

~~300618~~  
300627

14  
2ej



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA  
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PROCESO DE DESHIDRATACION DEL MANGO  
PARA LA OBTENCION DE FRUTAS SECAS (OREJONES)

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

P R E S E N T A :

**BLANCA ESTELA MARTINEZ REYES**



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

pág.

## CAPITULO I

INTRODUCCION .....	1
--------------------	---

## CAPITULO II

### GENERALIDADES

2.1 El mango cómo planta .....	3
2.1.1. Arbol Prutal .....	3
2.1.2. El fruto .....	3
2.2 Variedades del fruto que se comercializan en el Merca- do .....	5
2.2.1. Zonas de Cultivo .....	7
2.2.2. Epocas de cosecha .....	7
2.2.3. Características físicas y químicas de algunas -- variedades de mango .....	11
2.2.4. Calidad de las variedades de mango en México ...	14
2.3 Composición química y nutricional del mango .....	15
2.4 Usos y efectos del procesamiento del fruto sobre sus -- propiedades organolépticas .....	19
2.4.1. Usos del fruto .....	19
2.4.2. Efectos del procesamiento del fruto sobre sus -- propiedades organolépticas .....	19
2.5 Actividad del agua en relación con los alimentos .....	21
2.6 Antecedentes de los métodos que se emplean para llevar a cabo la deshidratación de frutos : Ventajas y Desven	

	pág.
tejas .....	23
2.6.1. Secado por microondas .....	24
2.6.2. Secado por congelación .....	24
2.6.3. Secado por contacto con una superficie caliente.	25
2.6.4. Secado mediante corriente de aire caliente .....	25
2.7 Conservación de la fruta por desecación .....	26
2.7.1. Ventajas de la deshidratación .....	27
2.7.2. Desventajas de la deshidratación .....	27
2.8 Características de la desecación con aire caliente ..	28
2.9 Equipo General que podría emplearse en la industrialización de la técnica .....	30

### CAPITULO III

#### MATERIAL Y METODOS

3.1 Selección del fruto .....	32
3.2 Efecto de la temperatura y humedad relativa .....	33
3.3 Tratamientos preliminares de la fruta	
3.3.1. Lavado .....	34
3.3.1.1. Equipo .....	34
3.3.1.2. Clorinación del agua de lavado .....	34
3.3.2. Escalde .....	35
3.3.2.1. Equipo .....	36
3.3.3. Pelado .....	36
3.3.4. Rebanado .....	36
3.3.5. Sulfitación .....	37
3.3.5.1. Equipo .....	39

	pág.
3.4 Deshidratación .....	39
3.4.1. Método de desecación con aire caliente .....	39
3.4.2. Equipo .....	40
3.5 Tratamientos finales del producto .....	40
3.5.1. Análisis Químicos .....	40
A) Determinación de Humedad y Sólidos Totales .....	40
B) Análisis Sensorial .....	41
B.1) Método Hedónico .....	42
 <u>CAPITULO IV</u>	
CALCULOS Y RESULTADOS	
4.1 Metodología Experimental .....	43
4.2 Valores promedio de los parámetros importantes del pro- ceso .....	44
4.3 Características organolépticas de los orejones de mango	54
 <u>CAPITULO V</u>	
EQUIPO PARA UNA PLANTA PROCESADORA DE OREJONES DE MANGO ....	57
 <u>CAPITULO VI</u>	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1 Conclusiones .....	61
6.2 Recomendaciones .....	63
 <u>APENDICES</u>	
Índice de Tablas .....	65
Índice de Figuras .....	66
<u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	67

## CAPITULO I

## I N T R O D U C C I O N

Dentro de la alimentación humana, la fruta ha ocupado desde tiempos remotos un lugar muy importante. El hombre ha descubierto con el paso de los días más y más características relevantes de este alimento. Su agradable sabor, valor nutritivo y comercial han motivado al hombre de ayer y hoy a interesarse por su producción, transformación y sobre todo su conservación.

México es un país con grandes recursos. El sector agrícola desempeña un papel importante en su desarrollo. Gracias a su posición geográfica se cultivan una gran cantidad de frutos.

El Mercado de la fruta industrializada en México puede considerarse poco explotado, ya que los volúmenes producidos no cubren más que en forma primaria las necesidades del consumidor, por lo que se contempla que el campo industrial frutícola es susceptible a ampliarse en gran medida con la instalación de nuevas industrias que permitan satisfacer la demanda.

El mango está reconocido actualmente como, una de las frutas tropicales más finas y ha estado bajo cultivo desde tiempos remotos.

En general, el 95 % de la población prefiere los frutos y en este caso el mango en estado natural(fresco), mientras que en la temporada de escases se consume un mínimo porcentaje en forma procesada.(24)

México es el segundo productor mundial de mango, precedido únicamente por la India. (31)

Para llevar a cabo el proceso de deshidratación se consideró:

- 1) El mango es una fruta cuya conservación depende de las condi-

ciones de almacenamiento, en especial de la temperatura y humedad relativa del medio ambiente.

2) Disminución de la perecibilidad del fruto.

3) Su alto contenido de humedad (82 %) hacen pensar que el disponer de un producto deshidratado también consigue ahorro en el transporte.

4) Que el alimento deshidratado será de fácil uso (diversos usos) para el consumidor, al mismo tiempo que, presentará características sensoriales aceptables.

5) La industrialización de una materia prima nacional.

6) La facilidad de almacenamiento del producto en grandes cantidades. (36, 38)

CAPITULO II

## GENERALIDADES

### 2.1. EL MANGO COMO PLANTA ( ARBOL FRUTAL )

El mango es una fruta originaria del continente Asiático, probablemente del noreste de la India, el norte de Birmania en las laderas Himalayas y de Ceilán.

Su cultivo se ha extendido por todas aquellas franjas del mundo con clima cálido, húmedo y subhúmedo.

El nombre botánico que se le da a la planta de mango es "Mangifera indica".

#### 2.1.1. ARBOL FRUTAL

Como árbol es el miembro más importante de la familia de las Anacardiáceas, la que cuenta con 62 géneros y 40 especies de las cuales algunas son comestibles.

El mango típico constituye un árbol que llega a medir de 10 a 30 m de altura. El tronco principal es más o menos recto, cilíndrico - cuya corteza es de color gris a café. La corona es densa y ampliamente oval o globular. Su hoja es perinifolia, el crecimiento del follaje se presenta en flujos vegetativos, las hojas están espaciadas a lo largo de la rama, de forma oblonga elíptica lanciolada, variando su color de violeta rojizo a verde pálido o verde oscuro.

La inflorescencia es una panícula terminal en forma de pirámide, de 40 a 60 cms, muy ramificada; consta de más de 1 000 flores por panículo. Las flores son de dos tipos estaminadas y hermafroditas.

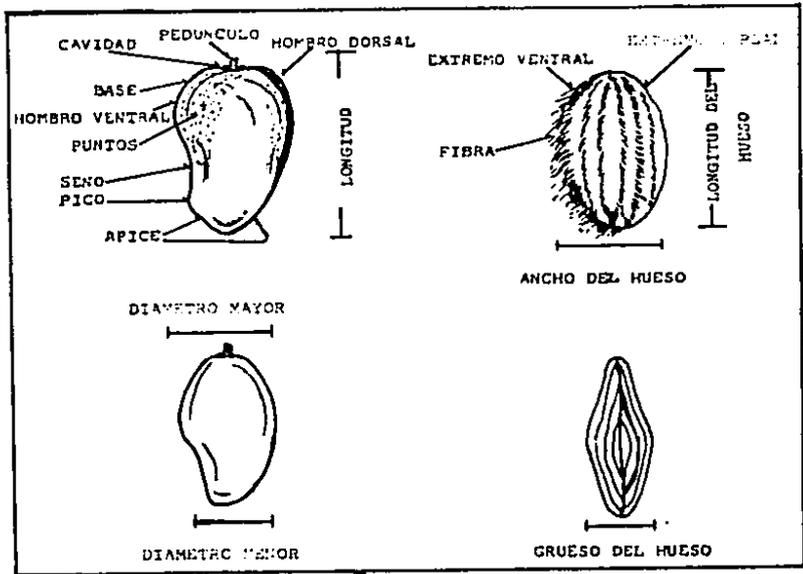
#### 2.1.2. EL FRUTO

La forma de éste semeja una drupa aplanada de color exterior

amarillo, anaranjado o verde como base, algunos muestran chapeos de colores que van desde morado hasta rojo claro.

La característica más distintiva de la fruta de mango es, la proyección cónica desarrollada lateralmente, próxima al extremo de la fruta, conocida como "pico"; el tamaño de éste difiere de acuerdo con la variedad, representando el punto de inserción siempre asimétrico del estilo en el ovario. Sobre el pico se encuentra un ancho seno. (Fig.1) (24, 35)

FIGURA 1. PARTES DEL FRUTO DE MANGO



El mango se puede separar en tres partes: cáscara, pulpa y -- hueso. La cáscara o epicarpio ocupa de un 6 a un 15 % del peso total -- del fruto, en su interior existe un estrato de células en el que abundan las canales de resinas que dan sabor a trementina.

El mesocarpio de la fruta representa la parte comestible o -- pulpa, que puede ocupar de 65 a 85 % en peso. Es firme, rica en azúcares y cromatóforos, atravesada por las fibras del endocarpio, contienendo un jugo dulce de sabor agradable. El color de la pulpa varía de amarillo a naranja.

Las fibras que se originan en el endocarpio, son de suma trascendencia en un trabajo de selección. La semilla o hueso es aplanada -- constituida en su mayor parte por los cotiledones. (4, 21)

## 2.2 VARIETADES DEL FRUTO QUE SE COMERCIALIZAN EN EL MERCADO

En el continente Americano, México ocupa un lugar muy importante en la producción de mango, pues a pesar de que se cultivan pequeñas superficies, los rendimientos y ganancias obtenidas son muy altas.

El producto se consume generalmente en el mercado nacional como fruto fresca o bien procesada. Una pequeña porción se exporta principalmente a Estados Unidos y Japón como fruta fresca.

Existen en el mundo más de 1 000 variedades de mango.

Los mangos que se cultivan en México pertenecen a tres clases:

- 1) Manila, un tipo poliembriónico, representa un 35% de la producción;
  - 2) Mangos de tipo criollo de importancia local, que ocupan el 40 % y --
  - 3) el 25 % restante lo constituyen variedades de Florida como "Haden", "Irwin", "Tomay Atkins", "Sensation", "Kent", "Keit" y "Zill".
-

## 2.2.1.

## ZONAS DE CULTIVO

La producción de mango en México, ha presentado constantes aumentos, ésto debido principalmente al gran número de plantaciones que se han venido estableciendo, así como, el clima y suelos fértiles.

El cultivo de mango en México se realiza en 26 estados de la República, aunque desde un punto de vista ecológico, la mejor zona para el cultivo de ésta, se encuentra en la zona occidental del país, cuyo clima es cálido y exento de heladas; sobresalen entidades como Nayarit, Sinaloa, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Veracruz y parte de Chiapas. (Fig. 2) (12)

Las condiciones óptimas para la cosecha son: una temperatura media no menor a los 15°C, considerándose como ideal una altitud entre 200 y 1 500 m sobre el nivel del mar. (1)

El cultivo de mango bajo condiciones de temporal requiere que caiga una precipitación pluvial de 1 000 mm al año. distribuida de tal forma que permita una época seca de 4 a 6 meses, donde el promedio de lluvia no debe exceder los 60 mm. En caso de lluvia deficiente, debe recibir riego. (24, 27)

A continuación se muestra una Tabla que contiene datos estadísticos registrados por la SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos), sobre los niveles de producción agrícola del mango de los años 1981 a 1983; los datos de ésta son preliminares y no se cuenta con datos reales para las cosechas de años más recientes, por lo que sólo puede estimarse que la producción total para 1986 fue sorprendente alcanzando niveles aproximados al millón de toneladas.

---

TABLA 1.

VALOR NACIONAL DE LA PRODUCCION AGRICOLA  
DE MANGO

AÑO	SUPERFICIE COSECHADA(Ha)	RENDIMIENTO MEDIO(ton/Ha)	PRODUCCION TOTAL(Ton)	PRECIO MEDIO RURAL(\$/ton)	VALOR (MILES)
1981	65 254	8 599	561 140	9 711	5 448 973
1982	67 850	10 322	700 705	17 932	12 565 334
1983	68 580	9 994	685 412	27 813	19 063 352

Fuente. Producción Agrícola. Anuarios Estadísticos DGEA (3)

Como se observa, los plantíos nacionales de mango son múltiples, sin embargo, las ganancias obtenidas al realizar su cosecha son pocas, siendo miles y miles de toneladas las que de éste se desperdician anualmente, puesto que el consumo del mismo como fruta fresca es mínimo si, se relaciona con la producción total.

Por lo tanto, las perspectivas que se abren al proponer un tipo de tecnología como la de este trabajo son muchas, ya que actualmente es, gracias al avance de materiales y técnicas, que se logra la optimización de diversos procesos y por ello surgen nuevas industrias que proporcionen ganancias bastante considerables al país.

## 2.2.2.

## EPOCAS DE COSECHA

El tiempo de cosecha depende de las variedades que se obtengan y de los estados productores. Así, se tiene que en general Veracruz cosecha del 15 de Abril al 30 de Julio; Chiapas del 20 de Enero al 15 de Mayo; Colima levanta la cosecha de Abril a Agosto; Sinaloa lo

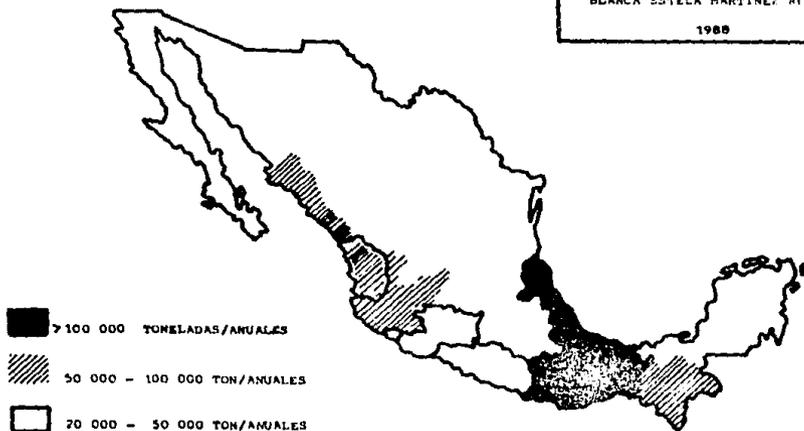
FIG. 2

PRODUCCION DE MANGO

TESIS PROFESIONAL

BLANCA ESTELA MARTINEZ RIVERO

1988



hace del 15 de Mayo al 15 de Septiembre; Oaxaca inicia en Febrero y finaliza el 15 de Abril; Guerrero cosecha en los meses de Mayo a Agosto y por último Jalisco y Nayarit comienzan a recolectar el mango a fines de Abril hasta Agosto, en ocasiones hasta Septiembre.

La temporada de cosecha y las características de floración -- pueden variar cada año, de acuerdo con las condiciones climatológicas -- que se presenten. Estos factores motivan que las variedades tempranas se produzcan a partir de Mayo y las tardías en Agosto, cuando lo normal es que se inicien en Abril y Julio respectivamente y duren muchas veces hasta Octubre.

A continuación se anuncian algunas variedades de acuerdo a su época de cosecha normal :

VARIETADES TEMPRANAS : Manila ..... Abril - Junio  
 Early Gold ..... Mayo - Junio  
 Haden ..... Mayo - Julio  
 Zill ..... Mayo - Julio  
 Irwin ..... Junio - Julio

VARIETADES SEMITEMPRANAS :

Tommy Atkins ..... Junio - Julio  
 Lippens ..... Junio - Julio  
 Sunset ..... Junio - Julio  
 Adams ..... Julio

VARIETADES DE MEDIA TEMPORADA :

Davis-Haden ..... Julio - Agosto  
 Ruby ..... Julio - Agosto  
 Smith ..... Julio - Agosto

**VARIETADES SEMITARDIAS :**

Kent ..... Julio - Septiembre

Palmer ..... Julio - Septiembre

**VARIETADES TARDIAS :** Sensation ..... Agosto - Septiembre

Keitt ..... Septiembre - Octubre

Brooks ..... Septiembre - Octubre

En México, la temporada de mango se presenta de acuerdo a la variedad, aunque aproximadamente en las mismas fechas que antes se mencionaron, por tanto enseguida se enumeran las principales variedades -- que se cosechan en cada entidad y su época de cosecha.

ENTIDAD FEDERATIVA	VARIEDAD	EPOCA DE COSECHA
Colima	Haden	20 de Mayo a 30 de Julio
	Kent	15 de Junio a 10 de Agosto
Chiapas	Haden	1 de Mayo a 30 de Junio
	Kent	1 de Mayo a 30 de Junio
	Keitt	1 de Mayo a 30 de Junio
	Criollo	20 de Enero a 15 de Mayo
Guerrero	Haden	5 de Junio a 30 de Julio
	Kent	15 de Abril a 30 de Junio
Michoacán	Haden	15 de mayo a 30 de Julio
	Kent	5 de Junio a 30 de Julio
Nayarit	Haden	15 de Abril a 15 de Julio
	Tommy	15 de Junio a 15 de Julio
	-Atkins	
	Kent	15 de Julio a 25 de Agosto
Keitt	10 de Agosto a 30 de Sep.	

Oaxaca	Criollo	1 de Febrero a 15 de Abril
Sinaloa	Haden	5 de Junio a 20 de Agosto
	Kent	20 de Junio a 15 de Sep.
	Keitt	1 de Agosto a 15 de Sep.
Veracruz	Manila	15 de Abril a 15 de Julio

Fuente. Programa Nacional del Mango : CONAFRUT

A pesar de esta Tabla con datos preestablecidos, se pueden esperar ligeros cambios, debidos sobre todo a las condiciones climatológicas cambiantes.

Hay gran competencia entre los estados productores de mango, puesto que la mayoría produce las mismas variedades en las mismas épocas del año, razón por la cual, el precio de esta fruta es muy bajo en los meses de Julio y Agosto, época de mayor cosecha general. (2)

### 2.2.3. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE ALGUNAS VARIEDADES DE MANGO

A) Mango Criollo : Es por lo general un mango aromático, cuyo peso promedio es 200 g, la pulpa es de color amarillo cremosa cuando madura, con mucha fibra y sabor. Su acidez es del orden de 0.35 %, con un rango de 9 - 12°Brix. Este mango no sirve para la producción en rebanadas puesto que es muy fibroso y por lo tanto se empleará para la producción de pulpa que proporciona aroma y sabor al mezclarla con otras variedades de mango como las mejoradas.

La mayor concentración de esta variedad se presenta en los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Guerrero, Oaxaca y Veracruz. Algunos nombres regionales de estos mangos son : petacón, bola, etc.

B) Mango Manila : Este mango pertenece al grupo de los indo-chi-

nos y el poliembriónico. Esta característica aunada a la que las plantas fueron originarias de embriones nucleares presentan escasa variabilidad. Sin embargo, existen árboles que provienen de embriones cigóticos, originando manilas de muy alto valor comercial así como otros de muy escaso valor.

En general la fruta es de tamaño pequeño o mediano, de 9 a 17 cm de longitud y de 180 a 550 g de peso. De forma elongada con color que varía entre amarillo e anaranjado uniforme. Algunos presentan un débil chapeo rosado, lenticelas pequeñas y una resistencia mayor que los mangos monoembriónicos al ataque de antracnosis. Su pulpa es dulce de sabor agradable, sin fibra; esta última característica aunada a que su hueso es plano lo hace muy interesante para la fabricación de rebandas y su sabor es muy demandado por el consumidor nacional. El color de la pulpa va de amarillo opaco a amarillo brillante, el aroma se puede calificar de bueno a excelente, bastante jugoso, con poca fibra, la longitud del hueso que va de 9 a 11 cm.

El porcentaje de la pulpa oscila entre 69 y 70 %, la cáscara de 12 a 16 % y el hueso de 10 a 16 %. La acidez de este mango oscila de 0.28 a 0.5 % de %c. cítrico y los sólidos solubles totales de 14.5 a 20°Brix.

Las concentraciones de este tipo de mango se encuentran en los estados de Veracruz, Oaxaca y Guerrero.

C) Mango Keitt : Es una fruta grande, que llega a medir hasta 12 cm de largo y pesar 680 g. Tiene forma ovalada, vasta; de color amarillo con chapeo rosa pálido; lenticelas numerosas, pequeñas y de colores amarillo a rojo. Pulpa jugosa, sin fibra exceptuando la zona cerca

na al hueso, rica en sabor dulce. Se califica como un fruto de alta — calidad, de hueso pequeño que representa de 7 a 8.5 % del peso total de la fruta.

D) Mango Haden : Es una fruta de 14 cm de largo y 650 g de peso. De forma ovalada rolliza, con fondo de color amarillito, chapeo rojizo o carmesí, con numerosas lenticelas de color blanco. Pulpa jugosa casi sin fibra, con sabor ligeramente ácido, de buena calidad.

En México, el mango Haden junto con el Kent ocupa las mayores superficies cultivadas dentro de las variedades.

E) Mango Irwin : Esta variedad se originó de la variedad "Lippens" la que a su vez se deriva de la variedad "Haden". Fruta de mediano tamaño, con un peso de hasta 450 g y 13 cm de largo. Su forma es más bien elongada u ovalada angosta, con fondo de color amarillo anaranjado con chapeo de color rojo brillante.

F) Mango Kent : Variedad originada a partir de la variedad "Brooks". Es una fruta grande que alcanza una longitud de hasta 13 cm con un promedio de 680 g de peso. Forma ovalada más bien vasta y rolliza, con fondo color verde amarillento, chapeo rojo oscuro. Contiene numerosas lenticelas pequeñas; su pulpa es jugosa, sin fibra, rica en sabor y calidad calificada de buena a excelente.

G) Mango Sensation : Es una fruta mediana, llega a medir hasta 11 cm de largo, con un peso promedio de 280 a 350 g. Presenta forma oval, cuya superficie varía en color, de amarillo brillante hasta amarillo anaranjado, con un chapeo rojo oscuro. Contiene numerosas lenticelas de color amarillo pálido. Su pulpa es ligeramente dulce, de un característico aroma suave y fibras cortas. Fruta de buena calidad, cuyo

explotación en México se ha incrementado por ser el fruto de tamaño comercial más barato.

H) Mango Palmer : El peso de esta variedad es de 560 a 850 g.- Su color superficial varía de amarillo a rojo. La producción de esta variedad es alta.

I) Mango Tommy Atkins : Variedad cuya explotación es relativamente nueva. De parentesco desconocido, aún cuando se estima que se deriva del Haden. Actualmente no se han escrito sus características oficiales, sin embargo se trata de una fruta grande, con un peso de 454 a 680 g , su color superficial varía de amarillo a rojizo.

J) Mango Zill : Se originó a partir de la variedad "Haden". - Fruta de forma ovalada, de 11 cm de largo, peso entre 180 y 270 g. (25, 27)

#### 2.2.4. CALIDAD DE LAS VARIETADES DE MANGO EN MEXICO

La calidad del mango cosechado se ha dividido básicamente en dos grupos que son : Mango calidad México # 1 y Mango calidad México # 2.

A) El Mango calidad México # 1 ; deberá reunir las siguientes características: deberá ser de la mejor calidad en cuanto a forma, coloración, sabor, aroma y textura propias de la variedad. La superficie de la fruta debe estar limpia y exenta de resina y goma natural. Los daños originados por los insectos, enfermedades fungosas o bacterianas y lesiones de origen físico, no deben exceder del 1 % siempre y cuando no afecten la pulpa y no se concentren en áreas de diámetro mayor a 2 mm.

En general la fruta contenida en cada caja debe ser de la misma variedad y de igual forma y tamaño y con una presentación global de

tamaño y forma uniforme.

B) El Mango de Calidad México # 2 ; debe reunir las siguientes - características: ser de buena calidad y presentar una textura, sabor, - aroma y color bien definidas de acuerdo con su variedad. Puede contener hasta un máximo de 5 % de resina o goma natural en su superficie. - Las manchas de antracnosis no deben ocupar más del 5 % de la superficie total siempre que no sean mayores de 3 mm. Las manchas de fumagina y - roña no deben ocupar más del 5 % de la superficie del fruto. Es importante hacer notar que las manchas tanto de antracnosis como de resina, - disminuyen con el tratamiento térmico.

La fruta contenida en cada caja de mango no debe tener una variación mayor del 10 % en forma, tamaño y coloración siempre que estas ..diferencias no sean muy notorias. (31)

### 2.3 COMPOSICION QUIMICA Y NUTRICIONAL DEL MANGO

La composición química del fruto desde luego cambia con las ..variedades existentes y las condiciones de cultivo, pero en general, la fruta fresca posee un alto contenido de sólidos solubles, sabor ácido - agradable en estado de sazón (próximo a la madurez) y una cantidad considerable de azúcares que proporcionan un dulzor muy agradable al paladar, y se obtienen por el desdoblamiento de los almidones.

La fruta inmadura se caracteriza por ser rica en vitamina C, ..por su acidez y astringencia; mientras que los mangos maduros son dulces altamente aromáticos, con gran contenido de carotenos (provitamina - A) y una mínima cantidad de ácido ascórbico (vitamina C).

Los principales constituyentes químicos son : los carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas y aminoácidos, sustancias pécticas, --

pigmentos, polifenoles, vitaminas, minerales, ácidos grasos y componentes aromáticos.

En cuanto al valor nutritivo, el mango compite ventajosamente con otras frutas tropicales, ya que contribuye de una manera muy adecuada a lograr una dieta de potasio, calcio, fósforo, vitamina B<sub>2</sub> y vitamina C para alimentación humana.

Todos los constituyentes de este fruto, lo hacen un buen alimento que purifica la sangre y se considera aún mejor que el limón y otros cítricos.

A continuación se presentan una serie de tablas que registran valores promedio sobre los componentes químicos y nutricionales del mango : (25, 35, 41)

**TABLA 2.** ANALISIS BROMATOLOGICO DEL MANGO ( 100 g de pulpa )  
VARIETADES MEJORADAS ( COMPOSICION PROMEDIO )

COMPOSICION	VALORES
Calorías	46.00 g
Proteínas	0.90 g
Grasa	0.10 g
Calcio	19.90 mg
Hierro	1.50 mg
Tiamina	0.06 mg
Riboflavina	0.08 mg
Niacina	0.06 mg
Carbohidratos	11.70 g
Agua	81.3 %

Fuente. Instituto Nacional de la Nutrición (Composición Aliment. FAO)

TABLA 3.

## COMPOSICION NUTRICIONAL DEL MANGO

## VARIEDAD MANILA

COMPOSICION	VALORES
Porción comestible	70 %
Humedad	80 %
Carbohidratos	11.1 %
Grasa	—
Proteína	0.8 %
Energía	44 kcal
Vitamina C	76 mg
Tiamina	0.11 mg
Riboflavina	0.06 mg
Niacina	0.08 mg
Calcio	12 mg
Fósforo	13 mg
Hierro	0.77 mg

Ref. (15)

TABLA 4.

## AMINOACIDOS ESENCIALES DEL MANGO EN MEXICO

AA	( g/g N )
Lisina	0.10
Triptófano	0.010
Metionina	0.01

Ref. (30, 31)

**TABLA 5.**

**COMPOSICIÓN QUÍMICA APROXIMADA DE DIFEROS TIPOS DE**

VARIEDAD	% HUMEDAD	SÓLIDOS SOLUBLES TOTAL (g/100g)	% SÓLIDOS TOTAL (g/100g)	% SÓLIDOS NO SOLUBLES	ASÍLIDOS SÓLIDOS (g/100g)	TOTAL
Alphonso	83.45	27.6	9.75	17.8	12.14	10.22
Huon	82.88	28.9	9.77	17.1	16.84	16.24
Tiwin	85.10	26.7	9.53	15.7	13.99	13.99
Kaife	76.68	35.0	12.2	22.8	20.00	20.00
Kent	81.00	32.0	12.2	20.0	19.79	19.79
Senzation	81.00	32.0	12.2	20.0	19.79	19.79
EXC	83.00	27.0	9.5	16.5	15.0	15.0
Wmista	80.00	27.0	9.5	16.5	15.0	15.0

Exerc. 1.51

**TABLA 5.**

**COMPOSICION QUIMICA APROXIMADA DE MANGOS MADUROS**

VARIEDAD	% HUMEDAD	SOLIDOS SOLUBLES TOTALES (°Brix)	% ACIDEZ	VITAMINA C (mg/100 g)	AZUCARES		TOTAL
					% AZUCARES REDUCTORES	% AZUCARES NO REDUCTORES	
Alphonso	81.95	17.6	0.15	60.7	3.23	12.33	16.22
Haden	82.80	18.9	0.22	32.1	3.50	---	16.22
Irwin	83.10	16.7	0.12	45.7	6.00	---	13.71
Keitt	79.46	18.4	0.11	13.9	4.46	---	13.60
Kent	83.00	21.0	0.12	23.5	5.50	---	20.90
Sensation	83.00	15.7	0.15	55.0	4.30	9.0	13.30
Zill	83.00	15.9	0.16	14.0	3.20	10.9	14.10
Manila	80.00	17.2	0.28	76.0			11.70

Fuente. (35)

## 2.4 USOS Y EFECTOS DEL PROCESAMIENTO DEL FRUTO SOBRE SUS PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS

### 2.4.1. USOS DEL FRUTO

En la mayoría de los países, y por supuesto en México, el mango se consume como fruta fresca; se estima que tan sólo un 0.22 % de la producción mundial del fruto se procesa.

Recientemente se han venido realizando algunos estudios en los que se plantean nuevas opciones para el procesamiento y consumo de mango como : jugos, nectíres, rebanadas en almíbar, rebanadas congeladas, jalea, mermelada, rebanadas deshidratadas, etc.

Los mangos que aún no han alcanzado su madurez se destinan a la fabricación de encurtidos, que pueden durar hasta un año almacenados.

Sin embargo, a pesar de que existen muchas perspectivas para el aprovechamiento del mango, son pocas las opciones que se han desarrollado con éxito, como en el caso de rebanadas en almíbar y néctares(30).

### 2.4.2. EFECTOS DEL PROCESAMIENTO DEL FRUTO SOBRE SUS PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS

Para que el mango alcance su estado óptimo de madurez necesita de 16 semanas, claro que este tiempo puede variar dependiendo de la especie cultivada y el clima.

El tiempo de cosecha es muy importante puesto que, los constituyentes químicos cambian conforme se va desarrollando el fruto.

Una cosecha temprana o tardía afecta las propiedades organolépticas del fruto, variando las proporciones de los constituyentes de una fecha a otra.

El mango en su estado natural es una fruta perecedera a cor-

to plazo, su vida útil y disponibilidad desde la cosecha en estado de sazón hasta su madurez es muy limitada. No es posible almacenar el mango por lapsos mayores a tres semanas, debido a que después de ese tiempo empieza a ablandarse y aparecen señales de descomposición.

Por fsto, se vió la necesidad de crear tecnologías que ayudarían a prolongar la vida del fruto, sin embargo éstas, muchas veces lejos de ser beneficiosas, crean defectos. Por tanto, la aplicación de estos tratamientos deben ejecutarse después de haber fijado los parámetros y condiciones adecuadas para el éxito de la técnica.

Entre estos procesos destacan : refrigeración, congelación, tratamientos térmicos, deshidratación, etc.

Después de cosechados los mangos se recomienda almacenarlos en un lugar cuya temperatura sea de  $7-8^{\circ}\text{C}$ , con lo que se asegura tendrá una vida de anaquel de 20 a 25 días. Para ésto, los frutos deben encontrarse en su estado óptimo de madurez, ya que si se cosechan inmaduros tienen mayor susceptibilidad a las bajas temperaturas, son ácidos y pueden ser atacados por bacterias y hongos.

Cuando la fruta es almacenada con temperaturas entre  $32-38^{\circ}\text{C}$  por un período de 17 días, se ha comprobado que suceden algunos cambios bioquímicos. Los azúcares reductores se incrementan rápidamente durante los primeros 4-5 días, después permanecen constantes y comienza su hidrólisis. La acidez total permanece constante durante 11 días y entonces decae rápidamente, mientras que el ácido ascórbico muestra una declinación constante durante todo el período de almacenamiento.

Una excesiva refrigeración de la fruta provoca modificaciones en la actividad enzimática ( invertasa y amilasa ), dañando los tejidos

dos del fruto.

Como puede observarse todos estos procedimientos tienen como finalidad preservar la fruta, sin embargo en la mayoría de los casos no se han podido evitar algunas modificaciones en las características orgánicas del mismo, como: pérdida o modificación del color y sabor original; decremento en la concentración de azúcares, sólidos solubles totales, ácidos orgánicos, ácido ascórbico, etc. (9, 16, 20)

## 2.5 ACTIVIDAD DEL AGUA EN RELACION CON LOS ALIMENTOS

El índice de desarrollo y crecimiento de microorganismos, insectos, arácnidos pequeños, así como, la proporción en que tienen lugar cambios físicos y químicos del producto alimenticio dependen en alto grado de su contenido de humedad y temperatura.

La relación que existe entre el contenido de humedad de un alimento y su actividad acuosa (aw ó humedad relativa de equilibrio) y los efectos de la temperatura en esta relación, vienen reflejados en cuestiones muy distintas como el diseño de empaque, las bodegas donde se almacenan y muchos otros fenómenos asociados a éstos:

El agua libre en los alimentos pueden existir en cualquiera de sus tres estados: líquido, sólido(hielo) o gaseoso(vapor de agua).

Cuando se hace referencia al contenido de humedad de los alimentos, implica que el contenido está constituido por materia seca más cierta cantidad de agua. (5)

Al considerar una cantidad de alimentos, dentro de un recipiente hermético, cuyo alimento tiene su superficie en contacto con un espacio lleno de aire, el agua presente en el alimento ejercerá una presión de vapor de saturación, entre el vapor de agua presente en el aire

y en el alimento se establecerá un estado de equilibrio. La humedad relativa del aire en este espacio superior tendrá un valor inferior a 100 % y se le ha llamado humedad relativa de equilibrio del alimento o actividad acuosa.

La humedad relativa de equilibrio de una materia alimenticia dada, está en función de su contenido de humedad y de su composición o base de proteínas, carbohidratos, sales minerales y factores constitutivos solubles en agua (las grasas no ligan el agua). (34)

El agua interacciona con los diferentes constituyentes de -- los alimentos o puede permanecer en forma inánvil unida a las proteínas y carbohidratos, o bien puede estar de una manera más o menos "libre", -- cuando se encuentra débilmente unida a otras moléculas. Cuando una -- fracción de agua interacciona directamente con la superficie polar del -- alimento, cubriéndola con una capa de moléculas de agua se conoce como -- la capa monomolecular BET.

Existen diferentes zonas en que el agua puede distribuirse -- en los alimentos, de acuerdo con su isoterma de adsorción. Aparentemente se distinguen tres, sin embargo puede haber interacciones que hagan -- muy difícil separarlas definitivamente.

**ZONA III :** Es agua libre que se encuentra en los macrocapilares y forma parte de las soluciones que disuelven las sales, los azúcares y -- sustancias de bajo peso molecular que contienen los alimentos. Se elimina en primer lugar durante cualquier tratamiento térmico de deshidratación al que se sujete el alimento. Es abundante y está disponible para las diferentes reacciones químicas y para el crecimiento de microorganismos.

ZONA II : En ésta el agua se encuentra distribuida en diferentes capas más estructuradas y en microcapilares. Es más difícil de eliminar la que la de la zona III. Las reacciones químicas se reducen considerablemente cuando los alimentos tienen una cantidad de agua que está dentro de esta zona y además se evita el crecimiento microbiano.

Los alimentos deshidratados pierden este tipo de agua y alcanzan una mayor estabilidad con una humedad de 3 a 8 %.

ZONA I : Representa la capa monomolecular BET y es la más difícil de eliminar en los procesos térmicos comerciales de secado. En algunos casos se puede reducir parcialmente durante la deshidratación. Las reacciones de oxidación de lípidos se efectúan más fácilmente en esta zona, y por lo tanto en la industria de los deshidratados es muy importante obtener productos con un mínimo contenido de humedad, para evitar estas reacciones propias de los alimentos.

El delineamiento de los límites de las zonas I, II, III, depende de la curva de adsorción y tienen diferentes valores de  $a_w$  de acuerdo con el alimento, pudiendo variar debido a diversos factores, entre los cuales la temperatura es el más importante. (7)

## 2.6 ANTECEDENTES DE LOS METODOS QUE SE EMPLEAN PARA LLEVAR

### A CABO LA DESHIDRATACION DE FRUTOS: VENTAJAS Y DESVENTAJAS

La deshidratación es un proceso que involucra la eliminación de agua de un alimento sólido o líquido a una temperatura por debajo del punto de ebullición. También se define como el método de conservación de los alimentos, en el que los productos se someten a una operación en la que se desea eliminar casi por completo el agua hasta alcanzar un rango de humedad residual del 1 al 5 % (más o menos 3.7 %). Esta operación

emplea equipo mecánico y métodos de calentamiento artificial, bajo condiciones de humedad, temperatura y flujo de aire muy controlados que constituyen el medio que favorece la pérdida de humedad del producto.

Son numerosos los métodos que existen para deshidratar algún producto, y se pueden clasificar en cuatro tipos diferentes, la selección de éstos depende de la aplicación particular, de las características originales del producto y de las que se desean obtener en el producto final. (40)

A continuación se describen algunos de éstos :

2.6.1. Secado por aplicación de energía procedente de microondas radiantes o una fuente dieléctrica, dentro de éstos se encuentran el secador continuo infrarrojo, calefacción con microondas y dieléctrica y calefacción radiante. Este tipo de secado no es muy utilizado en la industria alimentaria debido a los elevados costos que presenta el equipo.

2.6.2. Secado por congelación (sublimación, liofilización), se pueden mencionar: secadores por congelación discontinua, aparatos de cabina múltiple, secadores de túnel por congelación y secado por congelación atmosférica; en éstos, el secado se realiza en tres fases: una congelación donde el agua se separa del alimento en forma de cristales, seguido de una sublimación de los cristales y por último, una evaporación para separar el agua adsorbida en la estructura de sus componentes por una elevación de la temperatura. Por este método, el producto adquiere ciertas características que por otros métodos no se obtienen, le proporciona una estructura porosa que mantiene su forma y tamaño originales, así también, características aceptables de reconstitución en cuanto a la velocidad y tiempo de la misma, además, el producto no sufre deterioro por

la aplicación de calor; la desventaja de este método es el costo de inversión y operación que se eleva considerablemente. (39)

2.6.3. Secado por contacto con una superficie caliente, donde el calor se suministra al producto por conducción, este método consta de dos etapas: en la primera, la temperatura del producto se aproxima a la del punto de ebullición del agua y la velocidad con la que se elimina el agua aumenta para decrecer en la segunda etapa, ya que el movimiento del líquido hacia la superficie es menor. En este método se tienen riesgos de deterioro en el producto, ocasionados por el calor, ya que requiere de temperaturas elevadas para lograr un buen tiempo de secado, ésto se podría solucionar con el empleo de presiones reducidas, siendo la principal desventaja del método, lo que ocasiona que su utilización sea mínima en la deshidratación de frutas. Dentro de los secadores de este tipo se pueden mencionar: los secadores de tambor (de película y rodillos), secadores de vacío, cámara de calefacción y secadores de cinta y vacío.

2.6.4. Secado mediante corriente de aire caliente, tiene un principio fisicoquímico similar al anterior que consiste en pasar una corriente de aire caliente sobre el material que se desea secar; el aire sirve tanto para proporcionar el calor latente de evaporización así como para acarrear el agua eliminada; cuando se inicia el secado la velocidad de evaporación es elevada y subsecuentemente se presenta una etapa en la que la velocidad a la que sale el agua se retarda por una aproximación gradual de la temperatura del material a la temperatura de bulbo seco. La duración de estas etapas de secado depende de la naturaleza del material a secar, tamaño de las piezas, tiempo de exposición a la corriente de aire, temperatura de secado, velocidad y humedad relativa.

La selección del método, así como del equipo que más se adapte a éste, se debe determinar tomando en cuenta las Características del material que se desea secar, así como de las que se requieren obtener en el producto final. (8. 13)

## 2.7 CONSERVACION DE LA PRUTA POR DESECACION

Generalmente los alimentos adecuados para nuestra dieta son -- los productos recién cosechados o sacrificados, ya que son los que ofrecen mayor valor nutritivo y que la naturaleza nos otorga normalmente en períodos determinados y cantidades menores a las necesidades de consumo del momento y, desafortunadamente debido a las condiciones naturales del producto y a las dificultades para su distribución, hacen que en un momento dado no se pueda disponer de ellas.

Por lo tanto, se debe prevenir y evitar la descomposición de -- los alimentos mediante técnicas adecuadas para la preservación y transformación, que permitan disponer de los alimentos sanos y variados en -- cualquier época del año y en cualquier lugar por alejado que estén de -- los centros de producción.

La deshidratación es un proceso cuyo fin primordial es la conservación de los alimentos; con ella se logra un almacenamiento estable por períodos de tiempo que pueden ser prolongados y a la vez no proporcionan cambios en la calidad nutritiva e higiénica. Esta última se determina por los niveles de humedad que, a su vez se rigen por el coeficiente de actividad acuosa (aw); este coeficiente prevé el posible crecimiento de los microorganismos, ya que las levaduras y hongos se inhiben generalmente por debajo de un aw de 0.7 y las bacterias en su mayoría con un coeficiente menor de 0.9. (8. 13)

## 2.7.1.

## VENTAJAS DE LA DESHIDRATACION

La deshidratación de los alimentos trae consigo ciertos beneficios entre los que se enumeran:

- 1) Este es un método eficaz de conservación ya que prolonga notablemente la vida de anaquel.
- 2) Mantiene en el producto una calidad nutritiva e higiénica constante, así, el consumidor adquiere siempre un producto con características uniformes.
- 3) Un producto deshidratado permite mayor facilidad de manejo, --almacenaje y transporte, puesto que el peso del mismo se reduce considerablemente al sufrir un procesamiento donde se elimina la mayor cantidad de agua, ésto trae como consecuencia que los costos de estas operaciones se abaratan significativamente.
- 4) Se incrementa el aprovechamiento de productos naturales y por\_ello se puede disponer de éstos en cualquier época del año(en el caso de frutas se elimina el hecho de depender de las épocas de producción, es -decir, de un calendario agrícola).

## 2.7.2.

## DESVENTAJAS DE LA DESHIDRATACION

Los inconvenientes que presenta este método son :

- 1) Los alimentos con naturaleza higroscópica presentan problemas\_ en el secado, ya que estos productos se adhieren al interior del equipo\_ de secado, esto provoca incrustaciones considerables, que trae consigo -alteraciones en el producto terminado.
- 2) Puede conferirle un sabor diferente al producto si no se con- trola la temperatura y humedad del producto.
- 3) En algunos productos se puede producir un oscurecimiento du-

rante la operación.

- 4) Disminución del sabor natural.
- 5) Se desarrollan otros sabores durante el almacenamiento si no se cuenta con el empaque adecuado.
- 6) Hay pérdida de componentes aromáticos naturales por la aplicación de altas temperaturas.
- 7) Descomposición de compuestos termolábiles como las vitaminas.

(22, 42).

#### 2.8 CARACTERISTICAS DE LA DESECACION CON AIRE CALIENTE

Son muchas las ventajas que proporciona la desecación de la fruta por medio de aire caliente, ya que cuando está bien controlada evita riesgos y daños, e incluso puede dar un producto desecado de mejor calidad y presentación y con mayor contenido de azúcar que cualquier otro método, como el natural (por acción del sol); por otra parte el porcentaje de dióxido de azufre que la fruta retiene durante la operación es, por término medio, tres o cuatro veces mayor que el conservado en el secado al sol.

Otra ventaja es que este sistema permite disponer, para el cultivo, de los grandes terrenos que inevitablemente son precisos para el secado al sol. Requiere de usar bandejas bastante más reducidas y a mano de obra también más limitada.

La desecación con aire caliente requiere de un escrupuloso cuidado, para no obtener un producto de calidad inferior. En ocasiones al pretender conducir la operación con excesiva rapidez, en tanto que la parte exterior del fruto alcanza a secarse, el interior, es decir, la pulpa, no está todavía lo suficientemente deshidratada y es neces-

rio volver a repertir el secado, está vez en condiciones más difíciles.

Si durante el secado se produce un exceso de sangría, ésto, - además de afeor el producto, es causa de una pérdida de peso; también - las quemaduras producidas por una excesiva temperatura del aire, durante la última fase de la desecación, ocasionan una pérdida en el peso a la par que perjudican la calidad del producto.

Los humos producidos por una mala combustión pueden inferir - al producto un aspecto de suciedad, y lo más importante es que podría - influir en el sabor y olor del producto puesto que, las sustancias que componen los humos quizá opacarían los compuestos productores de dichas características organolépticas por encontrarse presentes en concentraciones muy pequeñas (partes por billón). (7, 17)

La economía del sistema puede favorecerse con la mecanización de los transportes y desplazamientos de la fruta a desecar.

Cabe mencionar que durante el proceso existen variables que - deben fijarse para lograr el éxito de la práctica, como: temperatura y velocidad del aire (considerando la humedad relativa ambiental como constante); así mismo, el equipo que se use ayudará en gran medida al logro de la misma. (26, 36)

Algunos de los equipos que se pueden usar para llevar a cabo esta técnica son :

- 1) Secadores de horno
- 2) Secadores de charolas
- 3) Secadores de túnel
- 4) Secadores de lecho fluidizado
- 5) Secadores neumáticos

6) Secadores rotatorios

7) Secador atomizador.

2.9 EQUIPO GENERAL QUE PODRIA USARSE PARA INDUSTRIALIZAR

LA TECNICA

A continuación se enumeran algunos instrumentos y equipo cuyo uso podría ser considerado al desear industrializar el proceso propuesto para la deshidratación del mango :

- 1) Tijeras podadoras
- 2) Equipo para transporte de frutas a la planta
- 3) Básculas
- 4) Equipo de Laboratorio (potenciómetro, refráctometro, etc.)
- 5) Lavadoras de inmersión o rotatorias
- 6) Equipo de asperjado
- 7) Transportadoras de banda
- 8) Mesa de selección
- 9) Cortadores o mondadores
- 10) Deshuesadores
- 11) Rebanadora
- 12) Mesa de acondicionamiento
- 13) Rebanadoras o picadoras
- 14) Charolas
- 15) Túneles de sulfitación
- 16) Escaldadora continua
- 17) Canastillas para escalde
- 18) Quemadores y ventiladores
- 19) Equipo de deshidratación

- 20) Túnel, estufa o cámara de secado
- 21) Dosificadores
- 22) Llenadoras
- 23) Carros manuales y mecánicos

Sobre este equipo se hablará más ampliamente en el Capítulo V donde se contemplarán las perspectivas para el uso del mismo, o bien utilizar equipo más moderno. Una disposición ideal de los elementos de una instalación industrial es la que permite que la fruta vaya desde la plataforma de llegada a la planta hasta el final de su procesamiento en -- óptimas condiciones. (36, 38)

CAPITULO III

## MATERIAL Y METODOS

## 3.1

## SELECCION DEL FRUTO

La selección de la materia prima es una operación muy importante ya que frutos excesivamente dañados pueden inferir en la calidad del producto final y ocasionar algunos cambios poco favorables. Por ésto, - la fruta a procesar deberá contar con las siguientes características :

- A) Forma adecuada
- B) Color brillante
- C) Resistencia a las enfermedades
- D) Buen sabor y aroma
- E) Buena textura de la pulpa, color brillante de la misma
- F) Tamaño pequeño de semilla

Un parámetro importante de considerar antes de llevar a cabo - los tratamientos preliminares de la fruta es el grado de madurez de la misma. Los mangos a procesar deberán estar maduros o muy próximos a la madurez. Se consideran dos estados de madurez generales : maduro firme y maduro suave. (26, 27)

Algunas variables que se consideran para seleccionar los estados de madurez son las siguientes :

TABLA 6.

ESTADOS DE MADUREZ DEL MANGO

VARIABLES	MADURO FIRME	MADURO SUAVE
Sólidos solubles totales(%Bx)	15.5 - 17.0	17
Firmeza (kg/cm <sup>2</sup> )	4.0 - 8.0	1.0 - 4.0
Acidez titulable(% ác. cítrico)	0.3 - 0.45	0.30

Fuentes. CONAFRUT, DTBAI( Dpto. Tecnol. Básicas Agro. Ind.) (11)

Definidos los estados de madurez se usa el estado maduro firme para el procesamiento de rebanadas por deshidratación; la fruta madura - suave se destina a la elaboración de otros productos como : Néctares, - mermeladas, etc., y la descompuesta se descarta en su totalidad.

La fruta que no haya alcanzado plena madurez presentará: mal - color, mal sabor, y mucha merma.

El tratamiento que se le da a la fruta después de haberla reci- bido(almacen o laboratorio) es muy importante puesto que del manejo que\_ se le dé, depende la calidad del producto final. (29, 31)

A continuación se mencionan algunas características de los -- efectos y tratamientos que la fruta debe seguir antes y durante su deshi- dratación.

### 3.2 EFECTO DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

A) El mejor rango de maduración es de 20 - 24°C con una hume- dad relativa de 85 - 90 %.

B) Temperaturas más altas provocan o aceleran el ablandamien- to de la fruta, decoloración, falta de sabor y pérdida de sus componen- tes.

C) La maduración también se ve afectada por la exposición a - temperaturas frías. El daño por enfriamiento es una de las principales\_ causas de pérdida en las frutas tropicales exportadas fuera de las regio- nes tropicales. La temperatura mínima de seguridad es de 10 a 12°C, aun- que puede modificarse de acuerdo con la variedad, etapa de madurez y du- ración de almacenaje. Los síntomas de daños por enfriamiento son: deco- loración semejante a escaldaduras grisáceas, maduración desigual, falta\_ de sabor, descomposición acelerada.

D) El promedio de maduración puede ser manipulado manejando - las temperaturas entre 14 y 24°C. (15)

### 3.3 TRATAMIENTOS PRELIMINARES DE LA FRUTA

#### 3.3.1. LAVADO

Este tratamiento tiene como finalidad limpiar la superficie y así eliminar los restos de tierra y goma natural que secreta el mango al momento del corte para mejorar su presentación y por ende desechos no -- aptos para el proceso.

La fruta seleccionada (sana y madura) se lava con agua corriente para removerle la suciedad que trae adherida a la corteza; después se sumergen en recipientes apropiados con agua clorada (15 - 25 ppm de cloro activo) durante 5 minutos para reducir la carga microbiana; finalmente se procede a enjuagar el producto con agua corriente.

##### 3.3.1.1. CLORINACION DEL AGUA DE LAVADO

Para preparar el agua clorada basta agregarle hipoclorito de - sodio, puesto que se encuentra en el comercio en solución al 13 % de con centración.

La concentración de cloro en el agua varía de acuerdo con el - mayor o menor grado de suciedad aparente que presenta la fruta al reci- birla en la planta. Frutas poco limpias requieren de un tratamiento más enérgico.

El uso de agua clorada con 5 ppm de cloro activo para desinfec tar equipos, tanques y recipientes empleados en el proceso es una prácti ca útil en el mantenimiento de la higiene de la planta.

##### 3.3.1.2. EQUIPO

El Lavado en el Laboratorio es manual y se usan recipientes co

munes (tinas, sacate, cepillos, etc.); sin embargo, ya que en una planta industrial se podría transportar la fruta a través de bandas, se hacen pasar por unos rodillos que las cepillan (esto debe hacerse con gran cuidado para evitar maltratar el fruto) y hacen girar, exponiéndose al mismo tiempo al chorro de agua clorada que es bombeada y recirculada.

En la parte final del tanque de lavado se asperja agua limpia para eliminar el exceso de cloro.

**TABLA 7.** CANTIDAD DE HIPOCLORITO DE SODIO QUE HAY QUE AÑADIR AL AGUA

CONCENTRACION DE CLORO (ppm)	CANTIDAD DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 13% QUE SE AÑADE A 50kg DE H <sub>2</sub> O
5	2.3
10	4.5 o 1/4 cda.
12	5.6
15	6.8 o 1/2 cda.
20	9.0
25	11.3 o 1 cda.

### 3.3.2. ESCALDE (TRATAMIENTO TERMICO)

Una vez que se ha lavado el mango se somete a un tratamiento especial con agua caliente a temperatura controlada cuya finalidad principal es ablandar la fruta para facilitar el despulpado y la eliminación de la cáscara. Así mismo, ayuda a fijar el color del producto e inactiva las enzimas presentes en la fruta.

El procedimiento a seguir puede ser por inmersión del mango en agua caliente a una temperatura entre 52 y 54°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ), ésta, depende -

del tipo de cáscara de la variedad en cuestión; si es más delgada se emplean temperaturas menores, todo ésto durante un corto período de tiempo (5 min). Es muy importante controlar la temperatura específica para lo cual se usan instalaciones especiales.

## 3.3.2.1.

## EQUIPO

Se recomienda hacer un tratamiento en forma continuo y consiste en un tanque de láminas o concreto que tenga transportador cuyo trayecto dentro del agua sea de 5 minutos. Dentro del tanque debe existir un movimiento continuo del agua para uniformizar la temperatura. (15, 29)

## 3.3.3.

## PELADO

Consiste en eliminar la cáscara del fruto. Este proceso es manual pero puede facilitarse por el empleo de un cuchillo curvo que ayude a evitar pérdidas considerables de la pulpa.

## 3,3.4.

## REBANADO

Esta operación facilita la desecación, contribuye a dar mejor apariencia a la fruta mejorando al mismo tiempo la calidad comestible.

Consiste en cortar la fruta con un cuchillo recto por los lados correspondientes a la parte más abultada y posteriormente extraer las rebanadas procurando que el cuchillo pase lo más pegado que se pueda al hueso. También se hace un corte en las partes menos abultadas para obtener otras rebanadas. Se intenta obtener rebanadas con las mismas dimensiones, estandarizando así el tamaño de la misma, incluyendo longitud y espesor. Se deshuesa el mango y se eliminan las partes indeseables.

Se pueden usar mesas de acero inoxidable para llevar a cabo los cortes, o bien con bandas sanitarias en forma continua. (10)

## 3.3.5.

## SULFITACION

La sulfitación es el paso más importante antes de la deshidratación ya que tiene por objeto conservar el color y sabor natural del fruto, prolongar su vida de anaquel, retardar las pérdidas de vitaminas A y C, y contrarrestar el desarrollo de los microbios. Por lo general esta operación se realiza después de cortada y algunas veces sumergida la fruta en el baño de lejía para rajar la piel facilitando así, la absorción de dióxido de azufre.

El mejor sistema de sulfitación consistió en exponer la fruta cortada a los vapores de azufre en combustión en el interior de una cámara cerrada y dejarla permanecer allí el tiempo mínimo para que el gas alcance a penetrar en la pulpa del fruto.

Sin embargo, también puede llevarse a cabo otros procedimientos como la inmersión de la fruta en solución de bisulfito de sodio, ácido ascórbico, dióxido de azufre, etc. (9, 20)

La concentración normal de dióxido de azufre se halla comprendida entre el 1.5 y el 2 % de volumen; la del 3 % se puede obtener en una cámara absolutamente cerrada. El 2 % es recomendable cuando el fruto se deja permanecer en la cámara el tiempo debido.

Los factores que influyen en la absorción y retención del dióxido son varios, pero los más importantes son : el tiempo de exposición concentración del gas o de la solución y temperatura. También ejerce una notable influencia la variedad del fruto, así como su calidad, tamaño y grado de madurez.

Cuando se utilizan otros tipos de compuestos como una solución de catecol, bisulfito de sodio, o bien, polifenolasa purificada, -

se ha encontrado que 1 ppm de  $\text{SO}_2$  causa una reducción del 20 % en la actividad enzimática y que 10 ppm inactivan por completo las enzimas.

Se debe tener un control riguroso en cuanto a la concentración de  $\text{SO}_2$  a la que se expone la fruta, puesto que puede presentar algunas desventajas el uso de este preservativo : a) causa corrosión; b) provoca pérdida en el sabor; c) destruye algunos nutrientes importantes, tales como vitamina  $\text{B}_1$  y d) su uso es ilegal en algunos países.

En los mamíferos el dióxido de azufre es oxidado enzimáticamente a sulfato y excretado. Se sabe que el único efecto nutricional adverso es que retarda la oxidación de la vitamina C.

Aunque el  $\text{SO}_2$  ha sido el compuesto que más se ha usado para prevenir el oscurecimiento de la fruta deshidratada, se ha notado que es perjudicial en algunos casos, por ello en muchos mercados se ha limitado su uso e incrementado la aplicación de otros antioxidantes, como : ácido ascórbico, tocoferoles, cisteína, glutamina, etc. También se ha optado por la aplicación de mezclas de : a)  $\text{SO}_2$  con calcio; b) ácido ascórbico; c) ácido cítrico; d) ácido ascórbico y ácido málico, etc., obteniéndose buenos resultados y por lo tanto productos de mejor calidad. (39, 42)

Aún cuando la sulfitación gaseosa presenta algunas ventajas, se le ha venido sustituyendo por el uso de soluciones acuosas, debido a los siguientes puntos de vista :

- Disminución de la contaminación del aire
- Mejor control en el proceso de sulfitación
- Mejor tiempo de exposición a la sulfitación
- Disminución de las pérdidas de desorción durante el secado

- Presencia de mayor cantidad de iones bisulfito, menor cantidad de iones sulfito y poco ácido sulfuroso disociado.

De acuerdo con lo antes mencionado se elige emplear una solución acuosa para la sulfitación del mango. (23, 33)

Esto es, se usará bisulfito de sodio a diferentes concentraciones (100, 250 y 500 ppm), ya que si ésta es muy alta o baja, habrá menor retención de  $SO_2$ ; así mismo se experimentará sumergir las rebanadas de mango en la solución con diferentes intervalos de tiempo (2, 5 y 7 min), puesto que la fruta incrementará la retención de  $SO_2$  a mayor tiempo de exposición.

#### 3.3.5.1.

#### EQUIPO

La sulfitación en el laboratorio se lleva a cabo en recipientes comunes, como cápsulas de porcelana o cualquier otro que no sea corrosivo. A nivel industrial se podrán emplear túneles de sulfitación, o bien  $SO_2$  gaseoso, que tengan un cierre hermético en sus puertas a fin de evitar la entrada de aire y salida de gas. (26)

#### 3.4

#### DESHIDRATACION

Es la eliminación parcial de agua contenida en el producto por acción del calor. La temperatura de deshidratación no debe rebasar el punto de ebullición del agua, y en ocasiones se emplean temperaturas menores para no dañar los tejidos del producto. La cantidad a eliminar de agua dependerá del producto que se desee obtener. (33)

#### 3.4.1.

#### METODO DE DESECACION CON AIRE CALIENTE

Este proceso incluye al conjunto de operaciones destinadas a obtener un producto de aspecto atractivo, que se conserve con las menores pérdidas de sus propiedades organolépticas y nutritivas que al re-

constituirse de un producto de calidad satisfactoria.

La deshidratación por aire caliente forzado, se lleva a cabo - en armarios de deshidratación o secadores de charolas en donde se colocan las rebanadas de mango para ser deshidratadas. El aire es calentado por medio de resistencias eléctricas e impulsado por un ventilador.

Se recomiendan velocidades de aire para el secado, del orden - de 2.1 m/s a 15.3 m/s. dependiendo del tipo de producto y las características del mismo.

Las rebanadas después de haber sido sulfitadas se distribuyen en capas uniformes encima de las charolas (de acero inoxidable) de la cámara de secado. Se pone en marcha el ventilador y se accionan las resistencias eléctricas.

Las variables a controlar son : temperatura y tiempo de secado (considerando la humedad relativa ambiental como constante). Las temperaturas que se emplearán son : 50, 60, 70 y 80°C, evaluando el tiempo -- que tardan en secarse las rebanadas dependiendo del espesor de las mismas.

### 3.4.2.

### EQUIPO

A nivel laboratorio se emplea una estufa o mufla con termostato. En un plano industrial se puede elegir entre diversos tipos de secadores comerciales que funcionan con aire caliente.

## 3.5

### TRATAMIENTOS FINALES DEL PRODUCTO

### 3.5.1.

#### ANÁLISIS QUÍMICO

A) Determinación de la humedad y sólidos totales

Se realiza en una balanza de humedad OHAUS.

Se emplea una charola perfectamente limpia y seca (aluminio),

se pesan 10 g de muestra y se ajusta la balanza a 0 % de humedad. La relación adecuada de tiempo-intensidad de luz se determina experimentalmente.

El porcentaje de humedad y sólidos totales se lee directamente en la balanza.

La humedad es uno de los factores que cualquier producto alimenticio tiene como índice de crecimiento de microorganismos, así como la proporción en que tienen lugar los cambios físicos y químicos. (6, 14, 18)

#### B) Análisis Sensorial

El análisis sensorial es una disciplina científica que se emplea para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones de aquellas características de los alimentos y otros materiales según como sean percibidos por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído. (32)

Las evaluaciones sensoriales nos permiten comunicar lo que es el alimento, cómo se ha transformado y lo más importante finalmente, si gusta o no el producto al consumirse.

La participación del Análisis Sensorial hoy en día, valora resultados informativos que, a la postre van a mejorar la manufactura alimenticia de la población que lo consume; resulta un buen elemento complementario a los adelantos tecnológicos a nivel de alteraciones genéticas de los frutos, colabora en el mejoramiento de los procesos industriales de la transformación o conservación de los alimentos, contribuye en el mejoramiento de sabores, aromas, y otros aditivos alimentarios, así como en las determinaciones de otros productos que no necesariamente sean ali

menticios. (4, 28)

#### B.1) METODO HEDONICO

En este caso, se efectuará un análisis sensorial para evaluar las características organolépticas de los orejones de mango (sabor, color, textura, apariencia); en la calificación de cada atributo se emplean escalas hedónicas (de grado de satisfacción), que no son muy apropiadas para efectuar un buen análisis sensorial, sin embargo dan una pauta de la calidad del producto.

En la evaluación de cada muestra, podrá emplearse una escala hedónica de 1 a 6 puntos. A cada valor de la escala corresponde una expresión que indica cuanto les gusta o disgusta el producto a los panelistas, como se indica a continuación.

- 1 - Nada
- 2 - Muy poco
- 3 - Poco
- 4 - Regular
- 5 - Aceptable
- 6 - Mucho

Este método se usa para revelar preferencia de los consumidores por los alimentos. (4, 32)

CAPITULO IV

## CALCULOS Y RESULTADOS

## 4.1

## METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Para el desarrollo de este trabajo se eligió la fruta de mango variedad, MANILA; ésto se debió a que dicha variedad es producida en grandes cantidades en México y a pesar de que ya se han elaborado otros productos a partir de ésta a nivel comercial (jugos, néctares, rebanadas en almíbar), no se ha logrado la optimización de algún proceso que permita obtener un producto que además de ser consumido fuera de la temporada de cosecha de la fruta, tenga una vida de anaquel mayor a 6 meses y al mismo tiempo se minimicen un poco más las pérdidas por tonelada de mango que anualmente siguen teniendo en el país.

En el Laboratorio, para la elaboración de "orejones de mango", primeramente se procedió a la selección del mango cuyo estado de madurez sea el denominado "maduro firme" con el fin de conservar en lo posible la textura del producto; posteriormente se eliminó la materia extraña mediante un lavado con agua y cloro.

Una vez obtenidos los mangos limpios, éstos fueron sometidos a un baño de agua caliente (80°C/3 min) seguido de un baño de agua fría para poder manipular el fruto en los siguientes pasos. A continuación se procedió a pelar la fruta e inmediatamente rebanarla (7 - 8 mm de espesor).

Paralelamente al rebanado y pelado, se preparó una solución de bisulfito de sodio (500 ppm) para que en el momento de obtener las rebanadas, éstas fueran sumergidas en dicha solución y se acomodarán en las charolas de la estufa para ser deshidratadas.

Una vez deshidratadas, se sacan las rebanadas del secador y son enfriadas hasta temperatura ambiente.

#### 4.2 VALORES PROMEDIO DE LOS PARAMETROS IMPORTANTES DEL PROCESO

\*\*\* Secador del Laboratorio (eléctrico).

En este aparato la temperatura era ajustable en un intervalo considerable (0 - 260°C). A continuación se especificarán las temperaturas usadas para cada uno de los espesores que se probaron en los experimentos realizados.

La velocidad del aire dentro de la estufa se estima en 1.0m/s y la recirculación del mismo es aproximadamente 90 %, estas variables son de gran importancia puesto que debe evitarse que el aire se sature (pasaría si no hubiera recirculación) con el vapor de la materia que está deshidratándose, lo que impediría que continuará secándose y por lo tanto el tiempo del proceso se incrementaría disminuyendo así la eficiencia del mismo.

\*\*\* Enseguida se muestran por medio de Tablas los valores promedio de los datos obtenidos en la elaboración de orejones de mango al cuantificar los parámetros: temperatura, humedad y tiempo, para los espesores experimentados (3 - 8 mm).

**TABLA B.** Valores promedio de los parámetros : temperatura, humedad y tiempo para las rebanadas de mango de 3 y 4 mm de espesor.

ESPESOR (mm)	TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)
3 - 4	0	20.0	75.7
	1 - 50	45.5	71.3
	51 - 110	58.5	65.6
	111 - 223	71.0	46.2
	224 - 266	80.0	10.4

Por lo tanto, TIEMPO TOTAL DE SECADO = 4.43 hrs.

FIG. 3

GRAFICA DE % DE HUMEDAD vs. TEMPERATURA  
PARA REBAÑADAS DE MANGO CUYO ESPESOR ES  
DE 3 - 4 mm.

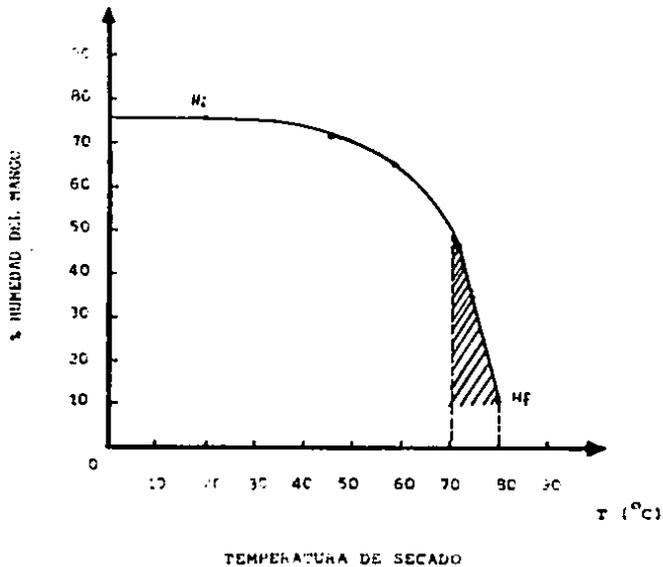
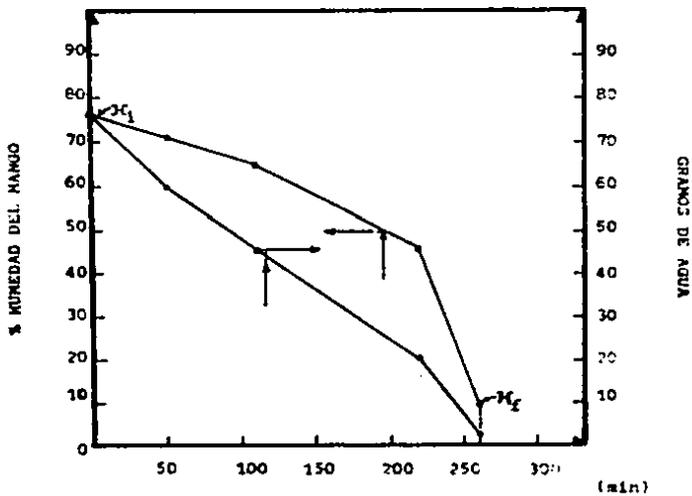


FIG. 4  
 GRAFICA DE % DE HUMEDAD (grs. DE H<sub>2</sub>O)  
 vs. TIEMPO PARA REBANALAS DE MANGO  
 CUYO ESPESOR ES DE 3 - 4 mm.



TIEMPO DE SECADO  
 PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 100 g

En las figuras 3 y 4 se observa gráficamente, el comportamiento de la materia prima (mango) durante el proceso de secado.

En la Fig. 3 se muestra la relación existente entre los rangos de temperatura empleados, con la humedad. De donde se deduce que : A mayor temperatura mayor velocidad de secado, es decir, se incrementa la pérdida de peso de la materia prima en razón directa con el tiempo y la temperatura; aunque también puede observarse que este cambio es muy notorio en un rango de 70 - 80°C de temperatura donde se considera que, se lleva a cabo la mayor pérdida de humedad del mango pero después de un corto lapso de tiempo a pesar de aumentar la temperatura la velocidad de secado disminuye pues la cantidad de agua en la rebanada de mango también ha disminuido y se torna difícil eliminarla además de que no es deseable para las características organolépticas del producto (principalmente, la textura).

En la Fig. 4 se muestra la relación existente entre el tiempo de secado y la humedad del mango a lo largo del proceso. En ésta como - en la Fig. 3, puede apreciarse que la pérdida de humedad es lenta hasta llegar a un punto donde sufre una caída considerable, que es la que marca realmente el final del proceso.

Las observaciones antes realizadas son aplicables a los datos de las tablas 9 y 10, así como, a las figuras 5, 6, 7 y 8 .

En la Fig. 6 se observa en la curva de la gráfica una ligera diferencia con las curvas de las Figs. 4 y 8, ésto sólo se debe a los rangos de tiempo elegidos para ser graficados, pero el comportamiento del mango es el mismo para los diversos espesores probados.

---

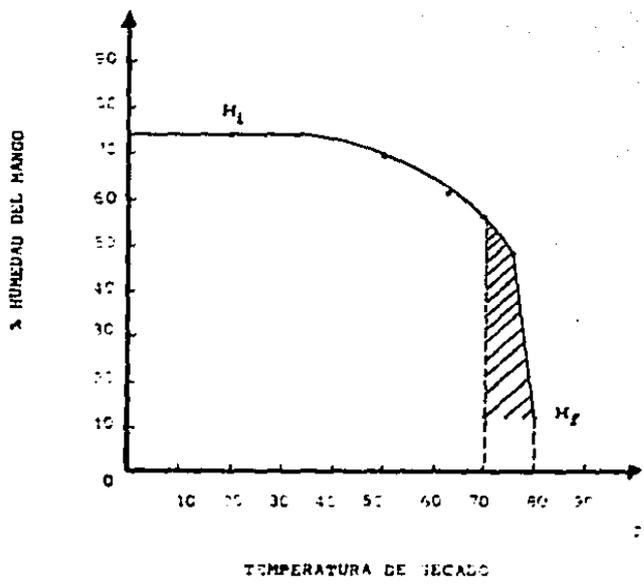
TABLA 9.

Valores promedio de los parámetros: temperatura, humedad y tiempo para las rebanadas de mango de 5 y 6 mm de espesor.

ESPESOR (mm)	TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)
5 - 6	0	20.0	74.0
	1 - 40	50.0	69.5
	41 - 60	62.5	61.4
	61 - 80	70.3	56.0
	81 - 120	75.0	48.0
	121 - 360	80.0	11.8

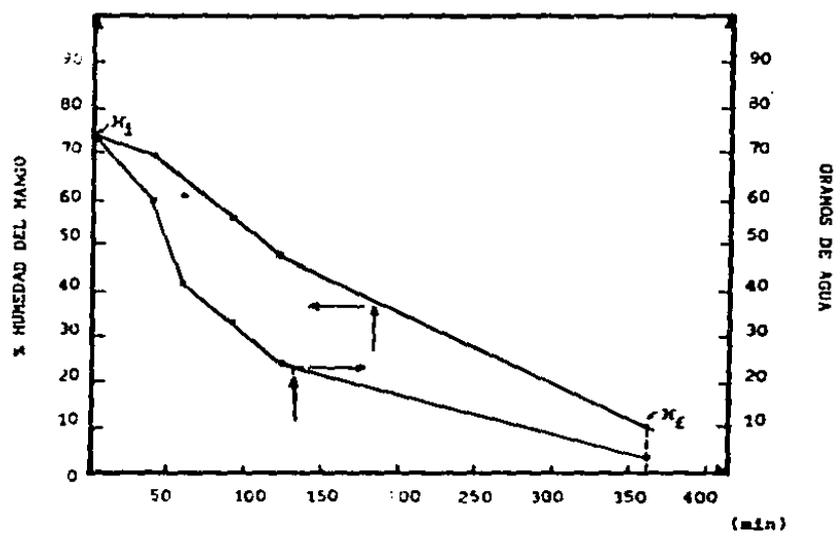
Por lo tanto, TIEMPO TOTAL DE SECADO = 6 hrs.

FIG. 5      GRAFICA DE % DE HUMEDAD vs. TEMPERATURA  
PARA REBANADAS DE MANGO CUYO ESPESOR ES  
DE 5 - 6 mm.



01201

FIG. 1. GRAFICA DE % DE HUMEDAD (gra. DE H<sub>2</sub>O)  
vs. TIEMPO PARA REBANADAS DE MANGO  
CUYO ESPESOR ES DE 5 - 6 mm.



TIEMPO DE SECADO  
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 100 g

TABLA 10.

Valores promedio de los parámetros: temperatura, humedad y tiempo para las rebanadas de mango de 7 y 8 mm de espesor.

ESPESOR (mm)	TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)
7 - 8	0	20.0	75.6
	1 - 72	51.7	70.7
	73 - 174	64.5	63.8
	175 - 239	75.2	59.7
	240 - 300	78.0	50.5
	301 - 375	80.0	12.1

Por lo tanto, TIEMPO TOTAL DE SECADO = 6.25 hrs.

FIG. 7

GRÁFICA DE % DE HUMEDAD vs. TEMPERATURA  
PARA REBANADAS DE MANGO CUYO ESPESOR ES  
DE 7 - 8 mm.

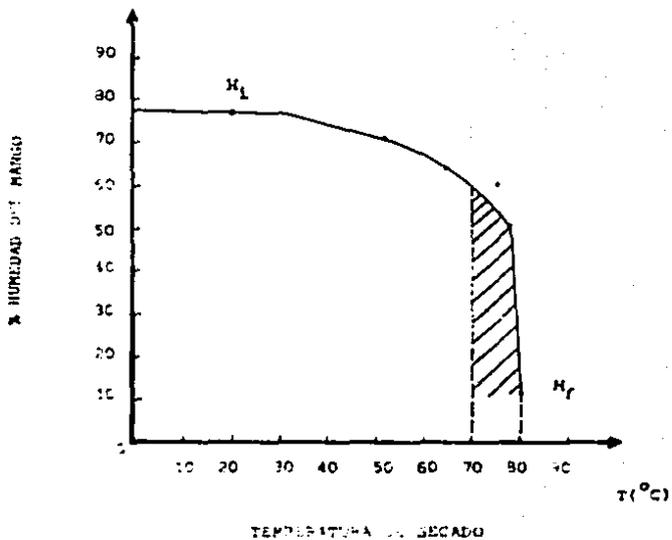
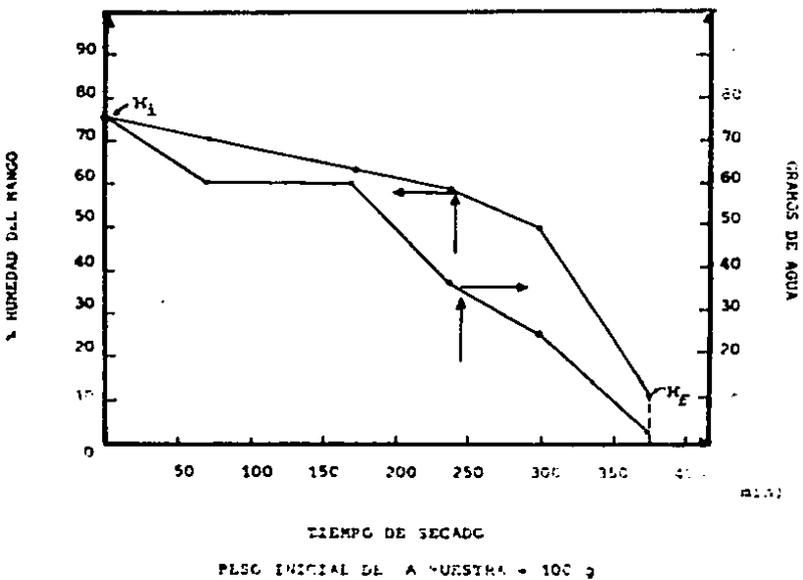


FIG. 8 GRAFICA DE % DE HUNEDAD (CONT. DE H<sub>2</sub>O) vs. TIEMPO PARA REBANADAS DE MANGO CUZO ESPESOR ES DE 7 - 8 MM.



#### 4.3 CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS DE LOS OREJONES DE MANGO

La evaluación sensorial previamente propuesta (Cap. III) no se llevó a cabo, de tal manera que los datos que a continuación se dan provienen de personas que podrían considerarse panelistas (jueces), quienes coincidieron al opinar sobre algunas características organolépticas del producto final, al observarlo y degustarlo.

Los resultados de ésta pequeña evaluación sensorial señalaron que los orejones de mango tienen gran aceptación en lo que se refiere a sabor principalmente. La razón de ello es que el sabor de mango como fruta fresca presenta una mínima variación al ser deshidratada. Esta leve modificación puede atribuirse a la volatilización de algunos elementos aromáticos del mango por la elevación de la temperatura durante el proceso.

Una variable que sí es muy importante para el sabor final del mango deshidratado es, la madurez que éste presente al inicio del proceso puesto que si aún está muy "verde", el contenido de azúcares es bajo y por lo tanto es de sabor muy ácido, el cual se conserva e inclusive se acentúa con el secado del fruto.

Otras características organolépticas que marcaron la pauta de aceptación del producto terminado fueron la textura y color.

En primer lugar, la textura que, depende en gran proporción del espesor que a la rebanada de mango se le asigne inicialmente, ya que en base a los datos obtenidos durante las experiencias puede observarse que la fruta de mango contiene una alta proporción de agua, la que al ser eliminada con el proceso provoca una reducción considerable en el tamaño del producto terminado con relación al que tenía al inicio

del proceso. Con todo esto, la textura que originalmente podría considerarse como "blanda", al final es más bien "dura". Si ésta es muy dura la aceptación del producto disminuye y esta dureza se incrementa en rebanadas de menor espesor.

En cuanto al color de los orejones de mango puede decirse que es casi igual al del fruto antes de procesarlo (amarillo brillante) y - ésto no podría haberse logrado de no haber sulfitado el mango ya rebanado antes de secarlo. El sulfitado tuvo como principal objetivo, fixar y conservar el color del producto, es decir, inactiva los elementos que con el calor pudieran oxidarse y por lo tanto produjeran un oscureci--- miento del mismo. Claro que para el proceso de sulfitado se hicieron - diversas pruebas con diferentes concentraciones de solución de bisulfito de sodio; encontrándose que con la solución de mayor concentración - es con la que se obtuvieron mejores resultados de fijación del color.

El resumen de las características organolépticas antes menciona das para los espesores probados en el desarrollo de este trabajo se - muestran en la Tabla 11.

TABLA 11.

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS DE LAS REBANADAS  
DE MANGO FRESCAS Y PROCESADAS

HUESTRA	ESPESOR (mm)	COLOR	SABOR	TEXTURA
Rebanada de mango (fresca)	3 - 4	Amarillo brillante	Agridulce	Blanda firme
	5 - 6			
	7 - 8			
Rebanada de mango (procesada)	3 - 4	Amarillo naranja claro	Agridulce cocido	Muy dura Semiblanda con orillas duras
	5 - 6			
	7 - 8			

CAPITULO V

EQUIPO PARA UNA PLANTA PROCESADORA  
DE OREJONES MANGO

Al terminar el trabajo de Laboratorio donde la idea principal fue desarrollar un proceso adecuado para la obtención de rebanadas de mango deshidratadas, se obtuvieron resultados satisfactorios, desde el punto de vista que el producto final obtenido presentó características físicas muy buenas, lo que puede servir de guía para un proyecto viable tanto a nivel de planta piloto como industrial; claro que para esto será necesario emplear procedimientos más detallados que ayuden a evaluar el proceso.

Sin embargo, todas las experiencias ya realizadas son una buena base para que a manera de sugerencia se haga mención a continuación de un equipo más técnico que facilite las operaciones del proceso cuando éste sea industrializado.

La selección de los equipos que se enuncian se hizo en base a las ventajas que presentan a nivel de operación, mantenimiento y calidad del producto terminado. Claro que para un estudio más profundo deberán de tomarse muy en cuenta los costos del mismo, lo que no se hizo en el presente trabajo. (28)

En la Fig. 9 se presenta un diagrama del proceso en forma de bloques para la obtención de orejones de mango, el cual brevemente se explica a continuación :

1) SELECCION : Consiste en elegir la materia prima más adecuada para el proceso. El mango que se elija debe contar con un grado de madurez óptimo (firme) y buen estado físico: forma adecuada, color bri-

llante, buen aroma y sabor, tamaño pequeño de la semilla, buena textura de la pulpa y color brillante de la misma (sin manchas, cortadas o con golpes).

Para obtener el más alto rendimiento por unidad se sugiere el realizar una inspección sobre bandas, separando manualmente el mango -- que no cumpla con los requisitos estipulados anteriormente.

2) RECEPCION Y PESADO : Se hace el muestreo o realización de -- pruebas de aceptación (color, madurez, contenido de azúcares, desarrollo, etc.) y se pesa el frute. Sugiriéndose el empleo de equipo de Laboratorio (potenciómetro, refráctómetro, brixómetro, etc.), así como, -- básculas comerciales.

3) LAVADO : La materia prima se lava con jabón y agua limpia o -- clorada, eliminándose los productos no aptos para el proceso. Se propone el uso de Lavadoras de inmersión o rotatorias.

4) ESCALDE : Se somete el producto (mango) a un baño de agua caliente en una escaldadora ( $80^{\circ}\text{C}/3 \text{ min}$ ) para fijación del color e inhibición de las enzimas, así como, para facilitar la eliminación de la cáscara. La escaldadora puede ser una marmita o tanque de acero inoxidable calentada por vapor a través de una camisa.

Una vez escaldada la fruta se tiene que enfriar para poderla manejar manualmente, esta operación se debe realizar en tanques o cámaras de agua corriente y transportadores para secar la fruta o por --- simple aspersión en bandas transportadoras.

5) PELADO : Consiste en la eliminación de la cáscara por medio --- de cuchillos curvos para evitar perder parte de la pulpa. Para esta --- operación se usan generalmente mesas de acero inoxidable, o bien en ban

das continuas . Cuando la fruta va pasando por la banda se recoge de ésta, se monda y después sigue por la misma banda que debe encontrarse en movimiento continuo.

6) REBANADO : Esta operación da una mejor apariencia a la fruta y facilita la deshidratación. Se corta la fruta con un cuchillo recto (con varios filos, separados entre sí por un espesor fijo) procurando obtener rebanadas de 8 mm de espesor para intentar homogenizar el tamaño del producto final (orejones). Esto debe hacerse sobre una mesa de acero inoxidable.

7) SULFITACION : Las rebanadas del fruto se sumergen en una solución de bisulfito de sodio (500 ppm) durante 5 minutos, ésto con el objeto de fijar el color del mismo. Esta operación puede llevarse a cabo en tanques de acero inoxidable con ductos y sifones para evacuar la solución de bisulfito.

8) DESHIDRATACION : Es la eliminación parcial del agua contenida en el producto por acción del calor. La temperatura de deshidratación no debe rebasar los 80°C para no dañar los tejidos del fruto. Para esta operación se recomienda el uso de secadores de charolas continuo (gabinets) o un túnel de secado donde haya una banda de movimiento continuo (deshidratador de túnel a contracorriente) y por tanto exista una depresión que permite evaporar la humedad a temperaturas moderadas para que no altere la materia prima que se está deshidratando.

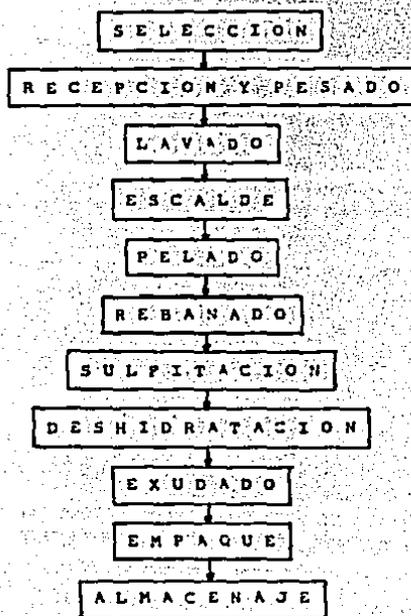
9) EXUDADO : Se deja enfriar el producto por un intervalo corto de tiempo, el suficiente para que el producto adquiera la temperatura del medio ambiente.

10) EMPAQUE : Se coloca el producto en su envase respectivo así

como la colocación de éste en el embalaje adecuado.

11) ALMACENAJE : Se estiba el producto envasado y embalado en el almacén, el cual debe estar seco, limpio, ventilado y con temperatura fresca. (12, 37)

Fig. 9 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACION DE OREJONES DE MANGO



CAPITULO VI

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

En el presente trabajo se muestran resultados que proporcionan un buen principio para desarrollar un proceso de deshidratación de rebanadas de mango en un nivel diferente al del Laboratorio que fue el que se probó en éste; los datos obtenidos quizá no presenten la precisión que se requiere para fijar los parámetros: temperatura y tiempo de secado, en un nivel industrial, pero si sirven para disminuir un rango de datos (sobre secado) que era muy amplio antes de haber efectuado estas experiencias.

Los orejones de mango obtenidos, presentaron características sensoriales aceptables.

Tal producto finalmente presentó una humedad del 12% y aunque para estos productos no existen normas de calidad establecidas, estas normas se rigen por el Mercado, porque la competencia y preferencia del consumidor son quienes determinan los requerimientos de calidad de los orejones y por lo tanto este valor se encuentra dentro de los rangos ya establecidos para frutas deshidratadas que actualmente existen en el Mercado (Humedad máxima 12 %).

Los consumidores son quienes marcan el éxito comercial de un producto; en el caso de los orejones de mango no sólo cuenta el que su sabor sea agradable si no que también tuvo que considerarse su espesor y textura, como dos variables determinantes para la aceptación de los mismos.

Se experimentaron diferentes espesores hasta llegar a un ópti

mo de 7 - 8 mm, donde la rebanada aún después de perder más de un 50 % de su peso original, al final conserva un tamaño que comestiblemente -- hablando, es apropiado. En cuanto a la textura, en un período de secado de 6 hrs., se fue elevando gradualmente la temperatura desde 45 a -- 80°C para evitar el endurecimiento de la superficie del fruto lo que -- daría un aspecto inadecuado al mismo e impediría la penetración del calor para un secado homogéneo.

El endurecimiento de la superficie del fruto por un brusco -- aumento de la temperatura se debe a que el agua que se distribuye en diferentes zonas de los alimentos y una de esas zonas es la constituida -- por el agua "libre" que se encuentra en los macrocapilares (tejido superficial), siendo el tipo de agua más abundante en los alimentos y la primera en ser eliminada cuando se somete a un tratamiento térmico de deshidratación; pero al mismo tiempo la zona que forma parte de las soluciones que disuelven los azúcares es ésta, que como se sabe son compuestos que a altas temperaturas tienden a cristalizarse (forman puentes de  $H_2$  con el agua) dando origen a la formación de una capa dura que impide la eliminación de los otros tipos de agua más profundos. Por ello, debe graduarse la temperatura evitando cambios drásticos en la misma.

De aquí que, deba tomarse muy en cuenta los cambios de temperatura en el momento adecuado para minimizar el tiempo de secado sabiendo que en el rango de 70 a 80°C la rebanada de mango presenta la mayor pérdida de gramos de agua en un corto lapso de tiempo (es decir, se incrementa la velocidad de secado).

Los orejones de mango son una manera de conservación de esta fruta, ya que por medio de este proceso sus propiedades físicas y químicas

das originales (fruto fresco) se ven afectadas en una mínima proporción (sabor y color).

Por todo ésto se concluye que el trabajo realizado en el Laboratorio representa una magnífica oportunidad para llevar a cabo este proyecto a nivel de planta piloto e inclusive en un plano industrial. Y se acentúa aún más la importancia del mismo al considerar que, son miles y miles de toneladas (según datos Tabla 1.) las que de este fruto se producen anualmente en México, al mismo tiempo que se desperdicia un gran porcentaje de las mismas y, con este proyecto podría lograrse un mayor y mejor aprovechamiento del mango al obtenerse un producto (orejones) de sabor muy agradable al paladar y con una vida de anaquel de 6 a 12 meses.

## 6.2 RECCOMENDACIONES

Se sugiere para mayor eficiencia del proceso :

- I. Manejar los frutos con cuidado desde su cosecha hasta el procesamiento de los mismos en la planta, para asegurar la obtención de un producto de alta calidad.
- II. Mantener la temperatura apropiada durante el manejo y desarrollo del proceso, así como la humedad relativa a lo largo del sistema.
- III. Seleccionar y descartar adecuadamente las frutas podridas.
- IV. Hacer uso adecuado de algunos aditivos que ayuden a mejorar el valor nutritivo del producto, así como resaltar sus características organolépticas.
- V. Probar invertir los pasos 5 y 6 del proceso (Fig. 9), rebanando primero la fruta y después eliminar la cáscara para tratar de minimizar las pérdidas de pulpa que se tienen.

VI. Durante este proceso se obtuvo un porcentaje considerable de pulpa que no fue aprovechado, por lo que se sugiere emplearla para la elaboración de otros productos como: néctares, mermeladas, ates, etc.

VII. Mantenimiento adecuado del equipo de trabajo.

---

## APPENDICES

## INDICE DE TABLAS

	pág.
TABLA 1. Valor Nutricional de la Producción Agrícola de mango..	7
TABLA 2. Análisis Bronatológico del Mango .....	16
TABLA 3. Composición Nutricional del mango, Variedad Manila ...	17
TABLA 4. Aminoácidos esenciales del mango en México .....	17
TABLA 5. Composición Química Aproximada de mangos maduros .....	18
TABLA 6. Estados de madurez del Mango .....	32
TABLA 7. Cantidad de hipoclorito de sodio que hay que añadir al agua .....	35
TABLA 8. Valores promedio de los parámetros: temperatura, hume- dad y tiempo para las rebanadas de mango de 3 - 4 mm - de espesor .....	44
TABLA 9. Valores promedio de los parámetros: temperatura, hume- dad y tiempo para las rebanadas de mango de 5 - 6 mm - de espesor .....	48
TABLA 10. Valores promedio de los parámetros: temperatura, hume- dad y tiempo para las rebanadas de mango de 7 - 8 mm - de espesor .....	51
TABLA 11. Características organolépticas de las rebanadas de man- go frescas y procesadas .....	56

## INDICE DE FIGURAS

	pág.
FIGURA 1.	Partes del fruto de mango ..... 4
FIGURA 2.	Producción del Mango ..... 8
FIGURA 3.	Gráfica de % de Humedad vs. Temperatura para rebana- das de mango cuyo espesor es de 3 - 4 mm ..... 45
FIGURA 4.	Gráfica de % de Humedad (grs. de H <sub>2</sub> O) vs. Tiempo pa- ra rebanadas de mango cuyo espesor es de 3 - 4 mm .. 46
FIGURA 5.	Gráfica de % de Humedad vs. Temperatura para rebana- das de mango cuyo espesor es de 5 - 6 mm ..... 49
FIGURA 6.	Gráfica de % de Humedad (grs. de H <sub>2</sub> O) vs. Tiempo pa- ra rebanadas de mango cuyo espesor es de 5 - 6 mm .. 50
FIGURA 7.	Gráfica de % de Humedad vs. Temperatura para rebana- das de mango cuyo espesor es de 7 - 8 mm ..... 52
FIGURA 8.	Gráfica de % de Humedad (grs. de H <sub>2</sub> O) vs. Tiempo pa- ra rebanadas de mango cuyo espesor es de 7 - 8 mm .. 53
FIGURA 9.	Diagrama de Bloques para la elaboración de orejones de mango ..... 60

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Anon., 1972. Conservación y Transformación de Frutas y Hortalizas. Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. Tercera parte.
- 2) Anon., 1972. Notas del Curso de Investigaciones Agrícolas. Secretaría de Educación Pública. Subsecretaría de Educación Media, Técnica y Superior.
- 3) Anuarios Estadísticos de la Dirección General de Economía Agrícola. S.A.R.H., México, D.F. (1980 - 1983).
- 4) Anzaldúa Morales A., Vernon Carter J. y Lever C.A. Nuevos Métodos de Evaluación Sensorial y aplicaciones en Reología y Textura. Tecnol. Aliment. (Méx., 1985) Vol. 18, No. 5
- 5) Arana Errasquín R. Actividad del agua en relación de los alimentos Tecnol. Aliment. (Méx., 1982), Vol. 15, No. 6
- 6) Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. A.O.A.C.; Washington, D.C. (1980)
- 7) Baduí Dergal S., 1984. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra Universidad; México.
- 8) Blanco M. C., Casillas A. M., Piña O. E., 1980. Estudio de la deshidratación por aspersión de la pulpa carica de papaya (variedad mari-lla). Tesis ULSA.
- 9) Braverman J. B..S., 1978. Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Segunda edición. Ediciones Omega, S. A.; Barcelona, España.
- 10) Cano Londoño H., 1981. Evaluación de rebanadas de mango (cv. Tommy Atkins y Kent) conservadas en almíbar. Tesis Chapingo (Méx.)
- 11) Comisión Nacional de Fruticultura, 1975. Estudios preliminares de la selección de mango. Serie de Investigaciones Fisiológicas, No. 5; Méx.

- 12) CONACYT, 1974. Estudio del Estado de Arte en las tecnologías de procesamiento industrial de frutas y hortalizas. Sector del Desarrollo Económico. Gobierno del Estado de Sinaloa.
- 13) Desrosier N. W., 1977. Conservación de los Alimentos. Octava -- edición. México, D.F.; Cia. Editorial Continental.
- 14) Díaz A., Zayas J. P., Sánchez R., 1982. Caracterización química de las semillas de algunas variedades comerciales del mango mangifera, variedades: "goram", "reina de México" y "Super Haden". Ciencia y Técnica en la Agricultura. Cítricos y otros frutales. Vol. 5, No. 3; Méx.
- 15) Díaz Delgado D., Villalobos Cruz M., Alvarado de Morcán D., 1979. Manual para el procesamiento y conservación de pulpas y algunas frutas por un medio químico. Bogotá, Colombia; Ed. Guadalupe.
- 16) FIRA, 1981. Memorias del Seminario sobre manejo y conservación de frutas, hortalizas y flores. División de Agricultura; Guadalajara, Jalisco.
- 17) Furia T. E., 1972. Handbook of Food Additives. Second edition.
- 18) Hart L. F., 1971. Análisis Moderno de los Alimentos. Zaragoza, - España; Ed. Acribia.
- 19) Hernández M., Chávez A. y Bourgues H., 1971. Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos. Instituto Nacional de la Nutrición. Séptima - edición; México, S.F.
- 20) Hulme A. C., 1971. The Biochemistry of Fruits and their products New York, U.S.A.; Academic Press, Vol. 1 y 2
- 21) Inglett C. E., Cherslanbaus G., 1979. Tropical Foods, Chemistry and Nutrition. New York, U.S.A.; Academic Press, Vol. 1
- 22) Jamison M., Jobber M., 1975. Manejo de los Alimentos, técnicas -

de conservación. Agencia para el Desarrollo Internacional; Centro Regional de Ayuda Técnica.

23) Labuza T. P., 1983. Journal of Food processing and preservation. Westport Connecticut, U.S.A.; Food and Nutrition Press Inc., Vol. 7, - No. 2.

24) Lakshminarayana S., 1975. Estudios preliminares en selección de mango. CONAFRUT; México, D.F.

25) Lakshminarayana S., 1973. Mango: variedades Keitt y Kent. Tratamientos en postcosecha. CONAFRUT; México, D.F.

26) Lakshminarayana S., 1976. Relación del momento de respiración, - los constituyentes químicos y la duración de almacenamiento de mangos. CONAFRUT; México, D.F.

27) León Félix M. A., 1982. Industrialización de variedades mejoradas de mango Kent y Keitt. Tesis UNAM.

28) López M. R. Evaluación preliminar de algunas variedades de mango para industrializar. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Cítricos y otros frutales. Vol. 5, No. 3; Sep. 1982.

29) Halevski Y. External color as maturity index of mango. J. Food Sci.; Vol.42 (1977).

30) Nagy S. S., Shaw P. E., 1980. Tropical and Subtropical Fruits -- composition, properties and uses. Westport Connecticut, U.S.A.; The Avi Publishing Company Inc.

31) Ortega P. Ocaranza J., 1985. Estudio técnico económico de una planta procesadora de chile y variedades mejoradas de mango. Tesis -- UNAM.

32) Pedrero Fuehrer D. L. El Análisis Sensorial y algunas de sus con-

secuencias. Rev. Technol. Aliment. (Méx.) Vol. 12, No. 3

- 33) Pensaben E., 1981. Ensayos de Deshidratación de manzana. Tesis -- CONAFRUT.
- 34) Pistoño Raschieri J., 1969. Desecación de los productos vegetales Barcelona, España; Ed. Reverté.
- 35) Samson J. A., 1980. Tropical Fruits. 3rd ed. New York, U.S.A.; - Ed. Logman (British Library Cataloguing)
- 36) SARH, 1978. Frutas deshidratadas. Educación Tecnológica Agropecuaria. Dirección General de Elaboración de frutas y hortalizas. México
- 37) SARH, 1983. Proyecto para la instalación de una planta procesadora de mango. Secretaría de Desarrollo Económico. Gobierno del Estado de Sinaloa.
- 38) SARH, 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de frutas tropicales y subtropicales. Publicación especial -- No. 97; México, D.F.
- 39) Torrey M., 1974. Dehydration of Fruit and Vegetables. Park Ridge New Jersey, U.S.A.; Noyes Data Corporation.
- 40) Van Arsdal W. B., Copley M. J., 1973. Food Dehydration. Westport Connecticut, U.S.A.; The Avi Publishing Company Inc.
- 41) Winton, 1975. Structure and Composition of Foods. Vol. 2 Vegetables, Legumes, Fruits. Canada.
- 42) Woodroff S. B., 1975. Commercial fruit processing. 1st ed. -- Westport Connecticut, U.S.A.; The Avi Publishing Company Inc.