formulación de ingredientes. Lo anterior exige que se conozcan las características fisicoquímicas y sensoriales que debe poseer el néctar de mayor aceptación. El néctar de cocona seleccionado luego de un proceso de estandarización y evaluación sensorial puede contener 20% de pulpa, un contenido final de sólidos totales de 14°Brix y una relación de madurez en la pulpa de 3.6.

- *Mezcla de Ingredientes*

Para la mezcla de los ingredientes se recomienda adicionar primero la pulpa, luego el ácido y adecuar así el medio para producir inversión de la sacarosa; después el azúcar y al final el agua, lo que mejora la dispersión y homogenización del producto.

- *Tratamiento térmico*

El objetivo del tratamiento térmico es la conservación del néctar al reducirse la carga microbiana. La pasterización es el más aplicado y puede realizarse antes o después de envasar el producto. Las variables a controlar en el tratamiento térmico son la temperatura y el tiempo. Adicionalmente, con el tratamiento se asegura la inactivación de enzimas que pueden desestabilizar el néctar. Debido al bajo pH del producto y por la dilución que ha reducido la viscosidad, los tratamientos térmicos que se deben aplicar son relativamente suaves. El néctar de cocona se trata generalmente antes de envasarlo: se calienta rápidamente el producto hasta alcanzar 85°C por 2 min. y a continuación se envasa.

- *Caracterización del producto*

Todo el proceso esta encaminado a cumplir con las especificaciones de los néctares según la reglamentación vigente. Sin embargo, es indispensable verificar que esto se está cumpliendo efectuando los análisis correspondientes. El néctar de cocona presenta las características fisicoquímicas relacionadas en la Tabla 2.4.

TABLA 2.4
Características fisicoquímicas del néctar de cocona

Nectar	°Brix	Acidez titulable (% a, cítrico)	pH	°Brix/Acidez
Cocona	14.0	0.4	3.42	35

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

2.3.3 Tecnología para el proceso de elaboración y conservación de mermelada de cocona

El aumento de la concentración de sólidos en un producto y la gelificación del mismo ejercen una acción inhibitoria sobre el desarrollo de microorganismos debido a la baja disponibilidad de agua libre. Si a esto se suma la presencia de un medio ácido, se puede limitar aún más el deterioro del alimento. Tal es el caso de las mermeladas, las cuales se obtienen mediante la cocción y la concentración de una o más frutas con la adición de sustancias edulcorantes, gelificantes y acidificantes hasta obtener un gel característico. Todo el proceso de elaboración de las mermeladas está fundamentado en las interacciones azúcar-ácido-pectina para formar geles. En el caso de la mermelada de cocona el proceso se describe a continuación (Figura 2.4).

- *Caracterización de la pulpa y formulación*

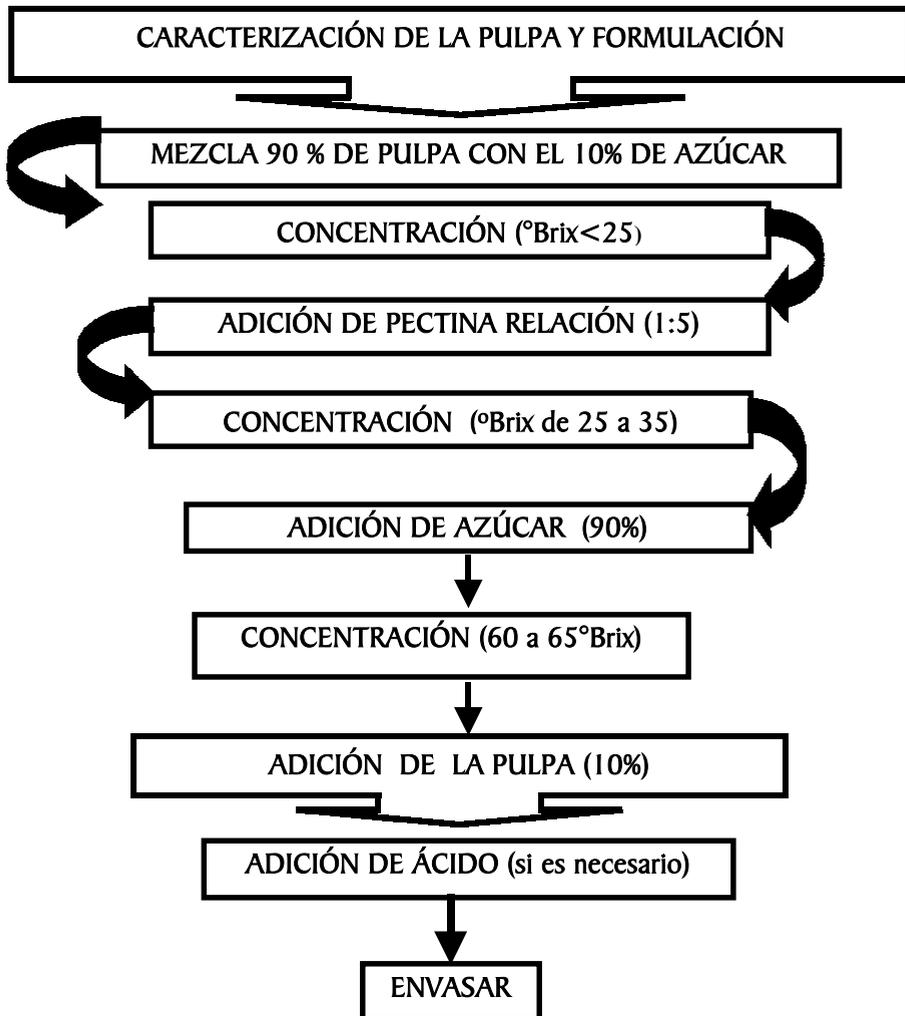
La calidad de la mermelada depende de las características de la pulpa empleada. Indispensablemente debe cumplir con los requisitos mencionados en las normas. Para la formulación es especialmente importante determinar el contenido de sólidos solubles, el pH, la acidez y saber si contiene o no pectina.

Como los frutos amazónicos no se encuentran dentro de la reglamentación vigente para la formulación final se han efectuado varios ensayos, comenzando con el 50% de pulpa en el producto final y con base en este, el cálculo de la cantidad de azúcar a adicionar y la cantidad de agua que se debe evaporar. Según la norma colombiana las mermeladas deben contener por lo menos 60°Brix. En los ensayos con cocona se ha tomado un 65% de sólidos solubles para la mermelada y un porcentaje de pulpa del 50% en el producto final.

Como las pectinas tienen un pH óptimo para gelificar, el ácido dosificado para la preparación de mermelada de cocona se ha determinado en 1% con respecto a la pulpa en solución al 30% en peso. En todo caso la cantidad de ácido en solución al 30% en peso debe ser determinada antes de cada preparación. La cantidad de pectina a adicionar depende de si la fruta contiene o no pectina. La cocona contiene entre un 0.5 y 0.8% de pectina en base húmeda, según el ecotipo.

La reglamentación colombiana plantea que la mermelada no puede contener más del 1% de pectina. Como la cantidad de pectina en la fruta no es suficiente, se debe calcular cuánta añadir con base en las pruebas de gelificación. La cantidad de pectina rápida de alto metoxilo, propuesta para la mermelada de cocona, es del 0.7% con respecto al producto final.

FIGURA 2.4
Diagrama del proceso de elaboración de mermelada de cocona



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

- *Mezcla de ingredientes y concentración*

Para iniciar el proceso de concentración conviene adicionar al 90% de la pulpa solamente el 10% del total del azúcar, con el fin de promover la inversión de solamente esta fracción de sacarosa y además facilitar la evaporación. Con el objeto de que la pectina pueda disolverse completamente en la masa, es necesario que en el momento de la adición el contenido de sólidos solubles no sea superior a 25°Brix. Conviene además adicionar la pectina en polvo mezclada con sacarosa, en proporción 1 a 5 en peso, agitando vigorosamente.



Envasado de mermelada

Moldeado de dulces de cocona

Se continua la evaporación a una temperatura no superior a 90°C hasta el nivel de concentración de 35°Brix. En este momento se adiciona el resto de la sacarosa y se concentra rápidamente a 65°Brix. Se agrega el 10% de pulpa restante y luego se procede a adicionar la cantidad de ácido prevista. Este método logra una más rápida concentración, lo cual ahorra energía y evita que el producto se quemé, además se previene la hidrólisis de la pectina y del total del azúcar

- *Envasado*

Una vez alcanzados los grados brix de la mermelada se procede a envasarla. Esta operación debe efectuarse a una temperatura superior a la de gelificación. La pectina rápida gelifica a una temperatura de 85°C, por lo que el envasado de mermelada de cocona debe hacerse a una temperatura cercana a los 88°C. Posteriormente se cierra el envase y se invierte para esterilizar la tapa y lograr un vacío total. Con este procedimiento no hay necesidad de someter el producto a posteriores tratamientos térmicos. Los frascos obtenidos se dejan enfriar en reposo para lograr la formación del gel.



Salsas de frutas (cocona) picantes

- *Caracterización del producto*

El producto final debe cumplir con los requisitos previstos en la resolución No. 15789 de 1984, por la cual se reglamentan las características fisicoquímicas y microbiológicas para las mermeladas de frutas. La calidad está asociada a una serie de pro-

iedades que son determinantes para la aceptación que pueda tener el producto por parte del consumidor.

La mermelada de cocona debe tener una gelificación completa. Es muy común que errores en el cálculo de la cantidad de ácido generen rompimiento de la estructura del gel y ocasionen exudación del gel o sinéresis; la baja acidez, por el contrario, no permite la gelificación. La cocción excesiva degrada la pectina y no gelifica adecuadamente. El color debe ser similar al de la fruta fresca. La exposición prolongada al calor provoca en la mermelada de cocona, caramelización de los azúcares y por tanto oscurecimiento. Las características del producto obtenido se resumen en la tabla siguiente:

TABLA 2.5
Características fisicoquímicas de la mermelada de cocona

Mermelada	°Brix	Acidez titulable (% a, cítrico)	pH	Rendimiento %
Cocona	65	2.67	3.35	78.4

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

2.3.4 Tecnología para el proceso de elaboración y conservación de pasta de bocadillo de cocona

El concepto general de la preservación de los alimentos es prevenir o evitar el desarrollo de microorganismos para que el alimento no se deteriore durante el almacenaje. La preservación de alimentos puede definirse como el conjunto de tratamientos que prolongan la vida útil de aquellos, manteniendo, en el mayor grado posible, sus atributos de calidad: color, sabor, textura, y, esencialmente valor nutritivo.

Los bocadillos son conservas de textura moldeada elaboradas a partir de pulpa de fruta, edulcorantes y ácido, con características organolépticas propias de la fruta de la cual se prepara. Generalmente la palabra bocadillo se refiere al producto elaborado a partir de la guayaba. El bocadillo posee una concentración mayor, aproximadamente unos 75°Brix, y es estable a temperatura ambiente. Además de la fruta, el bocadillo contiene azúcar u otros agentes edulcorantes, pectina, ácido y agua. El azúcar y el ácido actúan sobre la pectina experimentando un cambio físico, cuando las condiciones son favorables forman un gel en el cual se suspende la fruta.

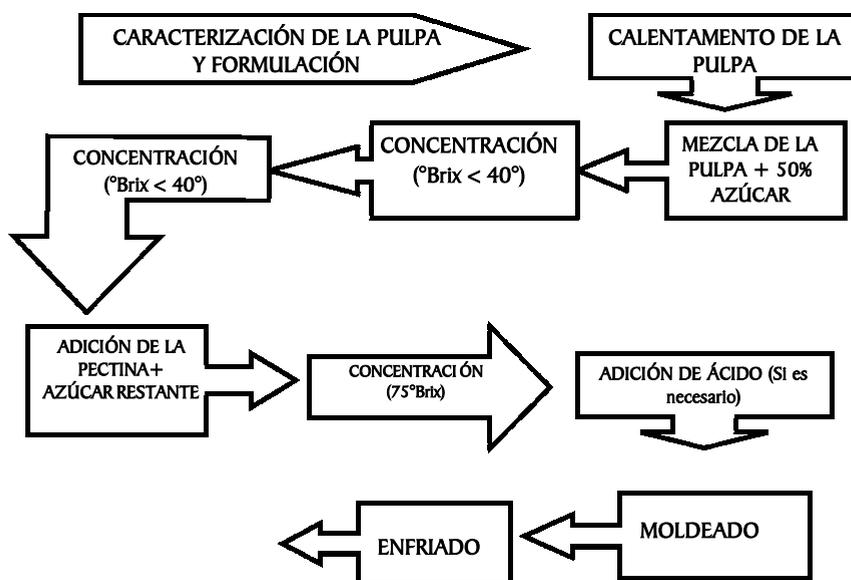
- *Caracterización de la pulpa y formulación*

La fruta para bocadillo de cocona debe ser fresca, sana y completamente madura. Para el cálculo de la formulación se han tenido en cuenta las siguientes características:

- Contenido de fruta respecto al producto final.
- Sólidos solubles del producto final.
- Gradación de la pectina.
- pH de la fruta.
- pH óptimo de gelificación.

FIGURA 2.5

Diagrama de proceso de elaboración de pasta de bocadillo de cocona



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

El bocadillo común se obtiene de la mezcla de 70% de pulpa y 30% de azúcar; el extrafino, en cambio, es una mezcla aproximada de 63% de pulpa de alta calidad, 27% de azúcar y 10% de jarabe invertido.

Este jarabe se obtiene por la hidrólisis de la sacarosa, la cual se rompe bajo acción de ácidos o ciertas enzimas. Esto se logra por la cocción de la sacarosa (70%), agua (29.8%) y ácido (0.2%) a 90°C durante una hora.

Como el contenido de ácido en la cocona no es suficiente para lograr la gelificación, se adiciona ácido cítrico en solución al 30% en peso, en cantidad determinada mediante los ensayos previos con la pulpa buscando reducir el pH de la pulpa hasta 3.2.

La cantidad de pectina osciló, en los ensayos previos, entre un 0.6 y un 0.8% con respecto al producto final, seleccionándose la cantidad de 0.8% como la que mejor consistencia de gel generó en el producto final.

- *Mezcla de ingredientes y concentración*

Para iniciar el proceso se precalienta la pulpa más un 10% del azúcar a un temperatura no superior a los 50°C, se procede luego a disolver la pectina con el 50% de la cantidad de azúcar restante, homogeneizando la mezcla y concentrando a 40°Brix. Posteriormente se adiciona el azúcar que falta, se homogeniza la mezcla y se adiciona el ácido correspondiente concentrando hasta alcanzar los 72°Brix. Este procedimiento requiere de un control estricto de tiempos y de temperaturas.

Los tratamientos térmicos deben ser suficientes para asegurar la estabilidad y razonable homogenización de los ingredientes. La sacarosa se adiciona lo antes posible del calentamiento para prevenir la degradación de los componentes en cuanto a aroma, sabor y color. La evaporación y concentración tendrá lugar a temperaturas cercanas a los 92°C.

- *Moldeado del producto*

Una vez la mezcla alcanza los 75°Brix se procede al moldeado del producto en bandejas recubiertas con papel Vitafilm para facilitar el desmolde posterior, al enfriarse totalmente y permitir así el cortado y empaclado.

- *Caracterización del producto*

No se cuenta con normas técnicas colombianas específicas para el caso del bocadillo, pero se considera que la NTC 3207 referente a dulces blandos es útil para este proceso. El producto final de cocona debe ser firme y masticable, de color amarillo oscuro traslúcido y estable a temperatura ambiente, y debe tener buen corte.

Las características del bocadillo de cocona se presentan a continuación:

TABLA 2.6
Características fisicoquímicas del bocadillo de Cocona

Bocadillo	°Brix	Acidez titulable (% a, cítrico)	pH	Rendimiento %
Cocona	75-78	2.82	3.37	72

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

3 TECNOLOGÍA DE TRANSFORMACIÓN DEL FRUTO DE PIÑA NATIVA (*Ananas comosus* L. Merr)

3.1 Descripción del fruto

La piña es una planta terrestre, herbácea, perenne y monocárpica de 0.7 metros de altura y con una cobertura de 0.9 a 1.2 metros. La conforma el tallo o pedúnculo, las hojas, las raíces, la inflorescencia o fruto y los hijos. El fruto de piña es una sorosis, es decir, un sincarpo de frutos individuales fusionados; la bráctea, el caliz y el tejido ovárico se fusionan dentro y entre frutos individuales durante el desarrollo filogenético para formar el fruto colectivo.

Cada fruto individual aparece en el exterior en forma de escudete duro y prominente y es lo que comúnmente se llama "Ojo de la piña"; la mitad inferior del escudete está cubierta por la bráctea que se ha doblado hacia arriba y la mitad superior por los tres sépalos. De cada flor se desarrolla un fruto individual que aparece hacia el exterior en forma de escudete, los cuales constituyen la corteza dura y cerosa del fruto (Tabla 3.1).

Al momento de la cosecha el fruto de piña nativa variedad india presenta una coloración marrón brillante dada la desaparición de gran cantidad de tricomas; en el centro se eleva una punta que es el vestigio de la fusión entre sépalos y la bráctea de color amarillo-naranja. El borde del escudete se encuentra delineado por una tonalidad amarillo-verde. El fruto en óptimo estado de madurez debe poseer un contenido final de sólidos solubles de 13-15°Brix, registrar una firmeza de 1.7-2,4 kgf/cm², una acidez total de 0.5-0.6% y una relación de madurez de 30.

3.2 Composición química y valor nutricional

Casi todos nuestros principales alimentos están elaborados sobre la base de cuatro elementos: carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, a los que hay que añadir minerales tales como calcio y hierro. Por conversión de estos elementos simples procedentes del suelo, aire y agua en compuestos químicos, las plantas forman sus tejidos y muchos de ellos son muy nutritivos, además, muy agradables para comer. Las frutas difieren ampliamente en su valor nutritivo, pero muchas son una fuente importante de elementos inorgánicos y casi la única fuente de vitamina C.

TABLA No 3.1
Composición nutricional de los frutos de piña nativa

Componente	Unidad	Ecotipos	
		Var. India	Var. Uva Harton
Diámetro Longitudinal	cm	7.62	7.48
Diámetro Transversal	cm	8.96	4.55
Peso Fresco Total	g	294.6	76.5
Firmeza	Lbs	18.1	14.3
Pulpa	%	82.4	75.72
Semilla	%	7.92	10.94
Cáscara	%	9.68	13.34
Acidez total	%	1.38	1.6
pH	-	3.92	3.99
Sólidos solubles	°Brix	7.1	6.5
Azúcares totales	%	4.66	473
Azúcares reductores	%	2.8	2.76
Vitamina C	mg/100 g	14.08	12.82
Pectina	% bs	0.86	0.55
Materia seca	% bs	8.46	8.27
Proteína	% bs	1.8	2.32
Extracto etéreo	% bs	5.56	8.76
Fibra total	% bs	6.26	3.6
Cenizas	% bs	6.01	6.79
Hidratos de carbono	% bs	80.36	78.52
Calcio	mg/100 g	134.12	210.2
Potasio	mg/100 g	2445.0	2691.6
Fósforo	mg/100 g	1.41	1.87
Hierro	mg/100 g	8.5	7.72

Fuente: Informe Laboratorio de nutrición y análisis de alimentos (Uniamazonia-SINCHI, Florencia, 2000).

En términos generales los frutos de piña nativa son ricos en vitaminas y minerales, contienen además agua y azúcares en cantidad tal que constituyen una fuente energética de importancia debido al alto contenido de carbohidratos.

3.3 Procesos

3.3.1 Tecnología para la obtención y conservación de pulpa de piña nativa

Las operaciones de adecuación son las realizadas a partir de la llegada de la fruta a la planta de procesamiento hasta el momento anterior a ser abiertas para la separación



Control de calidad de materias primas antes de iniciar el procesamiento

de las partes no comestibles. Las operaciones practicadas a las frutas sometidas a las operaciones de adecuación son corte, pelado, molido, despulpado y refinado (cuando es necesario). Finalmente las pulpas obtenidas se someten a operaciones de conservación.

Se define como pulpa de frutas el producto pastoso, no diluido ni concentrado ni fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias (Norma NTC Icontec No. 7992). Las características y comportamientos de las pulpas de frutas están íntimamente relacionadas con la especie, variedad, grado de madurez y las condiciones ambientales durante el desarrollo de la fruta.

El principal producto que se obtiene a partir del fruto de piña nativa es su pulpa. Los frutos para procesar deben ser

de coloración marrón brillante con el borde del escudete delineado por una tonalidad amarillo-verde, sanos y sin daños biológicos (como ataque de hongos, bacterias u otro tipo de pudriciones). Procesar frutos pintones lleva a disminuir los rendimientos del proceso, deteriorándose la calidad organoléptica de las pulpas, tanto su aroma y sabor, como su color.



Operación de lavado de frutos de piña nativa. Piscina de lavado



Operación de desinfección de frutos de piña nativa

- *Recepción*

Una vez llega la fruta a la planta debe ser rodeada de unas condiciones que favorezcan sus mejores características sensoriales. Si la fruta llega madura se debe procurar evitar su deterioro microbiológico mediante la disponibilidad de un ambiente aseado e higiénico al máximo.

Debido al tipo de empaque que se utiliza para transportar los frutos de piña desde el centro de producción hasta la planta, la primera recepción se hace para conocer el estado en que llega a la planta. Se permite máximo un 10% de unidades en mal estado por golpes, magulladuras y daños por insectos. La preparación de la materia prima consiste en descargar la fruta en canastas plásticas para su fácil manejo.

- *Pesado*

Esta operación permite conocer la cantidad de materia prima en buen estado que entrega el proveedor y determinar los porcentajes de calidad de la misma. Igualmente esta operación permite determinar el rendimiento en pulpa de la variedad.

- *Selección y clasificación*

Las referencias para escoger el fruto son: una coloración marrón característica, sanidad y ausencia de daños biológicos. Se desechan las frutas que presentan magulladuras, manchas en la epidermis, textura blanda, hongos y/o cortes prominentes.

Como la piña es un fruto de tamaño grande se pueden tolerar algunas imperfecciones que deben ser arregladas retirando cuanto antes las fracciones del fruto en mal estado.

La clasificación se realiza teniendo en cuenta, por una parte, la coloración de la cáscara del fruto (frutos sobremaduros presentan coloraciones amarillo-naranja en la totalidad de la corteza), y, por otra parte el color de los ojos (frutos verdes presentarán ojos verdes sin rastros de amarillo).

- *Prelavado*

Una vez la fruta es seleccionada y clasificada se procede a un prelavado, el cual tiene por objeto limpiar la fruta de los restos de pasto, tierra y hojas que trae procedente del campo y disminuir en buena medida las posibilidades de contaminación por agentes externos a la planta.

Se efectúa en un tanque lavador mediante agitación y un restregado manual constante durante el tiempo de lavado con un cepillo de cerdas finas.

- *Desinfección*

El propósito de esta etapa es disminuir al máximo la contaminación de microorganismos que trae la fruta naturalmente en su cáscara y que no salen con el prelavado.

Estos microorganismos demeritan la calidad de la pulpa y favorecen la fermentación del fruto a que por su naturaleza intrínseca, la piña nativa es muy sensible. Esta operación se lleva a cabo en un tanque para desinfección.

Se emplea un desinfectante (hipoclorito de sodio) a una concentración de 75 ppm de cloro. El tiempo de inmersión de la fruta en la solución desinfectante es de 5 min.

- *Enjuague*

A la fruta se le deben retirar los residuos de desinfectante y microorganismos mediante lavado con agua potable. Si es posible por aspersion con agua que corra y se renueve.

- *Pelado*

A los frutos de piña es necesario retirarles la cáscara lo cual se realiza por medio manual con cuchillo, cortando películas de cierto grosor a lo largo del eje longitudinal del fruto y a una profundidad tal que no se observen trazas verdes de corteza en la pulpa.

- *Corte*

En esta etapa la fruta puede tomar dos vías diferentes. Por una lado la fruta se puede cortar por el diámetro longitudinal para pasar a la despulpadora y por otro se puede cortar en trozos para la obtención de conservas y deshidratados.

En el primer caso la fruta es cortada en mitades a lo largo del eje longitudinal para facilitar la alimentación de la máquina despulpadora.

En este proceso no se descarta el corazón de la fruta, ya que las características organolépticas de éste pueden aprovecharse en el despulpado, incrementando los rendimientos y sin afectar la calidad sensorial de la pulpa así obtenida.



Empacado y sellado de pulpa de piña en polietileno tubular

Elaboración de osmodeshidratado de piña nativa

- *Troceado*

Para que la operación de despulpado sea más eficiente se procede a cortar la fruta en dos partes.

- *Despulpado*

En esta operación se emplea una despulpadora eléctrica. Para evitar que la fruta sea expulsada por el equipo es indispensable estar cargándolo constantemente con una cantidad apreciable de materia prima.

- *Empaque*

Para empacar la pulpa obtenida se usan bolsas de polietileno calibre 4.

- *Almacenamiento*

La pulpa debidamente empacada se lleva al congelador para conservar la alta calidad nutricional y sensorial del producto elaborado.

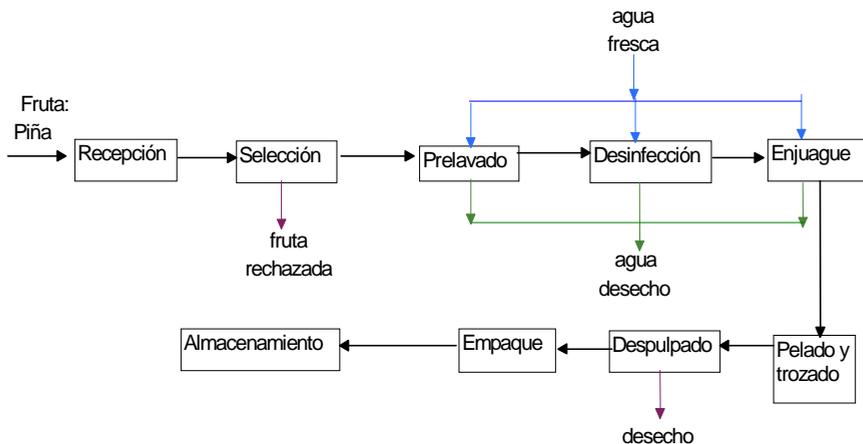
- *Control de calidad*

El control de calidad de la pulpa obtenida se realiza por métodos fisicoquímicos como pH, °Brix, acidez titulable (% a. cítrico).

La transformación de alimentos se efectúa mediante la aplicación de diferentes tratamientos u operaciones que permitan un objetivo determinado (Figura 3.1).

FIGURA 3.1

Diagrama de proceso para la obtención de pulpa de piña nativa



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

3.3.2 Tecnología para el proceso de elaboración y conservación de néctar de piña nativa

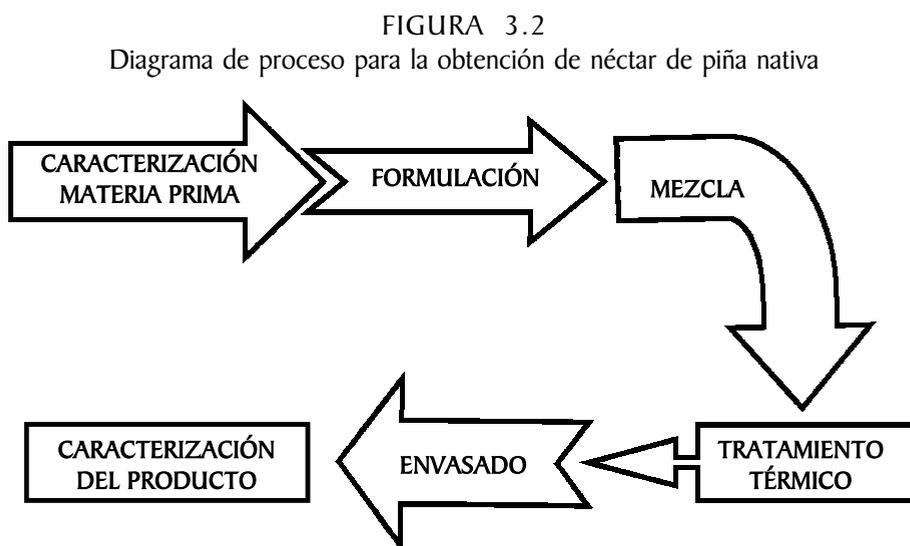
Estas operaciones constituyen el proceso mediante el cual se obtiene un producto. El principal objetivo, generalmente, es la fabricación de un producto cuyas características son mejores que las de la materia prima empleada; fundamentalmente se incrementa el tiempo de vida útil y se logra dar ciertas propiedades al producto que aumentan el valor agregado (Figura 3.2).

Según la legislación colombiana el néctar de frutas es el producto elaborado con jugo, pulpa o concentrado de frutas, adicionado con agua, aditivos e ingredientes permitidos. Para la elaboración de néctar de piña se siguen los siguientes procedimientos:

- *Evaluación de la materia prima*

Para la elaboración de néctar de piña nativa la materia prima más portante a evaluar es la pulpa de la fruta. Estas deben cumplir con los requisitos mencionados en la resolución No 7992 de 1991 del Ministerio de Salud de Colombia. La reglamentación colombiana incluye en su reglamentación la piña comercial pero aún no se contempla la piña nativa. A continuación se presenta la información generada a este respecto.

Los requisitos que deben cumplir los demás ingredientes en cuanto a sus características y niveles permitidos son los establecidos por la reglamentación vigente para agua potable, azúcar refinada y aditivos de grado alimenticio.



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

- *Formulación*

Con base en las propiedades de la pulpa es necesario efectuar los cálculos indispensables para obtener un néctar con características estandarizadas, es decir, aunque haya variación en la materia prima se debe llegar siempre a un producto de cualidades similares. Por ser material biológico, las frutas presentan variaciones en sus características según la condiciones de cultivo, la variedad, el grado de madurez, etcétera.

En la reglamentación colombiana se observa que para la mayoría de las frutas comunes se exige un mínimo de 18% de pulpa en el néctar y un porcentaje mínimo de sólidos aportados por la fruta del 1.5 al 2.5%. Por las razones anteriores y tratándose de frutos amazónicos, es indispensable establecer en cada pulpa el índice de madurez, o relación entre la concentración de sólidos solubles y el porcentaje de ácido. Además se debe conocer cuál es el índice de madurez de la fruta más adecuado para el consumo, con el fin de ajustar el índice de madurez de una pulpa a otro valor determinado. Para esto se aumentan los °Brix o la acidez de la pulpa disponible hasta valores que permitan alcanzar uno nuevo. Una vez obtenida la pulpa con el índice de madurez adecuado se establece la formulación de ingredientes. Lo anterior exige que se conozcan las características fisicoquímicas y sensoriales que debe poseer el néctar de mayor aceptación. El néctar de piña nativa seleccionado luego de un proceso de estandarización y evaluación sensorial puede contener 30% de pulpa, un contenido final de sólidos totales de 12°Brix y una relación de madurez en la pulpa de 26.7.

TABLA 3.2
Características fisicoquímicas de la pulpa de piña nativa

Fruto	°Brix	Acidez titulable (% a, cítrico)	pH	°Brix/Acidez
Piña	12	0.45	4.18	26.7

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

TABLA 3.3
Características microbiológicas deseables en la pulpa de piña nativa

Pulpa	NMP Coliformes Totales	RTO Mesófilos UFC/ml	RTO Hongos y Levaduras
Cruda congelada	< de 3	0.47 X 10 ³	601

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

- *Mezcla de ingredientes*

Para la mezcla de los ingredientes se recomienda adicionar primero la pulpa y luego el ácido, para adecuar así el medio para producir inversión de la sacarosa; después el azúcar y al final el agua, lo que mejora la dispersión y homogenización del producto.

- *Tratamiento térmico*

El objetivo del tratamiento térmico es la conservación del néctar al reducirse la carga microbiana. La pasteurización es el método más aplicado y puede realizarse antes o después de envasar el producto.

Las variables a controlar en el tratamiento térmico son la temperatura y el tiempo. Adicionalmente con el tratamiento se asegura la inactivación de enzimas que pueden desestabilizar el néctar. Debido al bajo pH del producto y por la dilución que reduce la viscosidad, los tratamientos térmicos que se deben aplicar son relativamente suaves.

El néctar de piña se trata generalmente antes de envasarlo calentando rápidamente el producto hasta alcanzar 85°C por 2 min y a continuación se envasa.

- *Caracterización del producto*

Todo el proceso está encaminado a cumplir con las especificaciones de los néctares según la reglamentación vigente. Sin embargo es indispensable verificar que ello se cumple efectuando los análisis correspondientes.

El néctar de piña nativa presenta las características fisicoquímicas relacionadas en la Tabla 3.4.

TABLA 3.4
Características fisicoquímicas del néctar de piña nativa

Néctar	°Brix	Acidez titulable (% a, cítrico)	pH	°Brix/Acidez
Piña	12.0	0.3	3.4	40

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

3.3.3 Tecnología para la producción de piña nativa osmodeshidratada

- *Recepción de la materia prima*

La piña nativa variedad india viene empacada en costales de fique, el productor cosecha la fruta y la embla en este tipo de empaque. Cada unidad va envuelta en

pasto, protegiéndola así de golpes y magulladuras durante el viaje que generalmente es a lomo de mula. Cada carga contiene entre 40 y 42 unidades de tamaño variado.

Se deben tener en cuenta en el momento de control de materia prima, para verificar la calidad de la misma, las unidades que contiene cada carga.

Es importante una vez que se han desempacado, retirar el material de envoltura al lugar de deshechos para evitar la contaminación del ambiente y la dispersión de residuos de partículas macro propias del empaque, así se facilitará el proceso de limpieza y desinfección.

- *Pelado*

Consiste en la eliminación de la corteza del fruto. Debe realizarse con cuchillos de acero inoxidable, en mesones preferiblemente del mismo material, previamente lavados y desinfectados. El acero inoxidable es el material más utilizado en producción de alimentos por sus cualidades anticorrosivas. Una vez eliminada y pesada, la corteza debe retirarse del área de producción ya sea almacenándola para posteriores procesos de transformación o enviándola al lugar de deshechos.

Esta operación incluye la primera adecuación de la materia prima. Los corazones de la piña se extraen e inmediatamente se empaquetan y almacenan en frío para su aprovechamiento como subproducto. Tanto pulpa como los corazones deben pesarse antes de iniciar el proceso, para el cálculo de los rendimientos en la producción.

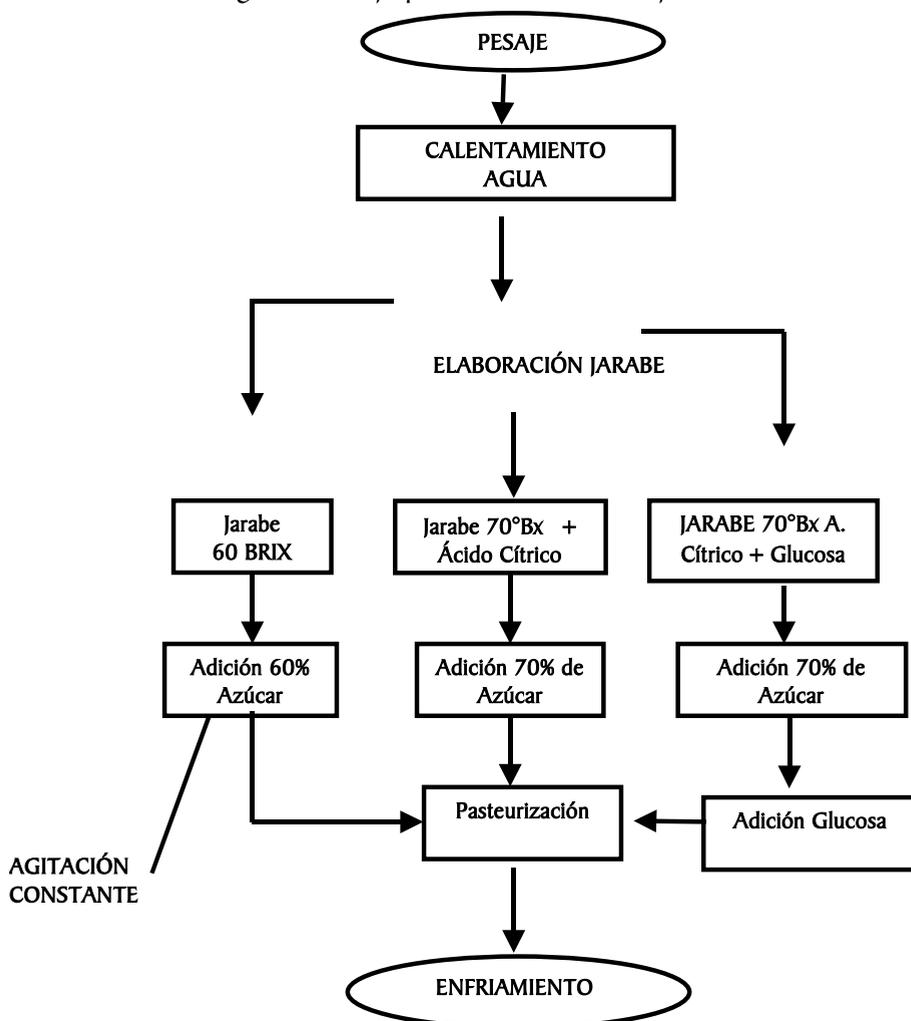
- *Adecuación*

Debe desarrollarse con la mayor rigurosidad posible ya que es un punto crítico dentro del proceso, puesto que la materia prima se expone al ambiente durante el corte y nuevamente su carga bacteriana se puede incrementar. Específicamente por medio de esta operación se obtiene una pulpa de piña cortada en trozos de forma triangular, uniformes y con un espesor de 0.5 mm cuyo fin es garantizar un proceso de deshidratación homogéneo. Una vez finalizada la operación se debe pesar nuevamente la pulpa.

- *Inmersión en el jarabe*

El diagrama de flujo para la elaboración del jarabe se observa en la Figura 3.3 donde se describe un proceso para tres tipos de jarabe. Hay dos operaciones claves dentro de este proceso. Una es el peso de los ingredientes que debe ser muy preciso para obtener un jarabe de concentración óptimo para la inducción de la ósmosis. La otra operación es la pasterización y consiste en dejar el jarabe a una temperatura de 75°C por espacio de 2 a 3 minutos.

FIGURA 3.3
Diagrama de flujo para la elaboración de jarabes



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

De esta manera se garantiza un medio apto para ser utilizado a través del tiempo. El jarabe debe ser enfriado para su utilización. Con el jarabe dispuesto se procede a llevar la pulpa al proceso de inmersión por espacio de ocho horas.

Al finalizar la inmersión la pulpa debe ser separada del medio para continuar con el proceso de enjuague. Para esta operación se utiliza un colador preferiblemente de plástico. Se debe tener cuidado del área donde se realiza la operación: debe ser un sitio aséptico donde no se corran riesgos de contaminación, así como evitar cualquier contacto con el producto.

- *Enjuague*

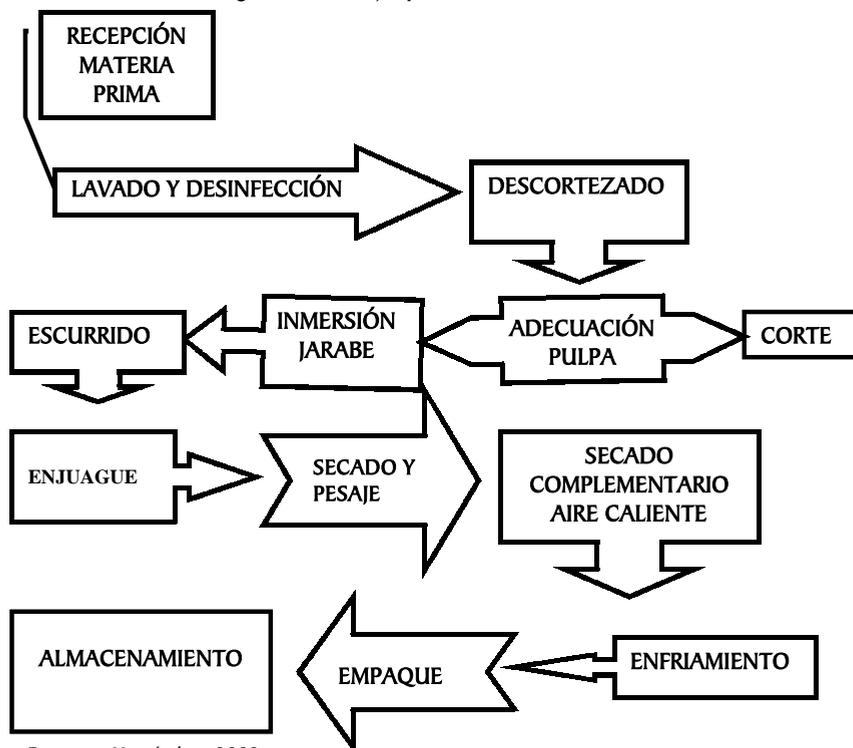
Tiene como fin eliminar los residuos que son propios de la impregnación con el jarabe y que al no ser retirados en su totalidad pueden causar efectos indeseables, por ejemplo la caramelización de los azúcares o fermentaciones por cambio de temperaturas en el proceso de secado complementario. Esto incide en la calidad del producto final.

- *Secado y Pesaje*

Es una operación ayuda a la absorción de agua residual que se queda impregnada en la superficie del producto.

Se realiza con paños absorbentes para obtener un buen acondicionamiento de la pulpa osmodeshidratada para el secado complementario. De hecho es un punto crítico de control puesto que hay vulnerabilidad de contaminación si no se ejecuta la operación asépticamente. Los paños absorbentes deben estar completamente secos y protegidos en su empaque original.

FIGURA 3.4
Diagrama de flujo piña osmodeshidratada



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

El registro del peso es clave para el secado complementario, especialmente en cuanto al cálculo de agua que falta extraer al producto en proceso y el rendimiento final de la materia.

- *Secado complementario*

La osmodeshidratación es un sistema precursor de la deshidratación por aire caliente, incluso se afirma que es una forma de acondicionamiento. El secado por aire caliente después de la inmersión osmótica se usa comúnmente en los países tropicales para producir frutas secas denominadas “semicandies, dried fruits”. Es una operación que da la posibilidad de extraer el agua restante de la pulpa osmodeshidratada y de esta manera obtener un producto de alta calidad.

Hay que tener en cuenta que el proceso osmótico no permite la extracción ideal de agua en la fruta y por lo tanto es necesario aplicar este sistema para garantizar un producto de humedad óptima. La temperatura para este proceso se estandarizo en 70 °C por un tiempo de 6 horas.

- *Enfriamiento, empaque, almacenamiento*

Son tres operaciones diferentes que se relacionan entre sí en la etapa final del proceso de osmodeshidratación.

El enfriamiento consiste en dejar la pulpa procesada en reposo unos minutos para evitar la exudación del producto en el empaque, el tiempo debe ser muy corto, de esta manera se previenen riesgos de contaminación.

El empaque seleccionado es un material de icopor que sostiene la pulpa deshidratada y se recubre con una fina película de material celulósico. Estos materiales de empaque son compatibles con el producto y garantizan una excelente presentación. Sin embargo no lo protegen de la luz ni de la humedad.

3.3.4 Deshidratación de piña nativa por convección de aire caliente

- *Materia prima utilizada*

El diagrama de flujo para la deshidratación de piña nativa por convección de aire caliente se observa en la Figura 3.5.

- *Recepción, lavado, desinfección y pelado*

Son operaciones que siguen una rutina como la descrita para el proceso anterior. No sobra recordar para ambos casos las BPM (Buenas Prácticas de Manufactura), desde el inicio hasta el final de los procesos.

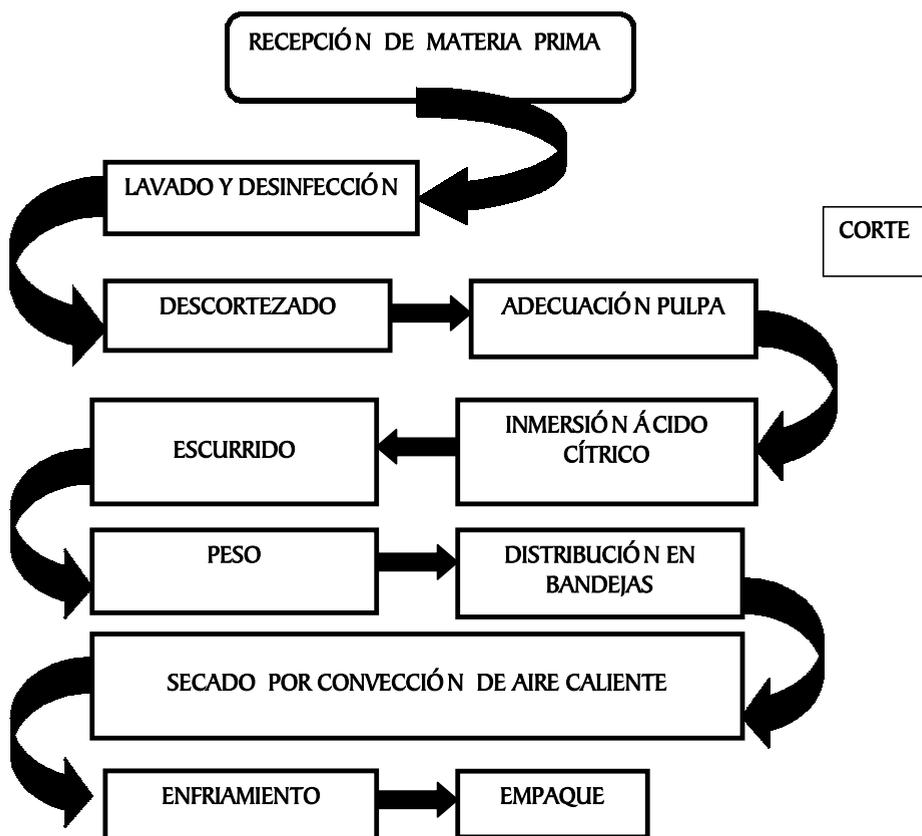
- *Adecuación*

Es una operación igual a la realizada en el proceso de la piña osmodeshidratada, sin embargo, cabe resaltar que de aquí en adelante la piña está lista para ir directamente al secado sin ninguna protección, convirtiéndose en una operación de extremo cuidado, especialmente en cuanto a la manipulación para la siguiente actividad.

- *Inmersión en ácido cítrico*

Se diluye la cantidad de ácido cítrico calculada sobre la base del 5% del peso total de la pulpa a procesar, en un volumen correspondiente a 2 veces dicho peso en agua, para lograr un contacto total con el ácido disuelto y la materia prima. El agua de la dilución debe ser hervida, estar libre de partículas en suspensión o de cualquier tipo de contaminación que afecte la integridad del proceso.

FIGURA 3.5
Diagrama de flujo piña deshidratada por aire caliente



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

- *Escurrido*

Es una actividad indispensable para eliminar el exceso de agua ocasionado por la inmersión y preparar la pulpa para la deshidratación. Hay que dejar por lo menos 5 minutos de reposo para conseguir que salga la mayor cantidad posible de agua residual de la fruta.

- *Secado por aire caliente*

Consiste en la eliminación de agua de los tejidos celulares del fruto para conseguir un porcentaje de humedad que favorezca la vida útil del producto sin perder sus características naturales. Esta se convierte en la operación central del proceso y se torna punto crítico del mismo. La temperatura establecida para la deshidratación de piña fue de 60°C con un tiempo de duración de 8 horas.

- *Enfriamiento, empaque y almacenamiento*

Las etapas finales de un proceso son siempre un punto de riesgo en toda producción y transformación de alimentos.

Se pueden tomar las indicaciones del anterior proceso para el desarrollo de estas actividades.

Finalmente hay que tener en cuenta que la piña tratada por aire caliente es mucho más sensible a la luz y la humedad.

- *Análisis microbiológico*

Las consideraciones sobre el papel de los microorganismos en la sanidad, el deterioro, la conservación y elaboración de los alimentos evidencian la importancia de la microbiología como ciencia aplicada a los productos alimenticios, incluyéndola como una herramienta esencial en los programas de control y aseguramiento de la calidad en cualquier proceso de producción o transformación (Tabla 3.5).

TABLA 3.5

Características microbiológicas de piña nativa deshidratada y osmodeshidratada

Pulpa	NMP Coliformes Totales	RTO Mesófilos UFC/ml	RTO Hongos y Levaduras
Osmodeshidratada	< de 3	Negativo	Negativo
Aire caliente	< de 3	Negativo	Negativo

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.



Envasado manual de néctar de piña nativa

Teniendo en cuenta la importancia de los análisis microbiológicos como un mecanismo que certifica la calidad e inocuidad de un producto, se hace referencia en ese punto a los resultados de los exámenes practicados donde se certifica que los productos obtenidos son de buena calidad bacteriológica y por lo tanto aptos para el consumo humano.

4 APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL FRUTO DE CARAMBOLO

57

(*Averrhoa carambola* L.)

4.1 Generalidades

El fruto de carambolo es una baya carnosa, de forma ovoide o elipsoidal, de dimensiones variables que van desde 5 hasta 25 cm de longitud y desde 3 hasta 10 cm de diámetro (Tabla 4.1). Se caracteriza por presentar 5 costillas longitudinales que le dotan de una típica sección transversal en forma de estrella, debido a la cual recibe el nombre de "star fruit".

TABLA 4.1

Caracterización y composición de frutos de carambolo en estados sucesivos de maduración

Componente	Unidad	Estado de madurez		
		Verde	Pintón	Maduro
Diámetro longitudinal	cm	3.84	8.80	8.89
Diámetro transversal	cm	5.38	5.76	5.71
Peso fresco	g	66.36	89.34	95.13
Gravedad específica	g/cc	0.9955	0.9881	0.9860
Dureza	Libra/pie	7.92	6.36	5.44
Corteza	%	28.54	26.08	22.7
Semilla	%	5.76	5.33	4.42
Pulpa	%	65.56	68.66	72.87
Acidez total	Ácido cítrico anhidro	1.48	1.90	2.31
pH		1.79	1.9	2.0
Sólidos solubles	°Brix	4	5	6.5
Azúcares reductores	%	1.48	1.90	2.31
Azúcares totales	%	1.14	1.61	2.06
Vitamina C	mg/100gpulpa	14.31	16.91	12.82
Materia seca	%bs	4.76	4.87	4.81
Proteína cruda	%bs	7.04	7.47	7.28
Cenizas	%bs	3.7	3.57	3.50
Extracto etéreo	%bs	1.8215	2.322	2.511
Fibra	%bs	31.07	38.3	31.87
ENN (Extracto no nitrogenado)	%bs	56.39	48.33	54.83
Cobre	mg/100gpulpa	0.325	0.35	0.5
Calcio	mg/100gpulpa	31.8	40.05	33.95
Magnesio	mg/100gpulpa	94.2	92.15	84.25
Potasio	mg/100gpul	1169.95	1165	1.0799
Hierro	mg/100gpul	3.7	2.7	2.85
Sodio	mg/100gpul	0.6	0.25	0.65

Fuente: Informe Laboratorio de nutrición y análisis de alimentos (Uniamazonia-SINCHI, Florencia, 2000).

La epidermis es delgada, suave y con una cutícula c erea. La pulpa es transl ucida, de color amarillo claro o amarillo oscuro, muy jugosa, sin fibra. Su sabor es dulce- cido. Posee cualidades aromáticas que lo hacen potencialmente comercial en jugos y bebidas de frutos. El carambolo es bajo en calorías (36-75 cal/100g) y constituye una buena fuente de potasio y de vitamina A y moderada de vitamina C. El carambolo es vendido principalmente como fruto fresco, consumiéndose en rodajas, jugo, ensaladas o como aderezo. Igualmente es utilizado en la preparación de postres, tartas, salsas y bebidas. En procesamiento se utiliza para la elaboración de encurtidos, salsas, vinos, gelatinas y licores, entre otros.

Las características deseables en el fruto son: forma característica de 5 aristas, color amarillo intenso, escaso número de semillas, contenido de sólidos solubles de 10 Brix, acidez inferior a 5 meq./100g, textura crujiente, costillas gruesas y ángulos anchos (Gal n, 1991).

4.2 Procesos

Los productos elaborados a partir de carambolo, tales como pulpa, néctar y mermelada, tienen en común algunas etapas en su procesamiento; aunque hay etapas que no son de obligatorio cumplimiento, son necesarias si se quiere que el producto final sea de óptima calidad.

4.2.1 Proceso de obtención de pulpa pasterizada de carambolo

4.2.1.1 Etapas preliminares

◆ *Lavado y desinfección de equipos, materiales y áreas de trabajo*

Dentro de las Buenas Prácticas de Manufactura, esta etapa es esencial para la obtención de un producto de excelente calidad. Por lo general se realiza con soluciones de hipoclorito de sodio a una concentración de 300 ppm.

◆ *Recepción y pesaje de la fruta*

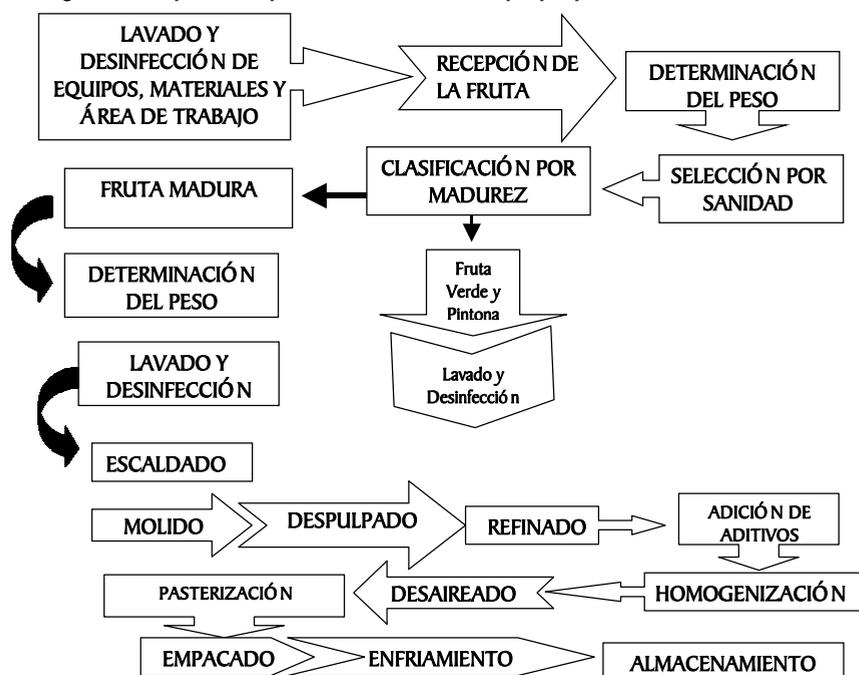
La fruta procesada es variedad ácida, proveniente de Florencia (Caquetá); esta se recibe en canastillas plásticas y es pesada una vez ingresa a la planta de procesamiento. Figura 4.1.

◆ *Selección y clasificación*

En esta etapa la fruta pasa una selección por sanidad, descartando las frutas que no son aptas para procesar, debido a que presentan daños y/o descomposición. Posteriormente se realiza una clasificación de acuerdo con su grado de madurez, donde la fruta madura continúa el proceso y la fruta verde y/o pintona se lava y desinfecta para luego ser almacenada hasta que alcance su madurez y pueda ser

FIGURA 4.1

Diagrama de proceso para la obtención de pulpa pasteurizada de carambolo



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

incorporada al proceso. Las etapas de selección y clasificación son realizadas de forma manual valiéndose para ello de los sentidos de la vista, olfato y tacto.

◆ *Lavado, desinfección y enjuague*

La fruta óptima para procesar se somete a un lavado previo (inmersión o aspersión) para eliminar sólidos que se encuentran en la superficie de ésta, tales como tierra, hojas, etcétera. Posteriormente se realiza una desinfección por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 300 ppm para eliminar en gran medida la carga microbiana propia de la fruta y finalmente se enjuaga, ya sea por inmersión o aspersión, para eliminar residuos de cloro.

4.2.1.2 Etapas de adecuación

◆ *Escaldado*

La fruta se somete a un escaldado con vapor para inactivar las enzimas que ocasionan problemas de pardeamiento, para eliminar la carga microbiana que aún persiste en la fruta después de la desinfección y para aumentar el rendimiento en la etapa de despulpado.

Posterior al escaldado se debe realizar un enfriamiento rápido con chorros de agua fría para eliminar los microorganismos termoresistentes.

El tiempo óptimo para un buen escaldado es de 2 minutos a una presión de vapor de 30 psi en un escaldador tipo *batch*.

◆ *Molido*

En esta etapa la fruta escaldada es molida con el fin de desintegrarla y aumentar el rendimiento en la etapa de despulpado.

• *Despulpado y refinado*

En esta etapa la fruta previamente molida pasa por una despulpadora (ya sea vertical u horizontal) provista de una malla, por lo general de 0.060 pulgadas. La pulpa puede ser refinada haciéndola pasar de nuevo por la despulpadora pero con una malla de diámetro menor, por ejemplo 0.045 pulgadas. Los productos elaborados a partir de pulpa refinada presentan mejores características de textura.

• *Adición de aditivos*

Para que la pulpa se conserve por un período de tiempo mayor, es necesario adicionar conservante en las cantidades permitidas por la legislación colombiana. Además es conveniente adicionar ácido ascórbico para prevenir el posible pardeamiento a través del tiempo, en el caso de que el tratamiento térmico no sea suficiente para lograr la inactivación total de las enzimas causantes de este. La cantidad de ácido ascórbico está estipulada por las Buenas Prácticas de Manufactura y es la única sustancia permitida como antioxidante por la legislación colombiana.

• *Homogenización*

Si la pulpa no ha sido sometida a refinación es aconsejable realizar una etapa de homogenizado, con lo cual se obtiene una pulpa de características similares a la obtenida en el proceso de refinación.

• *Desaireado*

En las etapas de molido, despulpado, refinado u homogenizado la pulpa atrapa aire, lo cual no es aconsejable ya que pueden favorecerse reacciones indeseables de oxidación. Debido a esto es necesario retirar dicho aire; una de las formas más sencillas es calentar la pulpa.

• *Pasterización*

En esta etapa la pulpa se somete a un tratamiento térmico para eliminar microorganismos patógenos que son sensibles a altas temperaturas como los mesófilos, permitiendo de esta forma que el período de vida útil de la pulpa se



Frutos de carambolo. Operaciones de selección y clasificación

prolongue. La pasterización también permite la inactivación total de las enzimas causantes del pardeamiento y la eliminación del aire atrapado en la pulpa. Las condiciones más adecuadas para que la pasterización sea efectiva son:

- Temperatura de pasterización: 88°C.
- Tiempo de pasterización: 15 segundos.

- *Empacado*

Se empaqa en caliente para evitar la recontaminación de la pulpa. Se utilizan por lo general empaques de polietileno de baja densidad, dadas las buenas características de protección que estos ofrecen a los alimentos. Se debe procurar que no queden burbujas de aire atrapadas al momento de sellar el empaque, ya que pueden ocasionar alteraciones en el producto.

- *Enfriamiento*

La pulpa empacada se somete a un enfriamiento con agua a baja temperatura para crear un choque térmico en la pulpa y eliminar de esta forma los microorganismos termoresistentes que pudieron sobrevivir a la pasterización.

Estrellas de carambolo en proceso de osmodeshidratación en jarabe



Dosificación y empaque de néctar de carambolo



- *Almacenamiento*

El producto final es almacenado a temperaturas de refrigeración por lo general de 4°C, con lo cual se asegura que no se presentarán alteraciones en la pulpa.

No es necesario congelar la pulpa, ya que el método de conservación de esta es la pasteurización y adición de conservante.

- *Control de calidad*

La pulpa se somete a pruebas microbiológicas (recuento de mesófilos, coliformes totales y fecales, hongos y levaduras), pruebas fisicoquímicas (pH, acidez y °Brix) y pruebas sensoriales para evaluar su calidad.

TABLA 4.2
Análisis fisicoquímico y microbiológico de la pulpa de carambolo ácido

Producto	Variables					
	SST(°Brix)	pH	Acidez (% ácido oxálico)	Recuento mesófilos aerobios	Recuento hongos	Recuento de coliformes
Pulpa cruda de carambolo	5.2	2.24	0.835	<10	<10	<3
Pulpa pasteurizada de carambolo	6.19	2.57	0.9	<10	<10	<3

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

4.2.2 Proceso de obtención de néctar pasterizado de carambolo

- *Caracterización de materia prima*

En esta etapa se realizan análisis fisicoquímicos para conocer las características de la pulpa de la cual se parte, tales como pH, acidez y °Brix. También se deben tener en cuenta las características del edulcorante a utilizar.

- *Formulación*

De acuerdo con las características de las materias primas se procede a formular el néctar teniendo en cuenta los requisitos finales que se desean para el producto, como °Brix y porcentaje de pulpa.

Una vez pesados los ingredientes, de acuerdo con la formulación, se proceden a mezclar.

- *Adición de aditivos*

Para prolongar el período de vida útil del néctar se adiciona conservante en las cantidades permitidas por la legislación colombiana. Se observan buenos resultados con una cantidad de 300 ppm de benzoato de sodio, el cual es muy eficaz contra levaduras y bacterias.

La adición de ácido ascórbico para prevenir el pardeamiento enzimático se limita por las Buenas Prácticas de Manufactura y es la única sustancia permitida como antioxidante por la legislación colombiana.

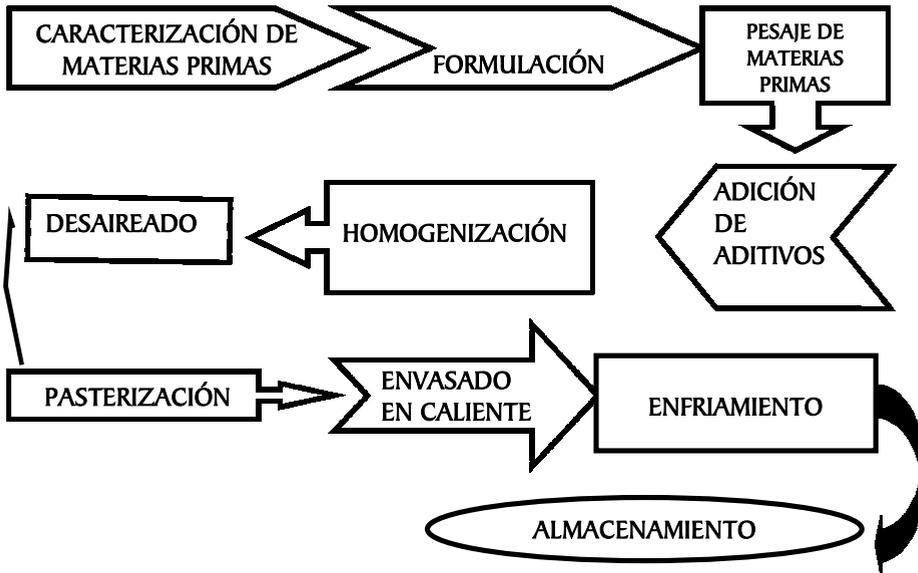
- *Homogenización*

Esta etapa se realiza con el fin de lograr un néctar de una apariencia y textura óptima, evitando que problemas como la separación de fases sean muy evidentes.

- *Desaireado*

Debido a que en las etapas previas el néctar puede atrapar aire, es necesario retirarlo para que no se beneficien las reacciones de oxidación. Al igual que en el caso de la pulpa lo más aconsejable es calentar.

FIGURA 4.2
Diagrama de flujo para la obtención de néctar de carambolo



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

- *Pasterización*

Al igual que en el caso de la pulpa, esta etapa se realiza para destruir microorganismos patógenos, inactivar enzimas causantes de pardeamiento y liberar el aire atrapado en el néctar, asegurando de esta forma un tiempo de vida útil mayor. Las condiciones más adecuadas para una pasterización eficiente son:

- Temperatura de pasterización: 88°C.
- Tiempo de pasterización: 15 segundos.

- *Envasado*

Esta etapa se realiza en caliente para evitar la posible recontaminación del néctar. Se utilizan envases de vidrio con cierre *twist off*, ya que este material es excelente como barrera de protección para los alimentos y debido a su transparencia permite que el consumidor aprecie el contenido.

- *Enfriamiento*

En esta etapa el néctar envasado se somete a un enfriamiento rápido, por lo general con agua fría, para crear un choque térmico en el producto que logre destruir los microorganismos termoresistentes.

- *Almacenamiento*

El producto terminado se puede almacenar a temperatura ambiente o de refrigeración, dado que el proceso de elaboración asegura que las características de este no requieren condiciones drásticas para su almacenamiento.

- *Control de calidad*

El néctar se somete a pruebas microbiológicas (recuento de mesófilos, coliformes totales y fecales, hongos y levaduras), pruebas fisicoquímicas (pH, acidez y °Brix) y pruebas sensoriales para evaluar su calidad.

TABLA 4.3
Análisis fisicoquímico y microbiológico del néctar de carambolo ácido

Producto	Variables					
	SST(°Brix)	pH	Acidez (% ácido oxálico)	Recuento mesófilos aerobios	Recuento hongos	Recuento de coliformes
Néctar de carambolo	10	2.76	0.94	<10	<10	<3

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

4.2.3 Proceso de obtención de mermelada de carambolo

- *Caracterización de materia prima*

En esta etapa se realizan pruebas fisicoquímicas a la pulpa de la cual se va a partir, principalmente pH, acidez y °Brix que son fundamentales para la formulación.

También se deben tener en cuenta las características del edulcorante que se va a utilizar.

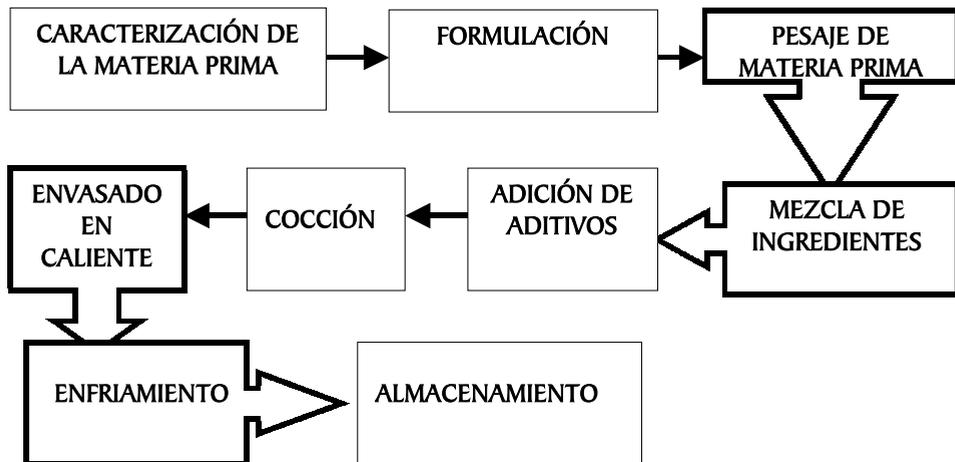
- *Formulación*

De acuerdo con las características de las materias primas y del producto que se desee obtener, se procede a formular las cantidades necesarias de cada ingrediente para posteriormente pesar y realizar la cocción.

- *Adición de aditivos*

Si se quiere asegurar que el producto cumpla a cabalidad con el tiempo de vida útil estipulado, se pueden agregar conservantes permitidos por la legislación colombiana. Esta etapa es opcional y depende de las Buenas Prácticas de Manufactura que se realicen en el proceso.

FIGURA 4.3
Diagrama de flujo para la obtención de mermelada de carambolo



Fuente: Barrera y Hernández. 2003

- *Cocción*

Se inicia con un calentamiento de la pulpa junto con el 10% de la cantidad total de azúcar; cuando esta mezcla haya alcanzado aproximadamente 25°Brix, se agrega la mezcla pectina-azúcar en una relación 1:10.

El calentamiento y la agitación continúa hasta que se alcancen de 37 a 40°Brix, momento en el que se le adiciona la cantidad restante de azúcar.

La cocción termina cuando la mermelada ha alcanzado los °Brix deseados (generalmente 65°Brix). Antes de que la mezcla presente burbujeo y formación de espuma se debe adicionar alguno de los antiespumantes permitidos por la legislación colombiana.

Esta no es la única forma de realizar la cocción de la mermelada, pero es aconsejable llevarla a cabo de esta manera, para permitir que la evaporación de agua sea más fácil al comienzo de la cocción, momento en el cual la mezcla no tiene una concentración muy alta.

- *Envasado*

El envasado se realiza en caliente para evitar que el producto se recontamine. El envase utilizado es de vidrio con cierre *twist off*, ya que este material es el más aconsejado por ser una excelente barrera de protección para los alimentos; además su transparencia permite que las características de la mermelada sean apreciadas por el consumidor.

- *Enfriamiento*

El enfriamiento se realiza para crear un choque térmico en el producto y eliminar de esta forma los microorganismos termoresistentes. También es necesario para evitar que la mermelada se siga concentrando debido al calor sensible que esta posee después de suspender el calentamiento.

TABLA 4.4

Análisis fisicoquímico y microbiológico de la mermelada de carambolo ácido

Producto	Variables					
	SST(°Brix)	pH	Acidez (% ácido oxálico)	Recuento mesófilos aerobios	Recuento hongos	Recuento de coliformes
Mermelada de carambolo	65	2.63	1.08	<10	<10	<3

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

- *Almacenamiento*

El producto terminado se almacena a temperatura ambiente, ya que la técnica de conservación de la mermelada (concentración), no requiere temperaturas de refrigeración que la complementen.



Mermelada de carambolo

- *Control de calidad*

La mermelada se somete a pruebas microbiológicas (recuento de mesófilos, coliformes totales y fecales, hongos y levaduras), pruebas fisicoquímicas (pH, acidez y °Brix) y pruebas sensoriales para evaluar su calidad.

4.2.4 Elaboración de osmodeshidratados de carambolo

- *Operaciones de acondicionamiento*

El fruto de carambolo se recolecta en estado maduro. Se realiza una selección por sanidad con el fin de remover las unidades que no reúnan las características satisfactorias, luego de lo cual se procede a hacer la limpieza de las unidades. El lavado se hace con agua limpia y potable, la desinfección se realiza con hipoclorito de sodio en una concentración de 150 ppm con el fin de remover la carga microbiana que pueda venir de campo. El fruto se enjuaga con agua potable con el fin de remover los residuos de desinfectante.

- *Cortado de la fruta*

Las aristas del fruto se remueven antes de hacer el corte. La fruta se secciona en forma transversal para obtener trozos de 1 cm de espesor que tengan la apariencia de estrellas, de las cuales se retiran las semillas antes de iniciar el proceso de osmodeshidratación.

- *Escaldado en jarabe*

La fruta troceada es escaldada a 75°C en un jarabe de sacarosa de 70°Brix. La relación de fruta y jarabe es de 1:3. La temperatura de escaldado se seleccionó con el criterio de que a temperaturas superiores a 70°C se obtienen productos osmodeshidratados de mejores características sensoriales. A esta temperatura la membrana celular se vuelve más permeable, con lo cual se logra una mejor salida de agua del producto que se está osmodeshidratando.

- *Pesado*

La pérdida de peso constituye una variable de importancia mayoritaria en el proceso de osmodeshidratación. Con esta operación se pretende determinar la pérdida de peso en el tiempo del osmodeshidratando. Para ajustar la lectura se recomienda lavar una muestra del producto, con agua, con el fin de remover el exceso de agente osmodeshidratante.

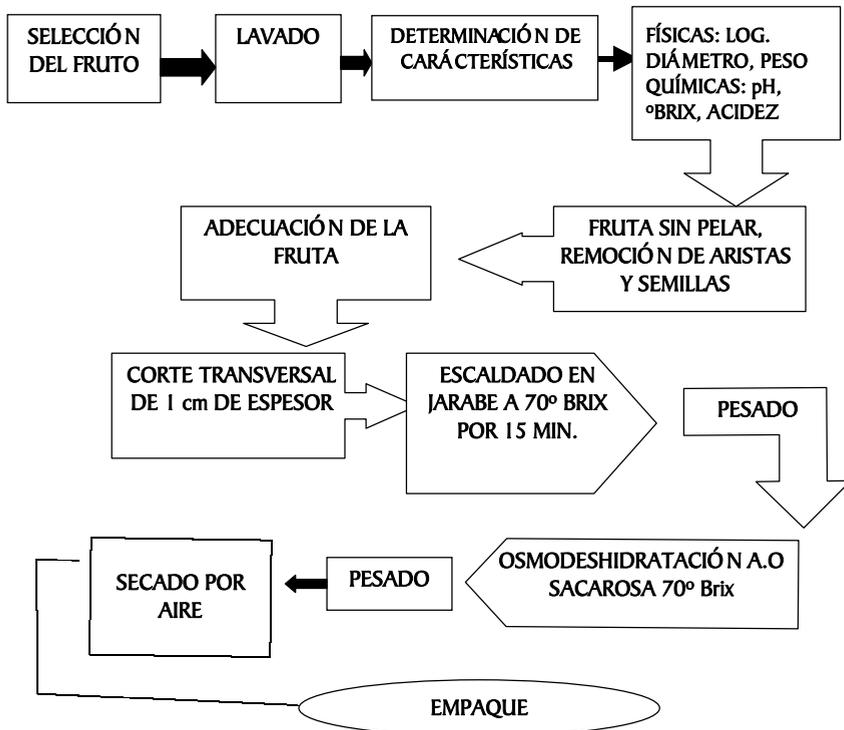
- *Osmodeshidratación*

Se lleva a cabo la osmodeshidratación directa de los tejidos, en este caso, las estrellas de carambolo en contacto con el agente osmodeshidratante usado sacarosa de 70°Brix. El proceso de osmodeshidratación se completa en las 10 horas siguientes al inicio del proceso en las condiciones ambiente de la ciudad de Florencia.

- *Secado*

El producto obtenido posee el 60% de la humedad inicial y a partir de este momento se puede llevar a cabo el secado adicional por aire caliente.

FIGURA 4.3
Elaboración de osmodeshidratados de carambolo



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.



Estrellas de carambolo en proceso de osmodeshidratación en jarabe.

Este secado, que se lleva a cabo a 70°C, se hace con el fin de remover el agua del producto, disminuyendo la actividad del agua (A_w) del producto y asegurando su calidad microbiológica. En este período la humedad se disminuye por lo menos otro 30%, con lo cual el producto osmodeshidratado tendrá al final del proceso un contenido de agua menor al 30%.

- *Calidad fisicoquímica y microbiológica del producto terminado*

La tabla 4.5 presenta las características fisicoquímicas y microbiológicas del osmodeshidratado de carambolo.

TABLA 4.5

Análisis fisicoquímico y microbiológico de trozos osmodeshidratados del fruto de carambolo ácido

Producto	Variables					
	SST(°Brix)	pH	Acidez (% ácido cítrico)	Recuento mesófilos aerobios	Recuento hongos	Recuento de coliformes
Osmodeshidratado Carambolo	40.3	3.4	0.0322	700 u.f.c	30	<3
Norma				500-800	100-200	<3

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

Dosificación y empaque de néctar de carambolo

Aunque no existe una norma técnica colombiana sobre el producto de carambolo osmodeshidratado, sin embargo, en cuanto a la calidad microbiológica el producto cumple con los requerimientos de sanidad bacteriológica.



5 TECNOLOGÍA DE TRANSFORMACIÓN DEL FRUTO DE MARACO (*Theobroma bicolor* H.B.K)

5.1 Descripción del fruto

El fruto es una cápsula voluminosa de diversos tamaños, su peso fluctúa entre 300 y 4.000 gramos y las formas varían desde redondeadas hasta ovaladas. La corteza puede ser reticulada o lisa, de color amarillo, cuando madura. La numerosas semillas están rodeadas por un pulpa blancuzca o amarillenta de olor fuerte y sabor dulce. En la actualidad los frutos maduros se recogen antes de caer al suelo con índices de cosechas establecidos en trabajos recientes.

Nutricionalmente el maraco se destaca por su alto contenido de proteína y de carbohidratos. Los datos presentados en la Tabla 5.1 se obtuvieron a partir de 100 g de fruto.

La pulpa es amarillenta y presenta un aroma entre papaya y guayaba. Los indígenas consumen la pulpa que rodea las semillas de los frutos maduros. En la Costa Pacífica la emplean para elaborar bebidas refrescantes. La semilla se come cocinada en caldos y con otros alimentos.

5.2 Composición química y valor nutricional

Nutricionalmente el maraco se destaca por su alto contenido de proteína y de carbohidratos. Los datos presentados en la Tabla 5.1 se obtuvieron a partir de 100 g de fruto.

TABLA 5.1
Composición proximal del fruto de maraco

Características	Contenido de porcentaje(%)
Humedad	87.90
Proteína	1.66
Aceite	0.48
Carbohidratos	7.44
Fibra	1.44
Ceniza	1.08

Fuente: Informe Laboratorio de nutrición y análisis de alimentos (Uniamazonia-SINCHI, Florencia, 2000).



Operaciones de acondicionamiento de frutos de maraco para su procesamiento

5.3 Procesos

5.3.1 Tecnología para la obtención y conservación de pulpa de maraco

- *Recepción*

Cuando la fruta llega a la planta se pesa el lote. En esta parte no se realiza la clasificación como tal de acuerdo con la madurez o estado del fruto, ya que esta se hace en el momento del corte, pero si se encuentra un fruto demasiado dañado se retira del lote para evitar una contaminación de los demás frutos.

- *Lavado y desinfección*

Una vez pesada la fruta se somete a un lavado con agua con el fin de remover las partículas externas adheridas a las cáscaras. La desinfección se realiza con una solución de hipoclorito de sodio al 1%, por inmersión, con agitación de los frutos en ésta y posterior enjuague.

- *Selección y corte*

El proceso de obtención de la pulpa se inicia con la clasificación de la fruta. En este momento se evalúan las características externas. El corte se realiza fracturan-

Despulpado de maraco en despulpadora horizontal



Pulpa de maraco obtenida por despulpado manual



do la corteza del fruto con un mazo de caucho, en la zona ecuatorial del mismo. Con esto la cáscara queda dividida en dos mitades.

- *Separación de la pulpa-semilla*

En esta operación es donde se pueden apreciar daños internos en la fruta, que justifiquen su rechazo. La mezcla pulpa-semilla es extraída manualmente (en el caso de frutos pintones o maduros) o por separación voluntaria (frutos en estado de madurez óptima). El producto obtenido se pesa para determinar el rendimiento.

- *Despulpado*

Es necesario desinfectar la despulpadora o (las tijeras) con una solución de hipoclorito al 10 %. La mezcla pulpa-semilla se somete a despulpado mecánico según el caso.

- *Empaque*

La pulpa obtenida se empaqueta en bolsas de polietileno de calibre 3. Las presentaciones variarán de acuerdo con las exigencias del mercado.

- *Pasterización*

Opcionalmente se puede realizar un tratamiento térmico en agua a ebullición durante 2 min.

Eventualmente se puede disminuir el color del producto, pero la textura se mantiene posterior al tratamiento térmico. Las bolsas se sumergen en agua a temperatura ambiente con lo cual se logra el choque térmico.

El procedimiento se debe realizar con un sumo cuidado ya que las bolsas se pueden romper durante su ejecución.

La pulpa de maraco mantiene sus características químicas por lo menos por 30 días de almacenamiento. La pasterización no modifica las características de la pulpa.

TABLA 5.2
Características fisicoquímicas de la pulpa congelada a 30 días

Tipo de pulpa	°Brix	Ph	Acidez
Cruda	11.2	7.41	0.0339
Pasterizada	11.1	7.72	0.0299

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

Sin embargo la pasterización contribuye a disminuir la carga de hongos del producto.

La calidad microbiológica de las pulpas de maraco puede verse fácilmente disminuida, por esta razón es indispensable establecer controles durante todo el pro-

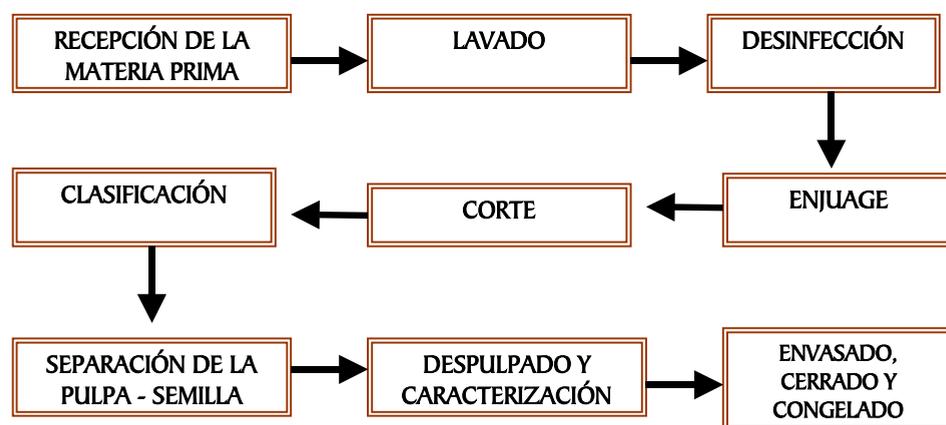
ceso y ser estricto en la asepsia de utensilios, personal y envases a fin de no incluir carga microbiana en los productos.

TABLA 5.3
Características microbiológicas de pulpa congelada a los 30 días

Tipo de pulpa	NMP	Mesófilos	Hongos
Mecánica Cruda	1100	176E3	2079E3
Mecánica Pasterizada	1100	234E3	3.7E3

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

FIGURA 5.1
Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de maraco



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

5.3.2 Tecnología para la obtención y conservación de néctar de maraco

- *Formulación de ingredientes*

El néctar de maraco se prepara a partir del 22% de pulpa fresca o debidamente conservada de maraco. La concentración de sólidos solubles finales (°Brix) es de 12%, la cual está recomendada por la norma colombiana para productos derivados de pulpas de frutas. La acidez final del producto tiene que ajustarse con una mezcla de ácido tartárico-cítrico en proporción 7:3 como se presenta en la tabla a continuación. Para asegurar la mayor conservación del néctar de maraco se recomienda la adición de una mezcla de preservantes permitidos por la legislación, benzoato de sodio-sorbato de potasio en proporción 1:1.

- *Pesado de los ingredientes*

El pesaje de ingredientes se lleva a cabo en una balanza de plato externo, los cuales tendrán que ser debidamente tasados y presentar las mejores característi-

cas de asepsia. En el caso del néctar de frutas es frecuente que se presente contaminación microbiana del producto, por lo que se insiste especialmente en la condición de limpieza de utensilios y envases a emplear.

TABLA 5.4
Formulación del néctar de maraco

Variable	Valor
Porcentaje de pulpa	22.0
°Brix	12
Porcentaje de acidez como ácido cítrico	0.5
Relación ácido tartárico - cítrico (p/p)	7:3
Porcentaje mezcla de ácidos respecto a la pulpa (p/p)	0.6
Porcentaje de conservante respecto a la pulpa	0.1
Relación benzoato de sodio - sorbato de potasio	1:1

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

TABLA 5.5
Ingredientes empleados en la preparación de néctar de maraco

Ingrediente	Cantidad (g)
Pulpa de maraco	100.00
Agua	344.00
Azúcar	46.00
Conservante	0.05
Mezcla de ácidos	0.60

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

- *Mezcla de ingredientes y concentración*

Los ingrediente se mezclan y licuan hasta alcanzar un producto homogéneo. La mezcla homogenizada se pasteriza durante 2 minutos con agitación continua. El producto pasterizado se envasa en caliente, en recipientes de vidrio con tapa *twis off* que asegura la esterilidad de producto obtenido. El proceso de esterilización es un tratamiento en caliente que se lleva a cabo en agua en ebullición durante 15 minutos, después de lo cual se lleva a cabo el enfriamiento rápido. Los envases se rotulan y se almacenan refrigerados. La temperatura de refrigeración puede asegurar que el producto se conserve por lo menos por dos meses. El pH, °Brix, porcentaje de acidez se mantuvieron durante el tiempo de conservación como se muestra en la tabla 5.6

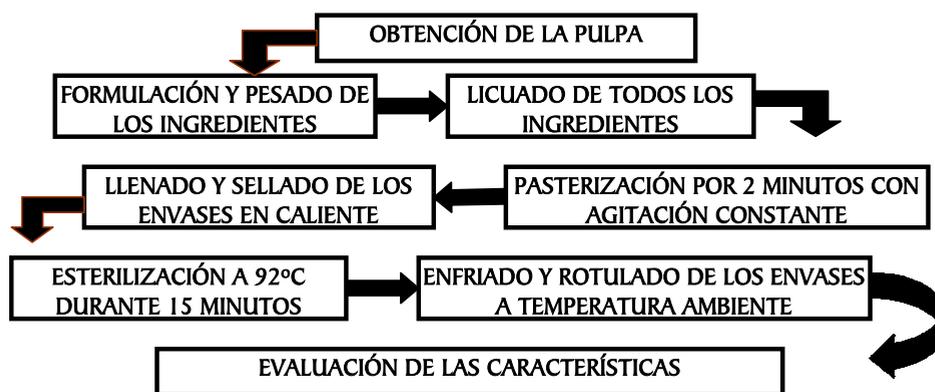
La calidad microbiológica del néctar de maraco se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma técnica colombiana y asegura buena calidad para los consumidores.

TABLA 5.6
Características del néctar de maraco

Característica	Valor
Peso por envase	251.9 g
Número de envases	16
Peso total	4030.4 g
Rendimiento respecto a la pulpa	403.0 %
Rendimiento respecto al total	82.2 %
pH final	3.73
Acidez como ácido cítrico	0.24 %
°Brix	11
NMP	< 3
Mesófilos	< 10
Hongos	40

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

FIGURA 5.2
Diagrama de flujo para la obtención de néctar de maraco



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

5.3.3 Tecnología para el proceso de elaboración y conservación de mermelada de maraco

- *Formulación de ingredientes*

Los ingredientes empleados para la mermelada de maraco son 55% de pulpa, 45% de azúcar, lo que significa que por cada 55 gramos de pulpa se utilizan 45 g de azúcar. El pH de la pulpa tiene que ajustarse a 3, el cual se alcanza adicionando una mezcla de ácidos tartárico-cítrico en una relación de 70% de ácido tartárico y 30% de ácido cítrico. Inicialmente se mezclan los ácidos y luego de la

mezcla se adiciona un 3% de ácido a la pulpa que se quiere acidificar. Esto quiere decir que por cada 100 g de pulpa se adicionan 3 g de mezcla de ácidos. En la Tabla 5.7 se presentan los ingredientes empleados en la preparación de mermelada de maraco.

La gelificación de la mermelada se logra en todos por la combinación de factores intrínsecos y/ o extrínsecos. El pH de la mezcla pulpa-azúcar y la hidrólisis de la pectina propia de la fruta, o de la adicionada, juegan un papel decisivo en la formación de un gel adecuado. En el caso de la pulpa de maraco, el pH se ajusta con el fin de acidificarla y permitir la mejor hidrólisis de la pectina e inversión del azúcar. La pectina se adiciona con el fin de acelerar el proceso de gelificación.

TABLA 5.7

Proporción de ingredientes empleados en la elaboración de mermelada de maraco

Ingredientes	Cantidad
Pulpa de maraco	100 g
Azúcar	82 g
Mezcla de ácidos	2.9 g
Pectina	0.7 g
Jugo de limón	2.5 ml

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-LIN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

- *Pesado de los ingredientes*

El pesado tiene que hacerse de manera precisa, empleando una balanza que tenga recipientes limpios y de capacidades suficientes.

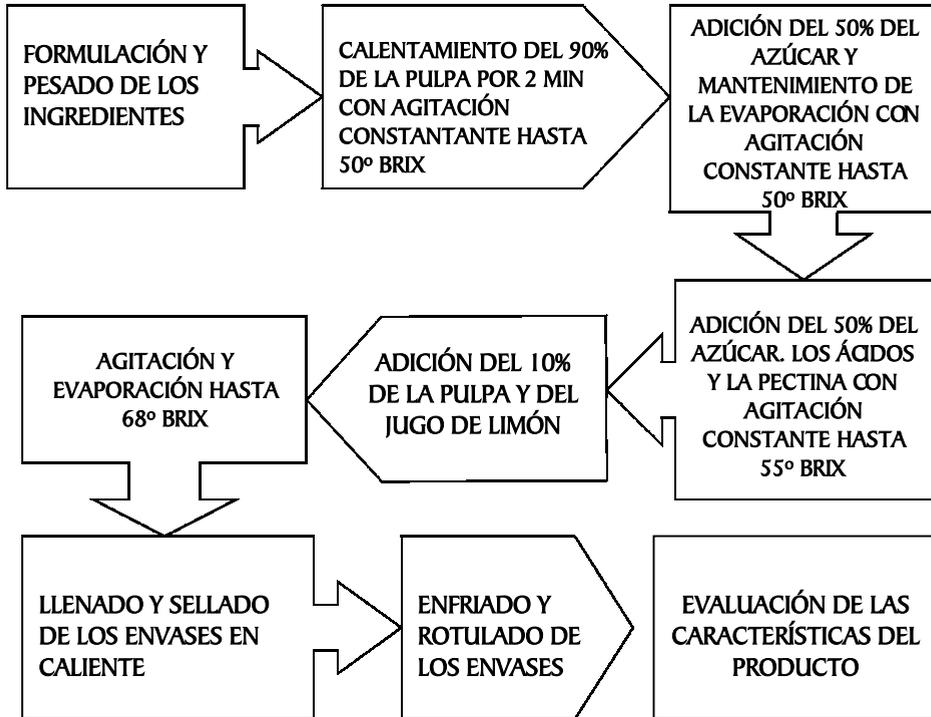
- *Mezcla de ingredientes y concentración*

En el diagrama de flujo de la Figura 5.3 se presentan las operaciones recomendadas para la obtención de una mermelada de maraco y maraco-arazá de buena calidad. El 90% de la pulpa se calienta por 2 minutos para facilitar la solubilidad del azúcar (fuego lento), a continuación de lo cual se adiciona el 50% del azúcar. Se controla la concentración mediante la lectura de °Brix cada 5 minutos y al alcanzar los 50°Brix se adiciona al 50% de azúcar restante, los ácidos y la pectina, mezclados previamente.

Al alcanzar 55°Brix se adiciona el 10% de pulpa restante y el jugo de limón, en el caso de la mermelada de maraco. Cuando el producto alcanza 68°Brix es empaclado en caliente.

Los recipientes son tapados y luego se hace la inversión con el fin de hacer vacío. Los envases se enfrían al ambiente y posteriormente se rotulan. Periódicamente se evalúan las características del producto (° Brix, pH, peso, porcentaje de acidez).

FIGURA 5.3
Diagrama de flujo para la obtención de mermelada de maraco



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.



*Envasado de mermelada de maraco.
Concentración en marmita abierta
Operaciones de concentración para
elaboración de mermelada de maraco*

- *Mermelada de maraco-arazá*

El maraco puede mezclarse con arazá generando un producto de excelente balance dulce-ácido. Los ingredientes involucrados son los que se presentan en la tabla 5.8. El 50% de la pulpa de maraco es reemplazada por 50% de pulpa de arazá. El procedimiento de obtención es el mismo que en el caso de la mermelada de maraco solamente.

TABLA 5.8
Ingredientes mermelada de maraco-arazá y composición

Ingrediente	Cantidad (gr)
Pulpa de maraco	50
Pulpa de arazá	50
Azúcar	82
Mezcla de ácidos	1.6
Pectina	0.7

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

Las mermeladas de maraco y de maraco-arazá ofrecen estabilidad durante un período de almacenamiento de seis meses. Tablas 5.8-5.10

TABLA 5.9
Características de la mermelada maraco

Característica	Valor
Peso por envase	173.7 g
Número de envases	7
Peso total	1215.9 g
Rendimiento respecto a la pulpa	121.6 %
Rendimiento respecto al total	64.7 %
pH final	3.0
Acidez como ácido cítrico	2.05 %
°Brix	68
NMP	< 3
Mesófilos	< 10

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

TABLA 5.10
Características de la mermelada maraco-arazá

Característica	Valor
Peso por envase	216.9 g
Número de envases	6
Peso total	1301.4 g
Rendimiento respecto a la pulpa	126.3 %
Rendimiento respecto al total	68.6 %

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.



Productos agroindustriales de maracón: mermelada de maracón en mezcla con arazá y postre afianado de maracón

5.3.4 Tecnología para el proceso de elaboración y conservación de salsa de maracón

- *Formulación de ingredientes*

Las salsas de frutas son ampliamente utilizadas para la mezcla con productos lácteos como yogur, postres y bebidas lácteas. Su consistencia debe ser fluida para que se incorpore fácilmente. La salsa de maracón se prepara a partir de una mezcla de 50% de pulpa y 50% de azúcar. Se adiciona 10% de agua a la mezcla de pulpa/azúcar. Se agrega una mezcla de ácido tartárico-cítrico para alcanzar un buen balance dulce-ácido. El porcentaje final de la mezcla debe ser 2.9%.

- *Pesado de los ingredientes*

Los ingredientes se pesan en recipientes limpios y secos. Se emplea una balanza apropiada para el volumen de procesamiento y se alistan todos los ingredientes desde el inicio del proceso. En las Tablas 5.11 y 5.12 se proporcionan unas referencias para las cantidades a pesar en la elaboración de la salsa.

TABLA 5.11
Composición de la salsa de maracón

Ingrediente	Cantidad (gr)
Pulpa de maracón	100.00
Azúcar	100.00
Agua	20.00
Mezcla de ácidos	2.90

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

TABLA 5.12
Pesado de ingredientes para la salsa de maraco

Componente	Valor
Relación de pulpa/azúcar (p/p)	50 / 50
Porcentaje de agua respecto a la mezcla pulpa/azúcar (p/p)	10
Relación ácido tartárico - cítrico (p/p)	70 / 30
Porcentaje mezcla de ácidos respecto a la pulpa (p/p)	2.90
pH	3.00
°Brix	55.0

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

FIGURA 5.4
Diagrama de flujo para la obtención de salsas de maraco



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

- *Elaboración de la salsa*

Se calienta la pulpa de maraco por dos minutos para que el azúcar se solubilice más rápidamente. Se adicionan el agua y todos los ingredientes sólidos (azúcar y ácidos), los cuales se deben mezclar previamente. Se controlan de manera permanente los °Brix hasta alcanzar los 55°Brix. El producto terminado se empaca en caliente en envases de vidrio, limpios y estériles, y se hace una inversión de los envases debidamente sellados con el fin de lograr vacío al interior de los envases. El producto se empaca en caliente y se deja enfriar al ambiente.

- *Rotulado de empaques*

Se hará en forma clara indicando el nombre del producto, la fecha de elaboración, los ingredientes empleados, la fecha de vencimiento y las condiciones en que el producto tiene que mantenerse (Norma NTC).

- *Evolución de las características del producto*

Se llevará a cabo después de 72 horas de elaborado el producto. Las variables a controlar serán °Brix el pH, el peso y los porcentajes de acidez.

6 TECNOLOGÍA PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL FRUTO DEL COPOAZÚ

(*Theobroma grandiflorum* Will ex Spreng. Schum)

6.1 Generalidades

Se conoce con el nombre de copoazú y se menciona como cacao silvestre. Es específicamente una baya drupácea elipsoidea u oblonga, de extremos redondeados, con una longitud aproximada de 15-32 cms y de 10-15 cms de ancho; su peso promedio es de 1500 g; posee un epicarpio (cáscara) leñoso y quebrantable.

La pulpa (endocarpio) que envuelve la semilla es comestible, de coloración amarilla, cremosa, sabor ácido. La semilla contiene una grasa aromática parecida a la manteca de cacao con un punto de fusión de 32°C, índice de saponificación de 188 y un índice de yodo de 45 (Calzavara, Muller y da Costa, 1984).

Respecto al fruto se conocen diferentes variedades que, en términos generales, se caracterizan por su forma o según su cáscara o corteza, y se distinguen tres grupos:

- COPOAZÚ REDONDO: Es la variedad más común de la Amazonia brasilera, los frutos presentan extremos redondeados y su cáscara tiene de 6 a 7 mm de grosor.
- COPOAZÚ MAMORANA: Sus frutos son los de mayor tamaño en todas las variedades conocidas, sus extremos son puntudos y su cáscara es más gruesa, entre 7 y 9 mm, y puede alcanzar un peso de 4 Kg. Esta fue la variedad utilizada en la investigación.
- COPOAZÚ MAMAU: Su mayor característica es la carencia de semillas también recibe los nombres de copo sin semilla o copoazú sin semilla (Venturieri, 1984).

Sus características organolépticas como sabor, color y aroma son agradables, ofreciendo perspectivas muy favorables para la aceptación de nuevos productos mediante su transformación.

En el futuro la industrialización de esta fruta exótica constituirá un paso importante para el aprovechamiento del bosque húmedo tropical, trayendo consigo benefi-

cios socioeconómicos para la región amazónica (Mesa Redonda, Iquitos 1994, FAO, TCA).

TABLA 6.1
Análisis nutricional del fruto de copozú

Características	Resultado
pH	3,3
Acidez (%)	2,15
Aminoácidos (mg %N)	21,9
Vitamina C (% mg)	23,12
Pectina (%)	0,39
Fósforo (%P ₂ O ₅)	0,31
Calcio (mg/100 g)	60,3
Extracto etéreo (% bs)	3,5
Sólidos totales(%)	11,0
Volátiles (%)	89
Azúcares reductores (%)	9,09
Proteína (% bs)	11,4
Fibra (% bs)	18,7
Hidratos de carbono (% bs)	50,6

FUENTE: *Fruticultura tropical; O Cupuacuzeiro (Calzavara, Muller y da Costa 1984), Fuente: Informe Laboratorio de nutrición y análisis de alimentos (Uniamazonia-SINCHI, Florencia, 2000).*

6.2 Tecnología de aprovechamiento integral del fruto de copozú

6.2.1 Obtención de pulpa de copozú

Después de la caracterización física del fruto, este se somete a operaciones de acondicionamiento a fin de obtener la pulpa, a la que posteriormente se le realiza un análisis físico-químico. Las operaciones son:

- *Selección por sanidad*

Para separar los frutos con problemas de madurez, fungosos y en mal estado.



Fruto de copozú en óptimo estado para procesamiento

Este paso de adecuación se utiliza tanto en el recibo de la materia prima como en el pelado, según el tipo de problema y la manera de percibirlo.

- *Lavado*

Para quitar las impurezas que el fruto pueda tener se realiza un lavado con agua a presión y se coloca la materia prima dentro de cestillos que facilitan la operación.

- *Desinfección*

Para la desinfección de los frutos se utiliza una solución de Dodecil-Dietilendiaminoglicina al 1% mediante inmersión; la duración de esta operación es de cinco minutos. A continuación se enjuagan los frutos con agua corriente.

- *Pelado*

Por la forma y composición de la cáscara esta etapa se realiza manualmente usando un mazo para romper la corteza y separar la masa de la pulpa y las semillas.

- *Despulpado*

Para la obtención de pulpa y su posterior transformación se utiliza una despulpadora Marca Langsenkamp, motor MAC de 1 HP, 1.425-1.725 r.p.m., o la que se encuentre disponible, con una malla No. 60.

- *Envasado*

Se hace con una empacadora vertical de dosificación manual, en cantidades de libra o de kilo, en bolsas de polietileno de baja densidad calibre 3 o 4.

- *Sellado*

Para el sellado de las bolsas se utiliza una selladora horizontal teniendo especial cuidado de sellar las bolsas herméticamente, sin permitir fugas del contenido, entrada de aire u otras fuentes de contaminación.

- *Almacenamiento*

Las condiciones de almacenamiento más adecuadas para la pulpa de copoazú son las temperaturas constantes entre -18 y -20°C, bajo la cual las pulpas mantienen sus estabilidad durante un período mínimo de 2 meses.

La pulpa obtenida se caracteriza fisicoquímicamente midiendo las variables de pH, Brix (%), acidez (% ácido cítrico) y el resultado del índice de madurez. Los resultados de la pulpa se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la resolución No. 7992 de 1991 del Ministerio de Salud para jugos y pulpas de frutas.

TABLA 6.2
Caracterización microbiológica de la pulpa de copoazú

ANÁLISIS	RESULTADOS
Recuento mesófilos ufc/gr	100
Recuento hongos y levaduras ufc/gr	400
pH	3.30
Acidez (%)	2.10
Grados Brix	6.90
Relación de madurez	3.29

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

6.2.2 Elaboración de néctar de copoazú

Es importante que este producto mantenga las características organolépticas de la fruta y contenga el porcentaje de pulpa adecuado según los parámetros establecidos por las normas legales, y que igualmente cumpla con el tiempo de duración para dicho producto.

- *Caracterización de la materia prima*

Se procede a la realización de la caracterización de la materia prima en sus parámetros de °Brix, pH, acidez, para determinar el índice de madurez y proceder a la formulación del néctar.

El pH del producto varía de 3.2 a 3.4 y por la acidez del fruto no se hace necesario el ajuste con ácidos.

- *Formulación del producto*

Se desarrollan formulaciones mediante la mezcla de pulpa o jugo de las frutas y diferentes proporciones de agua, adición de edulcorantes y preservativos con un tratamiento térmico de conservación.

La formulación final se hace incluyendo 22% de pulpa, 66% de agua, 12% de sacarosa y un contenido final de sólidos de 14° brix.

- *Mezcla de ingredientes*

La mezcla de ingredientes se realiza en



Daños en frutos de copoazú maduros. Inadecuados para procesamiento

su orden: la pulpa con el agua y finalmente el azúcar, facilitando así la mejor incorporación de ingredientes y la solubilización del azúcar.

- *Tratamiento térmico*

Los néctares elaborados se envasaron en empaques de vidrio y plástico previamente esterilizados mediante la inmersión en agua hirviendo, y luego se tapan con la hermeticidad que los tipos de empaque permitan. Posteriormente se realiza el tratamiento térmico de pasterización a temperaturas de 92°C durante 5 minutos (tiempo anteriormente definido como necesario para la conservación de este elaborado), suficientes para la destrucción de microorganismos patógenos y de enzimas oxidativas que pueden alterar el producto. Después del proceso de pasterización se efectúa un choque térmico al sumergir los envases en agua fría.

- *Almacenamiento*

Este producto tiene un tiempo establecido de duración de 30 días. Los conservantes que se pueden utilizar son benzoato de sodio al 0.045% y sorbato de potasio al 0.045%, los cuales se utilizan mezclados en la formulación establecida.

Tabla 6.3
Caracterización fisicoquímica del néctar de copoazú

MUESTRA	pH	ACIDEZ	BRIX	CARACTERÍSTICAS SENSORIALES
Vidrio	3,2	0,79	14	BUENO
Plastico	3,2	0,79	14	BUENO

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

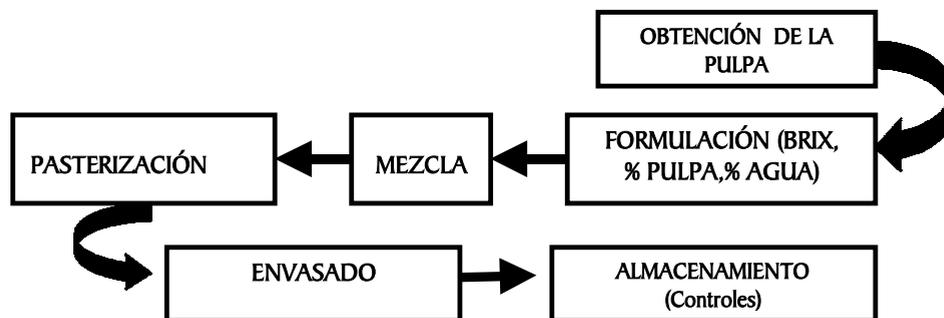
La estabilidad del néctar es buena en los productos que contienen conservante, mostrando valores fisicoquímicos constantes y conservando sus características organolépticas.

Tabla 6.4
Caracterización microbiológica del néctar de copoazú

MUESTRA	VIDRIO	PLÁSTICO	LÍMITE
Aerobios	16X10 ²	940	10X10 ²
Mesófilos			30X10 ²
Coliformes totales	<3	<3	9 - 29
Coliformes fecales	<3	<3	<3
Hongos	<10	<10	100 - 200
Levaduras	<10	<10	100 - 200
Índice de aceptación	Bueno	Bueno	

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

Figura 6.1
Diagrama de elaboración de néctar de copoazú



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

6.2.3 Elaboración de mermelada de copoazú

- *Caracterización de materia prima*

En esta etapa se realizan las pruebas fisicoquímicas a la pulpa en lo que respecta a la acidez, pH y °Brix.

- *Formulación*

Las formulaciones utilizadas en este producto se basan en las proporciones legales establecidas, al igual que los parámetros fisicoquímicos y sensoriales. El porcentaje de pectina a utilizar se define según la gelificación obtenida en pruebas piloto.

- *Mezcla de ingredientes*

Se calienta la pulpa junto con el 10% de la cantidad total de azúcar, cuando la mezcla alcanza los 25°Brix se adiciona la pectina mezclada con azúcar en relación 1:5. Se calienta la mezcla con agitación continua hasta alcanzar los 40°Brix, momento en el que se adiciona la cantidad restante de azúcar. Cuando la mezcla alcanza los 65°Brix se procede al envasado.

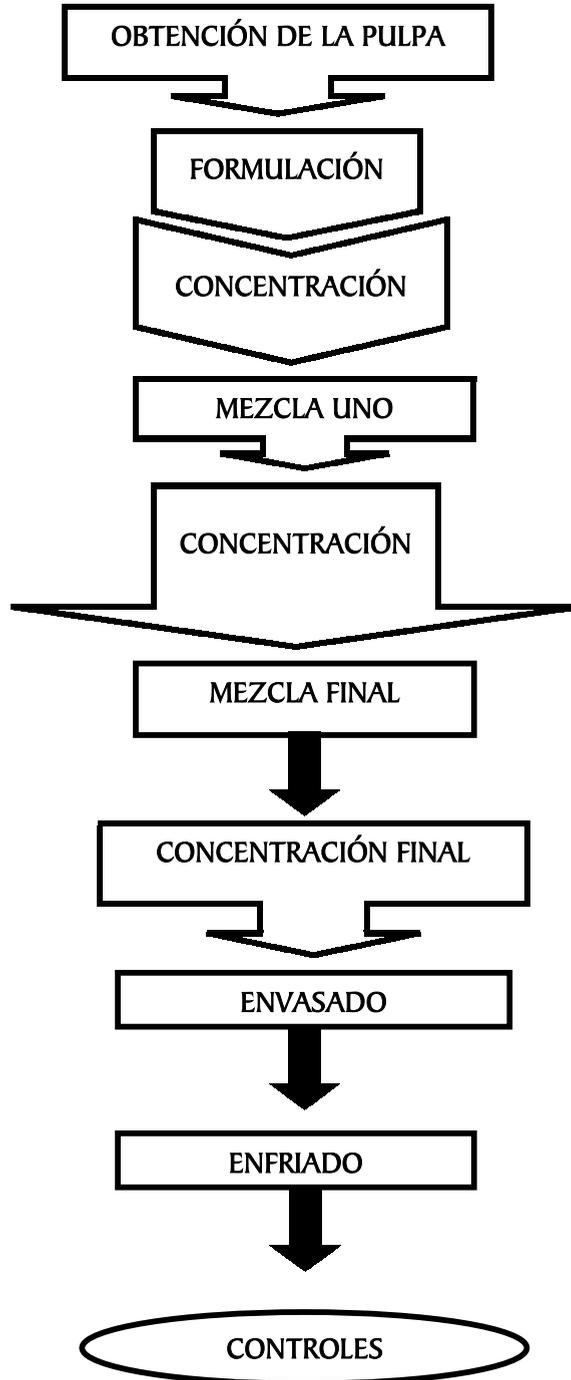
- *Envasado*

El envasado se realiza en caliente empacando en recipientes de vidrio con tapa *twist-off*, los cuales una vez sellados son volteados para garantizar vacío total en el envase.

- *Almacenamiento*

El producto terminado se almacena a temperatura ambiente, ya que dadas las condiciones de elaboración el producto final no requiere refrigeración.

FIGURA 6.2
Diagrama de elaboración de mermelada de copoazú



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

- *Control de calidad*

La mermelada se somete a pruebas fisicoquímicas para garantizar la estabilidad y homogeneidad del producto. La mermelada de copoazú es uno de los productos que más estabilidad presenta sin perder sus características organolépticas ni presentar desequilibrios que llevarán a cristalización o sinéresis.

TABLA 6.5
Formulación base para mermelada de copoazú

% PULPA	% SACAROSA	% PECTINA	BRIX FINALES
39,75	59,75	0,5	65

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

TABLA 6.6
Pruebas fisicoquímicas realizadas a la mermelada de copoazú

Ph	ACIDEZ	BRIX FINALES	ORGANOLÉPTICO
3,3	0,74	65	BUENO

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

6.2.4 Elaboración de bocadillo

Este producto evaporado, se define como una pasta sólida obtenida por ebullición de la pulpa, logrando una consistencia que permite el corte sin la pérdida de su forma y textura. Al igual que en los anteriores elaborados, se utilizan diferentes formulaciones tanto en ingredientes como en sólidos finales del producto buscando una característica de textura y dureza especial, siendo estos sus parámetros más importantes y buscando una homogénea y brillante apariencia.

- *Caracterización de la pulpa y formulación*

La pulpa de copoazú para bocadillo se obtiene de acuerdo con los procedimientos descritos para la obtención de pulpa refinada de copoazú. La formulación definida para el bocadillo se presenta en la Tabla 6.7.

TABLA 6.7
Formulación base para el bocadillo de copoazú

% PULPA	% SACAROSA	% PECTINA	BRIX FINALES
39	60	1	80

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

- *Mezcla de ingredientes y concentración*

Se precalienta la pulpa con el 10% del azúcar para facilitar la inversión de la sacarosa y que la masa no se pegue al recipiente.

Posteriormente se adiciona la pectina en mezcla con azúcar equivalente al 50% de la cantidad de azúcar restante y se concentra hasta alcanzar los 40°Brix.

Finalmente se adiciona el azúcar restante y se concentra el producto hasta alcanzar los 80° Brix.

- *Moldeado del producto*

Una vez se alcanza el nivel de °Brix deseado se procede a servir el producto en moldes o bandejas de metal recubiertas de papel Vitafilm, para que al enfriarse totalmente se facilite el desmolde y cortado del producto.

- *Control de calidad*

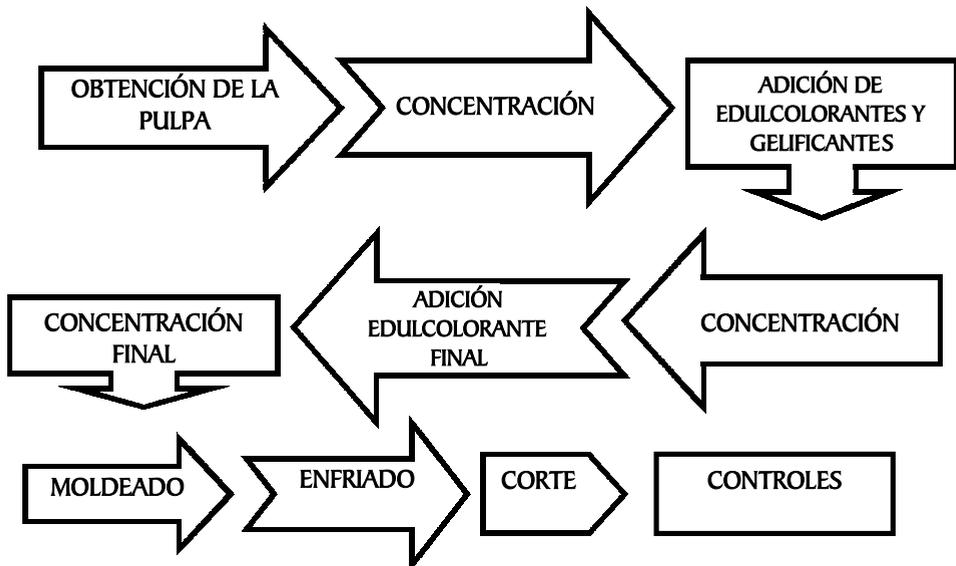
El bocadillo es un elaborado que presenta un tiempo de vida largo y estable, conservando su color brillante, sabor agradable y, sobretodo, sin problemas de sinéresis y cristalización, destacando su gran acogida en los consumidores.

TABLA 6.8
Caracterización fisicoquímica y organoléptica del bocadillo de copoazú

TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	BRIX FINALES	ORGANOLEPTICO
4 meses	80	BUENO

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

FIGURA 6.3
Diagrama de elaboración de bocadillo de copoazú



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

6.2.5 Elaboración de helado de copoazú

- *Formulación del producto*

Producto preparado con una mezcla de materias primas ligeramente diferentes a las utilizadas en los productos anteriores ya que tiene una base láctea, con variables de control distintas. A la base láctea se le agregan diferentes porcentajes de pulpa para luego escoger la formulación más aceptada.



Empaque de bocadillo de copoazú

TABLA 6.9
Formulación de helado de copoazú

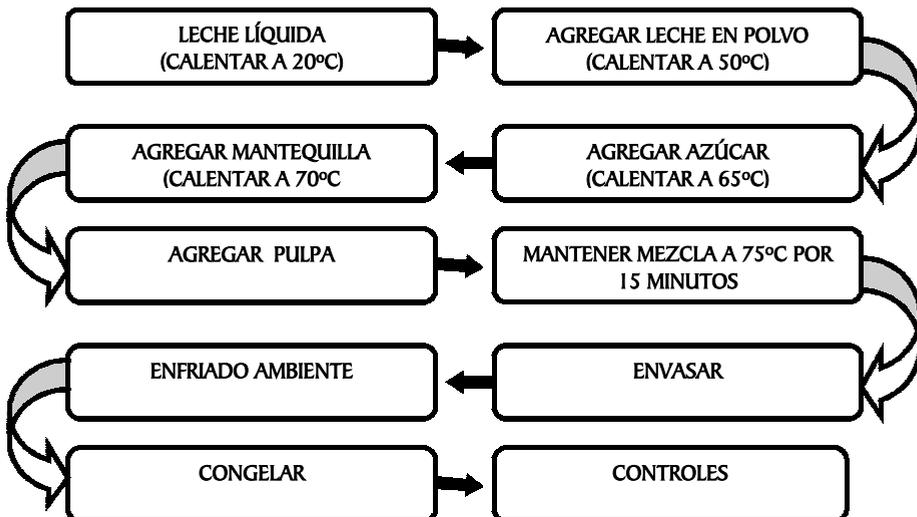
4,5%	56%	10%	19,5%	10%
PULPA	LECHE LIQUIDA	LECHE EN POLVO	SACAROSA	GRASA VEGETAL

Fuente: Laboratorio de control de calidad Icfes-UN e Instituto SINCHI-Uniamazonia, Florencia, 1999-2002.

- *Almacenamiento del producto*

El producto final se almacena a una temperatura cercana a los -18°C para que alcance la textura final de helado luego de 24 horas de congelación.

FIGURA 6.4
Diagrama de elaboración de helado de copoazú



Fuente: Barrera y Hernández, 2003.

92 Bibliografía

Maraco

- BETANCOURT, M.R., ENGEL, M.L., GOYENECHÉ, M.A., LUCUMÍ, S.A., MAYORGA, I.L., PACHÓN, J.D. y VILLAMIL, C. 1996. Obtención de pulpas y elaboración de subproductos a partir de maraco. Convenio Instituto SINCHI-Universidad Nacional de Colombia-ICTA Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química. Informe Planta piloto Pre-informe planta piloto 56p.
- BETANCOURT, M.R., ENGEL, M.L., GOYENECHÉ, M.A., LUCUMÍ, S.A., MAYORGA, I.L., PACHÓN, J.D. y VILLAMIL, C. 1996. Obtención de pulpas y elaboración de subproductos a partir de maraco. Convenio Instituto SINCHI- Universidad Nacional de Colombia-ICTA Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química. Informe Planta piloto. 115p.
- BOLAÑOS, C. 1997. Conservación y Transformación del fruto de maraco (*Theobroma bicolor* H.B.K.) Convenio Instituto SINCHI-Universidad Nacional de Colombia-ICTA. Facultad de Ingeniería Agronómica. Tesis de pregrado 98p.
- CAMACHO O, G. 1986. Elaboración de mermeladas. En: Memorias del curso Obtención y conservación de pulpas de frutas. Instituto Colombiano de Ciencia y Tecnología de alimentos-ICTA. Bogotá.
- . 1994. Fundamentos de la obtención de conservas de frutas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- CASAS, A.E. 1995. Análisis de crecimiento del fruto y determinación del momento óptimo de cosecha del maraco (*Theobroma bicolor* H.B.K.). Tesis Facultad de Agronomía. Universidad Nacional-Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá.
- FAO-TCA. 1996. Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- ICONTEC. 1990. Normas Técnicas para la elaboración de Mermeladas, Néctares y Yogur. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Universidad de la Amazonia. PRONATTA. 2001. Bases técnicas para el desarrollo de la agroindustria de frutas nativas en la Amazonia Occidental Colombiana. Florencia, Caquetá. Colombia
- LÓPEZ L.V. 1975. Conservación de frutas y Hortalizas Procedimientos a pequeña escala. Segunda edición Ed. Acribia Zaragoza España.

- MELÉNDEZ, P. 1990. Control microbiológico de pulpas de frutas. En: Memorias del curso Obtención y conservación de pulpas de frutas. Instituto Colombiano de Ciencia y Tecnología de alimentos-ICTA. Bogotá.
- MINISTERIO DE SALUD. 1998. Ley 09 de 1979. Resolución 7992 del 21 de junio de 1991. Elaboración, conservación, y comercialización de jugos concentrados, néctares, pulpas edulcoradas y refrescos de frutas. Resolución 15789 de 1984. Elaboración de mermeladas y jaleas de frutas. En: Memorias avances en el manejo postcosecha y transformación de frutales amazónicos. Instituto SINCHI. Florencia, Caquetá.
- SEGURA, V.E. 1990. Control fisicoquímico de pulpas de frutas. En: Memorias del curso Obtención y conservación de pulpas de frutas. Instituto Colombiano de Ciencia y Tecnología de alimentos-ICTA. Bogotá.
- VÉLEZ, G.A. 1991. Los frutales amazónicos Cultivados por las comunidades indígenas en la Región del medio Caquetá. En: Revista Colombia Amazónica, Vol. 5. No 2. Dic. De 1991. COA
- LOZANO, J.C y ROZO, L.A. 1997.Extracción y caracterización fisicoquímica de los aceites contenidos en las semillas de copoazú y maraco y su posible utilización como fuentes alternativas en la industria de los aceites comestibles. Convenio Instituto SINCHI- Universidad Nacional de Colombia-ICTA Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química. Tesis de pregrado. 123p.
- MORAES, V.H., MULLER C.H., DE SOUZA A.G.C. e ANTONIO, I. C. 1994. Native fruit species of economic potential from the Brazilian Amazon. 1994. Applied Botany. 68: 47-52.

Cocona

- . 1994. Fundamentos de la obtención de conservas de frutas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- BARRERA, J. PÁEZ. D. OVIEDO. E. Conservación de pulpa de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) por diferentes métodos. Tratamientos térmicos y concentración. Instituto Amazónico de investigaciones científicas SINCHI. Florencia, Caquetá, Colombia.
- CAMACHO O, G. 1986. Elaboración de mermeladas. En: Memorias del curso Obtención y conservación de pulpas de frutas. Instituto Colombiano de Ciencia y Tecnología de alimentos-ICTA. Bogotá.
- ERAZO, Y. 1996. Lulo Amazónico. (*Solanum* sp) Corpoica Reg. 10. Florencia. Caquetá.
- FAJARDO, M. MURCIA, S. 1998. Determinación del momento óptimo de cosecha y elaboración de productos osmodeshidratados de la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en el piedemonte Caqueteño. Tesis Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.

- FAO-TCA. 1996. Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- HERNÁNDEZ, M.S. Y BARRERA, J.A. 2000. Manejo postcosecha y Transformación de frutales nativos promisorios en la Amazonia colombiana. Produmedios. 62 p.
- ICONTEC. 1990. Normas Técnicas para la elaboración de Mermeladas, Néctares y Yogur. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Universidad de la Amazonia. PRONATTA. 2001. Bases técnicas para el desarrollo de la agroindustria de frutas nativas en la Amazonia Occidental Colombiana. Florencia, Caquetá. Colombia.
- MAHECHA. G. 1985. Evaluación sensorial en el control de calidad de los alimentos procesados. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Ministerio de Salud. 1998. Ley 09 de 1979. Resolución 7992 del 21 de junio de 1991. Elaboración, conservación, y comercialización de jugos concentrados, néctares, pulpas edulcoradas y refrescos de frutas. Resolución 15789 de 1984. Elaboración de mermeladas y jaleas de frutas. En: Memorias avances en el manejo postcosecha y transformación de frutales amazónicos. Instituto SINCHI. Florencia, Caquetá.
- MORAES, V.H., MULLER C.H., DE SOUZA A.G.C. y ANTONIO I. C. 1994. Native fruit species of economic potential from the Brazilian Amazon. 1994. Applied Botany. 68: 47-52.
- PÁEZ, D. 2000. Caracterización fisicoquímica de los frutos y de sus principales constituyentes. En: Memorias seminario "Tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonia occidental colombiana". Universidad de la Amazonia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI-. Programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria -PRONATTA-. Florencia-Caquetá. s/n.
- RANKEN M.D. 1993. Manual de la industria de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- SALICK, J. 1988. Cocona (*Solanum sessiliflorum*) Production, Nutrition and Breeding, potentials of the peach tomato, an underexploited crop of the Peruvian tropics. USAID. Perú.
- VILLACHICA, J. CARVALHO, E.U., MÜLLER, C.H., DÍAZ, C. y ALMANZA M.. 1996. Frutales y Hortalizas promisorias de la Amazonia. Lima, Perú, Tratado de Cooperación Amazónica -Secretaría Pro-Tempore. 367p.

VILLAMIZAR F. et al. 1995. Frutas y hortalizas, manejo tecnológico postcosecha. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Piña nativa

ACOSTA L. 1995. Intensificación del aroma y sabor de trozos de piña deshidratada mediante el empleo de ósmosis directa. Trabajo de grado. Especialización en ciencia y tecnología de alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

CAMACHO. G. 1998. Deshidratación osmótica de frutas. En: memorias del curso sobre deshidratación de frutas y hortalizas. Universidad Nacional de Colombia- ICTA. Bogotá.

—————. 1986. Elaboración de mermeladas. En: Memorias del curso Obtención y conservación de pulpas de frutas. Instituto Colombiano de Ciencia y Tecnología de alimentos-ICTA. Bogotá.

CHARLEY. H. 1995. Tecnología de alimentos. Procesos físicos y químicos en la preparación de Alimentos. Ed. Limusa S.A. México.

DÍAZ. B.D. 1996. Influencia de la composición del agente osmótico sobre las actividades de piña (*Ananas comosus*) perorera deshidratada. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

HERNÁNDEZ, M.S. y BARRERA, J.A. 2000. Manejo postcosecha y Transformación de frutales nativos promisorios en la Amazonia colombiana. ProduMedios. 62 p.

HERNÁNDEZ. N. 1999. Proyecto de pasantía, elaboración y obtención de productos deshidratados y osmodeshidratados de piña nativa (*Ananas comosus*). Instituto Amazónico de Investigaciones científicas SINCHI. Florencia, Caquetá.

—————. 2000. Elaboración y obtención de productos deshidratados y osmodeshidratados de piña nativa (*Ananas comosus*) en el Piedemonte Caqueteño. Tesis Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad de Pamplona. Norte de Santander.

ICONTEC. 1990. Normas Técnicas para la elaboración de Mermeladas, Néctares y Yogur. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá.

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Universidad de la Amazonia. PRONATTA. 2001. Bases técnicas para el desarrollo de la agroindustria de frutas nativas en la Amazonia Occidental Colombiana. Florencia, Caquetá. Colombia.

MAHECHA. G. 1985. Evaluación sensorial en el control de calidad de los alimentos procesados. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Ministerio de Salud. 1998. Ley 09 de 1979. Resolución 7992 del 21 de junio de 1991. Elaboración, conservación y comercialización de jugos concentrados, néctares, pulpas edulcoradas y refrescos de frutas. Resolución 15789 de 1984. Elaboración de mermeladas y jaleas de frutas. En: Memorias avan-

ces en el manejo postcosecha y transformación de frutales amazónicos. Instituto SINCHI. Florencia, Caquetá.

- MORAES, V.H., C.H. MULLER, A.G.C. DE SOUZA e I. C ANTONIO. 1994. Native fruit species of economic potential from the Brazilian Amazon. 1994. Applied Botany. 68: 47-52.
- NAKASONE, H.Y. y PAULL, R.. 1998. Tropical fruits. CABI publishing. 445 p.
- PÁEZ, D. 2000. Caracterización fisicoquímica de los frutos y de sus principales constituyentes. En: Memorias seminario "Tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonía occidental colombiana". Universidad de la Amazonia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI-. Programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria -PRONATTA-. Florencia-Caquetá. s/n.

Copoazú

- BARRERA, A. 1999. Determinación de algunas propiedades fisicomecánicas y químicas del maraco (*Theobroma bicolor* H.B.K.) y obtención del bacalate. Fundación Universitaria de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Tesis de pregrado 157p.
- BARRERA, J.A., HERNÁNDEZ, M.S., GALVIS, J.A. y ACOSTA, J. 1995. Prefactibilidad técnico-económica para la producción de arazá (*Eugenia stipitata* Mc. Vaugh) y copoazú (*Theobroma grandiflorum* Wild ex Spreng) en la zona de colonización de San José del Guaviare. Colombia Amazónica Vol 8 (1): 141-164.
- BARRERA, J.A., HERNÁNDEZ, M.S., GALVIS, J.A. y ACOSTA, J. 1996. Prefactibilidad técnico-económica para el procesamiento de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) y del copoazú (*Theobroma grandiflorum* wild ex Spreng) en la zona de colonización de San José del Guaviare. Agronomía colombiana. Vol XIII (1): 91-105
- BETANCOURT, M.R., ENGEL, M.L., GOYENECHÉ, M.A., LUCUMÍ, S.A., MAYORGA, I.L., PACHÓN, J.D. y VILLAMIL, C. 1996. Obtención de pulpas y elaboración de subproductos a partir de maraco. Convenio Instituto SINCHI- Universidad Nacional de Colombia-ICTA Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química. Informe Planta piloto. 115p
- BETANCOURT, M.R., ENGEL, M.L., GOYENECHÉ, M.A., LUCUMÍ, S.A., MAYORGA, I.L., PACHÓN, J.D. y VILLAMIL, C. 1996. Obtención de pulpas y elaboración de subproductos a partir de maraco. Convenio Instituto SINCHI- Universidad Nacional de Colombia-ICTA Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química. Informe Planta piloto Pre-informe planta piloto 56p.
- BOLAÑOS, C. 1997. Conservación y Transformación del fruto de maraco (*Theobroma bicolor* H.B.K.) Convenio Instituto SINCHI-Universidad Nacional de Colombia-ICTA. Facultad de Ingeniería Agronómica. Tesis de pregrado 98p.

- CASAS, A.E. 1995. Análisis de crecimiento del fruto y determinación del momento de cosecha del maraco (*Theobroma bicolor* H.B.K.) Convenio Instituto SINCHI-Universidad Nacional de Colombia-ICTA. Facultad de Ingeniería Agronómica. Tesis de pregrado 108p.
- CASAS, A.E. 1995. Análisis de crecimiento vegetativo y caracterización floral del maraco. Convenio Instituto SINCHI-Universidad Nacional de Colombia-ICTA. Facultad de Ingeniería Agronómica. Informe de Pasantía. 65p.
- CASAS, A.E., HERNÁNDEZ, M.S., MARTÍNEZ, O., y GALVIS, J.A. 1995. Modelos exponenciales y polinomiales para la predicción de medidas de crecimiento en el árbol de maraco (*Theobroma bicolor* H.B.K) I. Area foliar. Colombia Amazónica Vol 8(1):221-234
- CRUZ, F.A. 1996. Determinación de algunas propiedades físico-mecánicas y químicas de las semillas de copoazú (*Theobroma grandiflorum* Wild ex Spreng Schum) y obtención de pasta de copoazú. Convenio Instituto SINCHI-Universidad Nacional de Colombia-ICTA. Facultad de Ingeniería Agronómica. Tesis de pregrado. 86p.
- FAO-TCA. 1996. Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- Lozano, J.C y Rozo, L.A. 1997. Extracción y caracterización fisicoquímica de los aceites contenidos en las semillas de copoazú y maraco y su posible utilización como fuentes alternativas en la industria de los aceites comestibles. Convenio Instituto SINCHI- Universidad Nacional de Colombia-ICTA Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química. Tesis de pregrado. 123p.
- HERNÁNDEZ, C.E. y LEÓN, A.D. 2003. Evaluación de las etapas de fermentación y secado del proceso de beneficio de semillas de copoazú (*Theobroma grandiflorum* Wild ex Spreng Schum). Convenio Instituto SINCHI- Universidad Nacional de Colombia-ICTA Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química. Tesis de pregrado. 122p.
- HERNÁNDEZ, M.S y GALVIS, J.A. 1993. Procesamiento de arazá y copoazú Colombia Amazónica Vol6 (2):135-148.
- HERNÁNDEZ, M.S y GALVIS, J.A. 1994. Análisis del crecimiento del fruto y determinación del momento de cosecha del copoazú (*Theobroma grandiflorum*). Colombia Amazónica Vol 7 (1-2):157-168.
- HERNÁNDEZ, M.S. y J.A. BARRERA. 2000. Manejo postcosecha y Transformación de frutales nativos promisorios en la Amazonia colombiana. Produmedios. 62 p.
- HERNÁNDEZ, M.S., CASAS, A.E. MARTÍNEZ, O., y GALVIS, J.A. 1998. Caracterización fisicoquímica del fruto de maraco (*Theobroma bicolor* H.B.K.) durante su desarrollo. Agronomía Colombiana Vol XV(2-3):172-180pp.

- ICONTEC. 1990. Normas Técnicas para la elaboración de Mermeladas, Néctares y Yogur. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Universidad de la Amazonia. PRONATTA. 2001. Bases técnicas para el desarrollo de la agroindustria de frutas nativas en la Amazonia Occidental Colombiana. Florencia, Caquetá. Colombia
- MORAES, V.H., C.H. MULLER, A.G.C. DE SOUZA e I. C ANTONIO. 1994. Native fruit species of economic potential from the Brazilian Amazon. 1994. Applied Botany. 68: 47-52.
- NAKASONE, H.Y. y PAULL, R.. 1998. Tropical fruits. CABI publishing. 445 p.
- NIETO, C.A., 1999. Uso agroindustrial de la pulpa de copoazú. Fundación Universitaria de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Tesis de pregrado 60p.
- PÁEZ, D. 2000. Caracterización fisicoquímica de los frutos y de sus principales constituyentes. En: Memorias seminario "Tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonía occidental colombiana". Universidad de la Amazonia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI-. Programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria -PRONATTA-. Florencia-Caquetá. s/n.
- SALINAS, C.M. 1995. Deshidratación del copoazú (*Theobroma grandiflorum* Wild ex Spreng Schum) por los métodos de rodillos y de aire caliente y su almacenamiento. Convenio Instituto SINCHI-Universidad Nacional de Colombia-ICTA. Facultad de Ingeniería Agronómica. Tesis de pregrado. 103p.
- VILLACHICA, J. CARVALHO E.U., MÜLLER C.H., DÍAZ C. y ALMANZA M. 1996. Frutales y Hortalizas promisorias de la Amazonia. Lima, Perú, Tratado de Cooperación Amazónica -Secretaria Pro-Tempore. 367p.

Arazá

- ÁLVAREZ, M.S. 1997. Desarrollo de una bebida láctea fermentada con adición de lactosuero y arazá (*Eugenia stipitata*). Convenio Instituto SINCHI-Universidad Nacional de Colombia-ICTA Programa Interfacultades. Especialización en ciencia y tecnología de alimentos. 60p.
- BARRERA, J.A., HERNÁNDEZ, M.S., GALVIS, J.A. y ACOSTA, J. 1995. Prefactibilidad técnico-económica para la producción de arazá (*Eugenia stipitata* Mc. Vaugh) y copoazú (*Theobroma grandiflorum* Wild ex Spreng) en la zona de colonización de San José del Guaviare. Colombia Amazónica Vol 8 (1): 141-164.
- BARRERA, J.A., HERNÁNDEZ, M.S., GALVIS, J.A. y ACOSTA, J. 1996. Prefactibilidad técnico-económica para el procesamiento de arazá (*Eugenia*

- stipitata* Mc Vaugh) y del copoazú (*Theobroma grandiflorum* wild ex Spreng) en la zona de colonización de San José del Guaviare. Agronomía colombiana. Vol XIII (1): 91-105.
- DÍAZ, A.D y VELANDIA, L. 2002. Aplicación de principios básicos de transferencia de calor en la conservación de frutos frescos. Convenio Instituto SINCHI-Universidad
- FAO-TCA. 1996. Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- GALVIS, J.A. y HERNÁNDEZ, M.S. 1993. Análisis del crecimiento del fruto y determinación del momento óptimo de cosecha del arazá (*Eugenia stipitata*). Colombia Amazónica Vol6 (2): 107-122
- GALVIS, J.A. y HERNÁNDEZ, M.S. 1993. Comportamiento fisiológico de arazá (*Eugenia stipitata*) bajo temperatura de almacenamiento. Colombia Amazónica Vol6 (2):123-134.
- GALLEGO, L.M. 2001. Aplicación de atmósfera modificada en la conservación de calidad de arazá (*Eugenia stipitata* Mc. Vaugh). Convenio Instituto SINCHI-Universidad Nacional de Colombia-ICTA. Facultad de Ingeniería Agronómica. Tesis de pregrado. 91p.
- HERNÁNDEZ, M.S y GALVIS, J.A. 1993. Procesamiento de arazá y copoazú Colombia Amazónica Vol6 (2):135-148.
- HERNÁNDEZ, M.S y GALVIS, J.A. 1994. Análisis del crecimiento del fruto y determinación del momento de cosecha del copoazú (*Theobroma grandiflorum*). Colombia Amazónica Vol 7 (1-2):157-168.
- HERNÁNDEZ, M.S. y J.A. BARRERA. 2000. Manejo postcosecha y transformación de frutales nativos promisorios en la Amazonia colombiana. Produmedios. 62 p.
- HERNÁNDEZ, M.S., CASAS, A.E. MARTÍNEZ, O., y GALVIS, J.A. 1998. Caracterización fisicoquímica del fruto de maraco (*Theobroma bicolor* H.B.K.) durante su desarrollo. Agronomía Colombiana Vol XV(2-3):172-180pp.
- ICONTEC. 1990. Normas Técnicas para la elaboración de Mermeladas, Néctares y Yogur. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.- Universidad de la Amazonia. PRONATTA. 2001. Bases técnicas para el desarrollo de la agroindustria de frutas nativas en la Amazonia Occidental Colombiana. Florencia, Caquetá. Colombia.
- MC VAUGH, R. 1956. Eugenia sp. In: Tropical American Myrtaceae. Notes on generic concepts and descriptions of previously unrecognized species. Fieldiana Botany 29(3): 219-220.

- MORAES, V.H., MULLER C.H., DE SOUZA A.G.C. e ANTONIO, I. C. 1994. Native fruit species of economic potential from the Brazilian Amazon. 1994. Applied Botany. 68: 47-52.
- Nacional de Colombia-ICTA Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química. Tesis de pregrado. 86p.
- NAKASONE, H.Y. y PAULL, R1998. Tropical fruits. CABI publishing. 445 p.
- NUÑEZ, A.M.L., STEIN R.L.B. y ALBUQUERQUE F.C.. 1995. Araça-boi (*Eugenia stipitata*): um novo hospedeiro de *Cylindrocladium scoparium*. Fitopatología Brasileira 20 (3): 488-490.
- ORDÚZ, J.O. 2000. Introducción, conservación y evaluación de frutales exóticos y promisorios en el piedemonte llanero con alta potencialidad en el mercado regional y nacional. CORPOICA- PRONATTA. Informe Técnico Final. 100 p.(Inéd).
- PAÉZ, D. 2000. Caracterización fisicoquímica de los frutos y de sus principales constituyentes. En: Memorias seminario "Tecnologías de recolección y manejo postcosecha de frutas amazónicas con potencial económico y comercial en la Amazonía occidental colombiana". Universidad de la Amazonia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI-. Programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria -PRONATTA-. Florencia-Caquetá. s/n.
- PINEDO, P.M.; RAMÍREZ N.F. y BLASCO L.M. 1981. Preliminary notes concerning the arazá (*Eugenia stipitata*), native fruit of the Peruvian Amazonia. M.A.A./ INIA/IICA. Publicación Miscelánea 229. Lima- Perú. p. 57.
- QUEVEDO G.E. 1995. Aspectos agronómicos sobre el cultivo del arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh). Agronomía Colombiana 12(1): 27-65.
- TAI CHUN, P.A. 1995. Pre and postharvest pest and diseases of araza (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) in Costa Rica. IICA Headquarters/Costa Rica. p. 1-63.
- VILLACHICA, J. CARVALHO, E.U., MÜLLER C.H., DÍAZ C. y ALMANZA, M.. 1996. Frutales y Hortalizas promisorias de la Amazonia. Lima, Perú, Tratado de Cooperación Amazónica -Secretaria Pro-Tempore. 367p.

Carambolo

- FAO-TCA. 1996. Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- FERNÁNDEZ C P. y VARGAS L. J. 2001. Evaluación de procesos de conservación de la carambola (Averroha carambola L). Convenio Instituto SINCHI- Universidad Nacional de Colombia-ICTA Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química. Tesis de pregrado. 115p
- ICONTEC. 1990. Normas Técnicas para la elaboración de Mermeladas, Néctares y Yogur. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá.

- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Universidad de la Amazonia. PRONATTA. 2001. Bases técnicas para el desarrollo de la agroindustria de frutas nativas en la Amazonia Occidental Colombiana. Florencia, Caquetá. Colombia.
- MORAES, V.H., MULLER, C.H. DE SOUZA A.G.C. y ANTONIO. I. C 1994. Native fruit species of economic potential from the Brazilian Amazon. 1994. Applied Botany. 68: 47-52.
- PALACIOS C., RODRÍGUEZ E., QUICAZAN, M. C y HERNÁNDEZ M.S.2001 Establecimiento de las condiciones de proceso para las operaciones previas a la refrigeración del fruto de carambolo (*Averroha carambola* L.) Revista Iberoamericana de postcosecha. Vol 3 (1): 48-52.
- PALACIOS C., RODRÍGUEZ, E, QUICAZAN M.C y HERNÁNDEZ, M.S. 2001 Efecto del CO₂ en la conservación de la carambola (*Averroha carambola* L.) variedad ácida del piedemonte caqueteño por medio de la atmósfera modificada a 7°C. Revista Iberoamericana de Postcosecha Vol 4(1):13-17.
- PALACIOS, C. y RODRÍGUEZ E. 2001. Evaluación de la aplicación de atmósfera modificada en la conservación de la carambola (*Averroha carambola* L). Convenio Instituto SINCHI- Universidad Nacional de Colombia-ICTA Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química. Proyecto fin de carrera. 115p.

