

870127  
16  
rej

# Universidad Autónoma de Guadalajara

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS



CONSERVACION DE PAPAYA (Carica papaya L.) POR EL  
METODO DE CONFITACION Y DESHIDRATAACION

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO  
PRESENTA

**LAURA ELENA MARQUEZ BRITO**

ASESOR: Q.F.B. ROSA RAMONA GONZALEZ MOCTEZUMA

GUADALAJARA, JAL., 1989

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE GENERAL

	PAG.
1.- Introducción	1
2.- Generalidades	5
2.1. Frutas	5
2.1.1. Especies frutales más importantes en México	5
2.1.2. Frutas procesadas y frutas fres-- cas	6
2.1.3. Fruta Seca	7
2.1.4. Generalidades de la Papaya	9
2.1.5. Composición bromatológica	11
2.1.6. Cambios de las frutas por trata-- miento térmico.	13
2.2. Azúcares.	15
2.2.1. Sacarosa y Glucosa	15
2.2.2. Rx. química de carbohidratos	18
2.2.3. Propiedades de los azúcares	19
2.2.4. Grados Brix o $\%$ en azúcar	21
2.3. Aditivos químicos	24
2.3.1. Acido cítrico	24
2.3.2. Benzoato de sodio	25
2.4. Deshidratación	26
2.4.1. Historia	26
2.4.2. Transmisión de calor y transfe-- rencia de masa	28

2.4.3. Area de superficie	29
2.4.4. Temperatura	30
2.4.5. Velocidad de aire y presión atmosférica.	31
2.4.6. Sequedad del aire	32
2.4.7. Curva normal de deshidratación.	33
2.4.8. Propiedades del material aliménticio.	36
2.4.9. Equipo de secado.	39
3.- Material y Métodos	43
3.1. Métodos.	43
3.1.1. Procedimientos.	43
3.1.2. Diagrama de flujo	46
3.2. Material.	47
3.2.1. Material vegetal	47
3.2.2. Material químico	48
3.2.3. Material de manejo	48
4.- Análisis y Resultados.	56
4.1. Optimización de variables	56
4.1.1. Variedad óptima y madurez de la fruta	56
4.1.2. Espesor de la fruta	57
4.1.3. % de azúcar o grados Brix.	57
4.1.4. Temperatura y tiempo de deshidratación.	60
4.1.5. Estabilidad del producto.	61

4.1.6. Pruebas sensoriales	62
4.1.7. Tipo de empaque	68
4.1.8. Aproximación de costos	70
4.2. Análisis de Control de calidad.	71
4.2.1. Determinación de humedad	71
4.2.2. Determinación de cenizas	73
4.2.3. Determinación de azúcares reductores totales y directos.	74
4.2.4. Determinación de p.H. del jarabe.	79
4.2.5. Determinación del índice de refracción del Jarabe.	79
5.- Conclusiones.	82
6.- Bibliografía.	86

## 1.- INTRODUCCION:

Todos los alimentos del hombre son productos perecederos; comienzan a descomponerse poco después - de la cosecha o vendimia. Algunas descomposiciones - son acompañadas por la producción de agentes tóxicos; otras descomposiciones provocan pérdidas en el valor nutritivo de los alimentos. El hombre ha aprendido a controlar algunas de esas fuerzas destructivas naturales y retienen los frutos de la naturaleza como su propio suministro de alimentos. Teniendo a este fin, la humanidad ha acumulado una tecnología para la "conservación de los alimentos" para ser consumidos en el tiempo y lugar que el escoja.

En los relatos antiguos podemos observar la Biblia (1 Libro de Moises, capítulo 11, versículo 35), - según la cuál el faraón ordenó a José en los 7 años - de abundancia conservara la quinta parte de la cosecha en graneros para no carecer de alimentos durante los 7 años de escasez. (9)

En el transcurso del tiempo esta conservación natural de los alimentos fue haciéndose cada vez más difícil. Ultimamente en muchos países han variado de tal forma las costumbres y las necesidades que se de

sea degustar alimentos de tierras lejanas.

En los países civilizados, la conservación de los alimentos ha alcanzado un alto grado de desarrollo. Se calcula que al menos el 20% de los alimentos producidos no llegan al consumidor debido al ataque de roedores, insectos o microorganismos. En los países menos desarrollados esta cifra es mucho más elevada. (3)

La conservación y almacenamiento de alimentos es un factor importante en la civilización del hombre debemos aportar nuestra contribución para la obtención de suministros adecuados de alimentos.

La conservación de Papaya (carica papaya L.) es nuestro tema de estudio. Es un fruto muy susceptible a la putrefacción, marchitamiento o contaminación por hongos, por sus características físicas ocupa gran espacio y volumen, más aún, estos problemas se agravan cuando existe excedentes en las cosechas que no son colocables en el mercado, lo que ocasiona gran pérdida de la fruta.

Pretendemos desarrollar un proceso para lograr

un mayor aprovechamiento de la misma evitando pérdidas para la comercialización en mercados ya sea mexicanos o extranjeros, economizando en transporte y almacenamiento.

Para lograr lo anteriormente señalado, la fruta se someterá a un proceso de confitado que involucra esencialmente su lenta impregnación con jarabe - hasta que la concentración de azúcar en el tejido previene el crecimiento de microorganismos de descomposición a la vez que ajustamos la actividad de agua por adición de solutos y posteriormente por eliminación - de agua (deshidratación).

El proceso de confitado es conducido de tal manera que la fruta no se ablande y se vuelva meramente cajeta, o se torne dura o correosa.

Se controla el grado de cristalización por medio de la selección de ingredientes funcionales, el uso de calor en el cocimiento y la concentración de los jarabes de azúcar.

Seguido de un proceso de deshidratación el cual ayuda a disminuir la actividad de agua, por consiguiente a la conservación y disminución de peso y

volúmen. Se elimina ciento porcentaje de agua, bajo -  
condiciones controladas que producirán solo un mínimo  
de cambios o idealmente ninguno en las propiedades -  
del alimento.

El producto obtenido tendrá poca humedad, de -  
color, sabor y consistencia agradable, que se pueda -  
consumir sin ningún tipo de preparación o rehidrata--  
ción.

## 2.- GENERALIDADES:

### 2.1. FRUTAS.

#### 2.1.1. Especies frutales más importantes en México:

Las frutas, son los ovarios maduros de las - plantas con sus semillas. La porción comestible de la mayoría de las frutas es la parte carnosa del pericarpio o los conductos que cubren y envuelven la semi - lla.

Desde el punto de vista de la industria conser- vadora de alimentos, la fruta se clasifica de acuerdo con el tipo de la cubierta o epicarpio que la envuelve y así tenemos:

- a) de cutícula:
- b) de película:
- c) de cáscara y
- d) de corteza.

En México se producen por lo menos 60 especies de frutas diferentes, de las cuales, 32 son las de mayor valor económico, de acuerdo con los estudios hechos en este ramo por la Secretaría de Agricultura y ganadería. (14)

Las especies que vamos a nombrar, constituyen-

en la actualidad el conjunto más importante de la producción mexicana, tanto por su valor económico como por su repercusión social, puesto que ello representa una fuente nacional de trabajo agrícola-industrial.

Las frutas más valiosas son: naranja, plátano, mango, uva, aguacate, limón mexicano, durazno, piña, fresa, manzana, sandía, papaya, melón, ciruela del país, guayaba, nuez encarcelada, pera, mamey, tamarindo, aceituna, toronja, capulín, ciruela de almendra, tejocote, chabacano, granada roja y dátil.

Se consideran como frutas de futuro comercial, al tamarindo, la guanábana, el chicozapote y la papaya.

La superficie total aproximada de la República Mexicana es de 196 millones de hectáreas, de las cuales se dedican al cultivo, tanto de agricultura en general como frutales, alrededor de 15 millones de hectáreas que producen cerca de 40 mil millones de pesos. De esa superficie, solamente el 3% se destinó a la fruticultura en 1970. (14)

#### 2.1.2. Frutas procesadas y frutas frescas:

En las últimas tres décadas ha habido una -

Transición en la forma en que se consumen las frutas. La parte de la cosecha que se consume en forma procesada ha aumentado considerablemente, mientras que el consumo de fruta fresca ha disminuido. La parte de fruta procesada aumentó del 43% en 1950 al 60% en la actualidad. La mayor conveniencia de las formas procesadas, su disponibilidad durante todo el año y su calidad mejor y más uniforme, han sido los principales factores que han influido en este cambio. De esta manera encontramos que en 1972 el consumo per cápita de fruta fresca fue de 76.8 lb a diferencia de la fruta procesada fue de 117.1 lb per cápita, con una relación anual promedio de cambio (1950-1972) de +1.1%. (3)

### 2.1.3. Fruta Seca:

Las frutas secas contienen sólo alrededor de 13-22% de agua y en consecuencia los otros constituyentes principales se encuentran en cantidades proporcionalmente mayores que en las frutas frescas correspondientes. Por consiguiente, algunas muestras contienen más del 60% de azúcares totales. Las frutas secas casi están desprovistas de vitamina C, aunque algunas representan fuente útil de vitamina A. (3)

Extraer el agua de la fruta para secarla hace el producto más duro. Las células de las frutas secas ya no viven. Se utiliza agua caliente para remojar la fruta seca y acelerar la hidratación de los constituyentes celulares. Generalmente es suficiente una hora para permitir que el agua se difunda al interior de la fruta. La fruta se puede hervir a fuego lento para suavizar el tejido. Se añade azúcar a la fruta seca después que el tejido se ha suavizado, debido a que su presencia en el líquido de cocción sólo retarda la rehidratación y el proceso de suavizamiento. Las frutas secas cocidas mejoran si se conservan al menos toda una noche para permitir que el azúcar se difunda hacia el interior de la fruta.

Las frutas secas suavizadas son un intento del productor para vender un producto de rápido cocimiento y que pueda competir por el mismo precio con otros productos de cocimiento rápido que ahorran tiempo. Dicha fruta seca tiene un alto porcentaje de humedad de manera que casi no necesitan remojarse y requieren de un período de cocimiento relativamente corto. Entre más humedad contenga un producto seco, menos tiempo se requiere para rehidratarlo.

#### 2.1.4. Generalidades de la Papaya:

Siendo nativa de América tropical, la papaya - se cultiva extensamente en todos los trópicos y los subtropicos más cálidos, por sus frutos grandes tipo melón. Estaba distribuida en su mayor parte, en el - área del Caribe, poco después de que fue descubierta - por los exploradores españoles en Panamá y el noroeste de la América del Sur, a principios del siglo XVI; y se hizo bien conocida en el Oriente a fines del siglo XVII .

Actualmente, Veracruz como entidad federativa, tiene una producción de 117,300 toneladas de papaya - que corresponden al 64.31% de la producción en México con una superficie de 4,900 Has., de las cuales el - 59.36% son destinadas a este fin. (14)

Carica Papaya L. es una hierba arborescente de crecimiento rápido, de vida corta, de tallo sencillito o algunas veces ramificado (por daño), de 2-10 m de - altura, con el tronco recto. La baya es ovoide-oblonga, piriforme o casi cilíndrica, grande, carnosa, jugosa, ranurada, longitudinalmente en su parte exterior, de color verde amarillento, amarillo o anaranjado, amarillo cuando madura, de una celda de color -

anaranjado o rojizo por dentro con numerosas semillas parientales y de 10-25 cm o más de largo y 7-15 cm o más de diámetro. Las semillas son de color negro redondas u ovoides y encerradas en un arilo transparente, subácido; los cotiledones son ovoide-oblongos, - aplanados y de color blanco.

El tamaño y la forma de los frutos puede diferir de acuerdo con el sexo de la planta y el parentesco; las plantas femeninas generalmente producen frutos grandes de forma obovoide o ovoide que tienen carne relativamente delgada, de buena calidad y textura, alrededor de una gran cavidad de semillas; las plantas bisexuales producen frutos más pequeños de forma elipsoidal o cilíndrica, con carne más gruesa de calidad generalmente inferior y una cavidad de semillas - más pequeña y menos numerosas; y las plantas masculinas producen pocos frutos y pequeños, por lo común - sin sabor y mal formados.

Como regla general se desean frutos de tamaño mediano y forma uniforme para el comercio, si los frutos se venden en base a peso, el tipo bisexual es el más usado. Para uso casero y para muchos mercados, - los frutos de tipo femenino son los más preferidos en razón de su alta calidad poco común, fructificación -

más temprana y gran productividad.

Si los frutos son para la venta, no se pueden dejar en el árbol hasta que estén plenamente maduros, sino que se les debe cosechar tan pronto como empiecen a ablandarse y a perder el color verde del ápice. En este estado requieren de 4 a 5 días para madurarse y poderse consumir. Se almacena por tiempo corto a  $-16^{\circ}\text{C}$ , pero fallan en madurar a una temperatura abajo de los  $10^{\circ}\text{C}$ . (14)

#### 2.1.5. Composición bromatológica:

Los frutos maduros de papaya contienen poco o ningún almidón, pero varían entre 7 a 9% o más en sus azúcares totales. Contienen más o menos la mitad de la vitamina A que contiene la mantequilla. (13)

#### COMPOSICION DE LA PAPAYA

(por 100 gr. de porción comestible). (7).

Agua -----	90.7 gr.
Calorías -----	32
Proteínas -----	0.5 gr.
Grasa -----	0.1 gr.

## MINERALES:

Cenizas-----	0.4 gr.
Calcio-----	20.0 mg.
Fósforo-----	13.0 mg.
Hierro-----	0.4 mg.

## HIDRATOS DE CARBONO:

Fibra-----	0.6 gr.
Total-----	8.3 gr.

## VITAMINAS:

Retinol-----	37.0 mcg
Tiamina-----	0.03 mg.
Riboflavina-----	0.04 mg.
Niacina-----	0.3 mg
ac. ascórbico-----	46.0 mg.

La papaya contiene la más importante de las -  
proteasas vegetales, la papafina, se importa general--  
mente como látex seco y crudo del fruto de Carica pa-  
paya.

La papafina está sujeta a activación mediante -  
agentes reductores y es inactividad por agentes oxi--  
dantes. Puede emplearse como activador de cistefina. -

el glutatión, el cianuro de sodio, el tioglicolato de sodio y los sulfitos. Casi todos los agentes oxidantes, incluso el oxígeno atmosférico, inactivan la papaína en solución. La temperatura óptima para la acción de la papaína está entre 60 y 70°C. Se han comunicado temperaturas de inactivación entre 75 y 83°C.- (8).

#### 2.1.6. Cambios de las frutas por tratamiento térmico.

Cuando se somete la fruta a tratamiento térmico, las membranas celulares se desnaturalizan y pierden su permeabilidad selectiva. El paso del agua y solutos a través de las membranas celulares ya no se regula mediante la ósmosis. En su lugar las moléculas - del agua y los solutos pasan hacia el interior y el - exterior de la célula por difusión. Este proceso es lento, en comparación con el paso de las moléculas a través de una membrana semipermeable. La fruta cocida en agua pierde parte del agua hacia el líquido que - las rodea y los solutos de la savia celular se difunden hacia el agua de cocimiento. Las células del tejido cocido ya no se hacen rígidos con el agua, y los tejidos se vuelven flexibles. La flacidez del tejido vegetal cocido al igual que la condición de marchitose debe a la pérdida de agua desde la savia celular,-

aunque las células muertas por calor nunca vuelven a recuperar su trugencia.

Mientras la fruta se está cociendo puede flotar, empujada hacia arriba por el vapor generado dentro del tejido. Al retirarla del calor tiende a sumergirse. A medida que el gas intracelular es remplazado por el agua, la fruta se hace traslúcida en comparación a la cruda.

Con el tratamiento térmico, no solo pierde su textura crujiente sino que se hace más suave. La conversión de los compuestos pécticos insolubles en la lámina media a formas dispersables en el agua reduce la adhesión entre las células, como resultado, el tejido es más fácilmente perforado. Los constituyentes de la pared celular, excepto la lignina, que no se altera por el conocimiento, son suavizantes.

El azúcar, especialmente en altas concentraciones, hace más lento el proceso de suavización mediante el cocimiento, debido a que dificulta la solubilidad de la pectina. El azúcar en altas concentraciones también deshidrata a las celulosas y hemicelulosas. El aumento en la translucidez de las frutas cocidas en jarabe se debe a la alteración del índice de rofrac--

ción de los constituyentes de la pared celular. La pérdida de agua de las capas celulares ocasiona que durante el cocimiento se desintegre la fruta.

En la fruta que ha recibido tratamiento térmico, el citoplasma y las membranas celulares se desnaturalizan. El azúcar en el jarabe que les rodea pasa la célula en célula al interior de cada pieza. La difusión continúa hasta que la concentración de azúcar en el jarabe y en la fruta alcanza un equilibrio. El azúcar se difunde más rápidamente a través de las capas externas de células de las frutas cocidas en agua que en frutas cuyas capas externas han sido endurecidas por el cocimiento en jarabes concentrados.

## 2.2. AZUCARES.

### 2.2.1. Sacarosa y Glucosa:

Los carbohidratos son los nutrimentos más abundantes y baratos que se encuentran en la naturaleza y por tanto los más consumidos por los humanos; en muchos países constituyen 50-80% de la dieta del pueblo. Los carbohidratos de las especies del reino vegetal se sintetizan por el proceso de fotosíntesis y son los principales compuestos químicos almacenadores de la energía radiante del sol. En la fotosíntesis el

bióxido de carbono reacciona con agua para formar glucosa, con el consecuente desprendimiento de oxígeno: -  
 $6\text{CO}_2 + 12 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ . Los azúcares glucosa y sacarosa, son carbohidratos producidos a través de este mecanismo y se localizan en frutas y vegetales. -  
 (1)

SACAROSA: La sacarosa se obtiene principalmente a partir de la caña de azúcar. (Saccharum officianurum) o de la remolacha azucarera (Beta vulgaris saccharife--ra). Una vez troceadas las plantas se extraen con - agua y después se purifica la solución se separa la - sacarosa por cristalización.

$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , peso molecular 342.30, cristales - blancos, de sabor dulce, se funde a 185°C. La solubilidad en alcohol es pequeña. En 100 gr de agua a temperatura ambiente se disuelve 204 gr de sacarosa a - 100°C se disuelven en 100 gr. de agua 487 gr de sacarosa. (9)

La sacarosa disminuye la actividad de agua de un sistema y con ello las posibilidades de vida de - los microorganismos. La combinación de azúcar con métodos de conservación físicos, sobre todo desecación y calor, tienen una gran importancia práctica, así -

como la combinación con otras sustancias conservado--  
ras.

Por acción de los ácidos de la fruta o adicion  
nados, se invierte parte de la sacarosa a glucosa y -  
fructuosa. Esta inversión es beneficiosa cuando afect  
ta al 30-40% del azúcar total. (9)

Junto a la acción conservadora, la sacarosa -  
tiene la propiedad de su intenso sabor dulce; que en  
muchos casos es el principal motivo de su empleo como  
componente de los alimentos.

GLUCOSA: Se obtiene de la siguiente manera: una susp  
pensión de almidón perfectamente homogénea y agitada-  
se calienta en presencia de ácido clorhídrico diluido  
el almidón se transforma en polisacáridos de peso molel  
cular equivalente a la glucosa,  $C_6H_{12}O_6$ , peso molecul  
lar 180.16, punto de fusión  $147^{\circ}C$ , sustancia cristalil  
zable, difusible, muy soluble en agua, difícilmente -  
soluble en alcohol e insoluble en éter, es menos dull  
ce que la sacarosa. (9) Se encuentra ampliamente dist  
tribuida en la naturaleza, es muy abundante en frutas  
y vegetales como uvas, manzanas, fresas, cebollas, pal  
pas o otras. Se emplea generalmente en la elaboración  
de dulces como agente de interferencia para prevenir-

la cristalización.

Debido a que esta es dextrorrotatoria, también se le conoce con el nombre de Dextrosa.

#### 2.2.2. Rx. química de carbohidratos:

Las reacciones a las que están propensos los carbohidratos son muy variadas y en muchos casos son necesarias para la obtención de ciertas propiedades funcionales en los alimentos. Los cambios químicos - que pueden sucederles se deben a reacciones de oxidación y de reducción, a la acción de ácidos y álcalis y al calor (pirólisis). El grupo aldehído o cetona de los monosacáridos sufre las reacciones características de estos grupos, entre las cuales las más importantes en alimentos es la condensación de grupos-amino de los aminoácidos con el carbonilo del azúcar, en las reacciones de oscurecimiento no enzimático.

**CAMBIOS QUIMICOS DE LOS AZUCARES BAJO ALGUNAS  
CONDICIONES DE PROCESAMIENTO. (1)**

	Alcalis débiles	isomerización	epímeros
	Alcalis medios	enolización	fragmentación
	Alcalis fuertes	oxidación	ác.sacáricos
Hexosas	Acidos débiles	isomerización lenta	
o			
Pentosas	Acidos fuertes	deshidratación	furfural
	Calor moderado	α.ácido ascórbico	pigmentos
	Calor moderado	Rx. de Maillard	pigmentos
	Calor fuerte	caramelización	pigmentos.

**2.2.3. Propiedades de los azúcares:**

**Cristalización:** Un problema que existe en la manufactura de alimentos es el control de la cristalización de azúcares, que en algunos casos se debe evitar y que en otros es un requerimiento para obtener las propiedades organolépticas adecuadas del producto. En confitería - se reduce la cristalización manipulando las condiciones de procesamiento de tal manera que se obtiene una forma amorfa de la sacarosa y de la glucosa; en estos casos, la adición de glucosa líquida también inhibe la cristalización.

**Conservadores:** Es necesario hacer notar que solo el - azúcar de la fase acuosa es el que reduce la actividad

de agua y controla el crecimiento microbiano, por lo que es muy importante conocer la concentración de azúcar que queda en solución y no la concentración total de azúcar añadida al producto. En concentraciones pequeñas, sobre todo inferiores al 10%, la sacarosa no tiene actividad microbiana, sino al contrario constituye un alimento para muchos gérmenes, bien directamente o puede desdoblarse en glucosa y fructuosa. (9)

**Humectancia:** Este fenómeno se presenta principalmente en carbohidratos de bajo peso molecular que tienden a absorber la humedad de la atmósfera, es decir, son higroscópicos, lo que se refleja en que los productos que los contienen se vuelven pegajosos y gomosos. Por esta razón los azúcares como la glucosa el sorbitol, etc., deben guardarse en recipientes cerrados para evitar su exposición al aire húmedo. La facilidad de humectancia de los carbohidratos está directamente relacionada con su carácter hidrófilo, debido a que forman puentes de hidrógeno con las moléculas de agua. Los azúcares utilizados en la manufactura de alimentos poseen diferentes capacidades de humectancia, que varían con su estructura química, ya que los anómeros de un mismo azúcar, tienen distinto poder higroscópico. Por otra parte los hidrolizados de los disacáridos como la sacarosa, absorben más agua que en su forma nativa.

**Poder edulcorante:** Todos los azúcares poseen la característica de tener un sabor dulce y su poder edulcorante es diferente para cada caso. La intensidad de la dulzura de los azúcares puede variar debido a muchas causas, como la temperatura, la concentración y la presencia de otros compuestos. Cuando los azúcares se disuelven en agua existen reacciones de mutarrotación que producen una mezcla de tautómeros con diferente dulzura. Las propiedades de los azúcares de producir una sensación de dulzura está directamente relacionada con la presencia de grupos hidroxilo en sus moléculas.

Grado de dulzura de varios edulcorantes (1)

EDULCORANTES	GRADO DE DULZURA
Sacarosa	100
Fructuosa	173.3
Glucosa	74.3
Sacarina	30,000-50,000
Lactosa	16
Maltosa	32
Galactosa	32

2.2.4. Grados Brix ó % en azúcar:

La concentración de soluciones de sacarosa se puede medir por medio de la refracción de la luz a -

través de la solución. Cuando una solución contiene más azúcar, su índice de refracción será superior. Basado en el principio de la refracción, se ha introducido el grado Brix para expresar la concentración de soluciones de sacarosa. El grado Brix solamente es definido a la temperatura de 20°C. A esta temperatura el grado Brix equivale al porcentaje del peso de sacarosa en una solución acuosa. En la práctica, la concentración se determina con refractómetros provistos de una escala en grados Brix.

Si el refractómetro no tiene escala en grados Brix, se determina la concentración con el índice de refracción correspondiente. La relación grados Brix y el índice de refracción a la temperatura de 20°C, así como la cantidad de azúcar a añadir a un litro de agua para preparar las soluciones correspondientes, es la siguiente: (11)

° BRIX O 1 EN AZUCAR	INDICE DE REFRACCION	g DE AZU CAR POR LITRO DE AGUA	° BRIX O 1 EN AZUCAR	INDICE DE REFRAC CION	g DE AZUCAR POR LITRO DE AGUA
10	13478	111	61	14441	1560
15	13557	176	62	14464	1627
20	13638	249	63	14486	1698
25	13723	332	64	14509	1773
30	13811	427	65	14532	1852
35	13902	537	66	14555	1936
40	13997	665	67	14579	2025
45	14096	816	68	14603	2120
50	14200	997	69	14627	2221
52	14242	1080	70	14561	2328
54	14285	1171	72	14701	2565
56	14329	1269	74	14751	2839
58	14373	1377	76	14801	3156
60	14418	1496	78	14852	3535

Para determinar la concentración de soluciones con temperaturas diferentes a los 20°C, se corrige la lectura. (11)

° BRIX	10	15	20	25	30	40	50	60	70
° C PARA RESTAR DE LA LECTURA									
15	0.31	0.33	0.34	0.34	0.35	0.37	0.38	0.39	0.40
16	0.25	0.26	0.27	0.28	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32
17	0.19	0.30	0.21	0.21	0.21	0.22	0.23	0.23	0.24
18	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16
19	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08
PARA ADICIONAR A LA LECTURA									
21	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
22	0.14	0.14	0.15	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16
23	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24
24	0.28	0.29	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32
25	0.36	0.37	0.38	0.38	0.39	0.40	0.40	0.40	0.40

En las lecturas hechas a temperaturas menores de 20°C se resta la cantidad indicada en la tabla del valor obtenido. En lecturas hechas a temperaturas mayores de 20°C se sumará la cantidad indicada al valor obtenido.

### 2.3. Aditivos Químicos:

#### 2.3.1. Acido cítrico.

2-hydroxy-1,2,3, ácido propanotricarboxílico, - peso molecular 192.12, fórmula  $C_6H_8O_7$ , C 37.51%, H - 4.20%, 0.58.29%, cristales blancos solubles en agua. - (2)

Bajo ciertas condiciones, pueden utilizarse variedades seleccionadas de *Aspergillus niger* en la fermentación de glucosa para obtener ácido cítrico con muy buen rendimiento. Este es el principal método en la manufactura del ácido cítrico.

El ácido cítrico es empleado tanto en la industria como en la cocina, aportando las siguientes características:

- Disminuyendo en p.H. por debajo de 4, retardando así considerablemente la actividad de las fenolasas, ya que su p.H. óptimo está en la vecindad de 7.

- Como sinergista (sust. capaz de aumentar considerablemente la acción de otras) de los antioxidantes primarios. Se cree que su acción indirecta se debe a su capacidad para formar complejos estables con los iones metálicos que favorecen la oxidación, gracias a su estructura policarboxilica e hidroxilada.
- Regula el p.H. e imparte sabor ácido a los alimentos.

Los métodos de aplicación incluyen el sumergir la fruta en solución diluida de ácido cítrico o su agregado directo en jarabes, se utiliza también en mermeladas, frutas congeladas, margarinas, manteca de cerdo para sopas, cereales en polvo, etc.

El ácido cítrico no es tóxico aún en dosis elevadas.

### 2.3.2. Benzoato de sodio:

Es la sal sódica del ácido benzoico, como sal, es muy soluble.

Fórmula  $C_7H_5NaO_2$ , C 58.34% H 3.50%, Na 15.96%, O 22.21%, peso molecular 144.11 polvo blanco cristalino, cuya solubilidad en agua a temperatura ambiente es

de 63g/100 g. La dosis permitida máxima es de 0.1%. - Tiene un sabor picante. Su p.H. Óptimo de acción fluctua entre 2-4.5 disminuyendo su acción a un p.H. de 4.5-7.0. (9)

Es un inhibidor bacteriano, contra levaduras y en menos escala contra hongos. Se reabsorbe con facilidad en el intestino. No se liga a las protefinas, no se oxida. En su mayor parte es activa uniendose al coenzima A, formando benzil CO A. Bajo la influencia de la glicina ácido hipúrico (benzoil-glicina) que se elimina por la orina.

Se usa en jugos de frutas, mermeladas, salsa de tomate, productos lacteos, jarabes, margarinas, yoghurt, etc.

#### 2.4. Deshidratación.

##### 2.4.1. Historia.

El secado ha sido desde los tiempos más remotos, un medio de conservación de los alimentos. Su aplicación en la forma más sencilla se aprendió sin duda mediante la observación de la naturaleza. A menudo se logra así un grado suficiente de sequedad en los alimentos.

El secado por medio del sol se emplea aún en muchas regiones del mundo, incluso en los Estados Unidos. Se usa para preparar pasas y ciruelas, para secar chabacanos, dátiles, higos y otras frutas parecidas, y por supuesto, para secar granos antes de cosecharlos. Pero, en tanto que el secado por medio del sol constituye, en algunos lugares del mundo y para determinados productos, el método más económico, también tiene varios inconvenientes obvios: Depende de las fuerzas naturales y éstas no se pueden controlar; es lento y no apropiado para productos de alta calidad; generalmente no reduce el contenido de humedad a menos de 15%, lo cual, en un gran número de productos, es insuficiente para permitir la estabilidad en el almacenamiento: requiere un espacio bastante grande; y los alimentos expuestos al sol son susceptibles a la contaminación y a pérdidas debidas al polvo, insectos, roedores y otros factores. (15)

Era de esperarse, por consiguiente, que el secado de los alimentos se trasladara a los interiores en que las operaciones pudieran controlarse en forma más eficiente. Los esfuerzos de lograr el secado artificial por medio de aire caliente datan de finales de siglo XVIII. Hoy en día el término de deshidratación de alimentos se refiere al secado artificial bajo control, en el cual eliminamos el agua que contienen los

alimentos que idealmente producirá un mínimo de cambio o idealmente ninguno en las propiedades del alimento.

En la deshidratación de alimentos, el desaffo-  
tecnológico es especialmente grande, ya que los nive--  
les muy bajos de humedad requeridos para la estabili--  
dad máxima del producto no se obtienen fácilmente con  
un mínimo de cambios en los materiales alimenticios.

#### 2.4.2. Transmisión de calor y transferencia de masa.

Cualquiera que sea el método de secado emplea-  
do, la deshidratación de alimentos consta de dos eta--  
pas: 1) La introducción del calor al producto; y 2) La  
extracción de humedad del producto.

Estas dos etapas no siempre son favorecidas -  
por las mismas condiciones de operación.

Por transferencia de calor queremos decir -  
transferencia de agua. Al deshidratar alimentos procura-  
mos obtener la velocidad máxima en el secado, de ma-  
nera que hacemos todos los esfuerzos posibles a fin de  
acelerar las velocidades de transmisión de calor y -  
transferencia de masa.

Los factores físicos que afectan la transmisión de calor y la transferencia de masa, tales como temperatura, humedad, velocidad del aire, la geometría requerida para proporcionar el área máxima de superficie, y otros, son relativamente fáciles de controlar y de resolver en forma óptima, y son determinantes en el diseño de los secadores. Mucho más sutiles son los factores y relacionados con algunas propiedades de los alimentos y la manera en que pueden cambiar durante la deshidratación, afectando así la velocidad de secado y la calidad final del producto. Al hablar de la congelación de alimentos, señalamos el hecho de que varias propiedades de los alimentos afectan la transmisión de calor. La cuestión es mucho más compleja en el caso de la deshidratación, porque la propiedad de la materia prima alimenticia influye tanto en la transmisión de calor como en la transferencia de masa, y ambas pueden afectar en forma radical las características de los productos deshidratados.

#### 2.4.3. Área de superficie:

Generalmente subdividimos el alimento a deshidratar en piezas pequeñas o capas delgadas, a fin de acelerar la transmisión de calor y la transferencia de masa. La subdivisión acelera el secado por dos razones

Primero, una mayor área de superficie proporciona más superficie en contacto con el medio de calentamiento y más superficie desde la cual se puede escapar la humedad. Segundo, las partículas más pequeñas o capas más delgadas reducen la distancia que el calor tiene que recorrer hasta el centro del alimento, y reduce la distancia que la humedad en el centro del alimento tiene que recorrer a fin de llegar a la superficie y escaparse. En casi todos los tipos de secadores se procura aumentar al máximo la superficie del alimento que se está secando.

#### 2.4.4. Temperatura:

Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre el medio de calentamiento y el alimento, mayor será la velocidad de transmisión de calor al alimento, la cual proporciona la fuerza impulsora para la eliminación de humedad. Cuando el medio de calentamiento es aire, la temperatura desempeña también un segundo papel importante. A medida que el agua es expulsada del alimento en forma de vapor de agua, tiene que alejarse, ya que, de otra manera, la humedad crearía en la superficie del alimento una atmósfera saturada, que disminuiría la velocidad de la eliminación subsecuente de agua. Cuando más caliente está el aire, la humedad-

podrá absorber antes de saturarse. De este modo, el - aire de temperatura elevada que se encuentra a proximidad del alimento en proceso de deshidratación recogerá la humedad expulsada de éste en mayor grado que el - aire más fresco. Es evidente también que un mayor volumen de aire puede recoger más humedad que un menor volumen de aire.

A menos que haya sido calentado anteriormente un alimento para destruir microorganismos, ningún ali-mento de alta calidad sale del secador en estado estérril. Aunque la mayoría de las operaciones de secado maten una gran proporción de las bacterias, sobreviven - muchas de las esporas bacterianas.

La deshidratación a veces destruye las enzimas naturales de los alimentos, algunas a las cuales sobreviven a las condiciones del secado.

#### 2.4.5. Velocidad de aire y presión atmosférica.

El aire caliente recoge más humedad que el - aire fresco, pero el aire en movimiento es más efectivo todavía. El aire en movimiento, es decir, el aire a alta velocidad, además de recoger humedad, la barra de la superficie del alimento, previniendo la creación de

una atmósfera saturada que disminuirá la velocidad de la eliminación subsiguiente de humedad.

Si colocamos un alimento en una cámara caliente bajo vacío, podemos eliminar la humedad del alimento a una temperatura más baja que si no aplicáramos el vacío. O bien podríamos utilizar la misma temperatura con o sin el vacío, en cuyo caso la velocidad de la eliminación de agua del alimento sería mayor con vacío.

#### 2.4.6. Sequedad del aire:

La sequedad del aire determina hasta qué punto se puede bajar el contenido de humedad del alimento mediante la deshidratación. Los alimentos deshidratados son hidrosfópicos. Cada alimento tiene una humedad relativa de equilibrio. Esta es la que contiene a una temperatura determinada en que ni entrega humedad a la atmósfera ni recoge humedad de la atmósfera. Abajo de este nivel de humedad atmosférica, el alimento puede secarse más todavía. Arriba de este nivel, no puede secarse más, sino que, al contrario, recoge humedad de la atmósfera. En cualquier producto podemos determinar esta humedad relativa de equilibrio a diferentes temperaturas al exponer el producto secado a atmósferas con

diferentes niveles de humedad. Después de varias horas de exposición, pesamos el producto. El nivel en que el producto ni pierde ni absorbe más humedad es su humedad relativa de equilibrio.

Cuando el aire es el medio de secado, cuanto más seco esté, mayor será la velocidad del proceso.

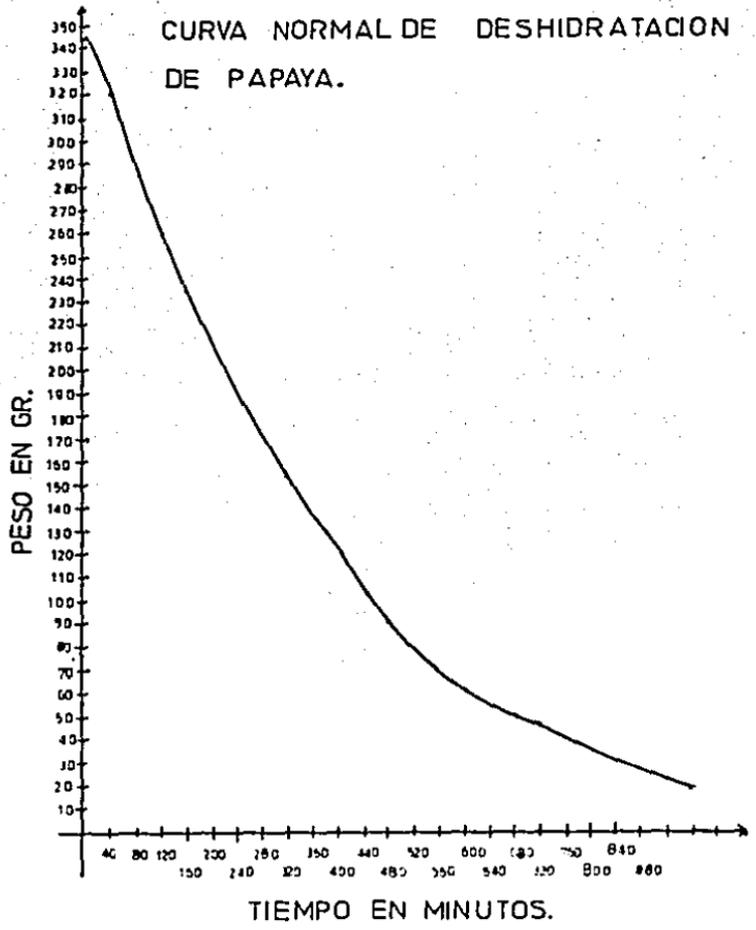
#### 2.4.7. Curva Normal de deshidratación:

Cuando se secan los alimentos, no pierden el agua a una velocidad constante hasta que estén completamente secos. En la práctica, aunque podemos eliminar el 90% del agua de un producto en cuatro horas, es posible que se necesiten otras cuatro horas a fin de eliminar la mayor parte del 10% restante, y esta condición asintótica va en aumento, de manera que nunca se logra eliminar totalmente la humedad de un producto bajo las condiciones normales de operación. (15) Generalmente, al iniciarse el proceso de secado, y por algún tiempo después, el agua sigue evaporándose de la pieza de alimento a una velocidad constante, como si estuviera secándose de una superficie libre. Este se llama el período de velocidad constante de secado, y en el caso, prosigue durante unas nueve horas, después de las cuales hay una inflexión en la curva, que conduce a la

velocidad decreciente de secado, como se muestra en -  
curva normal de deshidratación de papaya. El alimento -  
pierde la humedad de la superficie y adquiere paulati -  
namente una espesa capa seca, con la mayor parte de la  
humedad restante en el centro, lo que ocasiona un des -  
nivel de humedad desde el centro a la superficie. La -  
capa seca exterior forma una barrera aislante contra -  
la transmisión rápida de calor, porque el agua que se  
evapora deja huecos de aire detrás de sí. A la vez, em -  
pieza a recoger moléculas de vapor de la atmósfera del  
secador con la misma rapidez con que las pierde. Cuan -  
do estas dos velocidades se igualan, el proceso de se -  
cado ha terminado. La curva normal de deshidratación -  
varía con los diversos materiales alimenticios, con -  
los diferentes tipos de secadores, y en relación a las  
condiciones variables del secado, tales como temperatu -  
ra, humedad, velocidad de aire, el espesor del alimen -  
to, y otros factores.

En el secado de la mayoría de los alimentos -  
hay períodos de velocidad constante y otros de veloci -  
dad decreciente, y es extremadamente difícil reducir -  
la humedad a menos del 2% sin dañar el alimento. (15)

CURVA NORMAL DE DESHIDRATACION DE PAPAYA.



#### 2.4.8.- Propiedades del material alimenticio:

Concentración de solutos.- Los solutos en solu  
ción elevan el punto de ebullición de los sistemas -  
acuosos. Esto sucede también en los procesos de deshi-  
dratación de alimentos, es de esperarse que alimentos-  
con un alto contenido de azúcar o de otros solutos de  
bajo peso molecular tarden más en secarse que los ali-  
mentos con bajo contenido de estos solubles. La concen-  
tración de solutos aumenta en el agua restante a medi-  
da que prosigue el secado. Este es otro factor que dis  
minuye la velocidad de secado y contribuye al período-  
de velocidad decreciente en las curvas de secado de mu  
chos alimentos.

Agua ligada.- El agua que se escapa libremente  
de una superficie cuando su presión de vapor es mayor-  
que la presión de vapor en la atmósfera arriba de -  
ella. Pero a medida que un producto se seca y que su -  
agua libre se va eliminando, disminuye la presión de -  
vapor por unidad de la área del producto. Esto se debe  
a que hay menos agua por unidad de área y también a -  
que una parte del agua del producto está retenida o li  
gada por fuerzas químicas y físicas a los componentes-  
sólidos del alimento.

El agua libre es la más fácil de eliminar y la que se evapora primero. Más difícil aún es la eliminación del agua químicamente ligada en forma de hidratos como el monohidrato de glucosa o los hidratos de sales inorgánicas. Estos fenómenos también influyen en la curva normal de secado.

Encogimiento.- Uno de los cambios más obvios durante la deshidratación de los alimentos, tanto celulares como no celulares, es el encogimiento.

Si tuviéramos un material perfectamente elástico bajo presión y le quitáramos la humedad uniformemente a través de todo su volúmen, el material se encogería de una manera pareja y lineal a medida que perdiera la humedad. Este encogimiento uniforme se va raramente en los materiales alimenticios que se están deshidratando, porque los alimentos no tienen generalmente una elasticidad perfecta, y porque el agua no se elimina uniforme a través de la pieza a medida que se seca.

Endurecimiento de la cubierta.- Una condición especial relacionada con el encogimiento y sellado de la superficie de una pieza de alimento se conoce como endurecimiento de la cubierta. Esto sucede cuando hay una temperatura muy alta en la superficie y la pieza -

se seca de manera desigual, se forma una piel seca, antes de que la mayor parte de la humedad del interior - haya podido escaparse hacia la superficie.

El endurecimiento de la cubierta es más común en algunos alimentos que en otros: es especialmente común en aquellos alimentos que contienen azúcares disueltos y otros solutos muy concentrados. El agua de los alimentos sube por los poros y capilares, el agua capilar lleva azúcares, sales y otros materiales en solución a la superficie de la pieza durante la deshidratación. Luego en superficie el agua se evapora, y los solutos quedan depositados. A esto se debe la exudación pegajosa y azucarada en la superficie de algunas frutas en las primeras etapas del secado.

Los efectos combinados del encogimiento y obstrucción de los poros debido al depósito de solutos - contribuyen al endurecimiento de la cubierta. Puede reducirse mediante temperaturas más bajas.

Cambios químicos y de otra índole.- Una amplia escala de cambios químicos pueden tener lugar durante la deshidratación de los alimentos, junto con los cambios físicos. Esto contribuye a la calidad final de los productos, por lo referente al color, sabor, textu

ra, viscosidad y velocidad de reconstitución, valor nutritivo, y estabilidad en el almacenamiento.

Las reacciones de "escafecimiento" puede deberse a oxidaciones enzimáticas de los polifenoles u otros compuestos susceptibles, en el caso en que no se han inactivado las enzimas oxidantes. Otra consecuencia es la pérdida de la facilidad de rehidratación, la pérdida parcial de los componentes volátiles de sabor, etc.

#### 2.4.9. Equipo de secado:

El equipo de secado depende sobre todo del tipo de alimento que se va a secar, el nivel de calidad que hay que alcanzar, y el costo que se puede justificar.

En una clasificación práctica de los diferentes tipos de secadores, se dividen a éstos en: secado por convección del aire, de tambor o rodillo, secado al vacío:

TIPOS COMUNES DE SECADORES EMPLEADOS PARA ALIMENTOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS. (15)

---

TIPO USUAL DE SECADOR	TIPO USUAL DE ALIMENTO
SECADORES POR CONVECCION DE AIRE:	
Estufa	piezas
gabinete, bandeja o charola	piezas, purés, líquidos
túnel	piezas
banda transportadora sin fin	purés, líquidos
banda-artesa	pieza
elevador neumático	piezas pequeñas, gránula
lecho fluidizado	piezas pequeñas, gránula
aspersión	líquidos, purés
SECADORES DE TAMBOR O RODILLO	
atmosférico	purés, líquidos.
al vacío	purés, líquidos
SECADORES AL VACIO	
gabinetes al vacío	piezas, purés, líquidos
banda al vacío	purés, líquidos
liofilización	piezas, líquidos

---

Todos los secadores por convección de aire tienen alguna clase de recinto aislado, un medio de hacer circular el aire dentro del recinto y un medio de calentar el aire. También tiene varios modos de sostener el producto, aparatos especiales para recoger el pro-

ducto secado, y algunos tienen secadores de aire para reducir la humedad, además de varios tipos de instrumentos y reguladores.

El movimiento de aire se controla generalmente con ventiladores, fuelles o desviadores. El volumen y la velocidad del aire afectan la rapidez del secado, - pero su presión estática es importante también, porque los productos que se están secando se hacen muy ligeros y el aire puede levantarlos de las charolas. Los patrones de flujo de aire son complejos cuando topan con superficies, y sus velocidades y presiones cuando están en contacto con el alimento son rara vez comparables con las medidas hechas en la corriente principal del aire, aunque estas medidas pueden relacionarse generalmente con el comportamiento del proceso de secado.

Se pueden calentar al aire por métodos directos o indirectos. En el primero, el aire esta en contacto director con una flama o con gases de combustión. En el segundo caso, el aire está en unos conductores o aletas calentadas por medio de vapor, flama o electricidad. Lo importante es que el calentamiento in directo deja el aire libre de contaminación.

Secadores de gabinete, bandeja y charola.- Los secadores como estos de gabinete con bandejas o charolas, se emplean sobre todo en las operaciones de pequeña escala. Su costo es relativamente bajo y se pueden adaptar fácilmente a las condiciones de secado escogidas. En ocasiones son suficientemente altos para acomodar 25 charolas apiladas y funcionar con el aire a una temperatura de unos 93°C en el termómetro seco y una velocidad que fluctúa entre 150 y 300 metros por minuto, a través de las charolas. Estos secadores se usan comúnmente para trozos de frutas y hortalizas y, de acuerdo con el alimento y el nivel de humedad final que se desea alcanzar, el tiempo de secado puede ser del orden de 10 a 20 horas. (15)

### 3.- MATERIAL Y METODOS:

#### 3.1. Métodos:

##### 3.1.1. Procedimiento:

Las muestras No. 1, 2 y 3 señaladas en el cuadro No. 1 se procesaron de la siguiente manera: Se recibe la fruta y se selecciona observando las características deseadas como son:

- Grado de madurez.
- Variedad de papaya.
- No presente contaminación por moho.
- No presente numerosos golpes.
- Tamaño grande de la papaya.

El mandado se lleva a cabo por método mecánico utilizando cuchillo, se retira la cubierta, es decir - la cáscara cuidadosamente para no desprender gran % de pulpa que será procesada posteriormente. La papaya por presentar gran volumen y dificultad de manejo, sugerimos éste tipo de mondado en vez de ocupar solución de hidróxido de sodio al 8% durante 7.0 minutos a una temperatura de 100°C.

Ya mondada la fruta se lava para retirar impurezas como tierra, cascaritas, etc. Se secciona la fruta por la mitad y retiramos la semilla de la papaya, -

seccionamos la papaya nuevamente observando el grosor que la fruta deberá presentar para confitarla en pailas porcelanizadas o de cobre.

El jarabe se prepara previamente, agragando a un recipiente o paila que contendrá agua, sacarosa, - glucosa, ácido cítrico y benzoato de sodio, se eleva la temperatura a 80°C por 5-10 minutos para disolver los ingredientes. Ya preparado el jarabe será adicionada la fruta a éste, para realizar la confitación de la fruta en el mismo a 93.3°C, por el tiempo que sea necesario.

La fruta será extraída para escurrir y enfriar se coloca en las charolas del deshidratador. Cuando ha transcurrido el tiempo óptimo de secado, se retira la fruta de las charolas y se dejan enfriar los trozos de fruta a temperatura ambiente, se empaca y se almacena.

Después que la fruta ha sido extraída del jarabe, éste se puede utilizar. Se filtra y se reconstituye observando los % de ácido cítrico, benzoato de sodio, grados Brix y volumen de agua.

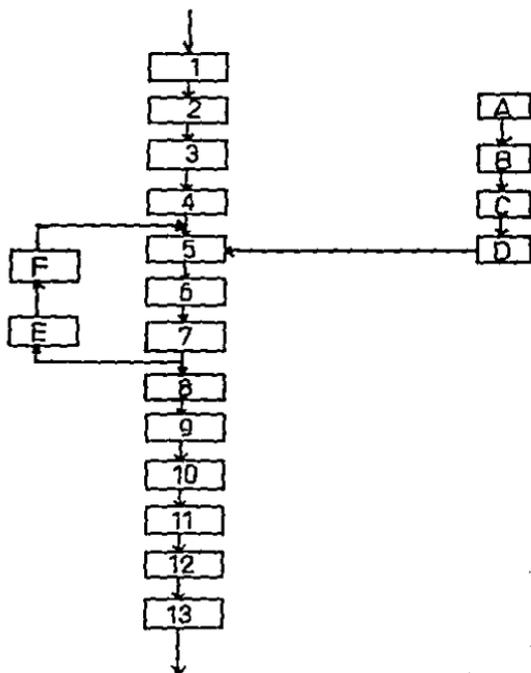
La muestra No. 4 señalada en el cuadro No. 1, se procesó de la siguiente manera: Se seccionó la papa

ya en rebanadas de 2 cm de grosor y se introdujo en una solución de ácido cítrico al 2% y benzoato de sodio al 0.1% por un tiempo de 15 minutos, después de lo cual se escurrió y se colocó en el deshidratador, a una temperatura de 57.2°C y un tiempo de deshidratación de 12-14 hrs.

La papaya deshidratada obtenida, presentaba el aspecto de un orejón de papaya, de color naranja claro, de textura seca, opaco con buen sabor.

Se realizaron pruebas variando el porcentaje de ácido cítrico, valores menores de 2%, faltaba acidez a la fruta, valores menores de 2% sobraba acidez a la fruta, así como el tiempo y temperatura de deshidratación.

### 3.1.2..DIAGRAMA DE FLUJO :



- 1.- Recepción y selección de la fruta.
- 2.- Mondado.
- 3.- Lavado de la fruta.
- 4.- Seleccionado y limpiado.
- 5.- Jarabe previamente preparado.
- 6.- Confitación de la fruta en el jarabe.
- 7.- Extracción de la fruta.
- 8.- Escurrido y enfriado.
- 9.- Deshidratación.
10. Extracción.
11. Enfriamiento.
12. Empacado.
13. Almacenado.

A.- Acido cítrico

B.- Benzoato de sodio

C. Azúcares

D.- Agua.

E.- Filtración del jarabe.

F.- Reconstitución del jarabe.

Preparación del jarabe, ele  
var la temperatura a 80°C -  
para disolver.

### 3.2. Material.

#### 3.2.1. Material vegetal.

Papaya (Carica papaya L.) variedad mamey.

**3.2.2. Material químico:**

Acido cítrico

Sacarosa

Benzoato de sodio

Glucosa

Agua

Oxalato de sodio o potasio

Fenofaleina

Alcohol

Acetato neutro de plomo

Acido clorhídrico

Azúl de metileno

Tartrato de sodio y potasio

Hidroxido de sodio

Sulfato de cobre

**3.2.3. Material de manejo:**

Lana de vidrio

Algodón

Plato caliente con control de temperatura

Bureta graduada 50 ml.

Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg.

Matraz Erlenmeyer 500 ml.

Matraz volumétrico. 250 ml.

Perlas de vidrio

Baño maría con control de temperatura  
Cuchillo y palas  
Seccionador de 0.5 cm y 1 y 2 cm.  
Gotero  
Pailas porcelanizadas o de cobre  
Crisoles (4)  
Cápsulas de porcelana (4)  
Pinzas  
Desecador  
Estufa  
Mufia  
Papel  
Vasos de precipitado de 1000 ml 150 ml.  
Deshidratador  
Potenciómetro  
pizeta  
Probeta de 10 ml, 100 ml.

El deshidratador con el que se llevó a cabo el proyecto, funciona con energía eléctrica y consta de:

- Base
- Charola
- Tapa

La base está constituida por una resistencia, ventilador y termostato. El aire que es expulsado por

el ventilador, es calentado por una resistencia. La temperatura del aire es regulada por el termostato con un rango de temperatura de 35 a 62.7°C.

El aire es impulsado a través de unos conductos laterales y transferidos a la superficie del alimento entre charola y charola, ya que entre ellas existe un espacio que facilita el proceso. Al llegar a la parte superior el aire es recirculado por el cilindro que forman las charolas en el centro de las mismas hasta llegar a la base en donde comienza una vez más el ciclo.

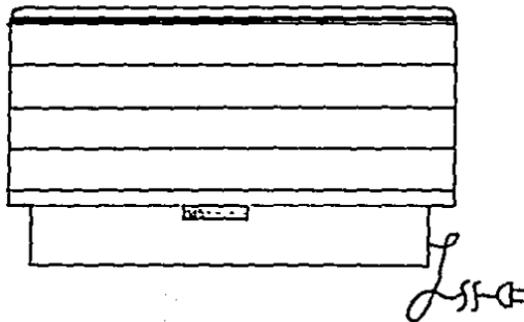
La fruta es colocada en las charolas hasta completarlas y apilarlas posteriormente para colocarlas en la base.

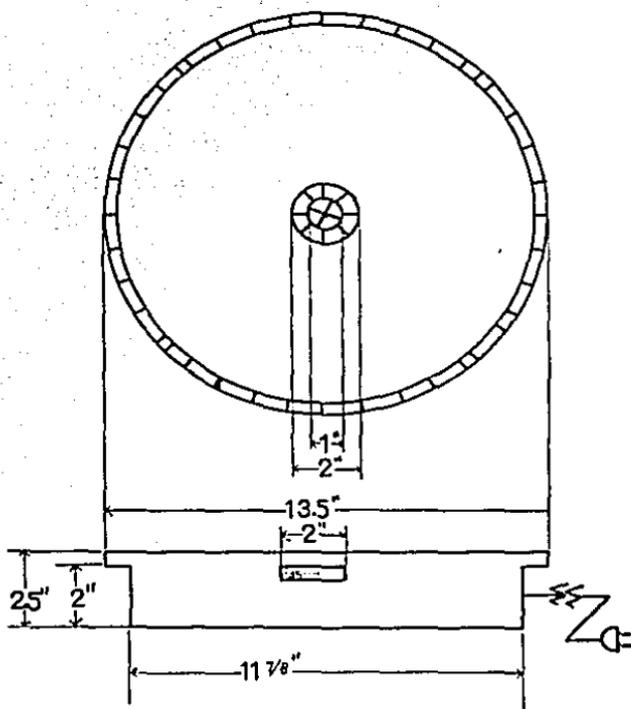
El tiempo de deshidratación depende de la variedad de fruta, grosor, concentración de solutos y demanda del consumidor.

Entre mayor tiempo permanezca la fruta dentro del deshidratador, mayor cantidad de agua perderá y la fruta irá adquiriendo una consistencia, textura y apariencia diferente a la que inicialmente representaba.

A continuación se muestran figuras del desecador completo, base vista superior y lateral, charola vista superior y lateral, detalle de la charola.

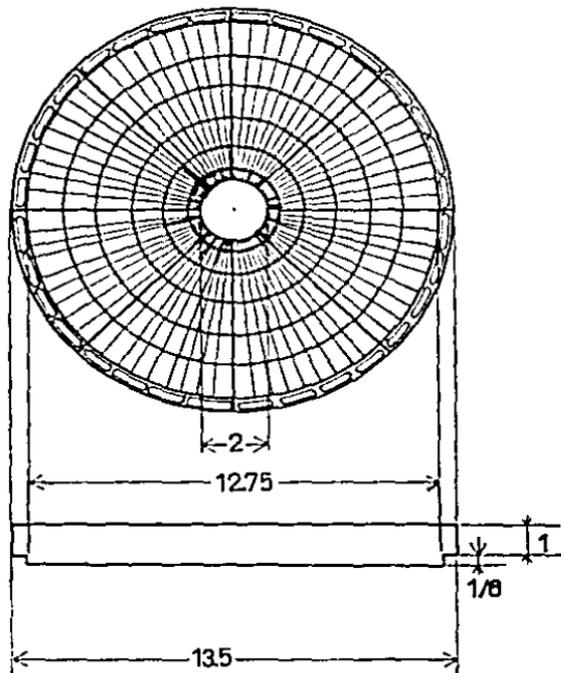
DESECADOR COMPLETO CON SUS 4  
CHAROLAS Y TAPA, VISTA LATERAL.





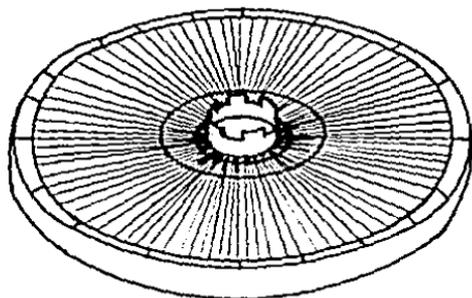
BASE: VISTA SUPERIOR Y LATERAL

ESC: 1/4



CHAROLA: VISTA SUPERIOR Y LATERAL.

ESC: 1/4 ACOTACIONES EN PULGADAS.



DETALLE DE LA CHAROLA.

#### 4.- ANALISIS Y RESULTADOS:

##### 4.1. Optimización de variables.

##### 4.1.1. Variedad Óptima y madurez de la fruta:

La variedad óptima que se utilizó para llevar a cabo el proyecto es papaya variedad "mamey" que se caracteriza por tener forma alargada, pulpa de color rojizo y de consistencia firme. Principalmente su color es muy llamativo, tanto fresca la fruta como procesada, su color se conserva y más aún cuando la fruta se procesa en rebanada delgada de aproximadamente 0.5 cm, se vuelve translúcida y de color naranja.

La madurez óptima se determina apenas y empieza a perder el color verde del ápice, más tres días aproximadamente para alcanzar una madurez pobre, al tocar la superficie debe de presentarse firme, ya que de no ser así, los frutos de papaya maduros, presentan de integración del tejido en el proceso de confitación.

El tamaño de la fruta de esta variedad, va de dos a seis kilos. De preferencia, se adquirirán papayas de tamaño grande, con esto alcanzaremos mejor rendimiento del fruto, de lo contrario, cada fruto está compuesto de cáscara y semillas las que tendrán que ser removidas aumentando las pérdidas por peso.

Desperdicio por cáscara y semillas aproximadamente	20%
Desperdicio por corte aproximadamente	5.0%

#### 4.1.2. Espesor de la fruta:

En el proceso, se seccionó la papaya en varias medidas de 0.5, 1 y 2 cm.

Se observó que en proceso de confitado de la fruta presentaba buen aspecto aunque era un poco delgada, grosor 0.5 cm, se optó por tomar las siguientes dos medidas para proseguir el trabajo. Ambas resultaron óptimas, solamente que presentaban una desventaja con relación a la primera, que el término de la confitación y deshidratación estas no eran traslúcidas. Por lo tanto, se determinaron dos grosores 0.5 y 2 cm. para el proyecto.

Las rebanadas de 0.5 cm, presentaban muy buen aspecto, aunque por ser más delgadas, se perdía un poco el sabor de papaya, en cambio las de 2 cm de grosor conservaban más sabor a papaya aunque no eran traslúcidas, tenían aspecto agradable a la vista.

#### 4.1.3. % de azúcar o grados Brix:

Se realizaron numerosas pruebas para determi--

nar el jarabe óptimo haciendo uso de glucosa y sacarosa combinada en diferentes proporciones o bien ya fuera una u otra.

Se observó que la fruta confitada con jarabe - se sacarosa o sacarosa y glucosa ( en muy baja proporción), durante el proceso de deshidratación presentaban manchas blancas dentro de la fruta debido a la cristalización de la sacarosa.

Las frutas confitadas con jarabe menores a 30- grados Brix, al realizar pruebas sensoriales les hacia falta sabor dulce.

Las frutas confitadas con jarabe de 40 grados- Brix en adelanta presentaban dificultad en el manejo y escurrido de la fruta, ya que ésta se encogía y perdía ligeramente su forma.

Los jarabes con 30 grados Brix que contenían - más de 200 gramos de glucosa por litro de jarabe, después del proceso de deshidratación, la fruta volvía a absorber agua del medio ambiente presentando en la superficie un aspecto pegajoso, al igual que las frutas- confitadas con jarabes preparados a base de glucosa.

Después de realizar determinaciones del jarabe óptimo, se encontró que la fruta confitada con jarabes de 30 grados Brix y elevandolos hasta 37 grados Brix - con glucosa eran los óptimos, ya que la fruta confitada, y deshidratada posteriormente, no presentaba manchas blancas dentro de la fruta que corresponden a la cristalización de la sacarosa sino que, al contrario - las rebanadas de 0.5 cm de grosor, se observaron translúcidas y un color naranja agradable a la vista característico de la papaya mamey, al igual las rebanadas - de 2 cm de grosor, intensifica su color a rojizo y no presentaba cristalización lo que determinó el jarabe - óptimo.

Al jarabe óptimo se le agregaron cantidades variables de ácido cítrico , para impartir acidez al producto mejorando así su sabor.

Los porcentajes óptimos fueron 0.2% y 0.5% en la fruta confitada y deshidratada y en la fruta deshidratada natural fue de 2% impartió un mejor sabor y dependiendo del consumidor fue su preferencia.

A los jarabes se les agregó benzoato de sodio - así como a la solución para preparar la papaya deshidratada natural. Se observó que los jarabes y solución

que no lo contenían, presentaba crecimiento de hongo - rápidamente en la superficie de los jarabes a temperatura ambiente, no así los que lo contenían.

#### 4.1.4. Temperatura y tiempo de deshidratación:

La temperatura óptima para deshidratar la fruta confitada de 0.5 y 2 cm de grosor, fue de 62.7°C, - variando el tiempo de deshidrtación de 4 y 12 horas - respectivamente. El tiempo menor de deshidrtación al - mencionado, la fruta se observaba y sentía fresca toda vía por el contrario un tiempo mayor al mencionado, la fruta presentaba dificultad a la hora de probarla, su consistencia era corriosa y dura.

La temperatura óptima para deshidratar la papaya natural, fue de 57.2°C con un tiempo de deshidratación de 12 a 14 hrs., esta temperatura se determinó ya que con ella, la superficie de la fruta se endurece me nos y es más fácil que pierda agua.

Rendimiento papaya deshidratada y confitada =	16%
Rendimiento papaya natural deshidratada =	9%

En el cuadro No. 1 se presenta la descripción de las variables óptimas de las muestras que presentan

las mejores características.

#### 4.1.5. Estabilidad del producto:

Para ayudar a garantizar la calidad de los alimentos como su buen estado para ingerirlos sin causar enfermedades o alteraciones a la salud, se ha determinado en la mayoría de los productos alimenticios un tiempo límite dentro del cual el producto no ha sufrido alteraciones de ninguna índole y es apto para el consumo humano.

A este tiempo límite se le ha nombrado "vida de anaquel" o " fecha de caducidad".

Las frutas frescas tienen una vida de anaquel que va de 1 a 7 días dependiendo de la variedad, madurez, características de la fruta.

Las semillas secas o productos con bajo % de humedad tienen una vida de anaquel de 350 días aproximadamente.

Nuestro producto terminado es un producto que contiene poca humedad, por lo tanto ofrecemos una vida de anaquel que corresponde a 6 meses, es decir 180 -

días. Se ha observado que es un producto muy estable, no presenta contaminación por moho, alteración en el color, olor o sabor del producto.

#### 4.1.6. Pruebas sensoriales.

Se ofrecieron cuatro productos los cuales presentaron las mejores propiedades, estos varían en tiempo de deshidratación, concentración de ácido cítrico, grosor, temperatura de deshidratación, temperatura y tiempo de confitación, etc., a continuación presentamos un cuadro:

CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIABLES OPTIMAS  
DE CUATRO MUESTRAS DE PAPAYA  
( CUADRO No. 1 )

CARACTERÍSTICAS	MUESTRA No. 1	MUESTRA No. 2	MUESTRA No. 3	MUESTRA No. 4
GROSOR	0.5 cm	0.5 cm	2.0 cm	2.0 cm
GRADOS BRUX	37	37.5	37	---
% ACIDO CITRICO	0.2%	0.5%	0.2%	2.0%
TEMPERATURA DE DESHIDRATACION	62.7°C	62.7°C	62.7°C	57.2°C
TIEMPO DE DESHIDRACION	4 hrs.	4 hrs.	13 hrs.	12-14hr
TEMPERATURA DE CONFITACION	93.3°C	93.3°C	93.3°C	---
TIEMPO DE CONFITACION	15 min.	15 min.	30 min.	---
% BENZOATO DE SODIO ( Conservador )	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%

Se realizaron 30 pruebas sensoriales a personas de ambos sexos con el siguiente formato.

PAPAYA DESHIDRATADA Y CONFITADA

ENUMERA SEGUN CORRESPONDA: 1 = BUENO

2 = REGULAR

3 = MALO

FACTORES	MUESTRA No. 1	MUESTRA No. 2	MUESTRA No. 3	MUESTRA No. 4
GROSOR				
BRILLO				
TRANSPARENCIA				
COLOR				
OLOR				
SABOR				
ACIDEZ				
CONSISTENCIA				
SUAVIDAD				

COMENTARIOS

MARCA CON UNA CRUZ TU MEJOR OPCION

¿Cuál te gustó más?

Muestra No. 1 y 2 \_\_\_\_\_

Muestra No. 1, 2 y 3 \_\_\_\_\_

Muestra No. 1 y 3 \_\_\_\_\_

Muestra No. 1, 2 y 4 \_\_\_\_\_

Muestra No. 1 y 4 \_\_\_\_\_

Muestra No. 2, 3 y 4 \_\_\_\_\_

Muestra No. 2 y 3 \_\_\_\_\_

Todas te gustaron \_\_\_\_\_

Muestra No. 3 y 4 \_\_\_\_\_

Ninguna te gustó \_\_\_\_\_

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Muestra No. 1.- Fue seleccionada como la mejor por 3 personas de 30, a lo cual corresponde un porcentaje de preferencia = 10%.

Muestra No. 2.- Fue seleccionada como la mejor por 13 personas de 30, a lo cual corresponde un porcentaje de preferencia = 43.3%.

Muestra No. 3.- Fue seleccionada como la mejor por 12 personas de 30, a lo que corresponde un porcentaje de preferencia = 40.0%.

Muestra No. 4.- Fue seleccionada como la mejor por 2 personas de 30, a lo cual corresponde un porcentaje de preferencia = 6.7%.

La descripción que se dió en la encuesta fue valorada con la siguiente escala:

1 = Bueno.

2 = Regular.

3 = Malo.

Fueron 30 encuestas, por lo tanto:

30 - 45 = Bueno

46 - 75 = Regular

76 - 90 = Malo

FACTORES	MUESTRA No. 1	MUESTRA No. 2	MUESTRA No. 3	MUESTRA No. 4
GROSOR	44	44	45	69
BRILLO	31	35	43	79
TRANSPARENCIA	37	42	73	87
COLOR	40	37	38	70
OLOR	52	49	57	52
SABOR	46	43	42	67
ACIDEZ	49	45	55	53
CONSISTENCIA	56	49	46	79
SUAVIDAD	59	42	46	83

Muestra No. 1.- Presenta las siguientes características: Buen grosor, buen brillo, buena transparencia, - buen color, regular olor, regular sabor, regular acidez, regular consistencia, regular suavidad.

Muestra No. 2.- Presente las siguientes características: Buen grosor, buen brillo, buena transparencia, - buen color, regular olor, buen sabor, buena acidez, regular consistencia, buena suavidad.

Esta muestra presentó la más alta puntuación de aceptación, se puede observar comparativamente la puntuación que se obtuvo anteriormente.

Muestra No. 3.- Presenta las siguientes características; Buen grosor, buen brillo, regular transparencia - tirandole a mala, buen color, regular olor, buen sabor

regular acidez, regular consistencia, regular suavidad.

Esta muestra obtuvo la segunda más alta puntuación de aceptación, es más opaca por ser más gruesa, pero ésta conserva más el sabor a papaya por la misma razón.

Muestra No. 4.- Presenta las siguientes características: Regular grosor, mal brillo, mala transparencia, regular color, regular olor, regular sabor, regular acidez, mala consistencia, mala suavidad.

Esta muestra por no estar confitada, presenta características diferentes a las anteriores como son el brillo, transparencia, color, pero tiene buen sabor a papaya. Esta muestra tuvo muy poca aceptación.

La muestra No. 4 tuvo menor aceptación, no obstante presenta buen olor, acidez, sabor aunque por no estar confitada, no contiene azúcar, por lo mismo no brilla ni es transparente, presenta una consistencia un poco dura a comparación con las otras muestras y lo mismo sucede con la suavidad, el color es característico de la papaya mamey, solamente que este permanece el color natural de la papaya.

#### 4.1.7. Tipo de empaque:

El empaque también es un método de conservación y, de hecho, si es deficiente, puede deshacer todo lo que se ha logrado por medio de la práctica más meticulosa de fabricación. Pero el empaque de los alimentos desempeña muchas funciones además de la conservación y venta de los alimentos son tan dinámicos y competidos como éste.

En el empaque de alimentos se utiliza una variedad muy amplia de materiales, que incluye metales rígidos como en latas y tambores; metales flexibles como en laminados de aluminio y acero; vidrio como en frascos y botellas; plásticos rígidos y semirígidos como en frascos y botellas que se oprimen; plásticos flexibles en un extenso surtido de tipos, madera y papel, como en cajas; papeles flexibles como en bolsas; y hojas de capas múltiples que pueden cambiar papel, plástico y laminados metálicos a fin de lograr propiedades que no se pueden hallar en un solo componente.

El empaque seleccionado para este producto cumple con lo siguiente:

- Protección sanitaria.
- Protección contra pérdidas o asimilación de humedad.

- Protección contra pérdidas o asimilación de olores.
- Transparencia.
- Facilidad de apertura.
- Limitación de tamaño y peso.
- Facilidad para ser impreso.
- Bajo costo.

Se eligió bolsa de celulosa regenerada (Celo--fán) de medidas 14 x 20 cm.

El celofán sencillo no es afectado por la luz del sol, soporta temperatura máxima de 149°C, su temperatura de combustión 68-102<sup>2</sup>, puede ser transparente - o de color, la transmisión de oxígeno en cc/100 pulg<sup>2</sup>/24 hr. a 22.2°C y 1 mil es bajo (seco), de nitrógeno - y dióxido de carbono en las mismas condiciones es variable (húmedo), la resistencia al agua es moderada, - temperatura de sellado de 200-300°C. (15)

El tamaño de la bolsa de celofán se determinó de acuerdo a las necesidades del producto y la presentación del mismo.

La muestra No. 1 y 2, se embolsaron con una cantidad - de 50 gr. la cantidad era suficiente por el grosor de la papaya que corresponde a 0.5 cm y la presentación-

buena.

La muestra No. 3 se embolsó, con una cantidad de 100 - gr por el grosor de la misma que corresponde a 2 cm y por lo tanto ocupa más volumen. Si fuera embolsada en cantidades de 50 gr. sería poco producto el que se pudiera ofrecer.

La muestra No. 4 se embolsó en cantidades de 60 gr, ésta papaya por está deshidratada únicamente con previa inmersión en solución de ac. cítrico al 2% y benzoato de sodio al 0.1% por 15 minutos, queda prácticamente - natural.

#### 4.1.8. Aproximación de costos:

Consideramos los costos con precios dados por el comerciante por Kg de producto, por lo que al costo final debemos reducirle el 25% si la materia prima se compra al mayoreo o un 30% si se compra directamente - en fábrica.

Acido cítrico	\$ 7,000.00 Kg.
Benzoato de sodio	20,000.00 Kg.
Azúcar refinada	900.00 Kg.
Glucosa	1,300.00 Kg.
Bolsa celofán de 14 x 20 cm.	5,100.00 el ciento.
Papaya	1,500.00 Kg.

Aproximadamente una bolsa de papaya confitada y deshidratada que contenga 50 gr de producto tiene un costo de \$470.00. Hay que tomar en cuenta que se está incluyendo la preparación del jarabe inicial y no la reconstitución del mismo, de esta manera los costos disminuyen todavía más. En el costo dado, se incluye el desperdicio por cáscara, semilla y corte.

Desperdicio por cáscara y semilla aproximadamente	20%
Desperdicio por corte aproximadamente	5%

En el costo no va incluido energía eléctrica - gastada, gas, mano de obra, costos de equipo, instalaciones, depreciación de la maquinaria.

#### 4.2. Análisis de control de calidad.

##### 4.2.1. Determinación de humedad:

Se determinó la humedad de las cuatro muestras por el método de secado. Esto incluye las mediciones de la pérdida de peso, debido a la evaporación de agua a la temperatura de ebullición o cerca de ella.

Se pesan, introducen a la estufa desecadora - cápsulas de porcelana a 100°C, después de 1 hora se re tiran y se dejan enfriar en el desecador, se pesan, se introducen nuevamente hasta peso constante. (5)

Ya alcanzado peso constante, se pesan 5 gr de muestra aproximadamente y se introducen a la estufa de secadora hasta peso constante. El resultado se obtiene por diferencia de peso con la siguiente fórmula:

$$\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 = \% \text{ de humedad.}$$

$W_1$  = Peso de la muestra húmeda en gramos.

$W_2$  = Peso de la muestra seca en gramos.

Muestra No. 1

$$W_1 = 4.3914$$

$$W_2 = 3.9935$$

$$\% \text{ humedad muestra No. 1} = 9.06\%$$

Muestra No. 2

$$W_1 = 4.3459$$

$$W_2 = 3.9465$$

$$\% \text{ humedad muestra No. 2} = 9.19\%$$

Muestra No. 3

$$W_1 = 4.4284$$

$$W_2 = 3.9075$$

$$\% \text{ de humedad muestra No. 3} = 11.76\%$$

Muestra No. 4

$$W_1 = 4.5850$$

$$W_2 = 4.1250$$

$$\% \text{ humedad muestra No. 4} = 10.03\%$$

#### 4.2.2. Determinación de cenizas:

Las cenizas de los productos alimentarios están constituidos por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado.

El método general para determinar las cenizas-totales consiste en pesar una muestra de 5 gr aproximadamente en una cápsula de sílice (o de platino) (De alrededor de 7 cm de diámetro) que previamente ha sido calcinada y enfriada antes de ser pesada. Entonces la cápsula y su contenido se calcina, primero nuevamente sobre una llama baja o bajo una lámpara infrarroja hasta que se carbonice y entonces en un horno de mufla se calienta de 500-550°C. (5) El resultado se obtiene por diferencia de peso, con la siguiente fórmula:

$$\frac{P_1 - P_2}{P_1} = \text{gr de ceniza}$$

$P_1$  = Peso de la muestra seca en gramos.

$P_2$  = Peso de la muestra en cenizas en gramos

Muestra No. 1

$P_1$  = 3.9935

$P_2$  = 3.9423

gr de ceniza en muestra No. 1 = 0.01282

Muestra No. 2

$$P_1 = 3.9465$$

$$P_2 = 3.8871$$

gr de ceniza en muestra No. 2 = 0.01505

Muestra No. 3

$$P_1 = 3.9075$$

$$P_2 = 3.8492$$

gr de ceniza en muestra No. 3 = 0.01492

Muestra No. 4

$$P_1 = 4.1250$$

$$P_2 = 4.0748$$

gr de ceniza en muestra No. 4 = 0.01216

#### 4.2.3. Determinación de azúcares reproductores totales y directos (método volumétrico).

Este método se basa en la determinación del volumen de una solución de la muestra que se requiere para reducir completamente un volumen conocido del reactivo alcalino de cobre (método volumétrico de Lane-Eynon). El punto final se determina por el uso de un indicador azul de metileno, el cual es reducido a blanco de metileno por un exceso de azúcar reductor.

Se prepararán los siguientes reactivos:

- Oxalato de sodio y potasio

- Solución alcohólica de fenoftaleína al 1%
- Solución acuosa saturada de acetato neutro de plomo
- Acido clorhídrico concentrado.
- Azul de metileno al 0.2% en agua
- Solución (A) de sulfato de cobre  
Disolver 34.639 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  en agua destilada y diluir a 500 ml en un matraz volumétrico. Filtrar a través de lana de vidrio.
- Solución (B) de tartrato de sodio y potasio:  
Disolver 173 g de  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  y 50 g de hidróxido de sodio en agua y diluir a 500 ml. Dejar reposar dos días y filtrar a través de lana de vidrio.
- Solución patrón de sacarosa:  
Pesar 9.5 g de sacarosa y disolver en 50 ml de agua, agregar 5 ml de ácido clorhídrico concentrado y diluir con agua a 100 ml. Guardar algunos días a temperatura ambiente (aproximadamente 7 días a 12-15°C o 3 días a 20-25°C o 15 minutos a 67°C) después de esta inversión, diluir a 1 litro (esta solución es estable por algunos meses en refrigeración).
- Solución diluida de sacarosa:  
Diluir 10 ml de la solución patrón a 100 ml con agua (1 ml = 1 mg de sacarosa).

**TITULACION DE LA SOLUCION A-B.**

Medir con pipeta volumétrica 5 ml de solución-A y 5 ml de solución B en un matraz erlenmeyer de 500 ml. Agregar 100 ml de agua, calentar en parrilla cerrada a ebullición y agregar poco a poco con una bureta. La solución patrón de sacarosa diluida, hasta la casi reducción total de cobre. Agregar 1 ml de la solución de azul de metileno y continuar la titulación hasta la desaparición del color azul (mantener continua la emisión de vapor para prevenir la reoxidación del cobre o del indicador). Si el gasto es menor de 15 ml o mayor de 50 ml de la solución de azúcar invertida, hacer la dilución apropiada o reformulación para que quede dentro de ese rango. (5)

**PROCEDIMIENTO:****a) Azúcares reductores totales:**

Pesar de 5 a 10 gr de muestra apropiada y colocarla en un matraz erlenmeyer de 500 ml, adicionar 100 ml de agua y agitar para suspender el material. Agregar de 2 a 10 ml de solución saturada de acetato neutro de plomo, agitar y dejar sedimentar. Agregar poco a poco solución saturada de oxalato de sodio o potasio hasta la total precipitación del acetato en exceso, filtrar la través de algodón, recibiendo -

el filtrado en un matraz volumétrico de 250 ml. Agregar 10 ml de ácido clorhídrico concentrado al matraz volumétrico que contiene el filtrado y calentar 15 minutos en baño de agua a 67°C, enfriar, agregar unas gotas de fenolftaleína, neutralizar con hidróxido de sodio 1:1, enfriar, diluir hasta la marca con agua y proceder a la titulación como se indica en la titulación de la solución A-B.

b) Azúcares reductores directos:

Pesar de 5 a 10 g de muestra apropiada y colocarla en un matraz volumétrico de 250 ml. agregar 100 ml de agua, agitar lo suficiente para que todo el material soluble en agua quede disuelto, agregar de 2 a 10 ml de solución saturada de acetado neutro de plomo, agitar perfectamente y dejar sedimentar, adicionar poco a poco oxalato de sodio o potasio hasta la total precipitación del acetato de plomo en exceso. Diluir con agua hasta la marca, agitar y filtrar, proceder a la titulación como se indica en la titulación de la solución A-B.

CALCULOS:

$$\% \text{ azúcares reductores} = \frac{250 \times F}{V} \times 100$$

(totales o directos) PM

en donde:

F = Factor de reactivo en gramos de sacarosa.

V = mililitros gastados para titular la solución  
A-B

PM = peso de la muestra en gramos.

Muestra No. 1

F = 0.0566

V = 6.9

PM = 5.1965

% de azúcares reductores totales muestra No. 1 =39.46%

F = 0.0566

V = 11.6

PM = 6.3686

% de azúcares reductores directos muestra No. 1=19.15%

Muestra No. 2

F = 0.0566

V = 6.7

PM = 5.1798

% de azúcares reductores totales muestra No. 2 =40.77%

F = 0.0566

V = 12.6

PM = 5.3804

% de azúcares reductores directos muestra No.2 =20.87%

Muestra No. 3

F = 0.0566

V = 6.3

PM = 5.2565

% de azúcares reductores totales muestra No. 3 =42.72%

F = 0.0566

V = 10.3

PM = 5.4743

% de azúcares reductores directos muestra No.3 = 24.09%

#### 4.2.4. Determinación de p.H. del jarabe:

La medición de p.H. es importante para establecer la efectividad de los conservadores, así como para regular las operaciones de fabricación de alimentos.

El potencial de hidrógeno de los jarabes se midió electrométicamente por medio de un potenciómetro. Los componentes microelctricos han hecho posibles pequeños instrumentos portátiles de elevada calidad con exhibidores digitales. Estos medidores evalúan las diferencias de potencial entre un electrodo de vidrio y un electrodo estándar de calomel, ambos pueden formar las partes de un electrodo de combinación y se calibra usando soluciones amortiguadoras preparadas o adquiridas comercialmente de p.H. conocido con exactitud.

p.H. Jarabe con 0.2% de ácido cítrico = 3.72

p.H. jarabe con 0.5% de ácido cítrico = 3.06

#### 4.2.5. Determinación del índice de refracción del jarabe:

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Como se había mencionado anteriormente, determinamos índice de refracción para medir la concentración de soluciones de sacarosa. Para las mediciones se hizo uso del refractómetro de Abbé. El instrumento de Abbé es indudablemente el refractómetro más cómodo y más generalizado. La muestra está contenida como una delgada capa (0.01 mm) entre dos prismas.

Tiene una variación ( $n_D = 1.3$  a  $1.7$ ), la exactitud es de  $\pm 0.0002$ ; su precisión es la mitad de esta cifra. (5)

La cara del prisma inferior tiene un esmerilado grueso; cuando la luz se refleja en el prisma, esta superficie se convierte en la fuente de un número infinito de rayos que atraviesan la muestra en todos los ángulos. La radiación es refractada en la superficie de separación de la muestra y la cara esmerilada del prisma superior, del cual pasa al telescopio fijo. Dos prismas de Amici, sirven para recoger los rayos angulares críticos divergentes de diferentes en un solo haz blanco. El ocular del telescopio posee pelos cruzados; al hacer una medición, se cambia al ángulo del prisma hasta que el prisma de la separación de la luz y la oscuridad coinciden exactamente con los pelos cruzados. La posición del prisma se establece por la escala

fija.

Indice de refracción del jarabe con 0.2% de	
ácido cítrico	= 1.3940
Grados Brix que corresponden a la lectura	= 37
Indice de refracción del jarabe con 0.5 de	
ácido cítrico	= 1.3945
Grados Brix que corresponden a la lectura	= 37.5

## 5.- CONCLUSIONES:

Se presentaron cuatro muestras diferentes de papaya procesada, de las cuales tres estaban confitadas y una era natural.

La papaya confitada y deshidratada gustó más que la papaya natural deshidratada.

De las tres presentaciones de papaya confitadas de ellas fueron las que más gustaron y estas corresponden a las muestras No. 2 y No. 3.

La muestra No. 2 obtuvo la más alta puntuación de aceptación. Tiene un grosor de 0.5 cm, confitada en un jarabe que contiene 37.5 grados Brix, 0.5% de ácido cítrico y 0.1% de benzoato de sodio por un tiempo y temperatura de confitación de 15 minutos y 93.3°C respectivamente, a una temperatura de deshidratación de 62.7°C y un tiempo de deshidratación de 4 horas.

Esta muestra presenta buen brillo, transparencia, color, sabor, acidez, suavidad.

La muestra No. 3 obtuvo la segunda más alta puntuación de aceptación. Tiene un grosor de 2 cm,

confitada en un jarabe que contiene 37 grados Brix, - 0.2% de ácido cítrico, y 0.1% de benzoato de sodio por un tiempo y temperatura de confitacion de 30 minutos y 93.3°C respectivamente, a una temperatura de deshidratación de 62.7°C por un tiempo de deshidratación de 13 hrs.

Esta muestra presenta buen grosor, brillo, color, sabor. Esta muestra conserva más el sabor a papaya por ser más grueso, esto se debe a la mayor concentración de sólidos totales al ocurrir la deshidratación.

La presentación que se le dió a la muestra No. 2 fue en forma de pequeñas láminas, al igual que la muestra No. 3 solo que a ésta última se le pueden dar otras presentaciones por ser más gruesa como sería cuadritos.

Los problemas que se presentaron en el desarrollo del proceso fueron:

- Determinación del grosor óptimo de la papaya.
- Determinación del % de ácido cítrico.
- Determinación del jarabe óptimo (grados Brix)
- Determinación del tiempo de deshidratación

No obstante con numerosas pruebas y muestras - se resolvieron hasta encontrar las variables óptimas - que le dieran al producto la mejor presentación. Así - se logró lo que se había propuesto al obtener un pro- ducto con poca humedad, de color, sabor y consistencia agradable, que se puede consumir sin ningún tipo de - preparación o rehidratación.

El producto obtenido es un producto muy está- ble que no se contamina fácilmente por hongos o bacte- rias, por lo tanto tiene una vida de anaquel considera- blemente larga que corresponde a 6 meses, facilitando- el almacenamiento de la misma.

El manejo de la papaya se dificulta por su ta- maño y su volumen, pero no presenta oscurecimiento en- zimático que produciría cambio en el color de la misma cuando se expusiera la pulpa al contacto con el aire.- En el producto terminado, hay completa inactividad de las enzimas que contiene la papaya (proteolíticas, hi- drofíticas) por las temperaturas de deshidratación, la pérdida de humedad, la temperatura de confitación y la adición de ácido cítrico.

Como es un producto deshidratado, al ponerlo - en contaco directo con el agua, se vuelve a hidratar -

en un tiempo máximo de una hora. En un clima húmedo, -  
la recuperación de agua se evita con un buen sellado -  
en el empaque, no así, el agua que ha perdido el pro-  
ducto no es fácil de recuperar en estas condiciones.

## 6.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Bedui Dergal, S. QUIMICA DE LOS ALIMENTOS, México, D.F. Alhambra, 1981.
- 2.- Baverman-Berk, INTRODUCCION A LA BIOQUIMICA DE LOS ALIMENTOS, 4a. Edición, México, D.F., El manual moderno, 1986.
- 3.- Charley, H. TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS, México, - LIMUSA, 1987.
- 4.- Desroiser, N.W. CONSERVACION DE ALIMENTOS, 2a. Edición, México, CECSA, 1986.
- 5.- Egam, H. Kirk, R.S. Sawyne, R. ANALISIS QUIMICO DE ALIMENTOS DE PEARSON, México, CECSA, 1985.
- 6.- Fraizier, W.C. Westhoff, D.C. MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS, 3a. Edición, Zaragoza España, Acribia, - 1984.
- 7.- Icaza, S.J. Behar, M. NUTRICION, 2a. Edición, México, Iberoamericana, 1981.
- 8.- Kirk-othmer, ENCICLOPEDIA DE TECNOLOGIA QUIMICA, - México, Hispanoamericana, 1961.
- 9.- Luck E. CONSERVACION QUIMICA DE LOS ALIMENTOS, Zaragoza España, Acribia, 1981.
10. Mestayer de Echague, M. ENCICLOPEDIA CULINARIA CON FITERIA Y REPOSTERIA, Madrid-España, Espasacalpe, - 1964.
- 11.- Meyer M.R., ELABORACION DE FRUTAS Y HORTALIZAS, -

- 5a. Edición, México, D.F. Trillas, 1986.
12. Molinar, R. DULCES MEXICANOS, 2a. edición México.-  
D.F. Pax-México, 1981.
13. Ochse, J.J. Soule, M.J. Dijkman, Jr. M.J. Wehlburg  
C, CULTIVOS Y MEJORAMIENTOS DE PLANTAS TROPICALES-  
Y SUBTROPICALES, 5a. edición, México, Limusa, -  
1982.
14. Peña Miranda, C. Peña Miranda, T. TECNOLOGIA DE LA  
CONSERVACION DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS, México, D.  
F.; Citlaltepec, 1974.
15. Potter, N. LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS, 2a. edi --  
ción, México, Edutex, 1978.
16. Sarh, MANUAL DE PRODUCCION DE PAPAYA EN EL ESTADO-  
DE VERACRUZ, México, SARH, 1983.
17. Sarh, GUIA PARA LA PRODUCCION DE PAPAYO EN YUCA --  
TAN, México, SARH, 1984.