

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL**



**“NUEVOS ALCANCES EN LOS PRODUCTOS DERIVADOS  
DE LA PAPAYA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS**

**PRESENTADO POR:**

**JUANA CECILIA GRANARA CADENAS**

**LIMA – PERÚ**

**2010**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente informe trata de la papaya, sus derivados y alcances. Está dividido en dos partes importantes, la primera parte donde se describe su cultivo y se realiza una descripción de su constitución, sus variedades a nivel mundial, las diferencias entre estas variedades, su cultivo en el Perú y que mejoras se han realizado para resistir a las plagas.

También se menciona sobre las condiciones de climas y suelos, las principales plagas y enfermedades que atacan el cultivo y los posibles controles para evitarlas. Se describen sus propiedades y características donde se puede ver la importancia de consumir esta fruta para la salud por sus principales componentes tales como vitaminas, minerales, ácidos y aceites.

Se realiza además una breve descripción del mercado de papaya a nivel mundial y cuál podría ser su industrialización, como se orienta actualmente en el Perú y las formas como se exporta la papaya al exterior.

En la segunda parte se describe los derivados más comerciales de la papaya, iniciando con una explicación general sobre los conceptos y características del derivado y prosiguiendo con una descripción de las normas relacionadas, el procesamiento del derivado, incidiendo en las etapas más importantes dentro del flujo de elaboración, los factores que afectan su calidad y alcances.

Entre los derivados que se detallan se encuentran los jugos, pulpas y néctares, la mermelada de papaya, papaya deshidratada y otros derivados tales como la papaína, enzima más importante de la papaya, el aceite de semilla de papaya y otras posibilidades de derivados que se pueden industrializar.

Se adicionan anexos que se considera puede ayudar en el entendimiento y conocimiento acerca de la industria de los alimentos.

El presente trabajo busca mostrar la amplia gama de derivados que se puede obtener de una fruta en general mostrando un mercado potencial y la posibilidad de su industrialización y en forma particular de la papaya.

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ÍNDICE DE CUADROS.....	8
1. CAPÍTULO I: LA PAPAYA	
1.1. GENERALIDADES.....	9
1.2. VARIEDADES.....	12
1.2.1. Mejoramiento del fruto.....	16
1.3. CLIMAS Y SUELOS.....	17
1.4. PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	19
1.4.1. Control de malezas.....	20
1.4.2. Plagas.....	20
1.4.3. Enfermedades virales.....	22
1.4.4. Mancha anillada PRSV o RINGPOT.....	24
1.5. PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS.....	26
1.6. MERCADO DE LA PAPAYA.....	28
2. CAPÍTULO II: PRODUCTOS DERIVADOS DE LA PAPAYA	
2.1. JUGOS, PULPAS y NÉCTARES.....	31
2.1.1. CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS.....	31
2.1.2. NORMAS RELACIONADAS.....	32
2.1.3. JUGOS, PULPAS Y NÉCTARES DE PAPAYA.....	34
2.1.3.1 Procesamiento del jugo, pulpa o puré y néctar.....	34
2.1.3.2 Factores que afectan la calidad de la pulpa.....	46
2.1.3.3 Alcances.....	49
2.2. MERMELADAS.....	50
2.2.1. CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS.....	50
2.2.2. NORMAS RELACIONADAS.....	51
2.2.3. MERMELADA DE PAPAYA.....	54
2.2.3.1 Procesamiento de la mermelada.....	54
2.2.3.2 Factores que afectan la calidad de la mermelada....	57

2.3. DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS.....	58
2.3.1. CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS.....	58
2.3.2. DESHIDRATADOS DE PAPAYA.....	60
2.3.2.1 Procesamiento de la papaya deshidratada.....	60
2.3.2.2 Alcances.....	62
2.4. OTROS DERIVADOS.....	64
2.4.1. LA PAPAÍNA.....	64
2.4.1.1 Conceptos y características.....	64
2.4.1.2 Procesamiento de extracción de la papaína.....	65
2.4.1.3 Alcances.....	68
2.4.2. ACEITE DE SEMILLA DE PAPAYA.....	71
2.4.2.1 Conceptos y características.....	71
2.4.2.2 Procesamiento del aceite de semilla.....	73
2.4.2.3 Alcances.....	74
2.4.3. OTRAS POSIBILIDADES.....	75
3. CAPÍTULO III: CONCLUSIONES.....	78
4. CAPÍTULO IV: RECOMENDACIONES.....	79
5. CAPÍTULO V: BIBLIOGRAFÍA.....	80
6. ANEXOS.....	84

ANEXO 1: Contenido mínimo de sólidos solubles (grados Brix) para jugos, puré y bebidas de frutas.

ANEXO 2: Métodos de análisis

ANEXO 3: Producto: Papaya deshidratada en snack

ANEXO 4: Métodos de conservación de la pulpa de frutas

ANEXO 5: Métodos de secado de la papaína

ANEXO 6: Consideraciones de diseño para un secador por atomización

## INTRODUCCIÓN

La papaya (“carica papaya”), fruto del papayo, es originaria de Centroamérica, y su producción se ha extendido a la mayor parte de los países tropicales y subtropicales del mundo; representa hoy en día uno de los productos de mayor demanda en los mercados mundiales, siendo Brasil el principal país productor de este fruto (23.9% del volumen mundial), seguido de México (12.2%), India (11.9%), Nigeria (11.5%), Indonesia (11.5%), Etiopía (3.9%), Congo (3.3%), Perú (2.6%), entre otros. Su vida económica es de hasta 3 años, edad en la que presenta los mayores rendimientos. (CENTRUM, 2008).

La principal ventaja del cultivo es la alta precocidad dado que produce al primer año de haber sido cultivada, aunque puede extenderse hasta 20 años. También es una ventaja desarrollarse en climas cálidos a temperaturas promedio entre 20 y 28°C. La principal desventaja es la pronta maduración y las plagas y enfermedades que suele sufrir en época de cultivo.

Es cultivada en su mayoría para el consumo del fruto, principalmente fresco y en menor medida, pero más rentable, es procesada para obtener néctar, pulpas, jugos, mermeladas, en forma de deshidratados, etc.

También es demandada por el látex que contiene principalmente la papaína tanto en sus hojas, tallo y raíces, extendiendo así el uso al de medicinas como producto digestivo, cárnicos como ablandador y condimento, clarificador de bebidas principalmente cervezas, así como en la industria de curtiembre en la maceración de cueros y en la industria textil.

Existen diversas variedades de papaya siendo la más comercial la variedad denominada “Maradol”, la “Criolla”, la “Solo” y otras.

Es una fruta de sabor dulce y agradable cuya pulpa tiene un alto contenido nutritivo. Contiene vitaminas A, B (B1, B3 y B6) y C, además de minerales tales como calcio, hierro, magnesio, fósforo y potasio, entre otros. Se le

conoce también como un fruto alimenticio con propiedades digestivas, diuréticas, antioxidante y otros.

A pesar de los avances de la ingeniería agroindustrial, en el Perú no se utiliza mucho en esta forma pero si para consumo como fruta fresca y en forma artesanal en la elaboración de mermeladas.

Toda vez que la tecnología ha permitido alternativas y difusión de avances agroindustriales, el presente informe se enfocará en actualizar sobre el uso industrial que se le puede dar a través del mejoramiento del fruto, la producción de sus derivados en sus formas de néctares, mermeladas, presentaciones deshidratadas, la papaína a partir del látex y otras, buscando despertar el interés sobre la posibilidad de desarrollar la industria de la papaya en el país.

## ÍNDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1: La planta de la papaya
- FIGURA 2: La papaya
- FIGURA 3: Papaya “Golden”
- FIGURA 4: Papaya “Solo”
- FIGURA 5: Papaya “Maradol”
- FIGURA 6: Mosca de la fruta
- FIGURA 7: Papaya con la enfermedad (“Ringspot”)
- FIGURA 8: Proceso de industrialización de la papaya
- FIGURA 9: Etapa de Lavado por agitación
- FIGURA 10: Pulpa de papaya en bolsa
- FIGURA 11: Jugo de papaya
- FIGURA 12: Néctar de papaya envasado
- FIGURA 13: Mermelada de papaya
- FIGURA 14: Estructura de la pectina
- FIGURA 15: Papaya Deshidratada en snack
- FIGURA 16: Papaya verde
- FIGURA 17: Recolección del látex
- FIGURA 18: Papaína en cápsulas
- FIGURA 19: Gel a base de papaína
- FIGURA 20: Semillas de papaya
- FIGURA 21: Papaya confitada y usos

## ÍNDICE DE CUADROS

- CUADRO 1: Enfermedades más conocidas de la papaya
- CUADRO 2: Composición proximal de la papaya
- CUADRO 3: Exportaciones de papaya y derivados en valor FOB (\$)
- CUADRO 4: Proceso de elaboración de pulpa de papaya
- CUADRO 5: Proceso de elaboración de jugo de papaya
- CUADRO 6: Proceso de elaboración de néctar de papaya
- CUADRO 7: Valores mínimos permitidos por factor
- CUADRO 8: Calificación de factores de calidad
- CUADRO 9: Dosis máxima de aditivos
- CUADRO 10: Tolerancia de defectos
- CUADRO 11: Proceso de elaboración de mermelada de papaya
- CUADRO 12: Proceso de obtención de papaya deshidratada
- CUADRO 13: Resultados de la osmodeshidratación en la papaya
- CUADRO 14: Proceso de obtención de la papaína
- CUADRO 15: Composición de la semilla de papaya
- CUADRO 16: Constantes físicas del aceite de semilla de papaya a diferentes humedades de extracción
- CUADRO 17: Constitución del aceite de semilla de papaya
- CUADRO 18: Proceso de obtención de aceite a partir de semillas de papaya
- CUADRO 19: Comparación en % de ácidos grasos en aceites puros de oliva
- CUADRO 20: Proceso de elaboración de papaya confitada

## **CAPÍTULO 1: LA PAPAYA**

### **1.1. GENERALIDADES**

La papaya es un fruto originario de Centro América, la primera mención de la misma fue en el año 1535 y se le atribuye a Gonzalo Fernández de Oviedo (1478-1557) historiador español quien informó a los reyes de España haber visto plantas de papaya creciendo en esa región.

Pertenece al orden Parietales, familia Caricaceae, género *Carica*, especie *Carica Papaya* L y es fruto del papayo.

La planta de la papaya (ver figura 1), es una planta herbácea y no un árbol ya que no tiene madera en su tallo o tronco, es de rápido crecimiento, de tallo recto y cilíndrico. El interior del mismo es hueco y está seccionado en las partes más jóvenes por tabiques transversales, los cuales adquieren mayor consistencia a medida que envejecen y a la vez cambian su coloración. Normalmente no se ramifica, a menos que se le pode o que se le produzca algún daño mecánico.

**FIGURA 1: La planta de la papaya**



Las hojas son grandes, palmadas, alternas y se compactan en la parte terminal del tallo. El pecíolo es largo, hueco, ligeramente curvo hacia arriba y de color verde o morado, según la variedad. Las hojas se caen a medida que envejecen, dando paso a las inflorescencias y a los frutos, dejando en el tronco cicatrices características. El sistema radicular lo componen unas pocas raíces grandes, poco profundas, con una estructura semejante a la del tallo, pero de coloración blanca y provista de muchas raicillas alimentadoras. Las flores son grandes, blancas de 5 pétalos y 5 sépalos. Nacen en el tallo cerca de la inserción de las hojas en el mismo.

La planta de la papaya tiene los sexos separados pues incluso las flores masculinas y femeninas están en distinto pie separado de la planta, por lo que es una planta dioica; sin embargo algunas veces las flores masculinas y femeninas están en el mismo pie, por lo que la planta es monoica, y si existen flores masculinas, femeninas y hermafroditas, la planta es polígama.

Se puede decir que en ella, existen tres tipos de plantas según sus flores: solo con flores masculinas (planta macho sin ovario desarrollado), solo con flores femeninas (planta hembra sin estambres) y con flores masculinas, femeninas y hermafroditas (planta polígama con estambre y ovarios), solo estas dos últimas dan fruto. El sexo de las flores determina el de las plantas y en consecuencia la producción y características de los frutos.

Los frutos son bayas de diferentes formas y tamaños, dependiendo del tipo de flor que los origina, desde casi esféricas o redondeadas, a cilíndricas o alargadas y con pesos que oscilan entre 200 gramos y 8 kilogramos. Su consistencia interna es comestible y es rica en azúcares, minerales y sustancias colorantes. El color de la pulpa va de amarillo a rojizo, según el cultivar. Tiene un contenido aproximado de 80 a 85 % de agua, sobre un 10 % de azúcar y el resto está representado por fibras, vitaminas tales como A, B1, B2 y C; minerales entre éstos principalmente el hierro y el calcio. El contenido de caroteno o pro vitamina A, es uno de los más altos entre todas las frutas. En el centro se encuentran las semillas, de colores

negros y ovalados, recubiertas por una sustancia algo gelatinosa y sobrepasan el medio millar de semillas en una fruta de regular tamaño.

Las papayas están constituidas por una corteza de color verde y rica en conductos de látex en las jóvenes que se tornan amarillas cuando alcanzan su madurez (ver figura 2). Si se aprieta su corteza, exuda un látex blanquecino cuyo principio activo es la papaína. La presencia de esta enzima hace que además de ser una excelente fruta, sea también un coadyuvante de la digestión. Asimismo este látex se encuentra también repartido por toda la planta, hojas y tronco, etc. lo que puede usarse en aplicaciones industriales.

**FIGURA 2: La papaya**



Se le conoce en el Caribe y Sudamérica con diferentes nombres tales como: fruta bomba, lechosa, mamón, papaw, pawpaw y otros.

Actualmente se cultiva A nivel mundial se cultiva en África del Sur, Kenia y Tanganica y en muchos países del continente americano tales como Ecuador, México, Colombia, Brasil, Perú, Chile, Estados Unidos (Hawai, Florida) y otros.

El cultivo en el Perú se realiza principalmente en los valles tropicales y subtropicales de Chanchamayo, Perené y Satipo, en Piura, Tumbes y Lambayeque. También se realiza en valles menos calurosos como Huaura,

Pativilca, Rímac, Cieneguilla e Ica donde demora más en dar frutos (Yabar, 1987).

## 1.2. VARIEDADES

Existen diversas variedades de papaya a nivel mundial, con variabilidad de tamaño, calidad y otras características.

En Sudáfrica, la “Hortus Gold”, es dioica, de maduración temprana, redonda y ovalada, con frutos de color amarillo-dorado, de 0.9 a 1.36 kg en peso. Tiene un pico pequeño en el ápice, de oro amarillo de la piel, es de sabor dulce y buena textura, pero se empieza a ablandar cuando madura.

En Ghana, las variedades dioicas como “Solo”, “Golden Surprise (ver figura 3)”, “Hawai”, son comúnmente cultivadas por los agricultores, pero ellas se mezclaron con las locales formando híbridos perdiendo su identidad después de varias generaciones.

**FIGURA 3: Papaya Golden**



En la India, la cría y el trabajo de selección se ha realizado en más de 30 años a partir de 100 cepas introducidas y 16 variaciones locales. Un conocido cultivo es 'Coorg Honey Dew', una selección de 'Honey Dew' de la Chethalli Estación del Indian Institute of Horticultural Research. La Estación Regional de Investigación, en Pusa, ha introducido algunas selecciones prometedoras:

- La “Pusa Delkious”, de tamaño mediano; profundo de carne naranja, de sabor excelente, con las plantas femeninas y hermafroditas, de alto rendimiento.

- La “Pusa Majesty”, de tamaño mediano, carne amarillenta, sólido, se conserva bien y se transporta bien, planta hermafrodita de mayor rendimiento que la hembra.
- La “Pusa Giant”, de grandes frutos aptos para la comercialización, madura o verde para su uso como verdura y enlatado. Es una planta dioica, de rápido crecimiento, con tronco grueso, resistente.
- La “Pusa Dwarf”, fruta ovalada de tamaño mediano. La planta es enana, empieza dando sus frutos en 10 a 12 cm por encima del suelo. Tiene demanda tanto para el hogar y cultura comercial, y es apto para las plantaciones de alta densidad.

En Singapur, la “Singapur Pink”, proviene de plantas hermafroditas, que producen frutas cilíndricas. La minoría es femenina con frutas todo el año. El peso medio de la fruta es de 2.27 kg, aunque hay una variación a 1.3 kg. La carne es de color rosa. La superficie de la fruta es propensa a la antracnosis en los períodos de lluvias, por lo que, en tales ocasiones, las frutas deben ser recogidas y vendidas sin madurar.

En Australia, Queensland, la “Bettina” y la “Petersen”, desde hace mucho tiempo son cruzadas por varias generaciones para obtener líneas puras. “Bettina”, un híbrido de la variedad de Florida denominada “Betty” y una cepa de Queensland, es una planta baja dioica que produce frutas de buen color, redondos ovalados con peso de 1.36 a 2.27 kilogramos.

**FIGURA 4: Papaya Solo**



En Estados Unidos, se cultiva principalmente en Hawai y La Florida. En 1919 y en 1936, la "Solo" (ver figura 4) fue la única variedad comercial en las islas de Hawai. «Solo» no produce plantas masculinas, solo femeninas y hermafroditas (con fruta en forma de pera) en proporciones iguales. Pesan de 1.1 a 2.2 libras (1/2 a 1 kg) y son de excelente calidad. Cuando la fruta está madura la fina piel es de color naranja-amarillo y la carne de oro-naranja y muy dulce.

En La Florida, además de la variedad "Solo", se cultiva la "Norton", los híbridos "Big Bluestem" que rinden frutos de 4.5 kg de peso, la "Bluestem Solo" del cruce del anterior con la variedad "Solo" el cual ha sido bien visto allí por su bajo crecimiento, el rendimiento fiable de los frutos de buena calidad, de 1.2 kg de peso, de pulpa anaranjada y ricos en sabor. La "Kapoho Solo" o "Solo Puna", tiene una variedad enana "Dwarf Solo" (cruce de "Solo" con "Betty") que fue una mejora y hasta 1974, fue la variedad de exportación. Tiene forma de pera, de 400 a 800 gramos de peso, tiene la piel amarilla y pulpa de color naranja pálido. Crece en zonas de alta pluviosidad. La "Waimanalo" (variedad de "Solo"), es conocida por su firmeza y calidad, pero suele ser demasiado grande para la exportación. Tiene largo tiempo de conservación y es recomendada para la venta como fruta fresca y para procesarla. Desde 1974, este cultivo ha sido producido comercialmente en la isla de clima lluvioso de Maui, donde se madura a un color más verde que en la isla de Hawai, y se exporta a las ciudades en los EE.UU. La "Higgins", es el resultado de cruces en 1960, fue presentado a los cultivadores de Hawai en 1974, es de alta calidad, en forma de pera, con piel de naranja-amarillo, en el fondo-amarillo, y con promedio de peso de 0,45 kilogramos cuando se cultivan bajo riego. La "Cariflora", es un nuevo cultivo, es casi redonda, del tamaño de un melón, la carne oscura a la luz amarillo-naranja; tolerante al virus de la mancha anillada de la lechosa, pero no resistente al virus del mosaico de la papaya. El rendimiento es bueno en el sur de Florida y las tierras bajas cálidas de América tropical, pero no en altitudes superiores a 800 metros.

En Puerto Rico, la "Sunrise Solo" fue introducida desde Hawai. El fruto tiene la carne de color rosa con alto contenido de sólidos totales. En los ensayos, las

semillas fueron sembradas a mediados de noviembre, se trasplantaron al campo 2 meses más tarde, la floración se produjo en abril y los frutos maduros fueron recolectados desde principios de agosto a enero. Selecciones recientes de los programas de mejoramiento de Puerto Rico son la "PR 6-65 "(temprana), la "P.R. 7-65 "(tarde), y la "P.R. 8-65".

En Trinidad y Tobago, en 1965, la más conocida es la "Santa Cruz Grant ", una planta vigorosa, principalmente hermafrodita, con frutos de gran peso de 4.5 a 6.8 kilogramos, con una carne firme y color amarillo de sabor agradable. El fruto es demasiado grande para la comercialización en fresco, por lo que es procesado, tanto verde como maduro. La "Cedro" es dioica, raramente hermafrodita y muy resistente a la antracnosis; los frutos pesan de 1.37 a 3.6 kilogramos, pero en promedio 2.7 kilogramos, de color amarillo y son adecuados para la venta frescos o para procesamiento.

En Cuba, la "Maradol" (ver figura 5), cuya planta puede llegar a medir 2.3 metros de alto en plena producción, puede producir hasta 120 toneladas por hectárea y el peso promedio de los frutos es de 1.5 a 2.6 kilogramos. La coloración de la pulpa es rojo intenso, tiene un contenido de azúcares de 12 °Brix y tiene buena resistencia al almacenamiento y embarque. La "Criolla", que se siembra en la región oriental de Cuba, con rendimientos sobre las 40 toneladas por hectárea y generalmente sin mayores problemas fitosanitarios y con gran adaptación por ser oriunda de esa zona.

**FIGURA 5: Papaya "Maradol"**



En Venezuela, son largas y grandes y tienen un peso promedio de 1.6 kilogramos, es usada para consumo interno o enviada por barco a las islas cercanas.

En Colombia, el Instituto Colombiano Agropecuario, en Palmira, inició un programa de mejoramiento en 1963, reuniendo cultivos tales como “Campo Grande”, Tocaimera “, “Zapote”, ”Solo”, algunas traídas de Brasil tales como “Betty”, “Bettina”, de Sudáfrica la “Hortus Gold” , y especies representativas relacionadas como la “C. candamarcensis C. Hook. F.”, la “C. pentagona Heilborn”, la “C. goudotiana Tr. & Pl.” (de color amarillo con pedúnculos verde y otra roja con pedúnculos de color púrpura), la “C. cauliflora Jacq.”, la “C. monoica Desf.” y la “Jacaratia dodecaphylla A. DC” del Perú. Las dos primeras de estas especies no se adaptaron a las condiciones en Palmira.

En Brasil se introdujo la “Zapote”, con una carne rica, roja que es mucho más cultivada en la costa atlántica de Colombia.

En el Perú, la Universidad Nacional Agraria de La Molina (UNALM), comenzó a coleccionar las cepas de papaya desde agosto de 1964, a través del programa de frutales nativos, recogiendo 40 tipos desde diversas partes del país, tres traídas desde Brasil, una de Puerto Rico, tres de México y dos líneas de “Solo” de Hawai, e inició una evaluación y un programa de mejoramiento y la creación de un banco de germoplasma. El objetivo de estas investigaciones era obtener una nueva papaya cuyas características superen a la especie Criolla en fertilidad y resistencia a virus. A partir de allí se ha obtenido la variedad “Pauna”, La introducción de este cultivo ha reemplazado el 50% de la extensión total de cultivo. (Sevilla, 1978).

### **1.2.1. Mejoramiento del fruto – caso Hawai**

La papaya en Hawai es el segundo producto agrícola en importancia económica detrás de la piña. Es la única fruta con variedades transgénicas que ha logrado una

porción de mercado significativa. Cerca del 70% de la producción embarcada a los Estados Unidos es transgénica.

A comienzos de los años noventa, la agroindustria en Hawai era devastada por el virus de la mancha anillada PRSV. La producción de papaya descendió de 25, 893 toneladas en 1993 a 15,625 toneladas en 1998, una disminución del 40%. En 1992 y en solamente dos años se infectó del virus la práctica totalidad de la región de Puna, la más importante en este cultivo, con unas consecuencias económicas muy importantes para los productores.

Investigadores de la Universidad de Cornell (Nueva York) y de la Universidad de Hawai obtuvieron una variedad transgénica de papaya resistente PRSV, transformando plantas de papaya con un segmento de DNA del mismo virus de la mancha anular. Se había antes buscado la resistencia en las variedades existentes sin resultado alguno. Dos variedades transgénicas resistentes a este virus la “SunUp” y la “Rainbow”, cuyo desarrollo comenzó en los ochenta (Suzuki, 2007), fueron liberadas por la Universidad Nacional de Hawai en 1998 a través del comité administrativo de la papaya, lo que hizo que la industria lentamente incrementara su producción, conforme aumentaron las áreas plantadas con la variedad transgénica. Las medidas de bioseguridad para su aprobación en Estados Unidos demoraron 8 años. La disponibilidad de estas variedades rescató a la agroindustria y mejoró el empleo para los numerosos pequeños productores.

Si bien ha habido cierta resistencia de algunos mayoristas, la variedad transgénica está siendo comercializada tanto en grandes supermercados como en minoristas.

Por otro lado existen posiciones en contra del cultivo de variedades transgénicas con un punto de vista diferente respecto al resultado del uso de este nuevo tipo en Hawai y en otras partes del mundo.

### **1.3. CLIMAS Y SUELOS**

Como planta nativa del trópico americano, prospera mejor en áreas cálidas, desde el nivel del mar hasta los 1,000 metros aproximadamente y con temperaturas entre los 25 y 30 grados centígrados.

También puede cultivarse en zonas sub-tropicales o menos cálidas en general, pero conforme la planta se va alejando de la franja tropical a regiones de estaciones más marcadas, va experimentando una serie de trastornos, que serán más marcados según el clima imperante de la nueva zona lo que trae como consecuencia lo siguiente en grado variable: un desarrollo más lento, menor edad productiva, producción total inferior, estación de cosecha más limitada a unos pocos meses, mayor tiempo comprendido entre la floración y la maduración; y finalmente disminución de la calidad interna de la fruta.

El campo para establecer las plantas debe ser de tierra suelta, fértil y de fácil drenaje, requisitos indispensables para que tenga larga vida y se obtengan buenas cosechas. El exceso de humedad en el suelo provoca la pudrición de las raíces y rápida muerte de las plantas, lo cual ocurre a temprana edad en las variedades no resistentes.

En sitios más elevados los frutos tienden a volverse insípidos, con menor contenido de azúcares y con inferior calidad.

Las lluvias deben ser abundantes y bien distribuidas, desde 800 a 2,000 milímetros anuales. De ser escasas se requiere de riego complementario, principalmente durante la floración y desarrollo de los frutos lo que hace necesario dotar a las plantaciones de riego.

La humedad ambiental también es un factor importante. Cuando es muy alta, favorece que las plantas sean afectadas por hongos y cuando es muy baja, induce a las plantas a transpirar en mayor cuantía, lo que tiende a desecarlas. El rango deseable es entre 70 a 85 por ciento de humedad.

Los vientos fuertes influyen desfavorablemente, porque pueden provocar las caídas de las plantas, debido a que el sistema radicular de las mismas es superficial, así como a sus grandes hojas y a sus pesados frutos. En ese caso deben emplearse cortinas rompevientos o barreras. La luz debe ser abundante, ya que influye en el sabor y en el color de la pulpa.

Los suelos pueden ser diversos, los mejores para el cultivo son los sueltos, francos, con adecuado contenido de materia orgánica, profundos y de buena retención de humedad. Deben permitir un adecuado anclaje y poder extraer

fácilmente los nutrientes y el agua, esto significa un suelo profundo libre de rocas y de capas compactas, que impidan el desarrollo de sus raíces.

Los suelos deben tener buen drenaje ya que los excesos de humedad causan amarillamiento en las hojas nuevas y la caída prematura de las inferiores y también favorece la pudrición de la base del tallo y del sistema radicular. Estrechamente ligados al drenaje está la textura del suelo, o sea la proporción de arena, limo y arcilla y de la estructura o cantidad, tamaño y firmeza en que estas partículas se unen para formar terroncitos. En general los suelos granulados y los arenosos tienen mejor drenaje que los pocos granulados y los arcillosos.

El cultivo es exigente en cuanto al exceso así como al defecto de la humedad, tampoco se les debe someter a suelos donde las raíces estén en contacto permanente con el agua o permanezcan sin la humedad mínima requerida por periodos de tiempo que agilicen la deshidratación de sus hojas y mucho menos en el proceso de floración.

Es tolerante a la salinidad en comparación con la mayoría de los otros cultivos, pero no es aconsejable plantarla en suelos con este tipo de problema.

La fertilidad del suelo es de menor importancia que las características físicas, ya que disponiendo de fertilizantes se pueden obtener rendimientos atractivos, en suelos con bajo nivel de elementos nutritivos.

El grado de acidez o de alcalinidad puede variar de ácida a ligeramente alcalina (PH 5.5 a 7.5). Cuando el suelo es muy ácido, se pueden presentar problemas de absorción del fósforo y/o excesos de manganeso y aluminio, los cuales pueden llegar a ser tóxicos para las plantas. En los suelos muy alcalinos, pueden ocurrir deficiencias de zinc y hierro entre otros elementos.

#### **1.4. PLAGAS Y ENFERMEDADES**

La planta como sus frutos se caracterizan por ser altamente vulnerables a plagas y enfermedades, además que una vez que se encuentren infectados es poco probable lograr su cura; por lo mismo es de vital importancia el uso de pesticidas durante todo el ciclo.

#### **1.4.1. Control de Malezas**

El control de malezas puede realizarse manualmente y en forma química. Cuando se utiliza el control manual se debe tener cuidado de no dañar las raíces para evitar la penetración de patógenos.

Las malezas además de competir con el cultivo por agua, luz y nutrientes, son reservorios de plagas y fuente de inocúlo de algunas enfermedades, principalmente virosas. Su control es importante en los primeros meses de desarrollo del cultivo, ya que a medida va cerrando el cultivo su control se facilita. Cuando existen problemas de malezas como ciperáceas y gramíneas como bermuda o guinea se pueden usar glifosfatos, en forma dirigida, para evitar daños a la plantación.

Los herbicidas se usan después de un mes del transplante, para prevenir cualquier efecto negativo. Si las malezas están recién germinadas o poseen dos a tres hojas verdaderas, se puede usar herbicidas residuales. En las malezas que poseen más de tres hojas verdaderas, el herbicida señalado se debe de mezclar con un herbicida de contacto, teniendo el cuidado de dirigir la aplicación y evitar rociar la planta.

Para que los herbicidas ejerzan un buen control de las malezas se deben de seguir las siguientes recomendaciones:

- Al momento de la aplicación el suelo debe de contar con suficiente humedad, que es necesaria para que el herbicida baje a la profundidad donde se encuentra las raíces.
- Debe de haber una buena distribución del herbicida, dependiendo del producto, en el suelo y en el follaje.
- No remover el suelo después de aplicar herbicidas residuales.

#### **1.4.2. Plagas**

Las plagas son agentes biológicos que más perjudican al fruto y son los nemátodos, la arañita roja, la mosca de la fruta, los pulgones entre otros.

A continuación explicaremos cada una de ellas.

- **La mosca de la fruta**

La mosca es un insecto del orden de los dípteros. La mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*) que puede ver en la figura 6, está considerada como la más devastadora y perjudicial de todas las plagas conocidas en los campos de cultivo.

**FIGURA 6: Mosca de la fruta**



El adulto prefiere descansar y alimentarse en los árboles cercanos. Tiene hábito nocturno, y esto no permite verlo muy a menudo en el cultivo. Las pocas veces que se le observa es temprano en la mañana y en el atardecer. Para la reproducción, prefiere las frutas pequeñas, de diámetro entre 5 a 8 cm. Producto de las punciones de la oviposición, la fruta exuda látex blanco, se induce su maduración antes de tiempo y se desprende fácilmente de la planta. Las larvas se alimentan de las semillas en formación y luego de la pulpa, ocasionando pudrición y la caída de las frutas. La principal diseminación es a través de frutas infestadas, ya que las hembras no vuelan muy lejos.

El control consiste en la recolección de frutos caídos o dañados para eliminar las larvas que poseen en su interior. Si esta práctica se realiza de forma continua, se evita que las larvas salgan de las frutas y se diseminen por el suelo. También se pueden usar trampas.

- **Los pulgones o áfidos**

Los pulgones son insectos pequeños de cuerpo blando que poseen piezas bucales largas y finas con las que pueden perforar tallos y hojas para extraer el fluido de las plantas. Se les considera vectores de la mancha anular. Las hembras aladas pueden invadir las plantas de papayo desde la etapa de vivero. El mayor daño de

los pulgones es el de transmitir el virus de la mancha anular del papayo (VMPA) y lo adquieren de alimentarse por pocos segundos de plantas enfermas.

El control consiste en eliminar periódicamente las malezas, especialmente las dicotiledóneas como curcubitáceas, de los alrededores del cultivo, y reducir así las poblaciones de pulgones y las fuentes del virus, eliminar las plantas infestadas por el virus, destrucción de los rastrojos de las plantas infectadas y proporcionar a la planta una adecuada nutrición, para producir plantas vigorosas desde los primeros días de desarrollo.

### 1.4.3. Enfermedades virales

El cuadro 1 muestra las enfermedades más conocidas de la papaya cuyas características se explican a continuación.

ENFERMEDAD	ÓRGANOS QUE AFECTA	EFECTOS
Antracnosis <i>Colletotrichum gloesporoides</i>	Principales frutos	Causa erosiones en el fruto maduro
Pudrición de la base del tallo <i>Phytium, Rhizoctonia y Fusarium</i>	Toda la planta	Muerte paulatina de la planta
Mildiú Polvoriento <i>Oidium caricae</i>	Hojas, frutos y tallos	Hojas secas
Mancha Foliar <i>Cercospora papayae</i>	Hojas y frutos	Incidencia severidad
Mancha anillada de la Papaya (PRSV)	Toda la planta	Puede afectar toda la cosecha

- **Antracnosis**

Es una enfermedad fungosa, donde el hongo penetra por las estomas o por las heridas de la epidermis, las lesiones se presentan como manchas circulares de 1 a 10 mm.de diámetro, color café oscuro, acuoso, hundidas, con numerosas esporas de color rosado.

En algunas ocasiones las lesiones aparecen en la zona próxima al pedúnculo donde un fruto roza con otro, además suele atacar a las hojas. A nivel de fruto pueden ocasionar fuertes pérdidas al productor por dañar directamente el producto comercializable, causa pequeñas manchas, que conforme avanza su desarrollo, se va extendiendo y profundizando.

Estas manchas son acuosas y hundidas en forma de anillos concéntricos color marrón, con esporas de color rosado. También puede atacar los pecíolos de las hojas inferiores.

El control se puede realizar manteniendo un buen drenaje en la plantación, eliminando frutos y hojas dañadas y quemándolos y enterrándolos fuera de la plantación en hoyos con más de 0.5 metros de profundidad.

- **Pudrición de la base del tallo**

Es producida por los hongos *Phyitium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*, los cuales atacan las plantas a nivel de los viveros y después del trasplante, lo que les provoca la muerte paulatina; sin embargo, cuando van madurando y lignificando sus tejidos, desarrollan una resistencia al daño por estos hongos. Cuando las plantas de papaya son trasplantadas muy jóvenes al campo, se producen problemas con estos hongos, al presentarse lluvias abundantes y frecuentes, por lo que debe monitorearse constantemente.

Los síntomas que presenta son el amarillento de las plantas y la marchitez por la pudrición de las raíces desprendiéndose fácilmente al ser arrancadas.

El control se realiza al evitar la siembra en suelos pesados y con mal drenaje, porque favorece el ataque de los hongos, establecer los viveros en lugares soleados, con suelo franco y bien drenado, desinfectar la tierra utilizada en el vivero.

Para determinar que herbicida utilizar, es importante identificar con exactitud el hongo que pueda estar causando problemas en el vivero.

- **Mildiu Polvoriento (OIDIUM)**

Es una enfermedad que ataca hojas, frutos y tallos. Su incidencia es fuerte en los meses más secos y frescos, las lluvias fuertes reducen la severidad de la enfermedad al eliminar de las hojas las esporas. En las hojas afectadas se observan

manchas en la parte superior e inferior, las que están recubiertas de un polvillo que al removerlo se observan parches amarillos, especialmente cerca de las venas foliares.

Las zonas amarillas se van agrandando y se tornan amarillo pálido, se secan y luego se caen. Todas las hojas son susceptibles, pero la infección se presenta más en hojas viejas. El ataque de esta enfermedad se asocia muchas veces con el ataque de ácaros foliares, que actúan dispersando esporas. Tanto los ácaros y el mildew reducen la fotosíntesis, aumentan la senescencia de las hojas y reducen los azúcares de las frutas.

El control de esta enfermedad se ha basado en el uso del azufre; sin embargo durante períodos de alta temperatura el azufre puede resultar fitotóxico; debe entonces buscarse un fungicida específico.

- **Mancha foliar o cercospora**

Es una de las enfermedades foliares más importantes de la papaya y tiene mayor incidencia durante los períodos cálidos y húmedos (estación lluviosa). Se presenta con el inicio de las lluvias y se acentúa con la intensidad de las mismas. Los primeros síntomas son manchas de forma circular en las hojas, de 3 a 8 mm de diámetro. Las manchas son de color blanco grisáceo en el haz de las hojas y negruzco en el envés, y que al unirse las lesiones secan la hoja completamente.

El control consiste en sacar del cultivo partes de plantas que caen al suelo y son fuente de inóculo del hongo. Su control debe ser con un fungicida.

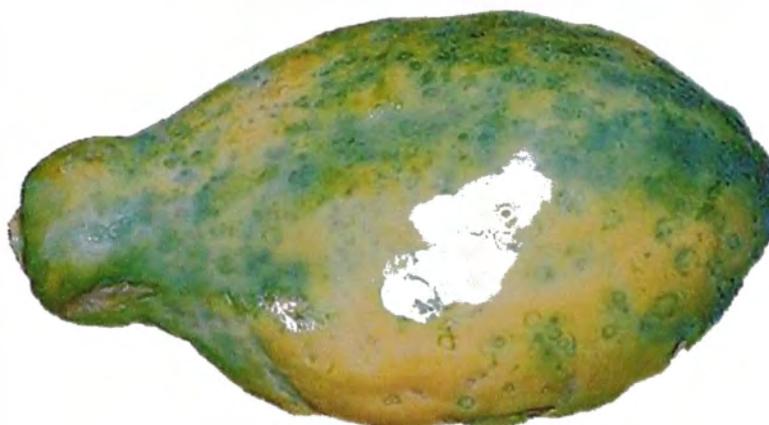
#### **1.4.4. Mancha Anillada de la papaya (PRSV o “Ringspot”)**

Es la principal enfermedad del cultivo de las plantas de papaya, está diseminada por todo el mundo y ocasiona daños considerables, que pueden impedir a los productores continuar con la producción de este importante cultivo.

Es transmitido por los pulgones o áfidos al alimentarse con plantas de papaya. Estos insectos adquieren el virus en periodos entre 5 a 10 segundos y lo transmiten si se alimentan inmediatamente con otra planta. El virus es el agente patógeno “potyvirus” de la familia “potiviridae”. No se transmite por semilla pero sí a través de plantas tiernas (almácigos). Las plantas que se infectan quedan

enanas y cloríticas o amarillentas, seguido de un moteado amarillo claro y verde y del aclaramiento de las nervaduras. Se presentan manchas de color verde intenso en la base de los pecíolos de las hojas más jóvenes. También en las hojas se presentan manchas aceitosas de forma variable. En los frutos se presentan manchas en forma de anillo o media luna concéntricos o aceitosos (ver figura 7) de aproximadamente de 1 ó 2 cm. de diámetro.

**FIGURA 7: Papaya con la enfermedad “Ringspot”**



Con el avance de la enfermedad hay una menor cantidad de hojas formadas y son más cortas que las normales. Hay menor cantidad de frutos cuajados y no se desarrollan normalmente, quedando muy pequeños.

Después de la inoculación del virus, se tarda de 2 a 6 semanas para que aparezcan los primeros síntomas, lo que depende de: la edad de la planta, condiciones ambientales y el nivel de resistencia de las mismas plantas.

Los síntomas en hojas y frutos son más intensos en las épocas más frías.

- **Control de la enfermedad**

No hay remedios que curen plantas enfermas con la mancha anillada.

Esta plaga solo puede ser controlada realizando diferentes prácticas que deben ser ejecutadas por todos los productores de una zona o valle.

Lo más importante es la eliminación del inóculo: plantaciones antiguas o con muchas plantas infectadas y erradicación de plantas enfermas del cultivo. Asimismo se deben proteger plantaciones de papaya con barreras de cultivos que

no son infectados por el virus o sembrándolos entre los surcos de papaya. (SENASA).

El control de la mancha anillada se inicia cuando el cultivo está tierno.

No existe control químico contra esta enfermedad pero se recomienda las siguientes medidas:

- ✓ Eliminar las plantaciones mayores de 2 años que ya no están en su época productiva, porque son fuente de inóculo de la enfermedad.
- ✓ Evitar la siembra de papaya cerca de plantaciones afectadas con esta virosis.
- ✓ Inspeccionar frecuentemente las plantaciones de papaya desde las primeras etapas del cultivo y eliminar todas las plantas sospechosas de estar enfermas.
- ✓ Realizar un control estricto de malezas que puedan albergar áfidos.
- ✓ Evitar el traslado de almácigos de papaya desde zonas infestadas a las áreas libres de esta enfermedad.
- ✓ Instalar a modo de barrera, surcos de un cultivo no hospedante como el maíz, alrededor de las plantaciones de papaya, un mes antes de este cultivo.

- **Métodos biotecnológicos.**

Un método de control que es usado en Hawai y Florida consiste en utilizar plantas bioprotegidas con cepas atenuadas con virus. Esta protección cruzada consiste en inocular planta sana de papaya con una cepa atenuada del virus, derivada de la mutación inducida de una cepa autóctona severa, mediante el tratamiento con ácido nítrico. Esta cepa posee la capacidad de disminuir o retrasar el ataque de otras cepas severas.

Otro método de control utilizado en Hawai es el cultivo de variedades transgénicas.

## **1.5. PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS**

Los principales componentes de la papaya son: el agua, los hidratos de carbono, ácidos orgánicos, vitaminas y pequeñas cantidades de minerales. Su proporción

entre las diferentes constituyentes es variable, dependiendo de la variedad de la fruta, la zona de cultivo, la estación de cosecha y el grado de madurez alcanzado. (Yabar, 1986).

Es una buena fuente de vitamina A (Retinol) y C (Acido Ascórbico), además del complejo B; en menor proporción contiene minerales como calcio, fósforo, y hierro. Es baja en calorías, su color varía de amarillo pálido a amarillo rojizo. Los azúcares presentes en la papaya son la sacarosa (48.3%), glucosa (29.8%) y fructuosa (21.9%).

Entre los frutos es notable por su bajo contenido de ácidos y la porción comestible tiene un valor de PH entre 4.5 y 6.0. Entre los ácidos que pueden encontrarse en la papaya destacan el ácido ascórbico, el ácido cítrico y el ácido acetoglutárico principalmente. La cantidad de sólidos solubles varía de 11.5 a 13.5° Brix.

**CUADRO 2: Composición proximal de la papaya**

<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Calorías	23.1 – 25.8/100 gramos
Agua	85.9 – 92.6%
Carbohidratos	6.17 – 6.75%
Fibra	0.5 – 1.3%
Proteína	0.081 – 0.34%
Ceniza	0.31 – 0.66%
Grasa	0.05 – 0.96%
Calcio	12.9 – 40.8 mg
Fósforo	5.3 – 22.0 mg
Hierro	0.25 – 0.78 mg
Caroteno	0.0045 – 0.676 mg
Tiamina	0.021 – 0.036 mg
Riboflavina	0.024 – 0.058 mg
Niacina	0.227 – 0.555 mg
Acido Ascórbico	35.5 – 71-3 mg
Triptotano	4 – 5 mg
Metionina	1 mg
Lysina	15 – 16 mg

El cuadro 2 muestra la composición proximal de la papaya.

Las semillas contienen aceite (25%), proteínas (24%), varios ácidos grasos (oleícos, mirísticos, palmíticos, esteáricos entre otros), un glucósido denominado caricina, y un fermento proteico la mirosina.

El color de la pulpa de la papaya se debe a la presencia de terpenoides carotenoides (enzimas), entre los que se encuentran la violaxantina y la caricaxantina. El color en la papaya amarilla es debido a los licopenos que no se encuentra en la roja.

En el látex de la papaya se encuentra la papaína y el bencilglucosinato quienes varían su concentración en función de la pureza de la papaína.

La papaína cruda contiene al menos dos enzimas: la papaína y la quimiopapaína. Se utiliza como clarificador de la cerveza, en la industria de alimentos para como soluciones ablandadoras de carne, en la industria textil para macerar las fibras de lana y algodón, en el curtido de pieles, en la industria farmacéutica, como droga para remedios digestivos.

La pulpa del fruto contiene además otras enzimas como la pectin estearasa, la invertasa y la peroxidasa. La pectin estearasa actúa sobre la pectina formando geles cuando se rompe la estructura celular del tejido de la pulpa. La invertasa promueve la conversión de sacarosa a glucosa y fructosa, mientras que la peroxidasa promueve la formación de H<sub>2</sub>S en los productos de papaya.

En néctares y jugos pulposos es importante que los preparados enzimáticos que se apliquen, estén exentos de celulasas y pectinasas (que desdoblan las cadenas glucosídicas del ácido poligalacturónico en la pectina) para evitar el desdoblamiento de los coloides protectores que estabilizan la turbidez.

La hoja contiene un alcaloide llamado carpaína o caricina muy amargo y tóxico en dosis elevadas. La carpaína tiene efectos farmacológicos sobre el músculo cardíaco.

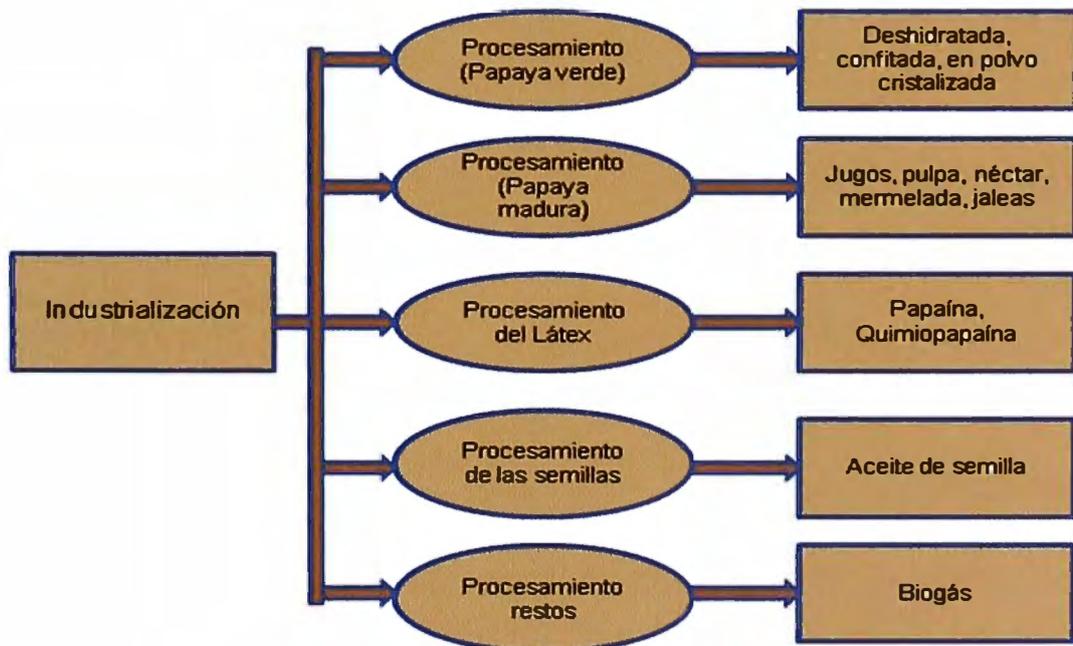
## **1.6. MERCADO DE LA PAPAYA**

El cultivo de la papaya ha alcanzado una importante difusión debido a la creciente demanda de productos exóticos y saludables, además de su multiplicidad de usos en industrias no alimenticias. Sin embargo, en los últimos años los niveles de

producción de este fruto han devenido en un letargo, fluctuando entre los 6.5 y 6.8 millones de TM entre 2004 y 2007, luego que en 2003 alcanzara el récord histórico de 7 millones de TM. Los fuertes cambios climáticos, que afectaron los cultivos en Centroamérica y El Caribe, y la aparición del virus de la mancha anular de la papaya en los principales países productores, han obligado a la implementación de mejores prácticas agrícolas e incluso al desarrollo de mecanismos de control genético por parte de los productores. Brasil es el principal país productor de este fruto (23.9% del volumen mundial), seguido de México (12.2%), India (11.9%), Nigeria (11.5%), Indonesia (11.5%), Etiopía (3.9%), Congo (3.3%), Perú (2.6%), entre otros. Las importaciones de la fruta a nivel mundial son lideradas por EE.UU. (US\$ 89.6 millones), Reino Unido (US\$ 15.8 millones), Países Bajos (US\$ 15.1 millones) y Canadá (US\$ 14 millones). (CENTRUM, 2008).

El mercado de la papaya se puede ampliar si se industrializa (ver figura 8).

**FIGURA 8: Industrialización de la papaya**



En el Perú, el mercado de papaya está orientado principalmente al consumo como fruta fresca, y algunos de sus derivados de forma artesanal o de industria pequeña tales como los jugos de papaya y la mermelada de papaya.

Se exporta derivados de papaya (ver cuadro 3) principalmente como papaya (en cajas, en frascos, papaya verde, papaya pintona, papaya madura), conservas (conservas de papaya en almíbar, ensalada de papaya en conserva, papaya en cubos, papaya en rebanadas, papaya en rodajas, papaya en rodajas light, papaya en rodajas en jugo de uva, tajadas de papaya en conserva sin embolsar), jugo de papaya, pulpa de papaya (jugo pulposo de papaya, jugo pulposo aséptico, papaya procesada), néctar de papaya y papaya deshidratada (en trozos).

El principal ingreso por exportación actualmente es por su derivado como conserva como se puede apreciar en el cuadro 3.

**CUADRO 3: Exportaciones de papaya y derivados en valor FOB (\$)**

<b>DERIVADOS</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
CONSERVA	303,603.93	316,306.49	117,302.23	235,819.59	141,158.60
DESHIDRATADA	--	--	334.61	--	34.20
JUGOS	112,020.75	--	--	35,088.72	--
NECTAR	--	207.12	--	--	--
PAPAYA	112,020.75	574.90	5,091.77	10,631.95	9,232.15
PULPA	34,934.50	17,576.00	20,158.50	--	--
<b>TOTAL</b>	<b>562,579.93</b>	<b>334,664.51</b>	<b>142,887.11</b>	<b>281,540.26</b>	<b>150,424.95</b>

Elaboración basada en información de SUNAT-Aduanas (Perú)

## **CAPÍTULO II: PRODUCTOS DERIVADOS DE LA PAPAYA**

### **2.1 JUGOS, PULPAS Y NÉCTARES**

#### **2.1.1 CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS**

Se define al jugo o zumo de frutas como el líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras. Algunos jugos pueden elaborarse con sus pepitas, semillas y pieles, que no puedan eliminarse mediante las buenas prácticas de fabricación (BPF). Los jugos pueden ser turbios o claros y pueden contener componentes restablecidos de sustancias aromáticas los que se podrán obtener de procedimientos físicos adecuados y que procedan del mismo tipo de fruta. Podrán añadirse pulpa y células obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta. Un jugo de un solo tipo es el que se obtiene de un solo tipo de fruta. Un jugo mixto es el que se obtiene mezclando dos o más jugos y purés o pulpas de diferentes tipos de frutas. Los jugos pueden clasificarse en:

- **Jugo de fruta exprimido**, que se obtiene directamente por extracción mecánica.
- **Jugo concentrado de frutas**, al cual se ha eliminado físicamente el agua en cantidad suficiente para elevar los grados Brix establecido para el jugo reconstituido de la misma fruta en al menos 50% (ver Anexo 1).
- **Jugo de frutas a partir de concentrados**, obtenido al reconstituir con agua potable, del jugo concentrado de frutas.
- **Jugo de frutas extraído con agua**, obtenido por difusión con agua a partir de la fruta pulposa entera cuyo jugo no puede extraerse por procedimientos físicos, o la fruta deshidratada entera. (INDECOPI. 2009).

Se define pulpa o puré de frutas al producto obtenido de la maceración de las partes comestibles de frutas carnosas con ayuda de procesos tecnológicos (CENTA, 2002). Estos procesos pueden realizarse tamizando, triturando o desmenuzando la parte comestible de la fruta entera o pelada sin eliminar el jugo. La fruta debe estar en buen estado, debidamente madura. El puré concentrado de fruta se obtiene mediante la eliminación física de agua del puré de fruta en

cantidad suficiente para elevar el nivel de grados Brix en un 50% en forma similar al jugo concentrado de frutas.

Se define néctar de frutas al producto constituido por pulpa de fruta finamente tamizada, agua potable, azúcar, ácido cítrico, preservante químico y estabilizador. Los sólidos solubles de los néctares pueden variar entre el 25 y el 50% según el país de que se trate y las exigencias de los consumidores (CENTA, 2002).

En el Perú, se define el néctar de fruta como el producto sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene añadiendo agua, con o sin adición de azúcares, de miel y/o jarabes, y/o edulcorantes, a jugos de fruta y/o al puré de frutas o una mezcla de estos (INDECOPI, 2009). El proceso de obtención es similar al proceso de la pulpa hasta la desintegración. La formulación se realiza en tanques de acero inoxidable con agitador mecánico. En esta etapa se adiciona agua y sacarosa y la corrección del PH. (CENTA, 2002). Además, el néctar debe recibir un tratamiento térmico adecuado que asegure su conservación en envases herméticos.

### **2.1.2 NORMAS RELACIONADAS**

En el Perú para la elaboración de jugos y néctares se deben tomar en cuenta la norma técnica peruana NTP 203.110 elaborada por INDECOPI con respecto a la composición y criterios de calidad para consumo directo.

#### **a. Composición**

Con respecto a los ingredientes básicos los jugos deberán cumplir con el nivel mínimo de grados Brix según el anexo 1. Si no se especificara en el anexo mencionado se calculará sobre la base del contenido de sólidos solubles del jugo de concentración natural utilizado para tal jugo concentrado.

Con respecto a otros ingredientes autorizados, se podrán añadir azúcares con menos del 2% de humedad: sacarosa, dextrosa anhidra, glucosa y fructosa.

Podrán añadirse jarabes: sacarosa líquida, solución de azúcar invertido, jarabe de azúcar invertido, jarabe de fructosa, azúcar de caña líquido, isoglucosa y jarabe con alto contenido de fructosa. Adicionalmente sólo a los néctares de fruta y a las bebidas de fruta podrán añadirse miel y/o azúcares derivados de frutas.

Podrán añadirse jugo de limón o jugo de lima, o ambos, al jugo de fruta hasta 3 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro para fines de acidificación a jugos y purés que no han sido adicionados de azúcares y si fueran néctares hasta 5 g/l.

Podrán añadirse nutrientes esenciales (por ejemplo, vitaminas, minerales).

#### **b. Criterios de calidad**

Los néctares de fruta deberán tener el color, aroma y sabor característicos del jugo del mismo tipo de fruta de la cual proceden.

Deberán someterse a pruebas para determinar su autenticidad, composición y calidad cuando sea pertinente y necesario.

Para verificar la autenticidad/calidad se pueden utilizar los métodos del anexo 2 por comparación con los que se producen para la fruta del mismo tipo y la misma región, permitiendo variaciones naturales, cambios estacionales y variaciones ocurridas por la elaboración y/ o procesamiento.

La verificación de la composición, calidad y autenticidad se sugiere se realice verificando en la planta de procesamiento según registros de insumos utilizados.

Los aditivos y coadyuvantes de elaboración permitidos serán los indicados por la autoridad sanitaria nacional competente o la Norma General del Codex para los aditivos alimentarios.

#### **c. Requisitos**

El jugo, el puré y el néctar deben estar libres de olores o sabores extraños u objetables. El néctar de fruta debe tener un PH menor de 4.5 y su contenido de sólidos solubles deberá ser mayor o igual al 20% m/m de los sólidos solubles contenidos en el jugo original. Para los néctares de frutas de alta acidez, el contenido de jugo o puré deberá ser suficiente para alcanzar una acidez natural mínima de 0.4%, expresada en su equivalente a ácido cítrico.

El muestreo debe realizarse de acuerdo a la norma ISO 3951-1. Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados, se rechazará el lote.

#### **d. Rotulado**

Deberá cumplir la NTP 209.038, la NTP 209.651 (Etiquetado, uso de declaraciones de propiedades nutricionales y saludables) y la NTP 209.652

(Alimentos envasados. Etiquetado nutricional (CAC/GL 23-1997). Los néctares que utilicen en su formulación sustancias aromáticas idénticas a las naturales, artificiales o una mezcla de ella deberá declararlo en el rótulo, de acuerdo a lo especificado en la primera NTP.

La NTP 209.038 resalta para néctares y purés de papaya lo siguiente:

- Usar envases nuevos, que mantengan la frescura del producto y lo protejan en condiciones normales de manipuleo.
- No aludir en la etiqueta a otros productos. Incluir el nombre del alimento y la lista de ingredientes por orden decreciente de peso en el momento de la fabricación.
- Indicar el agua añadida. Cuando se usen aditivos, emplear los nombres genéricos, el contenido neto y el peso escurrido.
- Usar el sistema legal de medidas del Perú, en volumen para líquidos, en peso para sólidos y en peso o volumen para alimentos semisólidos.
- Como envase debe llevar marcada en forma indeleble la identificación de la fábrica productora y el lote, y la fecha de duración mínima; el nombre y dirección del productor, envasador, distribuidor y vendedor y el país de origen.
- También se indicará cualquier condición especial que se requiera para la conservación del alimento, si de su cumplimiento depende la validez de la fecha, y las instrucciones necesarias sobre el modo de empleo, el registro industrial, la autorización sanitaria y cualquier otro dato que la ley solicite.

### **2.1.3 JUGOS, PULPAS y NÉCTARES DE PAPAYA**

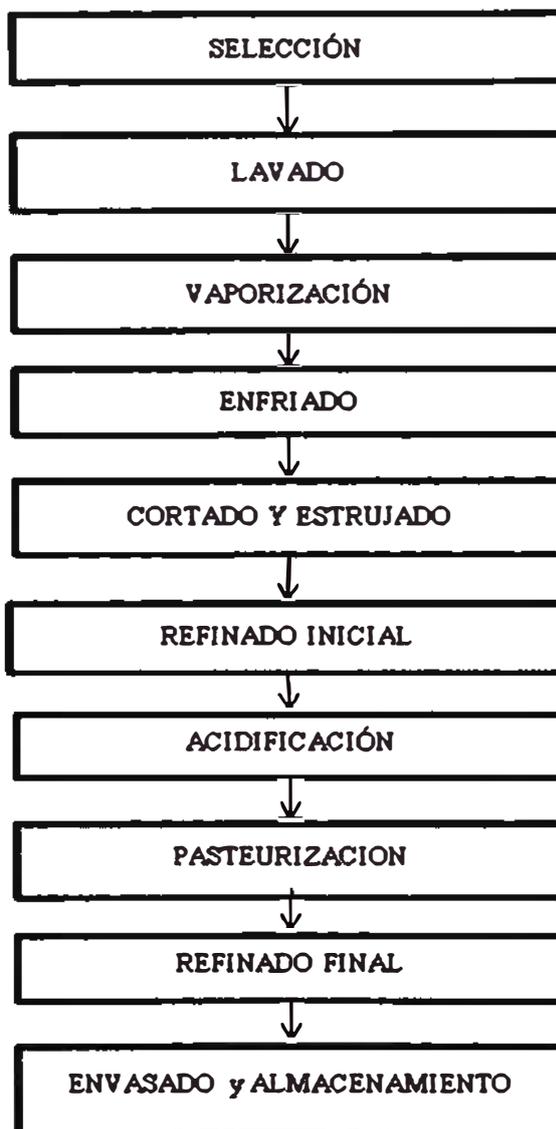
#### **2.1.3.1 PROCESAMIENTO DEL JUGO, PULPA y NÉCTAR**

La calidad del producto final, en este caso la pulpa, está en función de la materia prima, por lo que debe partirse siempre de frutas muy maduras. Sería deseable que la fábrica estuviera lo más cerca posible de la plantación, ya que la frescura de la fruta es un factor importante para la calidad del producto final; de igual manera un transporte inadecuado ocasionaría una disminución de la calidad del zumo a

extraer. Deben examinarse los grados Brix y el peso de la fruta, así como la ausencia de daños y contaminaciones. (Montaña, 2006).

En el cuadro 4 se muestra el diagrama de proceso de la pulpa de papaya que consta de las siguientes etapas:

**CUADRO 4: Proceso de elaboración de pulpa de papaya**



Fuente: Elaboración propia basado en Yabar, 1987

#### **a. Selección**

En esta etapa se elimina toda aquella materia prima con visible deterioro o contaminada por crecimiento de moho o por un proceso fermentativo, que disminuye su valor organoléptico. También se separan las frutas magulladas, inmaduras. Se busca obtener papayas uniformes, sanas, maduras y por lo tanto

aptas para ser procesadas y obtener un producto de buena calidad. En la industria se utilizan fajas o cintas seleccionadores que permiten entresacar la fruta.

#### **b. Lavado**

En esta etapa se separan los contaminantes adheridos a la piel, látex exudado y la microflora superficial tales como tierra, polvo, arena e impurezas. Su eficiencia está en función de la técnica utilizada y de los factores de contaminación. Estos factores pueden ser: el grado de contaminación inicial de la fruta, la densidad de la microflora en la superficie de la fruta, la cantidad de látex exudado, el grado de madurez óptima y el tamaño y forma de la fruta.

Se recomienda el uso de agua clorinada con 15 ppm de Cloro activo por espacio de 5 minutos ( IIT, Colombia) ó de 7 a 10 ppm de cloro libre, combinando el lavado por inmersión-aspersión ( ITA, Brasil) ó hasta 50 ppm de cloro libre ( IMIT, México). (Yabar, 1987).

Los tipos de lavado usados en la industria son los siguientes:

- **Lavado por Inmersión**, donde las frutas son sumergidas en tanques de lavado, no muy profundos para ablandarlas o remojar ciertas sustancias pegajosas y duras.
- **Lavado por Agitación** (ver figura 9), donde las frutas son sometidas a una corriente de agua que va agitándolas. El movimiento se produce aplicando aire comprimido y agitadores mecánicos. Este proceso aumenta el efecto de limpieza y renovación de contaminantes.

**FIGURA 9: Etapa del Lavado por agitación**



- **Lavado por Aspersión**, es el más utilizado donde el agua llega a las frutas con una cierta presión en forma de lluvia fina por toda la superficie de las frutas.

#### **c. Vaporización**

Las papayas son expuestas al vapor por 2 a 3 minutos, para conseguir los siguientes efectos:

- Coagular el látex de la cáscara para impedir su exudación cuando el fruto es cortado en tajadas.
- Inactivar las enzimas de la cáscara, principalmente la catalasa que produce oscurecimiento de la pulpa en presencia de oxígeno.
- Ablandar la parte externa del fruto en 3 a 4 milímetros. Asimismo, el efecto del vapor, permite aumentar la producción del puré de 4 a 10%, debido a que el dispositivo que estruja y raspa actúa con mayor eficiencia.

#### **d. Enfriado**

En esta etapa las papayas son enfriadas con el fin de disminuir la temperatura en la superficie del fruto, y evitar toda elevación posterior. La temperatura es un factor que debe ser controlado para evitar deterioros enzimáticos y químicos durante el proceso.

#### **e. Cortado y estrujado**

Las papayas enfriadas son enviadas a unas hojas rotatorias para ser convertidas en tajadas. Luego del cortado de las papayas en trozos, las cáscaras son eliminadas por medio de un equipo separador. Se agrega luego una solución estándar de ácido cítrico al 50% en una cantidad equivalente de más o menos 1% de ácido cítrico en la pulpa. La acidificación de esta primera etapa es crítica para la inhibición de la gelificación y de la actividad microbiana. (Yabar, 1986).

#### **f. Refinado Inicial**

En esta etapa la cáscara y semillas son separadas obteniéndose una pulpa de sabor deseable. Se trituran en piezas de tamaño suficientemente pequeño como para que puedan procesarse en un finalizador de paletas, que separa las semillas y la piel del resto de la papaya (Arthey, 1996). Esta operación debe realizarse con la mayor

rapidez y perfección posibles, con el fin de evitar la acción enzimática y la contaminación microbiana.

#### **g. Acidificación**

En esta etapa se busca disminuir el PH natural de la papaya (5.0 a 5.5) a valores entre 3.3 a 3.5, mediante la adición de una solución estándar de ácido cítrico al 50%. El efecto radica en:

- Impedir la gelificación inhibiendo la actividad de la enzima pectina-estearasa.
- Bajar el rango de pH para inhibir un amplio espectro microbiano.
- Prevenir el desarrollo de malos olores y sabores.

Algunos fabricantes norteamericanos conservan la pulpa sin acidificar, a congelación. Es un método relativamente caro, pero necesario si el consumidor exige una pulpa no acidificada. La alternativa es un tratamiento térmico suficiente para reducir a límites estadísticamente despreciables la posibilidad de un brote de botulismo, pero un tratamiento térmico de esta naturaleza dañaría la pulpa en exceso y le haría perder su delicado sabor. (Arthey, 1996).

#### **h. Pasteurización**

La pasteurización consiste en el calentamiento de la pulpa a niveles de temperatura entre 60 a 100°C, por un tiempo variable según las características del producto. El efecto de la pasteurización se basa en tres factores: temperatura, PH de la pulpa y tiempo de tratamiento térmico (Sevilla, 1978), La temperatura se determina en base a la destrucción de la enzima responsable del deterioro. Para la pulpa de papaya es el tratamiento térmico más indicado donde la temperatura se eleva hasta 96°C por dos minutos y se enfría rápidamente hasta 30 °C para evitar los cambios en el aroma.

Los objetivos de esta etapa son los siguientes:

- Inactivar la enzima pectina-estearasa la cual actúa sobre la pectina de la papaya la hace reaccionar para formar pectinas de bajo grado de metoxilo; al mismo tiempo se produce la gelificación de la pulpa, manifestada en el aumento de su consistencia o espesor y el desarrollo de olores desagradables que disminuyen su calidad.

- Destruir los microorganismos que producen alteraciones, mohos, levaduras y algunas bacterias.

**i. Refinado Final**

Se refina o tamiza en una malla de 0.020 pulgadas de diámetro, obteniéndose un puré fino, suave y de consistencia fluida. Aquí se eliminan las partículas gruesas y residuos de semillas que todavía permanecen en la pulpa (Yabar, 1986).

Esta operación debe realizarse evitando airear excesivamente el zumo, para evitar alteraciones. Si los procesos de tamizado se realizan en caliente, se aumenta el rendimiento al mismo tiempo que se disminuye la carga microbiana e induce a la coagulación de sustancias proteicas especialmente indeseables (Montaña, 2006).

**j. Envasado y almacenamiento**

La práctica común consiste en almacenar grandes volúmenes de zumos y pulpas, obtenidos a lo largo de la campaña de producción, en forma de semi elaborados, bajo condiciones que lo protejan contra las alteraciones enzimáticas, microbianas y químicas, para proceder a su elaboración y envasado final.

Se distinguen dos modalidades de conservación que requieren de tecnologías bien diferenciadas: la pre-conservación masiva y el acondicionamiento en pequeños envases con destino al consumidor.

Se puede almacenar para ser comercializada de tres formas: pulpa congelada, pulpa enlatada y pulpa conservada con aditivos químicos (ver anexo 4).

**. FIGURA 10: Pulpa de papaya en bolsa**



- **Pulpa congelada**, el puré obtenido se envasa en tanques de acero inoxidable de gran capacidad, luego de la pasteurización para ser congelado y conservado por un tiempo prolongado en función del uso que le vayan a dar (Montaña 2006). También puede ser congelado en envases comerciales como latas, bolsas de polietileno (ver figura 10) y cajas de fibra. (Sevilla, 1978).
- **Pulpa enlatada**, el puré debe ser enlatado y luego esterilizado de 100 a 110°C por 10 a 15 minutos. (Sevilla, 1978). En algunos países, la papaya es relativamente rica en nitratos, que corroen los envases de hojalata muy deprisa y abrevian innecesariamente la vida útil del producto. (Arthey, 1996).
- **Pulpa conversada con aditivos químicos**, Se puede realizar un envasado aséptico. Los más utilizados son la adición de anhídrido sulfuroso, benzoato de sodio, dióxido de azufre y sulfitos y sorbato de potasio. (Yabar, 1986).

En el cuadro 5 se muestra el diagrama de proceso de la jugo o zumo de papaya según (en función a Montaña, 2006) y se debe considerar las siguientes etapas u operaciones después de la etapa de estrujado del procesamiento de la pulpa a que dan al producto sus características definitivas al eliminar los elementos indeseables y asegurar su estabilidad física.

#### **a. Decantación**

La eliminación de la pulpa es un factor importante en la elaboración de zumos y concentrados, por lo que debe realizarse cuanto antes. El método más eficaz es un precalentamiento entre 60 a 65° C, seguido de centrifugación. Para la elaboración de zumos claros es necesario usar filtros especiales (tierra de diatomeas, filtros de membrana, entre otros).

#### **b. Centrifugación**

Se realiza en una centrifugadora para eliminar materias en suspensión.

#### **c. Clarificación**

Es una operación opcional, dependiendo de que se pretenda obtener, zumos turbios o clarificados. Se realiza especialmente para zumos de manzana y uva, ya que se comercializan transparentes. En los zumos opacos y néctares es necesario que el contenido en sustancias pécticas se mantenga; para ello hay que inactivar

los enzimas de la fruta, fundamentalmente mediante tratamientos térmicos. Esta inactivación está favorecida por los niveles bajos de PH y altos de sacarosa presentes en los zumos. Para obtener zumos filtrados claros se necesita la descomposición de la pectina, mediante procedimientos bioquímicos por adición de enzimas pécticas, seguida de una separación física (filtración o centrifugación). En todos estos procesos influye la temperatura de reacción, de forma que al aumentar se acelera la reacción enzimática de degradación de la pectina y se facilitan las operaciones de prensado, lo que se traduce en un zumo de color intenso y buen cuerpo. También puede utilizarse gelatina como coadyuvante de la clarificación en algunos tipos de zumos. Los zumos empleados para la producción de concentrados y su posterior reconstitución como zumos claros, no deben tener cantidad alguna de pectina, por ello hay que añadir mayor cantidad de enzima. Si la degradación enzimática es insuficiente, el resultado es un concentrado turbio e incluso con pérdida de utilidad para la reconstitución, por haberse formado una jalea. (Montaña, 2006). Si se desea obtener zumos claros, la clarificación se basa en facilitar la precipitación de partículas en suspensión; así para conseguir la agregación de proteínas se pueden aplicar los siguientes métodos:

- Calentamiento y enfriamiento rápido.
- Adición de polielectrolitos de carga negativa, como la bentonita.
- Para precipitar taninos se adiciona gelatina.
- Para degradar pectinas (en zumos claros) se adicionan mezclas: pectinesterasas y poligalacturonasas (obtenidas de mohos); así se consigue disminuir la viscosidad.

#### **d. Filtración**

Con esta operación se obtienen zumos brillantes (uva y manzana). La filtración se efectúa después de la clarificación. Para realizarla existen distintos tipos de filtración:

- Filtración a presión, mediante bastidores filtrantes para la obtención de jugos opacos.
- Filtración a vacío, filtración con placas, en la que el producto final presenta un aspecto brillante y claro. De un modo general, los zumos traslúcidos poseen

menos color, sabor y valor nutritivo que los zumos turbios, ya que los carotenoides, aceites esenciales y otros nutrientes, al estar unidos a partículas insolubles en suspensión, quedan adsorbidos por los coadyuvantes de filtración y clarificación vistos anteriormente.

**CUADRO 5: Proceso de elaboración de Jugo de Papaya**



Fuente: Elaboración propia

**e. Desaireación**

Se realiza pasando el zumo, en capa fina o ducha, por un recipiente bajo vacío; se produce así una breve ebullición por la que se elimina el gas disuelto. También se puede hacer por burbujeo de nitrógeno. Es necesario que el desaireador tenga incorporada una unidad de recuperación de aromas. Existe el inconveniente de que cuanto más pulpa contenga un zumo, más difícil será la desaireación, y es muy importante que no vuelva a entrar aire al producto desaireado. Si se va a realizar la concentración del zumo en evaporador a vacío no es necesario desairear. (Montaña, 2006)

**f. Pasteurización**

Utilizando técnicas similares a las indicadas en la elaboración de pulpa de papaya con el fin de evitar el desarrollo de microorganismos y la acción de las pectinerasas.

**g. Concentración**

Es muy importante para su posterior utilización como producto semi elaborado en la fabricación de zumos, néctares y otros derivados. Se realiza reduciendo el contenido acuoso para mejorar la estabilidad microbiológica. Los métodos más usados de concentración son: concentración por congelación, por evaporación o por ósmosis inversa.

Al realizarse por evaporación produce cambios en los constituyentes del zumo, debido a la dificultad de eliminar selectivamente el agua sin pérdida de compuestos volátiles aromáticos y por las posibles alteraciones térmicas al calentar el zumo a ebullición; por ello, la evaporación (de un 80 % del agua del zumo) se realiza generalmente en condiciones de vacío; así, rebajándose la temperatura de ebullición se limitan las reacciones de alteración de los productos termolábiles. A bajas temperaturas no provoca prácticamente pardeamiento no enzimático y no afecta a la degradación de los compuestos termolábiles (sustancias aromáticas, vitaminas). También existen evaporadores dotados de una unidad de recuperación de aromas que le son incorporados posteriormente al concentrado. (Montaña, 2006).

#### **h. Envasado y almacenamiento**

Se realiza en forma masiva para ser usado en preparación definitiva a medida de las exigencias del mercado (ver figura 11).

**FIGURA 11: Jugo de papaya envasado**



En el cuadro 6 se observa el proceso de elaboración del néctar de papaya cuyo insumo es la pulpa o puré de papaya para lo cual debe pasar a la etapa de formulación antes de la pasteurización. Para la elaboración del néctar, se recomienda emplear pulpas de frutas recién procesadas o las que posean el menor tiempo de almacenamiento, ya que sus características sensoriales y nutricionales disminuyen lenta pero continuamente. (DNSAV, 2006).

#### **a. Formulación**

En la formulación se debe tener en cuenta que el porcentaje mínimo de sólidos solubles debe ser de 1.4% si se utiliza un 20% de puré y/o jugo en el néctar de papaya, 0.7% si se utilizar un 10% de puré y/o jugo en el néctar de papaya (ver anexo 1).

#### **b. Envasado**

Los envases deben ser llenados en caliente en latas o contenedores metálicos. A nivel comercial para el consumidor deben tener las características indicadas en las normas relacionadas (ver figura 12).

**CUADRO 6: Proceso de elaboración de néctar de papaya**

Fuente: elaboración propia

**FIGURA 12: Néctar de papaya envasado**

### **2.1.3.2 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA PULPA**

La papaya, se cataloga como productos alimenticio perecedero, puesto que se deteriora rápidamente a causa de factores como la actividad enzimática, la acción de microorganismos (principalmente mohos y levaduras) y las condiciones climáticas (temperatura y humedad) a la cuales se exponen, produciendo pérdidas económicas de consideración. (Arthey, 1996).

La utilización de una materia prima de baja calidad así como la mala aplicación de cualquiera de las fases de elaboración de los zumos, néctares y concentrados de frutas, y su posterior almacenamiento, pueden ser fuente de importantes alteraciones del producto final, disminuyendo su calidad o incluso haciendo que sea inaceptable para el consumidor.

Las alteraciones más importantes son: cambios en los caracteres organolépticos y alteraciones del valor nutritivo.

#### **a. Cambios en los caracteres organolépticos**

Los cambios en los caracteres organolépticos más frecuentes en zumos y néctares de frutas son los siguientes: de textura, la insolubilización; del olor y sabor; del color, oscurecimiento o decoloración. El color es una de las características más significativas de los derivados de frutas ya que es lo primero que perciben los consumidores; está fuertemente ligado a la maduración, presencia de impurezas, tratamiento tecnológico, almacenamiento, presencia de microorganismos y otros. Para obtener un derivado con un color aceptable es necesario partir de frutas con una pigmentación óptima y evitar la degradación de pigmentos durante la recolección, elaboración y almacenamiento del producto. Los pigmentos mayoritarios de las frutas son: clorofilas, carotenos (liposolubles) y antocianos (solubles en agua). La aplicación de calor a las frutas causa la transformación de clorofilas en feofitinas, carotenoides en epóxidos y la degradación de los antocianos. (Montaña, 2006).

#### **b. Alteraciones en el valor nutritivo**

Los mecanismos implicados en las variaciones nutritivas de zumos y concentrados de frutas pueden afectar además a los caracteres organolépticos y son:

- **Degradaciones físico químicas**

Pardeamientos, oxidación del ácido ascórbico, degradación de nutrientes.

- **Alteraciones biológicas**

Por la acción de microorganismos. Las bacterias son una de las principales causas de alteración de los zumos de frutas, especialmente las bacterias ácido resistentes: lácticas, acéticas y butíricas; el calentamiento de los zumos destruye la mayoría de las bacterias, excepto las especies termorresistentes. Se puede aumentar la efectividad del tratamiento térmico con aditivos químicos (ver anexo 4).

La degradación química del zumo durante su elaboración, se debe a un proceso de despectinización (eliminación de pectinas mediante la adición de enzimas), una clarificación y finalmente una concentración; estas tres etapas se ven favorecidas por un aumento de temperatura, pero también pueden producirse efectos no deseables en el producto final, tales como pérdida de componentes volátiles, destrucción de la vitamina A y aminoácidos, hidrólisis de hidratos de carbono, aparición de olores y sabores indeseables y reacciones de pardeamiento, siendo éste último el problema más importante que presentan muchos concentrados de frutas (como la papaya), ya que implica la aparición de aromas indeseables, pérdida de nutrientes y formación de pigmentos pardos.

Los mecanismos de pardeamiento ocurridos en zumos, néctares y concentrados de frutas pueden ser los siguientes:

- **Pardeamiento enzimático**

Consiste en una serie de reacciones de hidroxilación-oxidación. Los sustratos son fundamentalmente compuestos fenólicos dando como resultado la formación de pigmentos coloreados pardos. Esta reacción está catalizada por la polifenol oxidasa (PPO) que cataliza la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas, que se polimerizan formando pigmentos coloreados pardos.

- **Pardeamiento no enzimático**

Causado por distintas reacciones puede ser de tres tipos:

- ✓ Reacción de Maillard; provoca el oscurecimiento de los concentrados de frutas. Esta reacción se ve favorecida por la presencia de ácidos,

compuestos amino y altas temperaturas como las alcanzadas en los procesos de concentración de los zumos de frutas.

- ✓ Reacción de caramelización; cuando los compuestos polihidroxiados se calientan a altas temperaturas, sin participación de aminoácidos ni cualquier otro compuesto con grupos amino.
- ✓ Reacción de oxidación, especialmente del ácido ascórbico y polifenol que favorece el pardeamiento al desaparecer este ácido. El ácido ascórbico presente en el zumo puede degradarse por dos vías: aeróbica: por el oxígeno presente en el zumo o por descomposición anaeróbica dependiendo de la temperatura. Se ha visto que para zumos de igual contenido en grados °Brix la reacción aumenta al aumentar la temperatura y que para igualdad de temperatura, el pardeamiento aumenta al aumentar los grados °Brix del producto; la reacción también está influida por la actividad de agua, y al aumentar ésta aumenta el pardeamiento. Iguales consideraciones se han realizado respecto a la temperatura de almacenamiento, obteniéndose los mismos resultados: al aumentar la temperatura se favorecen las reacciones de pardeamiento.

En la fase de reconstitución del concentrado mediante la adición de agua, la calidad de ésta debe ser vigilada, pues de lo contrario sería una fuente de alteraciones, ya que los metales que contenga pueden catalizar la degradación del ácido ascórbico, así como una elevada alcalinidad neutralizaría la acidez del zumo ocasionando la alteración de sus caracteres organolépticos. Además de las causas anteriormente mencionadas, las condiciones y tiempo de almacenamiento pueden ser motivo de importantes alteraciones en los zumos, néctares y concentrados de frutas como los de papaya.

En el caso de los néctares y concentrados envasados en latas o contenedores metálicos, la temperatura de almacenamiento y el tipo de envase metálico utilizado pueden afectar a la estabilidad del producto, ceder metales, producir o acelerar la degradación del ácido ascórbico e hidrólisis ácida de la sacarosa, pudiendo ocasionar reacciones de pardeamiento.

En cualquier caso un almacenamiento inadecuado o prolongado puede ser causa de alteraciones en la composición química del producto como: producción de CO<sub>2</sub>, degradación del ácido ascórbico, aumento del contenido en azúcares reductores por inversión de la sacarosa, disminución del contenido en aminoácidos libres, aumento del contenido en furfurool e hidroximetilfurfurool como productos de degradación, disminución del contenido en ácidos orgánicos, aumento de la presencia de compuestos fenólicos entre otros.

### **2.1.3.3 ALCANCES**

La pulpa de papaya conservada con aditivos químicos, puede ser utilizada como materia prima para la fabricación, principalmente, de productos azucarados o en su defecto ser exportadas a países que lo demandan. Si la pulpa de papaya se trata con pectinesterasa, se obtiene mediante una centrífuga de decantación una parte sólida y un suero. El suero puede pasteurizarse, tras su acidificación, y concentrarse, pero no tiene el atractivo de la pulpa (Arthey, 1996).

El extracto de la pulpa, tiene una gran utilidad en la industria farmacéutica y cosméticas, dado el efecto lubricado y sus propiedades estimulantes, hidratantes y regenerativas por su importante contenido de caroteno (COFUPRO, 2003).

En el caso que el néctar sea elaborado con dos o más frutas, el porcentaje de sólidos solubles de fruta estará determinado por el promedio de los sólidos solubles aportados por las frutas constituyentes. La fruta predominante será la que más sólidos solubles aporte a la formulación del néctar. Además de las pulpas y edulcorantes, los néctares poseen agua que también debe reunir ciertas condiciones. El agua empleada debe ser potable, es decir que su composición química como microbiológica no afecte la calidad del néctar ni la salud del consumidor. Los otros ingredientes que permiten ajustar sus características sensoriales, fisicoquímicas y estabilidad al deterioro deben ser de grado alimenticio y ser agregadas en las cantidades adecuadas a lo expresado en la resolución correspondiente.

En épocas recientes existe la tendencia a preparar néctares mezclados con dos o más pulpas o jugos de frutas. Las razones de elaborar estas mezclas es la variedad de sabores que aportan a la ya amplia lista de néctares de frutas tropicales y subtropicales. De otra parte está en auge el consumo de alimentos con alto contenido de nutrientes naturales y las frutas son una buena fuente de vitaminas, minerales, sales y ácidos orgánicos, enzimas, aminoácidos, pigmentos, pocas grasas y agua. En el amplio grupo de frutas las hay con todo tipo de características sensoriales, muy ácidas como el maracuyá, la mora, los cítricos, el tamarindo, el lulo y la uchuva y en el otro extremo existen frutas de baja acidez como la papaya, banano, mango, melón, guayaba, etc. Algunos criterios para preparar estas mezclas son los de combinar frutas ácidas con frutas de baja acidez; o se busca mezclar frutas que posean color parecido y otros compuestos que aportan al sabor y aroma similares o por lo menos que de su mezcla no resulte un color, aroma o sabor desagradables. Hace unos años se volvió común encontrar en los mercados americanos néctares formulados con mezcla de dos o más frutas, en donde se resaltaba el alto aporte nutricional en vitaminas y minerales de un grupo de frutas en un solo producto. Entre las mezclas más frecuentes se hallan las de maracuyá-papaya, maracuyá-mango, naranja-mango, naranja-zanahoria y otras menos comunes que comienzan a salir al mercado. A partir de ciertas mezclas se generan ciertos sabores que permiten adivinar las frutas que lo componen o en otros casos se originan productos de aromas y sabores de frutas nuevos que no hacen parte de la mezcla. (DNSAV, 2006).

## **2.2 MERMELADAS**

### **2.2.1 CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS**

Se define mermelada de frutas al producto de consistencia pastosa o gelatinosa, obtenida por cocción y concentración de frutas sanas, limpias y adecuadamente preparadas, con adición de edulcorantes naturales y aditivos permitidos, con o sin adición de agua. La consistencia está dada por la uniformidad en que están dispersos la fruta entera, los trozos, tiras o partículas finas de la misma. El color

debe ser brillante casi uniforme a través de todo el producto y dependiendo de la fruta o frutas empleadas en la preparación. (INDECOPI, 1991).

## 2.2.2 NORMAS RELACIONADAS

En el Perú para la elaboración de mermeladas de frutas se debe tomar en cuenta la norma técnica peruana NTP 203.047 (1991) elaborada por INDECOPI con respecto a la clasificación, composición, requisitos y criterios de calidad para su consumo.

### a. Clasificación de mermeladas

Las mermeladas se clasifican por tipos, por clases o por grados de calidad.

- Clasificación por tipos
  - ✓ Mermelada tipo I, la preparada con frutas de una sola especie.
  - ✓ Mermelada tipo II, la preparada con una mezcla de dos o más frutas diferentes.
- Clasificación por clases
  - ✓ Mermelada clase 1, la que contiene fruta entera, en trozos o tiras grandes.
  - ✓ Mermelada clase 2, la que contiene fruta desmenuzada o en forma de partículas finas.
- Clasificación por grados de calidad

**Cuadro 7: Valores mínimos permitidos por factor**

FACTOR	GRADO A MÍNIMO	GRADO B MÍNIMO
Consistencia	17	14
Color	17	14
Ausencia de defectos	17	14
Sabor y aroma	34	28
<b>Puntaje Total</b>	<b>85</b>	<b>70</b>

Fuente, NTP 203.047, 1991

El grado de calidad: se mide en función de la consistencia, el color, la ausencia de defectos y el sabor y aroma de la fruta empleada para lo cual debe emplearse los valores del cuadro 7 de valores mínimos permitidos para cada factor según su grado de calidad y el cuadro 8 de calificación de factores y rango de puntaje según el factor.

**Cuadro 8: Calificación de factores de calidad**

FACTOR	CALIFICACIÓN	PUNTAJE
CONSISTENCIA	Buena	17 – 20
	Aceptablemente buena	14 – 16
COLOR	Bueno	17 – 20
	Aceptablemente bueno	14 – 16
AUSENCIA DE DEFECTOS	Libre o prácticamente libre	17 – 20
	Razonablemente libre	14 – 16
SABOR Y AROMA	Buenos	34 – 40
	Aceptablemente buenos	28 – 33

Fuente, NTP 203.047, 1991

- ✓ Mermelada grado A o extra, la que obtiene un puntaje total igual o mayor a 85 puntos según cuadro 8 y ningún factor individual puede ser menor al valor por factor del cuadro 7.
- ✓ Mermelada grado B, la que obtiene un puntaje total igual o mayor a 70 puntos según cuadro 8 y ningún factor individual puede ser menor al valor por factor del cuadro 7.

#### b. Requisitos

Para la elaboración de mermeladas se deben tener en cuenta los requisitos especificados del tipo físico-químicos tales como 65% como mínimo de sólidos solubles y un PH entre 3 a 3.8; se permite además un máximo de contaminantes en ppm de Arsénico (1), Plomo (1), Cobre (5), y Estaño (250).

**Cuadro 9: Dosis máxima de aditivos**

ADITIVO	DOSIS MÁXIMA
<b>Conservadores</b>	
Acido benzoico o benzoato de sodio	0.10%
Acido sórbico o sorbato de sodio o de potasio	0.125%
Anhidrido sulfuroso libre	40 mg/kg (ppm)
<b>Antioxidantes</b>	
Ácido ascórbico	0.50%
<b>Sustancias amortiguadoras</b>	
Citrato de sodio	0.2% solos o mezclados
Tartrato de sodio y potasio	

Fuente, NTP 203.047, 1991

Mediante observación microscópica debe tener ausencia de parásitos y/o sus restos, huevos y quistes.

Se permite en dosis máxima el uso de conservadores, antioxidantes y sustancias amortiguadoras según cuadro 9.

**c. Envase**

Deben ser de materiales que no reaccionen con el producto, no se disuelvan en él, alterando las características organolépticas o produciendo sustancias tóxicas. Su uso deberá ser aprobado por la autoridad sanitaria competente.

**d. Rotulado**

Deberá cumplir la NTP 209.038 que para mermeladas de frutas resalta lo siguiente:

- En caso de una mermelada mixta, indicar la proporción utilizada entre cada una de las frutas utilizadas.
- Debe indicar además el tipo, clase y grado que le corresponde según la norma sobre mermeladas. También debe indicar los aditivos.
- Debe indicar también el número de identificación del lote de fabricación en clave en un lugar apropiado del envase.
- Debe emplearse la siguiente frase: “coloreado artificialmente”, si éste fuera el caso. En caso de haber agregado indicar jarabe de glucosa.

Para la elaboración de mermeladas de papaya se debe tomar en cuenta la norma anteriormente mencionada y la NTP 203.017 (1971) donde especifica que la mermelada de papaya solo pertenece a la clase 2 y con un grado de calidad A o extra, ó B (ver 2.3.2).

**a. Requisitos**

Los requisitos son similares a otras mermeladas a excepción de su preparación que debe ser con una mezcla de no menos de 45 ppm por cada 55 partes en peso de los edulcorantes que pueden ser usados tales como azúcar invertida o dextrosa en forma aislada o mezclada, jarabe de glucosa con no más de 25% de sólidos edulcorantes secos contenidos en la mermelada que provengan de los sólidos secos contenidos en el jarabe de glucosa. No podrán adicionarse colorantes, ni aromatizantes pero si vitaminas para enriquecimiento.

El factor de calidad debe ser de 100 y el número máximo para cada factor es: consistencia (20), color (20), ausencia de defectos (20), sabor y aroma (40).

Los límites máximos de defectos tolerados para los dos grados de calidad de mermelada de papaya serán los indicados en el cuadro 10.

**Cuadro 10: Tolerancia de defectos**

GRADOS DE CALIDAD	DEFECTOS	
	CÁSCARA	FRUTA MACHACADA POCO DESARROLLADA o DAÑADA EN ALGUNA OTRA FORMA
A o extra	en 250 gr. 3	en 250 gr. 2
B	en 250 gr. 6	en 250 gr. 4

### 2.2.3 MERMELADA DE PAPAYA

#### 2.2.3.1 PROCESAMIENTO DE LA MERMELADA DE PAPAYA

Generalmente se elabora luego de la obtención de la pulpa de papaya. Lo que se busca es extraer la pectina de la fruta y debe hacerse con frutos no muy maduros. Se basan en el principio de conservación por azucaramiento. Su elaboración en muchos casos es combinada con alguna otra fruta (naranja, piña, mango entre otras) para mejorar en sabor y presentación.

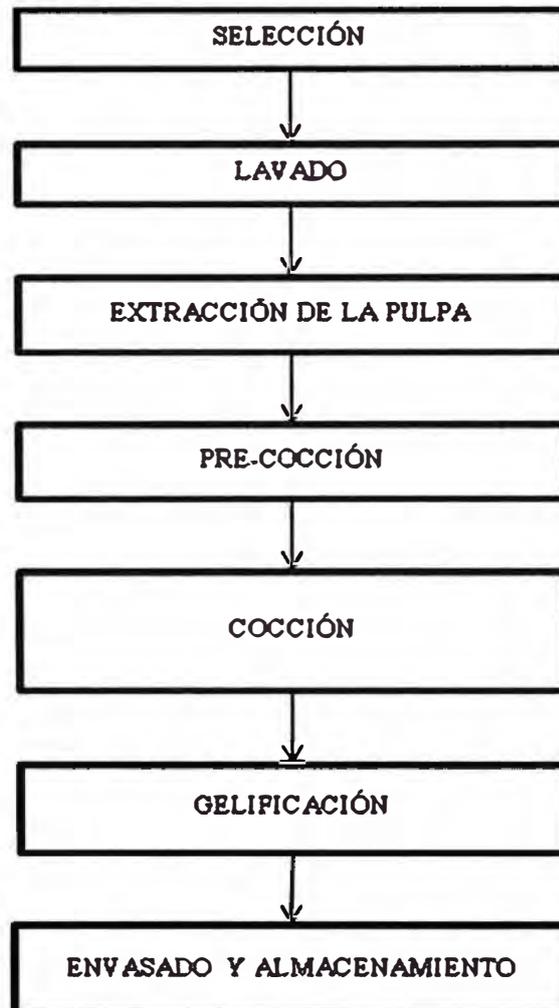
**FIGURA 13: Mermelada de papaya**



En el cuadro 11 se puede observar el proceso de elaboración de la mermelada de papaya. Las etapas iniciales son similares a las del proceso de extracción de la

pulpa; las más importante para la elaboración de la mermelada son las etapas de cocción y la de gelificación.

**CUADRO 11: Proceso de elaboración de mermelada de papaya**



Fuente: elaboración propia

#### **a. Cocción**

Donde se ablanda los tejidos de la fruta a fin de hacerla capaz de absorber el azúcar. Elimina los posibles restos de productos químicos usados para la conservación de la pulpa como el dióxido de azufre. Elimina por evaporación el agua necesaria hasta alcanzar un contenido de sólidos solubles deseados. Es fundamental en la eliminación de microorganismos presentes en la fruta. Produce la asociación íntima de los componentes. Transforma parte de la sacarosa en azúcar invertido lo que previene la cristalización de la sacarosa lo que puede hacer perder algo de valor alimenticio. La dosificación de los ingredientes depende del

contenido de fruta y sólidos solubles en el producto final, del poder gelificante o gradación de la pectina, del PH de la fruta y del PH óptimo de gelificación de la pectina. La frutas deben seleccionarse adecuando punto de maduración, ni verdes, porque todavía no se han desarrollado adecuadamente las pectinas y demás sustancias, ni sobre maduras. (Martínez, 2005).

### **b. Gelificación**

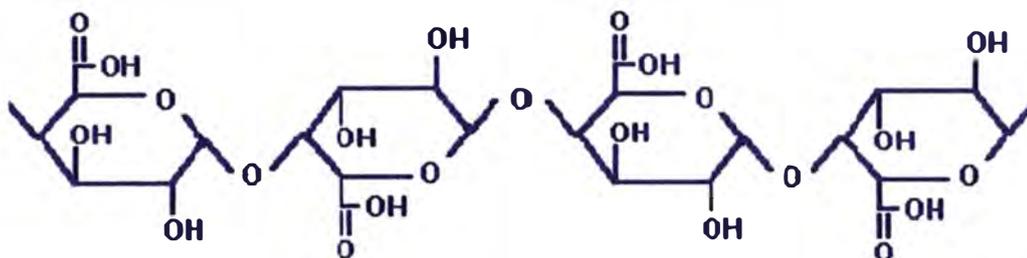
El proceso de elaboración de mermeladas está basado en la formación de geles donde la pectina, ácido, azúcar y agua son los responsables de su formación. La pectina es el agente gelificante, y el azúcar y el ácido son los agentes que ocasionan la transformación, mientras que el agua es el solvente.

La pectina es un polímero natural, hidrocoloide reversible del tipo liofilico, es decir que puede ser disuelta en agua, precipitada, secada y redisuelta sin variar sus propiedades. En solución acuosa tienen propiedades espesantes, estabilizantes y gelificantes. Son insolubles en alcoholes y disolventes orgánicos y son parcialmente solubles en jarabes ricos en azúcares. La solubilidad de las pectinas depende del pH y del grado de esterificación de ella misma. Pueden proceder de la propia fruta o añadirse. (Martínez, 2005)

Los tipos de pectina comerciales son las siguientes:

- Ácido poligalacturónico, totalmente metoxilado
- Pectinas de gelificación rápida (70% metoxilación), forman geles al adicionar ácidos ó azúcares a un PH de 3 a 3.4 y temperaturas altas.
- Pectinas de gelificación lenta (50 a 70% metoxilación) , forman geles a un pH de 2.8 a 3.2 y a temperaturas bajas.
- Pectinas de bajo contenido de metoxilos, (menor a 50% metoxilación) no forman gelatina con azúcar y ácido, pero gelifican en presencia de iones cálcicos y otros cationes polivalentes.

La estructura de la pectina (ver figura 14) es la siguiente:

**FIGURA 14: Estructura de la pectina**

El azúcar: de su calidad y cantidad depende la calidad de la mermelada.

- **Azúcar invertido**, durante la cocción el azúcar añadido sufre un cambio químico que consiste en su conversión a dos azúcares reductores la dextrosa y la levulosa cuando hierve en medio ácido (Sevilla, 1978). el grado de inversión está influenciado por: la concentración de hidrogeniones o PH de la mezcla, la temperatura de cocción y el tiempo de cocción.

El ácido es indispensable para la inversión del azúcar y la formación de geles.

Los otros ingredientes son los conservadores químicos y algunos colorantes. De los recomendados se encuentran el benzoato de sodio, el ácido sórbico y el sorbato de potasio. Si la mermelada es elaborada con fruta fresca y poco tiempo de cocción no necesitará la adición de colorantes. Los colorantes deben ser intensos, solubles en agua, resistentes a la acción de ácidos, fijos a la luz y tener estabilidad en el color. Se adicionan al final de la cocción.

### 2.2.3.2 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA MERMELADA

Los factores que afectan la calidad de la mermelada son los siguientes:

- **Gelificación defectuosa**, que puede deberse a:
  - Solubilización incompleta de la pectina, lo que se puede evitar mezclando pectina con sacarosa cristalina (agente dispersante).
  - Control inexacto de sólidos solubles y del PH del producto terminado.
  - Cocción excesivamente prolongada que provoca hidrólisis de la pectina y el producto tiene consistencia pastosa no gelificada.
  - Excesivo enfriamiento antes del envasado que provoca pre-gelificación por ende rotura del gel, causando además dificultades de funcionamiento de dosificadores en el envasado industrial

- **Sabor muy ácido de la mermelada**, debido a un exceso de ácido cítrico. Se sugiere utilizar el ácido tartárico (Martinez, 2005).
- **Cristalización**, por un grado de acidez extrema y depende de la inversión de la sacarosa, si es alta es completa, si no lo es se forman cristales de sacarosa. Se debe permitir una inversión parcial o agregar un porcentaje de glucosa (cuando la mermelada se elabora al vacío).
- **Sinérisis**, debido a un pH muy bajo (por alta acidez), envasado a temperatura inferior al punto de gelificación, agitación de los envases con el producto terminado durante la fase de enfriamiento que lleva a la rotura del gel.
- **Color alterado**, por la exposición prolongada al calor durante la concentración lo que lleva a la caramelización (oscurecimiento del producto). También cuando hay enfriamiento lento de los envases.
- **Fermentación y crecimiento de hongos**, que puede deberse a:
  - Bajo nivel de ° Brix finales
  - Muy alta humedad relativa en el sitio de almacenamiento, lo que hace que el producto absorba humedad permitiendo el desarrollo de microorganismos.

## **2.3 DESHIDRATADOS DE FRUTAS**

### **2.3.1 CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS**

Las frutas deshidratadas son aquellas a las que se les ha retirado parte de su agua de constitución. El proceso sigue varias fases. Primero se lavan, se pelan y se eliminan las partes no deseadas. A continuación se cortan en rodajas o cubos, se escaldan para inactivar los enzimas presentes y se desecan. La desecación tiene lugar a una temperatura de entre 55 y 60°C. Allí permanecen los alimentos hasta conseguir que tengan un contenido final de agua del cuatro al ocho por ciento. Una vez en casa, es necesario rehidratar estos productos antes de consumirlos. Los microorganismos necesitan agua para su desarrollo. Por ello la deshidratación del alimento disminuye la cantidad de agua disponible, con lo que la vida útil del producto aumenta (DISEBAS, 2003).

Desafortunadamente durante la deshidratación de las frutas ocurren cambios más o menos intensos que disminuyen en calidad y cantidad el contenido de nutrientes básicos para la dieta humana y cambian las características sensoriales de los productos. En un intento para evitar estos efectos se emplean aditivos que contrarrestan el desarrollo de microorganismos y previene o reponen los cambios ocasionados por los procesos aplicados. En la actualidad existe una amplia tendencia mundial por la investigación y desarrollo de técnicas de conservación de alimentos que permitan obtener productos de alta calidad nutricional, que sean muy similares en color, aroma y sabor a los alimentos frescos y que no contengan agentes químicos conservantes. Una de las técnicas usada con este fin es la deshidratación osmótica. (Cornejo, 2005).

**a. La ósmosis:**

Consiste en el flujo de un solvente (agua, en el caso de las frutas) desde una solución diluida contenida dentro de una membrana semipermeable hacia una solución más concentrada que rodea la membrana; este fenómeno depende de la existencia de una membrana que es selectiva en el sentido que el agua pueda pasar a través de ella mientras que los otros componentes de la solución no puedan hacerlo (o lo hacen muy lentamente). (Cornejo, 2005).

La aplicación del fenómeno de ósmosis en la deshidratación de frutas se puede lograr debido a que un buen número de frutas, como es el caso de la fresa, papaya, mango o melón entre otras, cuentan con los elementos necesarios para inducir la osmosis. Estos elementos corresponden a la pulpa, que en estas frutas consiste en una estructura celular más o menos rígida que actúa como membrana semipermeable. Detrás de estas membranas celulares se encuentran los jugos, que son soluciones diluidas, donde se hallan disueltos sólidos que oscilan entre el 5 a 18% de concentración. Si esta fruta, entera o en trozos, se sumerge en una solución o jarabe de azúcar de 70%, se tendría un sistema donde se presentaría el fenómeno de ósmosis. Los jugos en el interior de las células de la fruta están compuestos por sustancias disueltas en agua, como ácidos, pigmentos, azúcares, minerales, vitaminas, etc. Algunas de estas sustancias o compuestos de pequeño volumen, como el agua o ciertos ácidos, pueden salir con cierta facilidad a través

de orificios que presentan la membrana o pared celular, favorecidos por la presión osmótica que ejerce el jarabe de alta concentración donde se ha sumergido la fruta. La presión osmótica presente será mayor en la medida que sea mayor la diferencia de concentraciones entre el jarabe y el interior de los trozos de la fruta. El efecto de esta diferencia se ve reflejado en la rapidez con que es extraída el agua de la fruta hacia el jarabe. El valor de esta diferencia en el ejemplo anterior permite que los trozos de fruta se pierdan cerca del 40% del peso durante cerca de 4 horas de inmersión. (ICTA 2002).

La remoción de agua por deshidratación osmótica en materiales biológicos incluyendo frutas y vegetales ha incrementado su interés como alternativa potencial y operación complementaria a los procesos convencionales de secado, congelación entre otros, esto porque el proceso puede ser llevado a cabo a bajas temperaturas sin cambio de fase, resultando en productos de alta calidad y bajos costos de operación. (Ríos, 2005).

## **2.3.2 PAPAYA DESHIDRATADA**

### **2.3.2.1 PROCESAMIENTO DE PAPAYA DESHIDRATADA**

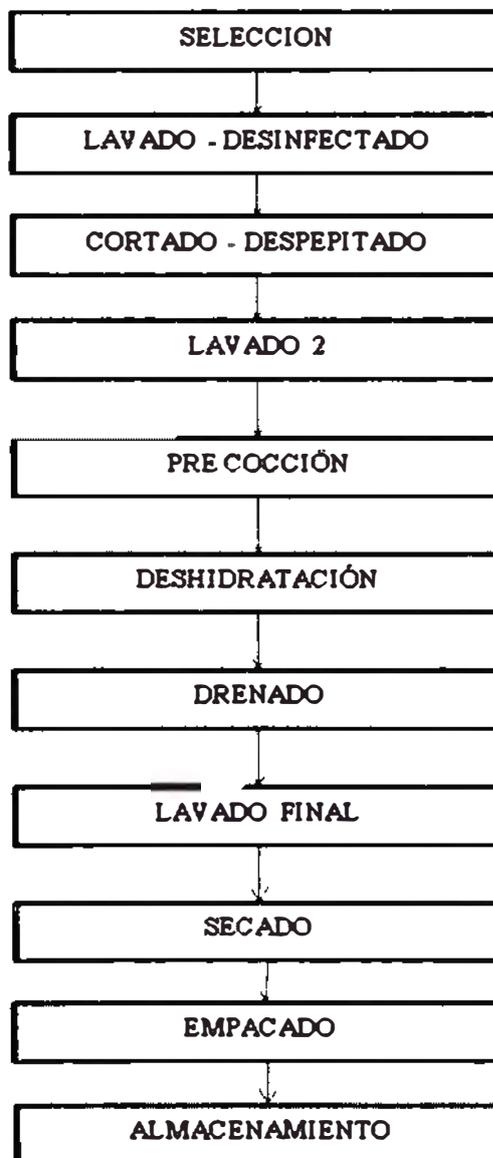
En el cuadro 11 se muestra el proceso de obtención de papaya deshidratadas con las siguientes etapas:

- a. Las etapas preliminares son la selección (utilizando papayas frescas), el pelado, el lavado inicial, cortado (en forma de cubos o láminas) y despepitado y el lavado final donde se eliminan los restos de cáscaras, se eliminan impurezas superficiales y remanentes de químicos aplicados.
- b. **La pre-cocción**, para aumentar la permeabilidad de las paredes celulares que favorezcan la posterior ósmosis.
- c. **La deshidratación**, donde se sumergen las papayas cortadas, tradicionalmente en jarabe de sacarosa. En la inmersión en jarabe, las papayas cortadas y precocidas se sumergen para lograr la deshidratación parcial de la fruta. (Cornejo, 2006). El agente osmodeshidratante debe ser un compuesto

compatible con las frutas como la sacarosa o jarabes concentrados como la miel de abejas o jarabes preparados a partir de azúcares. (ICTA, 2002).

- d. Se realizan luego las etapas de drenado y lavado final con la finalidad de separar el jarabe que se encuentra en la superficie de la fruta.
- e. **El secado**, con aire caliente por convección forzada. Luego el empaclado y el almacenamiento para su posterior uso (como insumo) o su comercialización.

**Cuadro 12: Proceso de obtención de papaya deshidratada**



Fuente: Cornejo, 2006

### 2.3.2.2 ALCANCES

El proceso de deshidratación osmótica está recibiendo mayor atención debido a la baja demanda del consumidor por productos procesados. Su uso en la industria alimentaria tiene varias ventajas, tales como: mejoramiento de la calidad en términos de sabor, color y textura, reducción de costos en el empaque, sin pre-tratamientos químicos, provee la estabilidad requerida del producto y la retención de nutrientes durante el almacenamiento. (Graciela, 2004).

La papaya es una de las frutas más adecuadas para ser ofrecidas al mercado como producto mínimamente procesado utilizando deshidratación osmótica.

Con la aplicación de métodos combinados de deshidratación osmótica (inmersión en jarabe de sacarosa al 57%), empaque en atmósferas modificadas y almacenamiento refrigerado (-10 °C) se ha logrado conservar la papaya en láminas hasta 28 días sin fermentación ni daño microbiológico. Si solo se combina con refrigeración hasta 21 días. (Zapata, 2004).

La fase de deshidratación o inmersión en jarabe es la más importante del proceso y generalmente se utiliza sacarosa.

Ríos M (2005), realizó una investigación donde el objetivo principal fue deshidratar osmóticamente frutos de papaya hawaiana fresca usando agentes osmodeshidratantes tales como: sacarosa, miel de abejas, crema de miel de abejas y miel de caña. El resultado fue que el de mayor poder osmótico fue la miel de abejas, ya que el porcentaje de disminución de peso de masa es más alto, y el de menor poder de deshidratación es la sacarosa. Con un nivel de confianza del 95 % concluyó que el efecto del agente osmodeshidratante sobre la humedad final es significativamente diferente para la deshidratación de papaya hawaiana en jarabe de sacarosa, miel caña, crema de miel de abejas y miel de abejas.

Chavarro-Castrillón (2006) realizó una investigación sobre deshidratación osmótica, utilizando papayas obtenidas en el raleo (papayas menos desarrolladas entresacadas de los árboles para beneficiar el crecimiento de las otras) que

generalmente se descartan versus las papayas desarrolladas con cierto grado de maduración. El resultado fue el que se puede ver en el cuadro 13, donde se observa que la mayor pérdida de agua y reducción de peso se da en la papaya de raleo, posiblemente debido a su alta porosidad. Esta papaya es potencialmente útil con una deshidratación osmótica para utilizarse como ingrediente en otro derivado o someterse a un secado térmico para consumo como snack.

**CUADRO 13: Resultados de la osmodeshidratación en la papaya**

CARACTERÍSTICAS	MADUREZ		
	RALEO	VERDE	PINTONA
Contenido de humedad	92.22	91.41	88.63
Sólidos Solubles (°Brix)	5.31	6.17	9.19
Fibra cruda	1.22	0.98	0.91
Acidez	0.11	0.14	0.14
Proteína	0.48	0.43	0.32
Densidad aparente (kg/m <sup>3</sup> )	0.93	0.93	0.94
Densidad real (Kg/m <sup>3</sup> )	1.04	1.03	1.03
Porosidad (%)	11.36	11.48	8.80
Índice de Madurez	48.3	44.1	65.6

Fuente: Elaboración propia basado en Chavarro-Castrillón (2006)

#### **a. Mercado**

Es importante resaltar la gran popularidad que está alcanzando el consumo de frutas deshidratadas en el mercado norteamericano, situación de la que no es ajena la papaya y que a manera de snacks (ver anexo 3), la figura 15 nos muestra la forma de snack, se presenta como una alternativa interesante. En 2007 la importación de papaya deshidratada de ese mercado fue de 2.2 mil TM, y aunque representó solo el 1.5% de la canasta importadora, evidenció el dinamismo más alto: creció 45.5% respecto a 2006 versus el 4.5% de crecimiento que registró la importación de papaya fresca. Para el caso de la importación de papayas en conserva y deshidratadas, los puntos de ingreso predominantes son Virginia y New Cork (CENTRUM, 2008).

**FIGURA 15: Papaya deshidratada en Snack**

## 2.4 OTROS DERIVADOS DE LA PAPAYA

### 2.4.1 LA PAPAÍNA

#### 2.4.1.1 CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS

**Enzima:** Según Lehninger (“Principios de Bioquímica”) es una biomolécula, proteína o RNA que cataliza una reacción química específica. No afecta al equilibrio de la reacción catalizada; aumenta la velocidad de reacción proporcionando una ruta de reacción con una energía de activación inferior.

Un grupo importante de enzimas son la proteasas. Estas enzimas catalizan la degradación de las proteínas. (Practical Action, 2008).

La papaína es una enzima del tipo proteolítica que se obtiene a partir del látex del fruto verde de la papaya (ver figura 16) antes que comience su maduración. (Corzo, 1995).

**FIGURA 16: Papaya verde**

#### a. Características físico-químicas de la papaína

La papaína pura es un polvo amorfo, granulado de color blanco grisáceo o parduzco, ligeramente higroscópico, es incompletamente soluble en agua y en la

mayoría de solventes orgánicos, soluble en alcohol etílico y metílico. Pierde el 50% de su actividad a 75°C y PH 7.2 en 56 minutos y puede considerarse como una enzima termoestable. Su estabilidad es buena a PH 5, pero cae a PH menores de 3 y mayores de 11. La temperatura recomendada de trabajo es entre 55°C y 70°C y su estabilidad con respecto a la temperatura está entre 0°C y 50°C para una actividad residual del 100% y hasta 70°C con una actividad residual del 70%. (Corzo, 1995). También es fuertemente inhibida por oligopéptidos que poseen fenilalanina como segundo aminoácido del carboxilo terminal. (Corzo, 1995).

#### **b. Características bioquímicas de la papaína**

- Tiene 212 aminoácidos residuales con un peso molecular aproximado de 23.4 KDa. Al ser una enzima sulfhidrica, posee tres lugares donde se unen las cisteínas a través de uniones sulfhidricas (S-S). Estas uniones se producen en los pares de aminoácidos en la posición número 22 – 63, 56 – 104 y 147 – 200. La aspargina –COOH (aminoácido # 212) es considerado como el aminoácido terminal carboxílico. La cisteína (aminoácido # 25) con un grupo sulfidrilo, juegan un papel importante en la catálisis enzimática y su oxidación por agentes oxidantes (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, radicales libres, etc.) o iones de metales pesados (Zn, Cd, Fe, Pb) que inhiben su actividad. La cisteína (aminoácido # 25), la histidina (aminoácido # 159) y la aspargina (aminoácido # 158) forman el sitio activo de la papaína (Corzo, 1999).
- Actúa preferentemente sobre los aminoácidos básicos tales como: Leu, Gly así como sobre Arg, Lis y Phe. Es activada por la cisteína (aa), el tiosulfato (compuesto de azufre) y el glutatión. (Rossi, 2006).
- Tiene propiedades bactericidas (mata las bacterias) y bacteriostáticas (impide su reproducción), así como antiinflamatorias, actuando de manera exclusiva sobre el tejido dentario necrosado o muerto (Medina, 2010).

#### **2.4.1.2 PROCESAMIENTO DE EXTRACCIÓN**

En el cuadro 14 se muestra el proceso de extracción de la papaína donde se pueden considerar dos fases: la de recolección en el campo (selección, recolección y acondicionamiento del látex fresco) y la de extracción de la papaína en

laboratorio (pre-purificación, pre-secado, secado) y luego el envasado y almacenamiento.

#### a. Selección

Se utilizan plantas jóvenes con frutos verdes sin madurar. El contenido de látex en la papaya verde es abundante cuando la planta es joven. Los frutos deben ser lavados con una solución de sulfito de sodio al 9% (que tiene acción desinfectante, reductora, blanqueadora y algo anticoagulante).

**CUADRO 14: Proceso de obtención de la papaína**



Fuente: Corzo, 1995

#### b. Recolección del látex

Aún cuando el tronco, las hojas y el fruto de la planta contienen látex, para la obtención de la papaína sólo se emplea el fruto. Se realiza por sangría utilizando instrumentos de aluminio, acero inoxidable, marfil o bambú (ver figura 17).

En la recolección a gran escala se utilizan soportes en forma de “sombrillas”, que son colocados alrededor del tronco para recibir el látex exudado (Corzo, 1995).

La fruta debe ser provechada para recolección del látex en algún momento durante la mañana (un período de alta humedad). Cuanto menor sea el nivel de humedad, menor será el flujo de látex. El látex no debe entrar en contacto con metales pesados como el hierro, cobre o latón, ya que causa decoloración y pérdida de actividad. Los instrumentos utilizados deben ser de plástico o acero inoxidable. (Practical Action, 2008).

**FIGURA 17: Recolección del látex**



**c. Acondicionamiento del látex fresco**

El látex es depositado en una caja de madera con cubeta removible corrediza en recipientes inoxidable. Cualquier látex secretado adherido a la fruta debe ser cuidadosamente raspado y poner en la caja de recolección. Sin embargo, látex secos no se deben mezclar con látex fresco, ya que esto disminuye la calidad del mismo. Se debe tener cuidado con la manipulación de látex fresco, para garantizar que no entre en contacto con la piel o causará ardor. El látex fresco no se conserva bien y por lo tanto se deben secar a la humedad por debajo del 5% tan pronto como sea posible. Esto le da una textura seca y quebradiza (Practical Action, 2008).

**d. Pre-purificación**

El método clásico es a partir de una precipitación a través de la alteración de las propiedades del solvente. También se pueden utilizar diversos procesos tales como adsorción selectiva, diálisis, ultrafiltración, electroforesis y el fraccionamiento cromatográfico. (Corzo, 1995).

#### **e. Tratamiento previo al secado**

Se realiza con el fin de limitar la pérdida de actividad con la adición de estabilizantes tales como bisulfito de sodio, tetrionato con agentes quelantes.

#### **f. Secado**

Es la etapa más importante en la extracción de la papaína porque define su calidad. Existen tres tipos de secado: secado al sol, secado al horno y secado por atomización (ver anexo 5). Debe realizarse lo más rápido posible después de la recolección, para que el contacto prolongado con el aire y la luz solar no le hagan perder su actividad proteolítica. El secado por atomización es que nos da el mayor grado de pureza de la papaína, pero dado que puede causar alergias y enfisemas si se inhala generalmente se encapsula en una capa de gelatina (ver figura 18), (Practical Action, 2008).

#### **g. Envasado**

El secado nos da un producto blanco crema, grumoso y no conglutinante. La papaína debe protegerse de la humedad y de los agentes de oxidación por lo que el embalaje debe hacer rápidamente. Los más utilizados son: caja forrada con papel aluminio y rodeado de papel parafina, botellas y bidones metálicos impermeables parafinados en el interior, sacos de tela o de papel doble con polietileno entre otros.

#### **h. Almacenamiento**

Se puede almacenar al medio ambiente, con aire desecado y almacenamiento con estabilizantes. Se recomienda almacenarlo a  $-22.5^{\circ}\text{C}$  para mantener su actividad por seis meses.

### **2.4.1.3 ALCANCES**

La actividad proteolítica de la papaína cruda (látex seco de papaya) y la papaína comercial (papaína cruda parcialmente purificada) determina su valor comercial en el amplio rango de aplicaciones. Así, la pérdida de actividad proteolítica durante el procesamiento trae consigo una pérdida económica para quien la produce. (Corzo, 1995, pag.37).

Desde 1970, la papaína se clasifica en el mercado de la siguiente forma:

- Papaína cruda, que va desde el primer grado blanco (o alto grado) secada en horno en polvo o gránulos, usualmente de color blanco cremoso hasta el segundo grado marrón.
- Papaína cruda en hojuelas o polvo, conocida como semi-refinada
- Papaína cruda secada por atomización en polvo, o papaína refinada.

La papaína en hojuelas es proporcionada por Zaire y en forma de polvo por Tanzania, Sudáfrica, Taiwan y Ecuador. (Corzo, 1995, pag.66)

**FIGURA 18: Papaína de alta calidad en cápsulas**



La papaína puede tener los siguientes usos:

- En productos comerciales comercializados como ablandadores de carne, especialmente para uso doméstico.
- En la industria de la cerveza para clarificación.
- En el tratamiento de la lana y seda, antes de teñir, para teñido de pieles antes del curtido,
- Sirve como un complemento en la fabricación de goma.
- Se aplica en el hígado de atún antes de la extracción del aceite, lo que lo hace más rico en vitaminas A y D, en pastas de dientes, y detergentes. (Purdue).
- En el área de la cosmética, se utiliza en la fabricación de cremas quita manchas de la piel.
- En el área farmacéutica, para tratar males hepáticos y lumbares; es uno de los componentes más usados en oftalmología para la fabricación de tabletas

enzimáticas para la limpieza de los lentes de contacto. También como suplemento dietético. (Rossi, 2006).

En el Perú, un grupo de investigadores de la UNMSM (Universidad Nacional Mayor de San Marcos), elaboró un gel de aplicación dental cuyo principio activo es la papaína (ver figura 19). Los resultados fueron los siguientes:

- Se demostró que la papaína es una enzima muy efectiva para la remoción del tejido infectado y cariado.
- Se encontró que la concentración ideal de papaína era del 1% del gel.
- La papaína ejercía actividad sobre la bacteria, causante de la caries, denominada “*Streptococcus mutans*”. (Medina, 2010).

**FIGURA 19: Gel a base de papaína**



El primero productor mundial de papaína es Zaire. Con respecto al mercado, no existe producción nacional de papaína por lo que la demanda es satisfecha con importaciones. Dentro los importadores más importantes tenemos a Brasil, Alemania y Argentina.

El precio de la papaína en Europa fluctúa entre 12 a 40 \$ por kilogramo, en cambio en Estados Unidos fluctúa entre 10 a 80 \$ por kilogramo según la ACD Comercialization Bulletin # 13 para el año 2000.

## 2.4.2 ACEITE DE SEMILLA DE PAPAYA

### 2.4.2.1 CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS

#### a. La semilla de papaya

Se encuentra en la cavidad de la fruta y es de color grisáceo o negro (figura 20). Interiormente está constituida por el arillo, membrana brillante que le envuelve y encierra un líquido amarillento, el pericarpio de color pardo oscuro, el endocarpio como una película delgada de color marrón claro ligeramente adherido a la almendra y la almendra de cuerpo ovoide. El aceite está embebido en el tejido en gotas microscópicas.

**FIGURA 20: Semillas de papaya**



**CUADRO 15: Composición de la semilla de papaya**

ELEMENTOS	SEMILLA	
	BASE HÚMEDA (%)	BASE SECA (%)
Humedad	11.70	---
Materia seca	88.30	100
Proteína	24.58	27.74
Grasa	30.00	33.97
Fibra	24.30	27.51
Cenizas	5.69	6.44
Carbohidratos	3.73	4.34

Fuente: Mallma, 1974

En el cuadro 15 se puede apreciar la composición de la semilla sobre base húmeda y seca. Se muestra que la grasa de 30 a 33.97% se encuentra en mayor proporción que los demás elementos, lo cual si se compara con otras semillas oleaginosas

tradicionales como la del algodón (de 19 a 24%) y la soya (de 19.5 a 24%) es mayor la proporción (Mallma, 1974).

**b. Aceite de semilla de papaya**

Es líquido a temperatura ambiente, de color suave y ligeramente frutado; de color amarillo claro a simple vista

En el cuadro 16 se muestran las características físicas del aceite de semilla de papaya que son las siguientes:

**CUADRO 16: Constantes físicas del aceite de semilla de papaya a diferentes humedades de extracción**

CONSTANTES	HUMEDAD (%)				
	6	10	12	14	20
Densidad (gr/cc)	0.9118	0.9118	0.9118	0.9118	0.9117
Viscosidad c. Stokes	40.52	39.85	39.85	39.85	39.83
Índice de acidez en % de ácido oleico	0.8917	0.8928	0.8943	0.8985	0.9007
Índice de Saponificación en mgKOH/gr.grasa	188.96	189.40	188.70	189.12	188.02
Índice de Iodo en gr I/100 gr.grasa	59.12	59.12	59.12	59.12	59.12
Índice de Peróxido en M.eq peróxido/Kg.grasa	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
Índice de refracción Abbe	1.4670	1.4670	1.4670	1.4670	1.4670
Insaponificables %	0.786	0.786	0.786	0.786	0.786
Punto de Solidificación °C	-13	-13	-13	-13	-13
Punto de Fusión °C	-10	-10	-10	-10	-10

Fuente: Mallma, 1974

La viscosidad del aceite de papaya según el cuadro mostrado, está comprendido entre los valores de viscosidad de otros aceites ácidos de C<sub>16</sub> y C<sub>18</sub>; el índice de acidez es bajo en comparación con el de aceite de algodón comercial en bruto que se comercia entre 0.6 y 5;

En el cuadro 17, podemos apreciar la constitución del aceite de semilla de papaya a partir de la técnica de cromatografía de gases:

**CUADRO 17: Constitución del aceite de semilla de papaya**

ÁCIDOS GRASOS	FÓRMULA	%
Palmítico	C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> COOH	13.8
Esteárico	C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH	5.1
Oleico (omega-9)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH <sub>2</sub> :CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	75.7
Linoleico (omega-6)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CH:CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub>	4.8
Palmitoleico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> :CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	0.1
Otros		0.5

Fuente: Elaboración propia

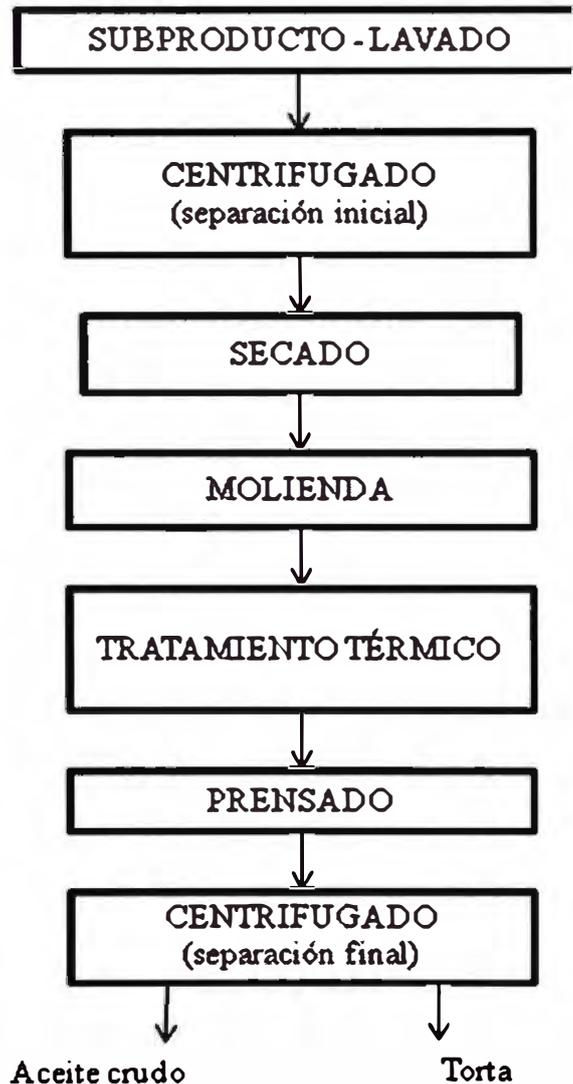
#### 2.4.2.2 PROCESAMIENTO DEL ACEITE DE SEMILLA

En el cuadro 18 se muestra el proceso de extracción del aceite a partir de las semillas de papaya, el cual consta de las siguientes etapas:

El subproducto de semillas antes de la etapa de refinado de la pulpa de papaya, es sometido a un lavado por aspersion y se sumerge en un tanque para permitir el flotamiento de los residuos que acompañan la semilla. Luego pasan por una centrifugadora para secar la semilla al separar el agua principalmente del lavado. Se utiliza un secado por evaporación para reducir la humedad. Se recomienda que el porcentaje de humedad sea similar a la humedad de almacenamiento. De allí pasa a la molienda donde se trituran las semillas con la intención de tener mayor área de exposición al calor y la humedad que para extraer el aceite el cual se busca clarificar, posteriormente sigue un tratamiento térmico a 60°C para evitar la hidrólisis enzimática y pasa por a un prensado hidráulico. Posteriormente se conducirá hasta una centrifugadora pulidora que aumenta la pureza de los aceites

del 20% al 95% lográndose el abrillantado de los mismos, es decir quitarle la turbidez del agua emulsificada con aceite que aún se arrastra y se obtiene el aceite crudo y la torta subproducto rico en proteínas.

**CUADRO 18: Proceso de obtención de aceite a partir de semillas de papaya**



Fuente: Mallma, 1974

**2.4.2.3 Alcances**

Comparando los resultados del cuadro 17 y el cuadro 19, podemos decir que la composición del aceite de semilla de papaya es similar a la del aceite de oliva. El aceite de oliva previene las enfermedades cardiovasculares y una serie de beneficios para la salud.

**CUADRO 19: Composición en % de ácidos grasos en aceites puros de oliva en el Perú**

Art. N°		Código	Palmítico	Estérico	Palmítico	Oleico	Linoleico
<b>ACEITES DE OLIVA</b>							
22	“Aricota” Puro de Oliva	L24	16.0	2.3	1.5	60.4	19.7
23	“Carbonel” Puro de Oliva	L33	9.1	2.7	1.1	78.5	8.5
24	“Canario” Puro de Oliva	L34	9.8	2.0	1.2	77.6	9.5
25	“Salgado” Puro de Oliva	L35	11.4	2.3	1.4	77.8	7.0
26	“Alamein” Puro de Oliva	L36	12.8	2.0	1.4	68.5	15.3

Fuente: Elaboración propia basada en Tabla N°4 (Hernández, 1999)

### 2.4.3 OTRAS POSIBILIDADES

Existen otros derivados de la papaya que se pueden mencionar:

#### a. Elaboración de fruta confitada a partir de la papaya

A partir de la deshidratación parcial de la fruta en piezas o trozos (ver figura 20), por ósmosis utilizando jarabes concentrados hasta que se reduzca el peso de la fruta en 50%.

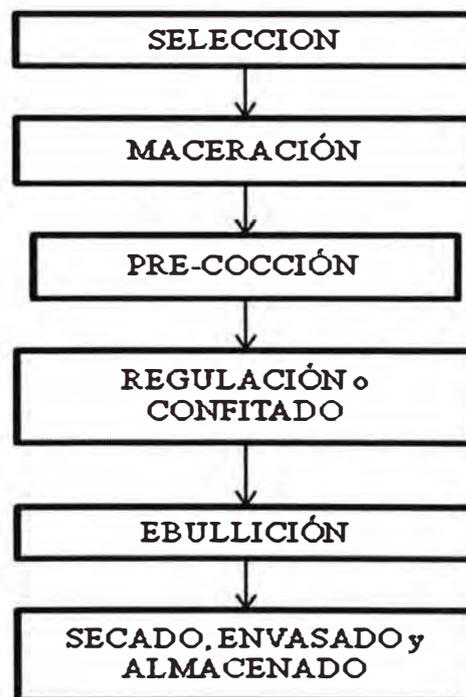
**FIGURA 21: Papaya confitada y usos**



El proceso de elaboración se puede ver en el cuadro 20 y que consta de una primera etapa de selección de la papaya verde y pintona, a quienes se les quita la piel sin dañar la pulpa. Posteriormente se les extrae las semillas y se les corta en cuatro para facilitar la penetración y acomodo de los trozos en el macerado. En la etapa de macerado se sumergen los trozos de papaya durante 48 horas en salmuera, cloruro de calcio y bisulfito de sodio con la intención que el jarabe sea

mejor recibido. Después se le somete a un lavado para quitar la sal y pasan a la etapa de pre-cocción la cual es fundamental para la calidad del confitado, se busca ablandar la pulpa para obtener la textura adecuada y favorecer la penetración del azúcar en las células y espacios intercelulares en la siguiente etapa. Esta etapa puede durar 30 minutos. Luego se le enfría, se corta en trozos más pequeños (cubitos de 1x1x1 cm<sup>3</sup>). De allí pasa a la regulación, donde se realiza la inmersión en jarabe, el cual puede ser azúcar, sacarosa, miel entre otros donde se va incrementando el jarabe poco a poco. El tiempo de procesamiento puede ser de 12 días hasta lograr la total impregnación del azúcar en los tejidos de la fruta. Luego de su escurrido y enjuagado pasa a la etapa de glaceado donde se le da la presentación del producto para lograr la brillantez deseada. De allí pasan a ser secados, empacados y almacenados en bolsas de polietileno a temperatura ambiente

**CUADRO 20: Proceso de elaboración de papaya confitada**



Fuente propia: basado en Sevilla, 1978

#### **b. Producción de Biogás con cáscaras de papaya y restos de la fruta**

El **biogás** es un gas que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante

la acción de microorganismos (bacterias metanogénicas, etc.), y otros factores, en ausencia de oxígeno (esto es, en un ambiente anaeróbico). Está compuesto por metano ( $\text{CH}_4$ ) en una proporción que oscila entre un 40% a un 70% y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), conteniendo pequeñas proporciones de otros gases como hidrógeno ( $\text{H}_2$ ), nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), oxígeno ( $\text{O}_2$ ) y sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

Investigadores de la Universidad Nacional del Nordeste de Argentina (UNNE) lograron obtener biogás a partir de la cáscara y los restos no utilizados de la papaya (mamón). Ese gas combustible podría ser empleado para poner en funcionamiento calderas para la producción de dulce o para calentar agua a nivel industrial. Tomaron como base la biodigestión anaeróbica de las cáscaras de la papaya y lograron obtener biogás con la cáscara y los restos no utilizados de la elaboración de pulpa. El gas combustible fue obtenido en cantidad suficiente como para hacer funcionar las calderas donde se cuece la papaya o para calentar agua a nivel industrial, es decir en cantidades explotables.

La papaya tiene elevado desperdicio al eliminarse la fruta magullada o de mal aspecto y esto puede llegar al 30% de la fruta inicial.

Otra característica para hacerla apta para la producción de biogás es su gran porcentaje de humedad, que se desmenuza fácilmente y tiene cierto grado de descomposición. También tiene una relación carbono-nitrógeno tal que evita la necesidad de agregar este último componente (nitrógeno), haciendo más sencillo y económico aún el proceso de biodigestión. La producción del biogás fue muy rápida y dado que es un proceso de fermentación biológica se puede clasificar de espontánea. El uso de biogás disminuiría el uso de combustibles fósiles, hoy día excesivamente costoso, y altamente contaminante. (UNNE, 2008).

### **CAPÍTULO 3: CONCLUSIONES**

- La papaya es un producto alimenticio perecedero, debido a su rápido deterioro por acción factores como la actividad enzimática, la acción de microorganismos (principalmente mohos y levaduras) y las condiciones climáticas (temperatura y humedad).
- La utilización de una materia prima de baja calidad y/o una mala aplicación de en las fases de elaboración de los zumos, néctares y concentrados de papaya, y su almacenamiento, pueden ser causar importantes alteraciones del producto final, disminuyendo su calidad.
- Los principales derivados de la papaya son la pulpa o puré de papaya, el jugo de papaya, el néctar de papaya, la mermelada de papaya, la papaya deshidratada entre otros.
- Existen normas técnicas peruanas elaboradas por el INDECOPI que norman sobre el proceso y calidad de los jugos, pulpa y néctares de papaya (NTP 203.110 2009).
- Los factores que pueden afectar la calidad de la pulpa de papaya son: caracteres organolépticos (textura, olor y sabor; color) y alteraciones en el valor nutritivo (degradación físico química, alteraciones biológica, pardeamientos enzimáticos y no enzimáticos, entre otros).
- Los factores que afectan la calidad de una mermelada son los siguientes: gelificación defectuosa, sabor muy ácido, cristalización, sinérisis, color alterado y fermentación y crecimiento de hongos.
- El método de conservación de deshidratación osmótica suele combinarse con otras técnicas de conservación para asegurarse mayor tiempo de vida útil de la papaya. Estos pueden ser combinados con Atmósferas modificadas, a presión de vacío pulsante, con secado o con congelamiento.
- La calidad del producto es un factor determinante en la elección de la técnica de conservación las frutas y sus derivados.
- La papaína tiene múltiples usos, tales como ablandador de carne, en la industria textil, como complemento en la fabricación de goma, en pasta de

dientes, en detergentes, en la industria farmacéutica y en la industria cosmética.

- Las propiedades del aceite de semilla de papaya son similares a las propiedades de los aceites usados en el consumo humano, y con constitución de grasas que se acercan al aceite de oliva.

## **CAPÍTULO 4: RECOMENDACIONES**

- Al ser la papaya una fruta que se cultiva actualmente en casi todo el Perú, y siendo el Perú el quinto productor mundial de ella, se debería elaborar un plan para la industria de sus derivados.
- Existe un mercado de personas que prefiere comer sano y el consumo de frutas ha aumentado. Se debe aprovechar los derivados de la papaya tales como pulpa y deshidratados o en polvo para la exportación.
- Se recomienda comenzar la investigación en el campo de los alimentos, especialmente las frutas ya que aplicando la tecnología actual se puede obtener derivados que pueden ser utilizados como insumos de medicamentos, e industrias variadas.
- En otros países, no necesariamente más desarrollados tales como algunos países africanos se realiza la extracción de la papaína a partir del látex de papaya, pero al no ser de calidad extra por los procesos con que es obtenida, se exporta a bajo precio. Se recomienda la investigación sobre el proceso óptimo de extracción de papaína de alta calidad dado que hay un mercado fuertemente demandante.
- Se debe tomar en cuenta la versatilidad de la papaya, de la cual se puede obtener derivados ya sea desde que es papaya verde, de su látex, de sus semillas, de la papaya madura.
- Se sugiere investigar también sobre derivados de otras frutas que crecen en abundancia en el país, tales como la piña, naranja, uvas.
- La principal contribución de las frutas hacia la vida humana son sus componentes y sustancias que nos son indispensables, por ende es recomendable desarrollar su industria para que a partir de sus derivados estos puedan llegar a países pobres y también para que se encuentre al alcance de poblaciones lejanas y nutra mejor a los niños.

## **CAPÍTULO 5: BIBLIOGRAFIA**

1. Agencia CyTA-Instituto Leloir-UNNE; “Producen Biogás con cáscaras de mamón y restos de frutas”, página web: [www.diarioc.com.ar](http://www.diarioc.com.ar); Argentina, 2008.
2. Camacho, G; “Procesamiento y conservación de frutas, características de los néctares de frutas”; Universidad Nacional de Colombia-DNSAV; [www.virtual.unal.edu.co/cursos/Agronomia/](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/Agronomia/); Colombia, 2002.
3. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, CENTA; “Guía técnica del cultivo de Papaya”; página web: [www.centa.gob.sv](http://www.centa.gob.sv), El Salvador, 2002.
4. CENTRUM Católica; “El mercado de la papaya”; página web: [http://www.centrum.pucp.edu.pe/centrumaldia/mercados/mercado\\_papaya\\_2008.htm](http://www.centrum.pucp.edu.pe/centrumaldia/mercados/mercado_papaya_2008.htm), Lima, 2008
5. Chaverri, A; “Comparación de la actividad proteolítica de la papaina secada por diversos métodos”, Tesis, Universidad de Costa Rica, 1983.
6. Chavarro-Castrillón, L; “Efecto de la madurez, geometría, y presión sobre la energía cinética de transferencia de masa en la deshidratación osmótica de papaya (Carica papaya, var. Maradol)”, Ciencia y tecnología de alimentos, revista; Colombia, 2006.
7. CNP, Dirección de mercadeo y Agroindustria Área Desarrollo de Producto, ”Papaya – Ficha técnica”, página web [www.cnp.org.cr](http://www.cnp.org.cr)
8. COFUPRO; “Cadena agroalimentaria de la papaya Maradol”, Programa estratégico de la producción de Chiapas”, México, 2003.
9. Cornejo, J.; “Deshidratado de papaya de monte (Carica pubescens) por métodos combinados de ósmosis y secado convencional”, UNALM; Tesis, Ing.Ind.Alimentarias; Lima, 2006.
10. Cornell University, Chronicle Online, “Genetic engineering saved Hawaii's papaya industry -- so why aren't other countries following suit?”; página Web, 2006.
11. Cornell University, Department of Animal Science; “Medicinal Plants for Livestock – Carica Papaya”; página web: [www.ansi.cornell.edu](http://www.ansi.cornell.edu)

12. Corzo Vigil, “Estudio de la pre-purificación de la papaína obtenida a partir de látex de papaya (*Carica papaya* L.)”; UNALM; Tesis, Ing. Ind.Alimentarias; Lima, 1995.
13. D.Arthey/P.R.Ashurst; “Procesado de frutas”; Libro, España, Editorial Acribia, S.A 1996.
14. Fundación Produce Chiapas, COFUPRO; “Programa estratégico de necesidades de investigación tecnológica del estado de Chiapas”; página web [www.cofupro.org.mx](http://www.cofupro.org.mx); México.
15. Glibota, G., Garro, O., Judis, M.; “Actividad proteolítica de restos del fruto de *Carica papaya*”, Universidad del Nordeste, Argentina; página web: [www.unne.edu.ar](http://www.unne.edu.ar), Argentina
16. Graziella A.; “Osmotic dehydration of papaya (*Carica papaya* L.): Influence of process variables”; Drying 2004 – Proceedings of the 14<sup>th</sup> Drying Symposium; Brasil, 2004.
17. Hernández, E; “Composición de ácidos grasos en aceites de mayor consumo en el Perú”; UNMSM; Ciencia e investigación, revista; Lima, 1999.
18. INDECOPI, “Jugos, néctares y bebidas de frutas”, NTP 203.110, Lima, 2009
19. INDECOPI, “Mermelada de frutas”, NTP 203.047, Lima, 1991
20. INDECOPI; “Mermelada de Papaya”, NTP 203.017, Lima, 1971
21. Krishnaiah, D; “Commercialization of papain enzyme from papaya” School of Engineering and Information Technology University Malaysia Sabah, 2002
22. Martinez, J; “Química de las mermeladas, confiterías y otras conservas de fruta”, Alimentación. equipos y Tecnología, revista; España, 2005.
23. Mallma, D; “Estudio de extracción y caracterización del aceite de semilla de papaya (*Carica papaya* L.)”, UNALM; Tesis, Ing.Ind.Alimentarias; Lima, 1974.
24. Medina S.; “La enzima de papaya sirve contra las caries”, Artículo de El Comercio, suplemento Vida y Futuro; Lima, 2010.
25. Montaña, M; “Caracterización de derivados de piña: zumos y néctares”; e\_libro; España, 2006.

26. Potter, N.; “Ciencia de los alimentos”; Libro, Editorial Acribia S.A, España 1999.
27. Practical Action; “Papain Production”; página web: [http://practicalaction.org/docs/technical information service/papain.pdf](http://practicalaction.org/docs/technical_information_service/papain.pdf), 2008.
28. Plant Health Progress, “Transgenic Virus Resistant Papaya: New Hope for Controlling Papaya Ringspot Virus in Hawaii”, USA, 2000
29. Purdue University, “Carica Papaya L”, página web [www.hort.purdue.edu](http://www.hort.purdue.edu)
30. Rios, M; ”Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (Carica papaya L) en cuatro agentes edulcorantes”; Revista de la facultad Nacional de Agronomía, Medellín; UNC-Medellín; Colombia, 2005.
31. Rossi, L; “La Papaína”, curso en línea Biología aplicada; [www.upch.edu.pe/facien//fc/dcbf/bioaplicada](http://www.upch.edu.pe/facien//fc/dcbf/bioaplicada); Lima 2006.
32. SENASA, “Parámetros de evaluación de cultivos”; página web [www.senasa.gob.pe](http://www.senasa.gob.pe); Lima, Perú.
33. Sevilla, N; “Procesamiento de papaya: pulpa, néctar, mermelada y confitado”, UNALM; Tesis, Ing.Ind.Alimentarias; Lima, 1978.
34. Universidad Nacional de Colombia, ICTA; “Procesamiento y conservación de frutas”; página web: [www.virtual.unal.edu.co](http://www.virtual.unal.edu.co); Colombia, 2002.
35. United Nation Economic Commission for Europe, UNECE; “The Papaya”; página web: [www.unece.org](http://www.unece.org); 2005.
36. United States Department of Agriculture, USDA; “Improved Method of processing papayas for food safety and quality”; página web, [www.reeis.usda.gov](http://www.reeis.usda.gov)
37. Yábar E.; “Efectos de la adición de benzoato, bisulfito y sorbato en la conservación de pulpa de papaya”; UNALM; Tesis, Ing.Ind.Alimentarias; Lima, 1987.
38. Zapata, J; “Aplicación de métodos combinados para la conservación de papaya hawaiana (Carica papaya) cortada en laminas”; Alimentación, equipos y Tecnología, revista; 2004.

**ANEXO 1: CONTENIDO MINIMO DE SÓLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRIX) PARA JUGOS, PURÉS Y BEBIDAS DE FRUTA**

<b>Nombre botánico</b>	<b>Nombre común de la fruta</b>	<b>Nivel mínimo de grados Brix para jugo de fruta (a partir de exprimidos, reconstituido, purés)</b>	<b>Néctares mínimo 20% de puré y/o jugo en el néctar</b>	<b>Bebidas mínimo 10 % de puré y/o jugo en el néctar</b>
Anacardium occidentale L.	Manzana de acajú	10.0	2.0	1.0
Ananas comosus (L.), Merrill, Ananas sativis L, Schult F	Piña	10.0	2.0	1.0
Annona muricata L.	Guanábana, Cachimón espinoso	14.5	2.9	1.5
Averrhoa carambola L	Carambola	7.5	1.5	0.8
<del>Citrus aurantifolia</del>	<del>Limón sutil</del>	<del>8.0</del>	<del>1.6</del>	<del>0.8</del>
Citrullus lanatus (Thumb) Matsum & Naki var. Lanatgus	Sandía	8.0	1.6	0.8
Citrus aurantifolia (Christm.) (swingle)	Limón sutil	8.0 (*)	1.6	0.8
Citrus limon (L.) Brum. F. Citrus limonum Rissa	Limón	6.0	1.2	0.6
Citrus paradisi Macfad	Pomelo o Toronja	10.0 (*)	2.0	1.0
Citrus paradisi, citrus grandis	Pomelo dulce (Oroblanco)	10.0	2.0	1.0
Citrus reticulat Blanca	mandarina / Tangerina	9.0	1.8	0.9
Citrus sinensis (L.)	Naranja	10.0	2.0	1.0
Cydomnnia obloga Mill	Membrillo	11.2	2.2	1.1
Cocos nucífera L. (**)	Coco	5.0	1.0	0.5
Cucumis melo L.	Melón	7.5	1.5	0.8
Empetrum nigrum L.	"Crowberry"	6.0	1.2	0.6
Eugenia uniflora Rich	Pitanga, Cereza de Suriname	6.0	1.2	0.6
Ficus carica L.	Higo	18.0	3.6	1.8

(\*) Acidez corregida determinada según el método para el total de ácidos titulables del anexo 2

(\*\*) Mas conocido como "agua de coco" el cual se extrae directamente del fruto sin exprimir la pulpa

## ANEXO 2: MÉTODOS DE ANÁLISIS

DISPOSICIÓN	MÉTODO	PRINCIPIO	TIPO
Ácido L-ascórbico(aditivos)	Método IFU N° 17A	CLAR (HPLC)	II
Ácido L-ascórbico(aditivos)	ISO 6557-1	Espectrometría de fluorescencia	IV
Ácido L-ascórbico(aditivos)	AOAC 967.21 ISO 6557-2	Método de indofenol	III
Ácido benzoico y sus sales	ISO 5518 ISP 6560	Espectrometría	III
Ácido benzoico y sus sales; Ácido sórbico y sus sales	Método IFU N° 63 NMKL 124	CLAR (HPLC)	II
Dióxido de carbono (aditivos y coadyuvantes de elaboración)	Método IFU N° 42	Titulometría (titulación indirecta después de la precipitación)	IV
Ácido cítrico* (aditivos)	AOAC 986.13	CLAR (HPLC)	II
Ácido cítrico* (aditivos)	UNE EN 1137 Método IFU N° 22	Determinación enzimática	III
Glucosa y fructosa (ingredientes permitidos)	UNE EN 12630 Método IFU N° 67 NMKL 148	CLAR (HPLC)	III
Glucosa -D y fructosa-D (ingredientes permitidos)	UNE EN 1140 Método IFU N° 55	Determinación enzimática	II
Ácido málico (aditivos)	AOAC 993.05	Determinación enzimática y CLAR	III
Ácido málico -D	UNE EN 12138 Método IFU N ° 64	Determinación enzimática	II
Ácido málico -D en zumo (jugo) de manzana	AOAC 995.06	CLAR (HPLC)	II
Ácido málico-L	UNE EN 1138 Método IFU N ° 21	Determinación enzimática	II
Pectina (aditivos)	Método IFU N° 26	Precipitación / fotometría	I
Conservantes en los zumos (jugos) de fruta (ácido sórbico y sus sales)	ISO 5519	Espectrometría	III
Sacarina	NMKL 122	Cromatografía líquida	II
Sólidos solubles	AOAC 983.17 UNE EN 12143 Método IFU N° 8 ISO 2173	Indirecto por refractometría	I
Sucrosa (sacarosa) (ingredientes permitidos)	UNE EN 12146 Método IFU N° 56	Determinación enzimática	III
Sucrosa (sacarosa) (ingredientes permitidos)	UNE EN 12630 Método IFU N° 67 NMKL 148	CLAR (HPLC)	II
Dióxido de azufre (aditivos)	AOAC 990.28 Método IFU N° 7A NMKL 132	Titulometría después de destilación	II
Dióxido de azufre (aditivos)	NMKL 135	Determinación enzimática	III
Dióxido de azufre (aditivos)	ISO 5522	Titulometría después de destilación	III
Ácido tartárico en zumo (jugo) de uva (aditivos)	UNE EN 12173	CLAR	II
Nitrógeno total	UNE EN 12135 Método IFU N° 18	Digestión / volumetría	I

(\* ) Todos los zumos excepto los zumos (jugos) a base de cítrico

**ANEXO 3: PRODUCTO: PAPAYA DESHIDRATADA EN SNACK**

Producto: Papaya en Snacks  
Nombre botánico: Carica papaya L.  
Familia botánica: Caricaceae  
Materia prima proveniente: Lima, Ica  
Preparación con método de Secado  
Apariencia: suave, color naranja oscuro.  
Olor característico  
Sabor característico  
Constituyentes activos: carbohidratos, minerales como Calcio y Fósforo  
Ausencia de excipientes  
Conservante añadido: Sorbato de Potasio  
Ausencia de antioxidante añadido  
Cuenta total de bacterias: 100 000 ufc/g max  
Cuenta total de bacteria Salmonella: ausencia en 10g; Escherichia coli: < 3 NMP/g.  
Almacenamiento: debe ser almacenado en ambiente frío y seco. Su tiempo de almacenamiento es de 6 meses en su envase original bajo condiciones secas y frías.  
Empaquetamiento: disponible en cajas de 10 kg netos.  
Precio: US\$ 7.5 por kilogramo

Fuente: DISEBAS- Deshidratados naturales

#### **ANEXO 4: MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE LA PULPA DE FRUTAS**

Para evitar alteraciones conservar la calidad de la pulpa se pueden aplicar aplican los siguientes sistemas: conservación bajo presión de gas carbónico, almacenamiento aséptico, almacenamiento a bajas temperaturas y protección con conservadores químicos (Yabar, 1986).

##### **a. Conservación bajo presión de gas carbónico**

Conocido como método de Bohi se utiliza para almacenamiento de grandes cantidades de zumo. Se satura el zumo con dióxido de carbono aplicando suficiente presión de gas para que se disuelva un mínimo de 15 gr/lit manteniendo el zumo a una presión entre 7 a 8 atmósferas y a temperatura de 15° C en tanques de acero. Esta concentración es la mínima para inhibir el desarrollo de levaduras y la temperatura adecuada para lograr una buena retención de la calidad del zumo. El problema es que el gas es difícil de eliminar y suelen quedar burbujas.

##### **b. Almacenamiento aséptico en atmósferas de Nitrógeno**

El puré se esteriliza y enfría rápidamente por bombeo a través de un intercambiador de calor, siendo almacenado en condiciones estériles, en grandes depósitos de acero inoxidable con capacidad mayor a 100,000 litros, en una atmósfera de 0.1

##### **c. Almacenamiento a bajas temperaturas o congelamiento**

Es el método más adecuado para la conservación de aromas. Son tanques en grandes cámaras a -4°C y -9°C donde el puré no llega a solidificar y tiene fluidez suficiente para ser bombeado. También se han envasado el producto en bolsas de polietileno de 30 libras, sellando y congelando a -24°C, y en garrafas plásticas de 20 Kg. De capacidad.

##### **d. Protección con conservadores químicos**

Los más utilizados son la adición de anhídrido sulfuroso, benzoato de sodio, dióxido de azufre y sulfitos y sorbato de potasio.

- **Adición de anhídrido sulfuroso**

La adición de anhídrido sulfuroso para preservar las pulpas de frutas es más común en países de clima cálido y en aquellos donde no hay facilidades para el almacenamiento mediante congelación.

- **Adición de benzoato de sodio**

Por su precio módico es muy empleado aunque exista el peligro que influya en el sabor. Se aplica en forma de sal sódica y sirven para proteger a las pulpas de los mohos y la fermentación. Pero no protege contra la oxidación, ni contra la descomposición por enzimas.

- **Adición de dióxido de azufre y sulfitos**

Se utiliza para inhibir y controlar el desarrollo de microorganismos y para evitar los cambios de color que se producen por la oxidación catalizada por enzimas y por el pardeamiento enzimático durante la preparación, almacenamiento y distribución de muchos productos alimentos. Se utiliza en climas calurosos y donde el almacenaje en frío es limitado. Es muy usado en jugos y purés.

La utilización de SO<sub>2</sub> no debe ser abusiva y debe ser eliminado, en su mayoría, antes del envasado del concentrado en tambores metálicos, ya que podría formar un precipitado negro; igual ocurriría en el caso de néctares envasados en latas pequeñas. El mejor método de adición de sulfitos es la aplicación de etapas sucesivas de corto calentamiento a altas temperaturas. (Montaña, 2006)

- **Adición de sorbato de potasio**

Para proteger a las pulpas de frutas de la fermentación y de los mohos se puede utilizar 0.13% de sorbato potásico. En la práctica se le suele mezclar con anhídrido sulfuroso. Para conservas, mermeladas, confituras y jaleas por su alto contenido en azúcar basta un 0.05% de ácido sórbico.

La tendencia actual es ir sustituyendo la adición de agentes conservadores por el uso del calor (tratamiento físico) para preservar los alimentos. (Montaña. 2006).

## **ANEXO 5: MÉTODOS DE SECADO DE LA PAPAÍNA (Practical Action, 2008)**

### **Secado al sol**

El secado al sol da la más baja calidad del producto, ya que hay una pérdida considerable de la actividad enzimática y la papaína volverse fácilmente marrón. En muchos países, sin embargo, el secado al sol sigue siendo la técnica de tratamiento más común de la mayoría. El látex simplemente se extiende en bandejas y son dejadas al sol para secarse.

### **Secado al horno**

Los secadores de papaína pueden ser de construcción simple. En Sri Lanka son generalmente simples al aire libre, como estufas. Tienen cerca de un metro de altura y están hechos de barro o ladrillos de arcilla. Los tiempos de secado varían, pero una guía aproximada es de 4 a 5 horas a una temperatura de 35 a 40 ° C. El secado se completa cuando el látex se desmorona y no es pegajoso. Un producto de mejor calidad se obtiene si el látex es tamizado antes del secado. El producto seco debe almacenarse en envases herméticos, (por ejemplo, ollas de barro selladas o latas de metal) y en lugar fresco. Los recipientes de metal deben ser forrados con polietileno.

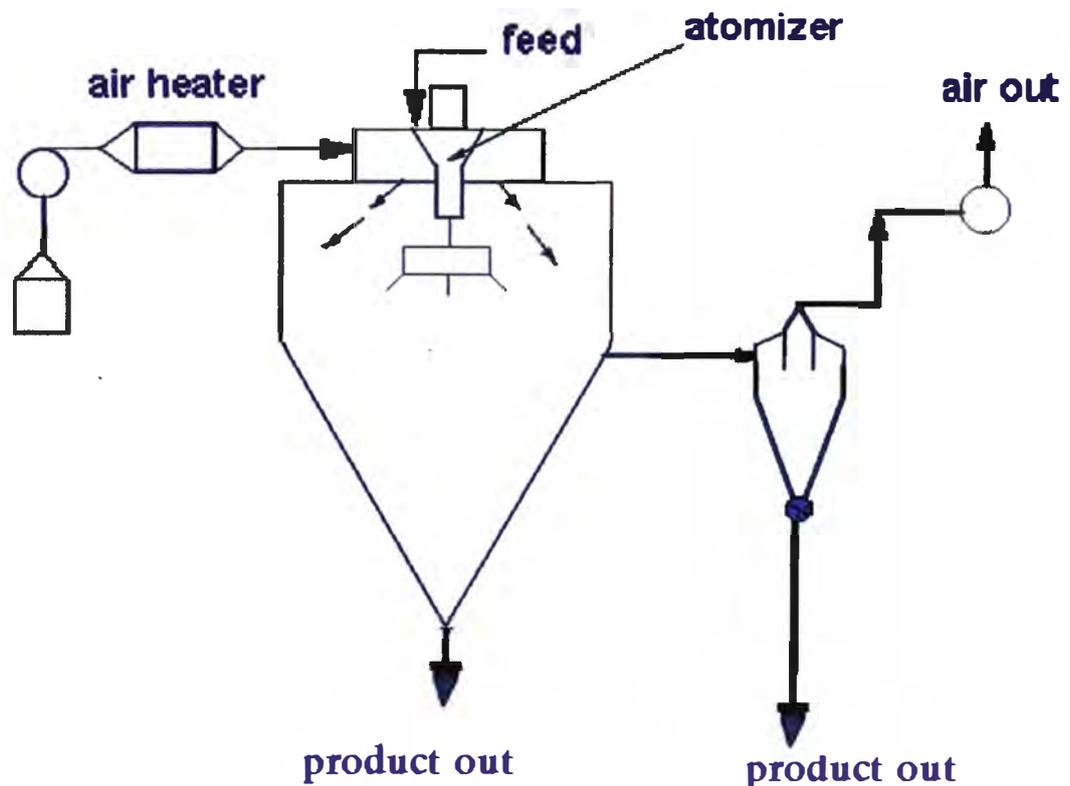
### **Secado por atomización**

No es posible usarse a pequeña escala debido a una considerable inversión en equipo se requiere. Sin embargo, es factible comprar la papaína secada por atomización para la elaboración en pequeña escala de alimentos.

La papaína secada por atomización tiene un mayor nivel de actividad de la enzima que otros tipos de papaína y es completamente soluble en agua. Debe extremarse el cuidado en el manejo de esta forma de la papaína: puede causar alergias y enfisemas si se inhala. Por esta razón, la papaína secada por atomización es a menudo encapsulada en una capa de gelatina.

## ANEXO 6: CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA UN SECADOR POR ATOMIZACIÓN

El secado por atomización ha logrado una amplia aceptación para el secado del látex de papaína. La alimentación se reduce a un rocío fino, mezclado con una corriente de aire caliente, se seca y separa como un producto seco. La papaína secada por atomización tiene alta solubilidad y velocidad de reacción, debido a sus partículas de tamaño uniforme y fina. El secado por atomización produce partículas finas del látex de papaína y evapora la humedad de las gotas resultantes que se suspenden en un gas caliente. La producción de partículas secas, esférica de una alimentación de látex hace que el secado por atomización sea la operación única e importante. La figura 1 es un esquema de un secador por atomización típico de laboratorio.



**Figura 1: Secador por atomización experimental**

El alimento líquido se bombea a un atomizador, que rompe la fuente en un rocío fino y expulsa en la cámara de primera aplicación, donde se mezcla con el aire caliente de secado. La humedad se evapora en el aerosol y las gotas se transforman en partículas secas. La separación de las partículas del aire de secado

y su posterior recogida se llevará a cabo desde la cámara principal en el caso de partículas más gruesas y las partículas finas del separador del ciclón. Una característica clave del proceso es que produce la atomización de gotas esféricas que se secan para formar partículas esféricas. El tamaño de partícula final puede ser controlado en cierta medida por el control del tamaño de la gota producida por la atomización en el rango de 10 a 500 micrones. Si es necesario, el secador por atomización puede ser diseñado para producir grandes aglomerados, que son altamente deseables para algunas aplicaciones. Debido al contenido de los piensos de alta humedad en comparación con otros de procesos de secado y de riego, las necesidades energéticas de secado por atomización son relativamente altas. Dentro de una cámara de nebulización, las gotas tienen un tiempo de residencia en el vuelo que van desde unos cinco segundos a 50 segundos. Este corto tiempo de residencia de secado es bueno para la papaína un material sensible al calor pero pobre para la eliminación de la humedad. Para lograr un bajo contenido de humedad, puede ser necesario aplicar el secador por atomización por un tiempo de residencia largo. Aunque la mayoría de las operaciones de secado por atomización implican el secado de material humedecida en aire caliente, materiales mojados con otros solventes se pueden secar de la misma manera. La técnica de ultrasonidos puede mejorar el proceso de secado por atomización. El secado de la enzima papaína se mejoraría considerablemente con el uso de aire de alta potencia de ultrasonido Ensminger (1988). La transferencia de calor desde el aire simplemente empuja a cabo gran parte del contenido de humedad. Por otra parte, las ondas de sonido ultra aumentan la tasa de difusión y también generan micro corrientes de aire en la vecindad de las partículas húmedas. Así, el tiempo de secado se reduce en un factor de 2 a 3. ( Krishnaiah D., 2002 ).