

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

INDUSTRIALIZACIÓN DE VARIETADES MEJORADAS DE MANGO KENT Y KEITT

TESIS

EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUÍMICA

Que para obtener el título de
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO

presenta

MARCO ANTONIO LEÓN FELIX



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.

Jurado Asignado

Presidente: Ninfa Guerrero de la Rosa
Vocal: Enrique García Galiano Pérez
Secretario: Biserka Sveshtarova Pekarkova
1er. Suplente: Salvador Badui Dergal
2do. Suplente: Alfredo González Pérez

Sitio donde se desarrolló el tema:

Comisión Nacional de Fruticultura, Subdirección de Investigación
y Docencia, Departamento de Tecnologías Básicas Agroindustriales.

Sustentante

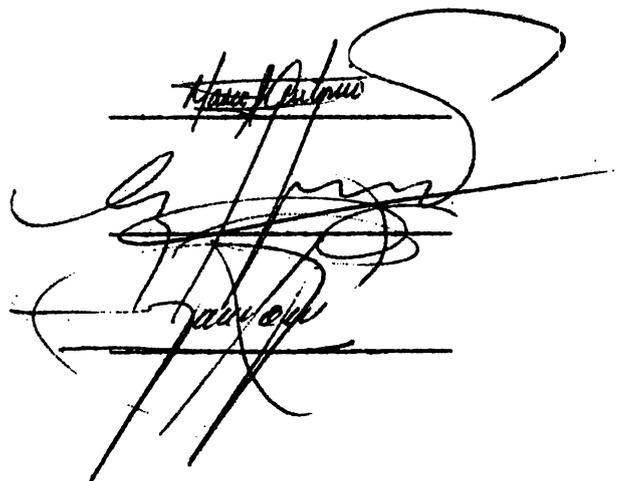
Marco Antonio León Félix

Asesor del tema.

Quim. Enrique García Galiano Pérez

Supervisor técnico.

Dr. José Luis Arjona Román



A MIS PADRES:

RAFAEL LEON ZAZUETA

MARIA DE LOS ANGELES FELIX DE LEON

con amor, respeto y gratitud por su
entrega a través de la vida.

A MIS HERMANOS:

RAFAEL

JESUS GUILLERMO

ROBERTO

RICARDO

SARA ANGELINA

EMMA BÉATRIZ

MARTHA JOSEFINA

MARIA DE LA LUZ

LYDIA GUADALUPE

Con amor, por el apoyo y cariño que
siempre me brindaron.

A MI FAMILIA

A MIS MAESTROS:

Con gratitud y respeto, por
haber contribuido en mi for-
mación profesional y humana.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:

Especialmente al grupo "mochila
azul"

A todas las personas que de una
u otra forma hicieron posible -
la culminación de éste trabajo.

AGRADECIMIENTOS

- Al Dr. Gabriel Siade Barquet, Subdirector de Investigación y Docencia, de la Comisión Nacional de Fruticultura, por su apoyo durante la realización de éste trabajo.

- Al Dr. José Luis Arjona Román, por su constante e inapreciable orientación durante el desarrollo del presente trabajo.

- Al Químico Enrique García Galiano Pérez, por su valiosa asesoría durante la realización de éste trabajo.

- Al Ing. Martín Castro Meléndez, por su inapreciable cooperación durante el trabajo de campo del presente trabajo.

- A la Q.F.B. María Esther Cruz Parra, por su cooperación durante la realización del presente trabajo.

- A mis compañeros del Departamento de Tecnologías Básicas Agroindustriales, Subdirección de Investigación y Docencia de la CONAFRUT, - por su apoyo, cooperación y estímulo durante el desarrollo del presente trabajo.

- A Ma. del Pilar Moraira y Patricia Bilbao García, por su valiosa ayuda al mecanografiar esta tesis.

" Tomó entonces Jesús los panes, y, después de haber dado gracias, los repartió entre los comensales; y de los peces igualmente -- cuanto quisieron. Después de que se saciaron, dice a sus discípulos: Recoged los trozos que han sobrado, que no se desperdicie nada".

Sn. Juan, 6, versículos 12 y 13.

" Jóvenes, jóvenes, cualquiera que sea vuestra carrera, no dejéis que en vosotros haga su presa el escepticismo denigrante y estéril, no os desalentéis por las tristezas de ciertas horas que - pasan sobre una nación. Decíos, en primer lugar, ¿Qué he hecho para mi instrucción? O después, a medida que avancéis, ¿Qué he hecho para mi país?; hasta el momento en que tendréis tal vez - esa dicha inmensa de poder pensar que habéis contribuido en algo al progreso y al bienestar de la humanidad. Pero, en todo caso, sean esos esfuerzos más o menos favorecidos por la vida, es preciso, cuando se acerque el gran término, tener el derecho de decir: "He hecho cuanto he podido".

Luis Pasteur.

INDICE

		Pág.
I.-	RESUMEN -----	1
II.-	INTRODUCCION -----	2
III.-	OBJETIVOS -----	4
IV.-	GENERALIDADES -----	5
	① 4.1 Historia -----	5
	② 4.2 Descripción botánica -----	5
	③ / 4.3 Climas y suelos -----	6X
	/ 4.4 Variedades y tipos -----	6 ✓
	— 4.4.1 Variedades mejoradas cultivadas en México ---	8 ✓
	④ ✓ 4.5 Cosecha y producción -----	9 ✓
	⑤ 4.6 Indices de Madurez Fisiológica -----	9
	⑥ 8 4.7 Almacenamiento -----	11 ✓
	⑦ 9 4.8 Composición química -----	13
	⑧ 12 4.9 Valor nutritivo -----	15
	4.10 Usos -----	16
V.-	ANTECEDENTES -----	17
	5.1 Selección de la Variedad -----	18 ✓
	5.2 Selección del estado de Madurez -----	19 ✓
	5.3 Procesamiento -----	19 ✓
	5.3.1 Enlatado -----	19 ✓
	5.3.1.1 Aplicaciones a productos de mango -----	23
	5.3.2 Congelación -----	29
	5.3.2.1 Aplicaciones a productos de mango -----	31
	5.3.3 Concentración -----	35
VI.-	METODOLOGIA EXPERIMENTAL -----	37

	Pág
6.1 Metodología general -----	37
6.2 Métodos de elaboración de los productos -----	37 ✓
6.2.1 Elaboración de rebanadas en almíbar enlatadas-----	37 ✓
6.2.2 Elaboración de cubos congelados -----	39 ✓
6.2.3 Elaboración de mermeladas' -----	42 ✓
6.2.4 Elaboración de néctares' -----	45 -
6.3 Método de Análisis estadístico de las pruebas sensoriales -----	45 ✕
6.4 Técnicas Analíticas -----	50
6.4.1 Acidez titulable -----	50
6.4.2 Sólidos solubles totales -----	50
6.4.3 pH -----	50
6.4.4 Azúcares reductores y totales -----	51
6.4.5 Viscosidad -----	53
6.4.6 Firmeza -----	53
6.4.7 Determinación de Vacío -----	53
6.4.8 Determinación del Peso drenado -----	53 ✓
6.4.9 Determinación de Carotenoides totales -----	53
6.4.10 Determinación de Acido ascórbico -----	54 ✓
6.4.11 Sólidos insolubles -----	56
6.4.12 Hongos y Levaduras -----	56 ✓
6.4.13 Mesófilos aerobios y anaerobios -----	57 ✓
VII.- RESULTADOS Y DISCUSIONES -----	59
7.1 Caracterización de la materia prima -----	59 ✓
7.2 Selección de estados de madurez -----	61 ✓
7.3 Rebanadas en almíbar -----	63 ✓
7.3.1 Rebanadas en almíbar variedad Kent -----	63
7.3.1.1 Análisis físicos y químicos -----	63

	Pág
7.3.1.2 Pruebas Microbiológicas -----	66
7.3.1.3 Evaluación Sensorial -----	66 ✓
7.3.2 Rebanadas en almíbar variedad Keitt -----	71
7.4 Mermelada de mango variedad Keitt -----	71
7.4.1 Evaluación sensorial -----	74 ✓
7.5 Cubos en almíbar congelados -----	76
7.5.1 Evaluación sensorial -----	77 ✓
7.6 Néctares -----	79
7.6.1 Néctares var. Keitt -----	79
7.6.1.1 Análisis físicos y químicos -----	79
7.6.1.2 Pruebas microbiológicas -----	81
7.6.1.3 Análisis sensorial -----	82 ✓
7.6.2 Néctares var. Kent -----	85
7.6.2.1 Análisis físicos y químicos -----	85
7.6.2.2 Pruebas microbiológicas -----	85
7.6.2.3 Análisis sensorial -----	87 ✓
VIII.- CONCLUSIONES-----	91
IX.- BIBLIOGRAFIA -----	95

I RESUMEN.

En el presente trabajo se consideró la elaboración de algunos -- productos derivados a partir de las variedades de mango Kent y Keitt, tales como néctares, rebanadas en almíbar enlatadas, cubos en almíbar congelados y mermeladas. Para ello se estableció el estado de madu-- rez adecuado a cada producto en específico, considerando las varia--- bles operatorias de cada operación térmica involucrada en los proce-- sos, en función de las características físicas, microbiológicas y nu-- tricionales (vitamina A y C).

Los resultados muestran que ambas variedades son factibles de in dustrializar, puesto que en términos generales, las características - analizadas de los productos obtenidos cumplen con lo especificado por las normas oficiales para productos similares; además de que presen-- tan una calidad sensorial similar a la de productos comerciales seme-- jantes.

El mango, Mangifera indica L., es una de las frutas de mayor importancia de la fruticultura tropical mexicana. Esta especie ha presentado en los últimos años un notable incremento tanto en la superficie cultivada, como en su volumen de producción (10). El conjunto de variedades producidas, representó para 1979 una producción de 230,000 toneladas, de las cuales el 60% se orientó hacia el consumo en fresco 15% a la exportación y un 25% a la industrialización (13).

Considerando éste último concepto, destacan por su importancia - los siguientes aspectos:

- 1) La agroindustria responsable de la producción de derivados de ésta especie, utiliza principalmente la variedad "manila" como materia-prima, la cual posee características sensoriales aceptables (2).
- 2) La segunda considera la importancia desde el punto de vista del volumen de producción de las denominadas variedades mejoradas o finas de origen indostano, cuya producción se estimó en 30,000 toneladas para 1974, siendo quintuplicada para 1979 en una producción del orden de 150,000 toneladas (13).

En relación a éste último, cabe señalar que las variedades mejoradas han sido escasamente destinadas a la agroindustria, argumentándose en éste sentido, que no presentan aptitudes para el procesamiento, debido a su porcentaje relativamente alto en jugo (14), además de que desde el punto de vista comercial, el consumidor no se encuentra habituado a las características de sabor de éstas, posterior a un proceso de transformación (2).

Sin embargo en diferentes países del mundo, como Estados Unidos de América, Brasil e Inglaterra se han establecido a través de estudios de investigación, técnicas adecuadas de procesamiento que permiten la obtención de productos derivados de calidad aceptable y altamente competitivos, considerándose como materia prima algunas de éstas variedades mejoradas, tales como Haden, Keitt e Irwin (5, 6, 18).

3.

Dichas técnicas han sido adaptadas principalmente en función de características de textura, color y sabor como factores de calidad deseados en un producto final.

Tomando en cuenta los antecedentes mencionados, en éste proyecto se plantea estudiar la factibilidad de industrializar las variedades mejoradas Kent y Keitt, con el fin de diversificar los canales de aprovechamiento, así como de evitar pérdidas por saturación del mercado de fruta en estado fresco; considerando para ello la elaboración de productos derivados tales como mermeladas, néctares, rebanadas en almíbar enlatadas y cubos en almíbar congelados. Para éstos efectos, se ha considerado el establecer los criterios para la selección de madurez adecuada a cada producto derivado, condicionando las variables operatorias de cada operación térmica involucrada en los procesos, en función de las características físicas, microbiológicas y nutricionales (vitamina A y C). En principio la metodología resultante es extrapolable tanto a el resto de las variedades de ésta especie, como al establecimiento de criterios de adaptación de operación involucradas en el proceso de transformación.

III. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

- Determinar la factibilidad de industrializar las variedades de mango, Kent y Keitt, para la producción de derivados, tales como mermeladas, néctares, rebanadas en almíbar y cubos en almíbar congelados.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Determinar los intervalos de madurez adecuados al producto final, considerando como criterios: % sólidos solubles totales, acidez y firmeza.
- Optimizar el tratamiento térmico para néctares y rebanadas en almíbar en función de la retención de factores de calidad y disminución de la carga microbiana.
- Establecer en función de características de calidad, tales como: color, sabor, olor y consistencia la formulación óptima para la elaboración de mermeladas.
- Efectuar una evaluación sensorial de los productos elaborados comparando con productos comerciales similares, para determinar la aceptabilidad de los primeros.

IV. GENERALIDADES.

En este capítulo se presentan algunos aspectos relacionados con la historia, el cultivo, la composición química, valor nutritivo y usos del mango, con el fin de que se adquiera un panorama general, que permita ampliar los conocimientos sobre este fruto, así como señalar algunos de los aspectos pre-industriales, que inciden sobre la calidad del fruto que será procesado.

4.1) Historia: [El mango es conocido en la India desde épocas muy remotas y ha sido cultivado durante más de 4000 años en ese país (11). A través de numerosas investigaciones ha sido posible señalar a la región Indo-Birmana como el centro de origen de esta especie, cuya dispersión alrededor del mundo se inició con los tratados comerciales entre Asia y Europa, promoviendo lo que actualmente es el cultivo del mango, el cual se ha extendido a diferentes países tales como Filipinas, Indonesia, Malasia, Tailandia, Birmania y Ceilán en el Sureste de Asia, además de Egipto, Hawai, Florida, Israel, México y Brasil (30).

En cuanto al arribo de ésta especie a nuestro país, la bibliografía la establece a partir de dos vías: La primera con origen en las Bermudas y la segunda de las Filipinas mediante los galeones comerciales de la Nao de China (11, 30). Partiendo de una u otra vía, en el país las primeras huertas se establecieron en los estados de Guerrero, Colima, Jalisco y Sinaloa en las costas del Pacífico, mientras que en Veracruz en la costa del Golfo (11).

4.2) Descripción Botánica: El mango, Mangifera indica L, pertenece a la familia Anacardiaceae, en el cual se incluyen 64 géneros, la mayoría árboles y arbustos. El árbol, es generalmente de porte mediano (10-20 m) en estado adulto, presentando la floración en los meses de diciembre a marzo. El fruto es una drupa aplanada de color exterior amarillo o verde como base, algunos con chapos de colores que van del rojo claro al morado oscuro, variando considerablemente, dependiendo de la variedad, en morfología, color y sabor (11).

En cuanto a su estructura, generalmente en el epicarpo existe un estrato de células en el que abundan los canales de resinas, cuya cantidad en ciertos tipos, acusa un sabor típico a trementina; el mesocarpo provee la pulpa comestible la cual es firme y mantiene un sabor dulce y agradable; el endocarpo es grueso y leñoso, cubierto por una capa de fibra, y finalmente, la semilla es aplanada, constituida en su mayor parte por los cotiledones (11).

4.3) Climas y suelos: Referente a las condiciones climáticas, el mango es un frutal de clima tropical, por lo que es sensible a bajas temperaturas, considerandose como ideal la altitud entre 0 y 1,000 metros, que corresponden en el país en las llanuras costeras del Golfo y del Pacífico, figura 1, con temperatura anual de 22°C o mayor (11).

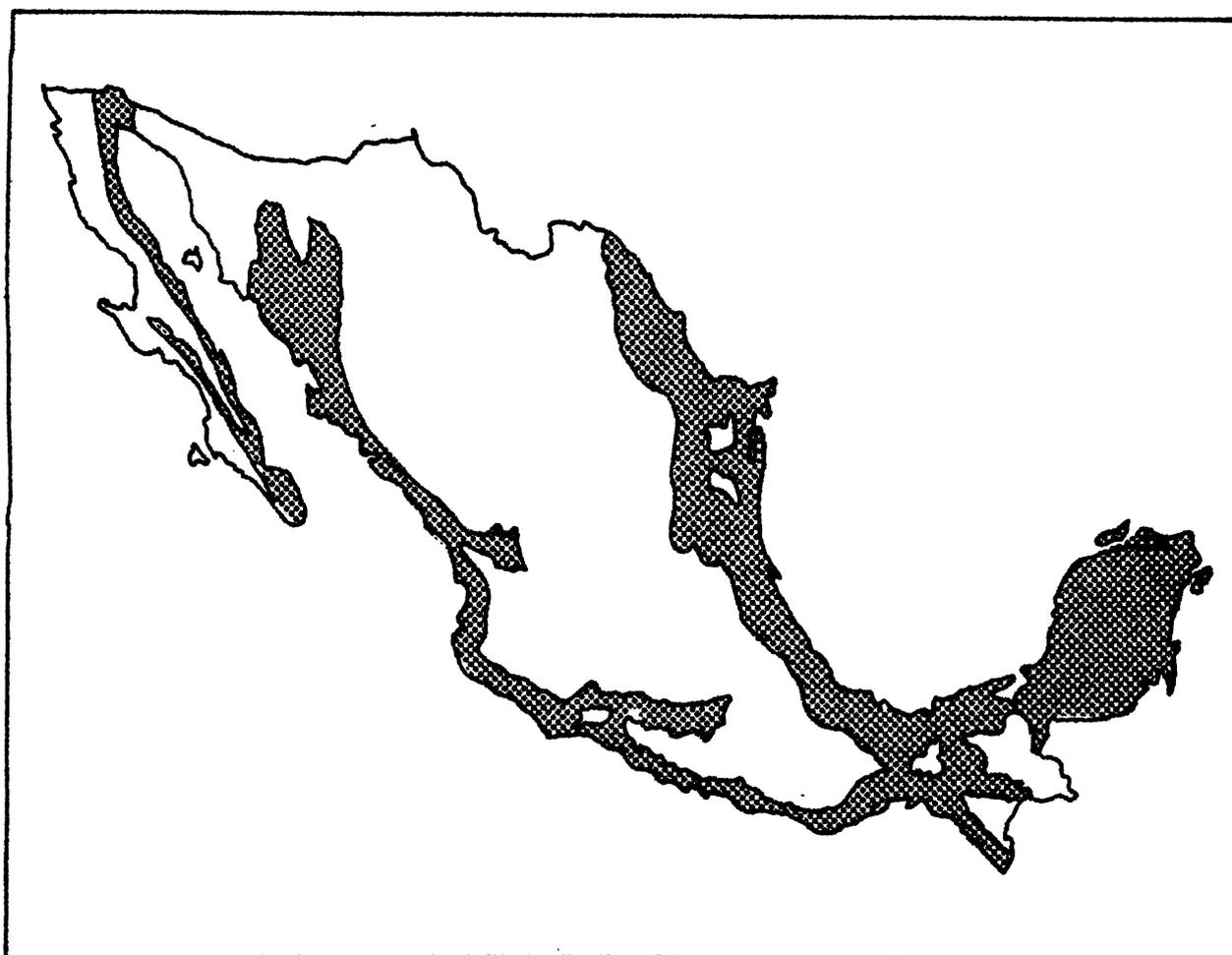
Por lo que a las condiciones edafológicas se refiere, el mango puede prosperar en una gran diversidad de suelos; en principio los suelos considerados como ideales para su cultivo corresponden a los suelos aluviales profundos, los limos y los suelos rojos lateríticos, bien drenados y con abundante materia orgánica. Los suelos muy alcalinos dañan al cultivo y en especial las plantas jóvenes son sensibles a pH menor de 5.5 (11).

4.4) Variedades y Tipos: Esta especie ha estado sometida durante varios siglos a reproducción sexual en la mayor parte de las zonas productoras, lo que ha motivado una gran variabilidad en las características del fruto. Solo los árboles que provienen de embriones nucelares, característicos en los mangos poliembrionicos han podido conservar en forma natural las características de sus ancestros (11).

Se conoce como variedad, aquel mango al que se le han logrado fijar sus características mediante la propagación vegetativa y cuyo cultivo comercial resulta conveniente por su calidad (11).

Se define como tipo, al mango que es propagado por semilla y que por tanto está sujeto a una amplia variabilidad. Aunque existen opiniones diferentes, el mayor número de ellas se inclinan en considerar

Figura 1: Llanuras costeras del golfo de México y del pacífico, considerando como zonas potenciales para el cultivo del mango.



Fuente: El Mango en México. Conafrut 1973.

8. como tipos a los mangos que presentan poliembriónía, si éstos se re-
producen por semilla (11).

4.4.1 Variedades mejoradas cultivadas en México:

Las variedades mejoradas cultivadas en México son originarias de la Florida, en donde se obtuvieron a partir de una colección de mango procedente de 3 zonas principales: Indochina y Filipinas, -India-Antillas y América del Sur. Las principales variedades en el País son: -Haden, Irwin, Kent, Keitt, Sensation, Tomy atkins y Zill (11).

Tomando en cuenta que la realización de éste trabajo fué orientada hacia las variedades Kent y Keitt, las características de ambas se mencionan a continuación:

Kent: variedad cultivada en Florida desde 1932, originada de la variedad "Brooks" la que a su vez se originó de la variedad hindú --- "Sandersha". Su explotación comercial data de 1944, en Coconut Grove, Florida (11).

El fruto mide aproximadamente 13 cms. de longitud, con un promedio de 680 g de peso, de forma ovada con color verde amarillento y --chapeo rojo oscuro, en estado maduro, lenticelas numerosas, pequeñas y amarillas. Pulpa jugosa, sin fibra, rica en sabor dulce y calificada de muy buena a excelente. La época de cosecha en el país es de Julio a Agosto y en ocasiones hasta los primeros días de Septiembre, --considerandose como uno de los mejores mangos tardíos (11), aunque --aparentemente su vida de almacenamiento es corta, ya que son muy susceptibles a la antracnosis y otras enfermedades (15).

Keitt: Variedad plantada en 1939, originada de una semilla de la variedad hindú "Mulgoba" en Homestead, Fla., iniciandose su explotación comercial en 1946.

De dimensiones similares a la Kent, es de forma ovada con color amarillo y chapeo rosa pálido, lenticelas numerosas y pequeñas de color amarillo a rojo. Pulpa jugosa, sin fibra exceptuando la parte --cercana al hueso y rica en sabor dulce. Su calidad se califica de --muy buena. La época de cosecha en el país es de Agosto a Septiembre, considerandose como el mejor de los mangos tardíos (11).

4.5) COSECHA Y PRODUCCION

La cosecha debe de realizarse con los cuidados adecuados para no dañar al árbol y a la fruta, evitando el amontonamiento de grandes -- cantidades en el campo, mediante el uso de cajas lavadas y desinfectadas (11).

Un parámetro muy importante al efectuarse el corte es el estado - de madurez en el que se encuentra la fruta, ya que el desarrollo del típico aroma y sabor dependen de dicho parámetro en el momento de la cosecha, así como el método de recolección y otros factores (30).

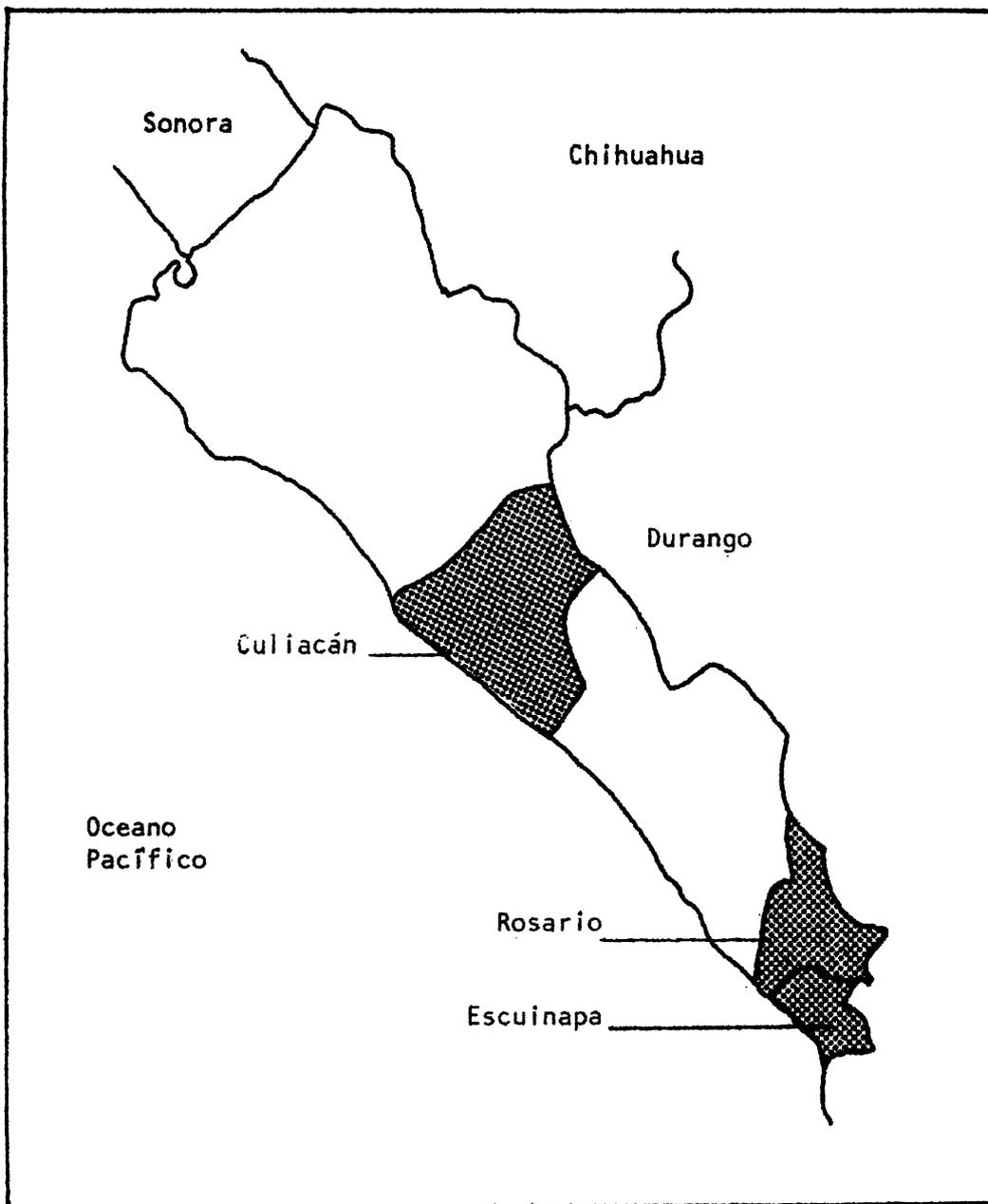
Por lo que a producción se refiere las principales entidades federales productoras de mango en México, incluyendo variedades y tipos, - son: Veracruz, Oaxaca, Sinaloa, Guerrero, Chiapas y Jalisco. Vera--- cruz es el principal estado productor de mango variedad manila en el país, mientras que Sinaloa ocupa el mismo puesto en la producción de variedades mejoradas, así como el de mayor volumen de exportación de las mismas (12). Las regiones productoras más importantes del estado de Sinaloa se localizan, como puede observarse en la figura 2, en: Rosario, Escuinapa y Valle de Culiacán, abarcando su período de cosecha de Junio a Octubre (12).

4.6) INDICES DE MADUREZ FISIOLÓGICA.

La madurez fisiológica es un estado de completo desarrollo de los tejidos de la fruta, solo después ésta madurará normalmente (8). A pesar de que se han realizado numerosas investigaciones para establecer un índice de madurez adecuado al corte, no se ha establecido - un criterio específico para determinarlo (8,22,30).

En principio, el índice de madurez de mayor aplicación práctica, - caracterizado por un estado de desarrollo, es el propuesto por Cheema y Dani, basado en las características morfológicas del fruto (8). - En ésta se proponen cuatro diferentes estados de madurez, basados en cambios de color forma y tamaño, denominados (A), (B), (C), (B). - En el estado (A), la fruta tiene sus hombros en línea con el inicio del tallo, el color de la cáscara es verde olivo no alcanzando aún su-

Figura 2: Principales regiones productoras de mango en el estado de Sinaloa.



Fuente: El informador Frutícola. Conafrut 1981.

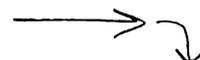
máximo desarrollo; el estado (B) reportado como el más adecuado para exportación, se presenta cuando los hombros han sobrepasado el extremo del tallo. En el estado (C) el color de la cáscara presenta un -- cambio de verde a amarillo, mientras que en el estado (D) la fruta -- está madura comestiblemente con un típico chapeo en la piel. Lingh - (1960) establece que la relación entre el tallo y los hombros no siem - pre es válida para todas las variedades de mango, mientras que Jain - en 1961, remarca que dichos estados de madurez no se pueden relacio-- nar con patrones bioquímicos específicos (22).

Popoenhoe et al (1958) como resultado de sus estudios sugirieron como índice adecuado de recolección , el punto de máximo contenido de almidón, para mangos Haden y Zill (22). Por otra parte, tomando en - cuenta los resultados de análisis efectuados a diferentes variedades de la India, se podría pensar que un aumento en la relación azúcar/só - lidos solubles que se aproxime a la unidad pudiera ser un criterio a - decuado de madurez, pero analizando los datos para los mangos de Flo - rida, tabla 1, puede apreciarse en ésta, que para dichos mangos no -- hay cambios en la relación al pasar de verde a maduros, por lo que en definitiva y de manera muy general se ha considerado que el incremen - to en sacarosa y la disminución en acidez parecen ser los únicos cri - terios bioquímicos accesibles para evaluar la madurez fisiológica -- (22), que permita ubicar a éste fruto dentro de una clasificación aun - que aparente, muy aproximada a una madurez determinada.

4.7) ALMACENAMIENTO.

Posterior a la recolección y transporte de la fruta a los sitios - de acopio, el mango es sometido al almacenamiento, sea para pomover - su desarrollo hacia un estado de madurez deseado o para prolongar su vida de anaquel.

El almacenamiento a bajas temperaturas es uno de los métodos más efectivos para prolongar por períodos cortos la vida postcosecha del mango (8). Sin embargo por períodos de un mes existen inconvenien - tes dada la susceptibilidad del fruto a las bajas temperaturas (22). En general la temperatura adecuada del almacenamiento bajo refrigera



(4)

NO

12.

TABLA 1.- Análisis comparativos para variedades de mango cultivadas en India y en Florida.

Variedad	Estado	% Azúcares reductores totales.	% Sacarosa	% Sólidos Solubles (S.S.)	Relación Azúcar/S.S.
Badami (India)	1	1.81	1.81	8.22	0.38
	4	6.11	9.69	19.15	0.83
Raspuri (India)	1	1.00	1.33	6.65	0.35
	4	5.50	10.52	18.27	0.88
Neelan (India)	1	4.50	1.40	11.99	0.50
	4	10.82	4.00	17.60	0.84
Haden	Verde	4.15	1.65	7.90	0.74
	Maduro	3.70	7.25	14.15	0.77
Kent	Verde	4.45	2.85	9.25	0.79
	Maduro	4.30	8.15	14.35	0.87
Keitt	Verde	4.4	0.65	6.80	0.74
	Maduro	8.85	6.60	11.70	0.90

Fuente: Hulme, Bioquímica de Frutas, 1971.

ción es de 13°C, con una humedad relativa de 85-90%, obteniendo un tiempo de almacenamiento de dos a tres semanas; después de dicho tiempo la fruta presenta notables alteraciones en sus características principalmente en la textura, así como indicios de pudriciones (11).

En relación a la utilización de temperaturas más elevadas, con el fin de promover un estado de madurez comestible se ha observado que a 27-32°C se favorece el desarrollo de sabores indeseables y superficies manchadas, no sucediendo esto en las variedades Kent y Keitt madurados a 27°C (24). La temperatura óptima de maduración para las variedades mejoradas está comprendida entre los 21-24°C (8).

4.8 COMPOSICION QUIMICA.

La composición química del fruto depende de la variedad y estado de madurez, lo cual puede apreciarse en la tabla 2, así como de las condiciones de cultivo, aunque en términos generales, el contenido de almidón en mangos verdes alcanza hasta un 15% de la pulpa, mientras que durante la maduración la sacarosa aumenta de 5.8 a 14% del peso fresco, haciéndolo el pH de 3.0 a 5.2 y disminuyendo los azúcares no reductores a 0.6%, diez días después del pico climatérico (22).

Por otra parte, la acidez total expresada como ácido cítrico varía de 0.13 a 0.71, reportándose la presencia de ácido oxálico, cítrico, malónico, succínico, pirúvico, adípico, galacturónico, glucurónico y ácido mícico, como parte de la composición de ácidos orgánicos (22).

En relación al contenido proteico de mangos de la India éste varía entre 0.5 a 1.0%, siendo los principales aminoácidos libres, ácido aspártico, glutámico, alanina, glicina, serina y aminobutírico (22).

Por lo que a los taninos se refiere, contrariamente a lo reportado por algunos autores, quienes establecen que el mango contiene cantidades considerables de taninos, éstos se encuentran en pequeñas cantidades -0.16 y 0.10- en la cáscara y en la pulpa respectivamente. Sin embargo Joule y Harging (1956), al determinar el contenido total-

Tabla 2. Composición Química de variedades comerciales de Mango, en estados sazón y maduro.

Variedad		Humedad (%)	Ac. Titul. (% como Ac. málico)	pH	As. Asc. (mg/100g)	S.S.T. (°Bx)	Azúcares (%)		Carotenoides (micrg / 100 g)	
							Totales	Reduc.	Totales	Beta C.
MANILA	Sazón	82.53	2.04	3.10	48.38	7.75	3.07	3.05	49	-----
	Maduro	83.40	0.85	3.70	39.64	15.40	10.81	5.58	618	284
HÁDEN	Sazón	80.28	0.78	3.59	29.16	9.80	4.43	3.24	91	-----
	Maduro	79.33	0.09	5.30	16.16	18.90	16.22	3.24	3558	1770
IRWIN	Sazón	83.69	0.41	3.95	29.92	8.70	5.17	4.03	63	-----
	Maduro	83.02	0.12	4.95	31.72	16.70	13.71	4.06	3047	1216
KEITT	Sazón	81.25	0.38	4.00	34.37	7.90	8.03	6.38	89	36
	Maduro	79.46	0.11	4.80	13.88	18.40	13.60	4.46	927	277
KENT	Sazón	81.46	0.39	4.05	20.56	7.10	4.84	3.45	333	-----
	Maduro	80.27	0.12	4.85	17.89	17.20	15.22	3.76	3218	1182
SENSA- TION	Sazón	82.04	0.16	4.41	47.28	9.50	7.01	3.65	235	-----
	Maduro	80.35	0.10	4.85	28.25	16.00	12.76	3.16	1896	500

Fuente; Conafrut, El mango en México (1974).

de éstos en diferentes variedades cultivadas en Florida, en estado -- verde y maduro, encontraron que los valores son suficientes para impartir astringencia a la fruta (22).

4.9 VALOR NUTRITIVO.

A pesar de su valor calórico relativamente bajo, las frutas son un importante elemento de la nutrición humana dado que aportan abundantes vitaminas, además de sales minerales y carbohidratos (29).

El En lo que al Mango respecta, éste es una buena fuente de vitamina C. Singh (1960) reportó el contenido de vitamina C de más de 50 - variedades en estado maduro, variando éste entre 13 y 178 mg/100 g -- (22). Iguina de George et al (1969), En un estudio de variedades de mango cultivados en Puerto Rico, reportaron que dos de treinta variedades analizadas, proveen el requerimiento diario de vitamina C (75 - mg) en 200 g de pulpa (8).

El mango es también buena fuente de carotenos y otros pigmentos-carotenoides, los cuales son convertidos por el organismo humano en vitamina A. Singh (1960) reportó los equivalentes de vitamina A, (U. I.), para un determinado número de variedades de mango, variando éstos entre 1000 y 6000 U.I., haciendo notar que el mango puede compararse con la mantequilla como fuente de vitamina A (8,22).

Iguina de George et al (1969), Analizando el contenido de β -Caroteno de 30 variedades de Puerto Rico, dividieron éstas en tres grupos, basados en tres intervalos de β -Caroteno expresado en términos de U.I.: 400-2500, 2550-4000 y 5000-8000, correspondiendo las variedades Kent, Keitt y Haden al primer grupo (22).

El contenido de tiamina y riboflavina en diferentes variedades de mango se ha reportado en un intervalo comprendido entre 35-60 mg/100 g y 45-73 mg/100 g, respectivamente (8, 22).

Por lo que a minerales respecta el contenido de éstos en pulpa de mango, de acuerdo a Nadkarni (1963), se encontraron en el orden de 0.9-3.2, 10-20 y 10-20 mg/100 g para fierro, calcio y fósforo respec-

tiyamente (8).

16.

4.10 USOS.

El mango tiene diversos usos; se aprovecha como fruta fresca en estado sazón o maduro, e industrializado en forma de dulces, conservas, ates y jaleas, en pastelería en forma de purés, néctares y nieves.

V ANTECEDENTES.

En el presente capítulo se presenta y analiza información técnica relacionada directamente a los procesos de transformación del mango, así como de los principios científicos que los rigen. De esta manera, es posible seleccionar la Metodología de trabajo del presente estudio, tomando como referencia las experiencias de las investigaciones realizadas en el campo del procesamiento de mango.

En diferentes países del mundo, tales como India, Filipinas, Egipto, Sudán, Pakistán, Brasil, Gran Bretaña y Estados Unidos de América, se han realizado numerosas investigaciones con el fin de seleccionar las variedades de mango más adecuadas para uso industrial, estableciendo el estado de madurez apropiado para su transformación, la optimización de procesos, el efecto de los mismos sobre las propiedades nutricionales, así como el desarrollo de nuevos productos. En este sentido, en nuestro país poco se ha avanzado en los renglones anteriormente mencionados.

Sin embargo, visualizando la posible transformación en una línea de proceso, se consideró abordar en forma más específica lo relacionado al procesamiento de mango, tomando en cuenta para ello la tecnología de productos ácidos. En este sentido la secuencia de proceso se ha establecido de acuerdo a las siguientes etapas:

- Selección de la variedad
- Selección del estado de madurez de acuerdo al proceso.
- Procesamiento
 - Enlatado
 - Congelación
 - Concentración

5.1 SELECCION DE LA VARIEDAD

La selección de la variedad, debe de considerarse de importancia relevante, en el sentido de que los criterios de selección deberán -- orientarse hacia las características apropiadas al derivado por produ-- cir, las cuales en gran medida condicionarán su comercialización.

Para este efecto la selección de variedades aptas para transformación generalmente está basada en la incidencia sobre la calidad de tres factores principales (24):

- a) Factores agronómicos
- b) Factores morfológicos
- c) Factores de composición química y física

Los dos primeros se refieren principalmente a la relación de pro-- ducción fruto planta, ecología de cultivo, estabilidad de la produc-- ción, así como a la homogeneidad de la forma del fruto. En cuanto a los factores relacionados al inciso (c), su conocimiento tiene una -- gran importancia desde el punto de vista de procesamiento y en el --- cual se consideran la ausencia o bajo contenido de componentes suscep-- tibles de alteración durante los procesos a que es sometida la fruta-- así como a otras características, entre los cuales puede mencionarse-- (1):

- Rendimiento en pulpa y en rebanadas
- Firmeza, color y olor
- Contenido de humedad
- Sólidos solubles totales
- Acidez titulable
- Contenido de vitaminas
- Contenido de polifenoles

A este respecto cabe señalar que las variedades Haden, Keitt e - Irwin se han utilizado exitosamente para la elaboración de rebanadas en almíbar entadas y trozos de frutas congelada (5, 6, 18), mientras que la variedad Kent para néctares (13).

5.2 SELECCION DEL ESTADO DE MADUREZ. -

La selección de un intervalo de valores en composición, forma y tamaño, define las características propias del fruto en su desarrollo, con lo cual es posible establecer diferentes estados de madurez, siendo éstos de suma importancia en la calidad del producto final, ya que ésta dependerá directamente de la calidad original de la materia prima a procesar. Así por ejemplo, para rebanadas de mango en almíbar enlatadas o trozos en almíbar congelados es recomendable utilizar fruta en estado de madurez denominado maduro firme (6, 18, 40), con el fin de conservar en lo posible la textura de los productos; mientras que para néctares y mermeladas, los cuales son elaborados a partir de pulpa, es recomendable emplear un estado de madurez denominado maduro suave, obteniendo de esta forma un producto más aromático, de color más intenso y un mayor rendimiento de pulpa (13).

En relación al grado de madurez óptimo para transformación, es necesario hacer notar que prácticamente, es poco lo existente en cuanto a la diferenciación de estados de madurez.

5.3 PROCESAMIENTO.

El potencial industrial del mango es sumamente atractivo, dada la gran diversidad de productos que, en principio, es posible obtener. Considerando que en el país los derivados más importantes, desde el punto de vista comercial, son los orientados a la línea de enlatados en todas sus formas, así como la importancia de la congelación como técnica de conservación, a continuación se discutirán los aspectos básicos de ambos procesos, así como la aplicación de los mismos a derivados de mango.

5.3.1 ENLATADO.

En el proceso de enlatado de los alimentos ácidos, existen diversos aspectos que condicionan este mismo, entre los cuales destacan por su importancia sobre la calidad del producto los siguientes:

A.- Desde el punto de vista microbiológico, es necesario identificar los principales microorganismos que podrían alterar el alimento posterior al proceso de enlatado, lo cual está íntimamente relacionado al pH que prevalece en el mismo, ya que se ha demostrado que los microorganismos son más rápidamente destruidos o su crecimiento inhibido conforme el valor del pH del alimento disminuye (26,35). Como consecuencia, el cálculo del procesamiento térmico de los alimentos, se basa en la siguiente clasificación (28):

- Alimentos muy ácidos, pH menor de 3.7
- Alimentos ácidos, pH entre 3.7 y 4.5
- Alimentos de acidez baja, pH mayor de 4.5

Considerando la tabla No. 3, en donde se presentan los principales microorganismos termorresistentes de los alimentos en general, es posible observar que la termorresistencia de éstos, expresada en valores D y z, disminuye al descender el pH del alimento, lo cual viene a confirmar lo anteriormente expuesto, permitiendo establecer para el procesamiento de un producto, márgenes de seguridad que eviten el desarrollo de Clostridium botulinum y por tanto la intoxicación producida por dicho microorganismo (28).

Dado que en el presente estudio se trabajó con alimentos que corresponden a la clasificación de ácidos y muy ácidos, a continuación brevemente se anotan los principales microorganismos que son base del procesamiento térmico para dichos grupos.

Para alimentos ácidos el proceso térmico se basa generalmente en la destrucción de anaerobios facultativos, tales como Bacillus coagulans, B. mascerans y B. polymixa, mientras que para alimentos de alta acidez, el proceso está determinado por hongos y levaduras, dado que las bacterias esporuladas no crecen a pH menor de 3.7 (28). Las levaduras y los hongos poseen en general una escasa termorresistencia presentándose sin embargo algunas excepciones, tal es el caso de la especie Byssochlamys fulva, el cual es un importante agente en la alteración de frutas enlatadas y embotelladas (23, 26). Este microor-

Tabla No. 3

Termorresistencia Comparativa de bacterias en alimentos enlatados.
Intervalo aproximado
de termorresistencia.

Grupos Bacteriales	D	Z
Alimentos semiácidos y de baja acidez (pH superior 4.5)		
Termófilos (esporulados)		D ₂₅₀
Grupo alteración plana (<i>B. stearothermophilus</i>)	4.0-5.0	14-22
Grupo alteración gaseoso (<i>C. thermosaccharolyticum</i>)	3.0-4.0	16-22
Grupo productores sulfitos (<i>C. nigrificans</i>)	2.0-3.0	16-22
Mesófilos (esporulados)		
Anaerobios Putrefactivos		
<i>C. botulinum</i> (Tipos A y B)	0.10-0.20	14-18
Grupo <i>C. sporogenes</i> (incluyendo P.A. 3679)	0.10-1.5	14-18
Alimentos ácidos (pH 4.0-4.5)		
Termófilos (esporulados)		
<i>B. coagulans</i> (mesófilo facultativo)	0.01.-0.07	14-18
Mesófilos (esporulados)		
<i>B. polymyxa</i> y <i>B. macerans</i>	0.10-0.05	D ₂₁₂ 12-16
Anaerobios butíricos (<i>C. pasteurianum</i>)	0.10-0.50	12-16
Alimentos de Alta acidez (pH 4.0 y menores)		
Bacterias mesófilas no esporuladas		
<i>Lactobacillus</i> spp., <i>Leuconostoc</i> spp., y levaduras y hongos	0.50-1.00	D ₁₅₀ Z 8-10

Fuente: Stumbo. Thermobacteriology in Food Processing. 1973

ganismo al atacar el material pectínico de la fruta, provoca la desintegración de la misma y en algunos casos se han reportado latas abombadas por producción de CO_2 . Presenta una termorresistencia elevada en relación a otras especies de hongos, dado que puede resistir tratamientos de 30 min. a 85°C y 10 min. a 87.7°C . La temperatura óptima de crecimiento está comprendida entre 30 y 37°C (23).

Las alteraciones mencionadas anteriormente pueden evitarse al someter el producto a una temperatura de $87.8-90.6^\circ\text{C}$ en el centro de la lata, dependiendo del sistema (25). En general para productos muy ácidos, los microorganismos se controlan mediante procesos térmicos cortos a 100°C e incluso a menores temperaturas. A este respecto, cabe aclarar que la resistencia térmica de los microorganismos en alimentos ácidos, es una función de la composición química del producto y de otros factores tales como la cantidad y tipo de azúcar presentada y tipo de ácido (35).

B.- Las enzimas presentan un aspecto importante en el enlatado de las frutas, ya que se ha demostrado que algunas de ellas, como por ejemplo la peroxidasa, puede regenerar su actividad después de haber sido sometida a temperaturas cercanas a 100°C durante determinado tiempo, degradando por tanto, la calidad del producto durante el almacenamiento (45). A este respecto Nanjundaswamy et al, toman como base la inactivación de la peroxidasa para el diseño del tratamiento térmico de productos enlatados de mango, ya que en su estudio los tiempos de inactivación térmica de ésta resultaron mayores que los tiempos de muerte térmica para una cepa de levadura aislada de un producto de mango alterado (31). En la tabla No. 4 se presentan los valores z y F para la peroxidasa y el valor F_{151} para la cepa aislada.

Cabe señalar en ésta, que los valores F de la peroxidasa son mayores en el jarabe que en el extracto de mango, lo cual se explica por el incremento de sólidos solubles totales.

Existen además otras enzimas que son utilizadas como factor de la eficiencia del proceso de verduras y frutas enlatadas, tal es el caso de la catalasa y de la pectin-metil esterasa (4,6).

Tabla No. 4.- Valores z y F para peroxidasa de mango y una cepa de levadura aislada de una muestra comercial alterada de rebanadas en almíbar enlatadas.

	Peroxidasa en extracto de mango	Peroxidasa en jarabe de mango	Cepa de levadura
pH	4.2	4.2	
Valor z (°F)	19	18	...
F ₁₅₁ (min)	...		1.0
F ₁₇₀ (min)	1.0	...	
F ₁₇₅ (min)	...	1.0	
F ₁₈₀ (min)	0.26	0.50	

Fuente: Nanjundaswamy et al. Determination of thermal process for --
canned mango products. 1973.

En la tabla No. 5 se presenta un grupo de enzimas relacionadas - con los cambios indeseables en los alimentos, clasificandose éstas en cuatro grupos, de acuerdo a cambios producidos en sabor, color, textura/consistencia y valor nutricional. En este sentido es interesante señalar que las reacciones involucradas en la actividad de la peroxidasa y la catalasa no han sido plentamente identificadas (45).

5.3.1.1 APLICACIONES A PRODUCTOS DE MANGO.

Las principales aplicaciones del enlatado en productos de mango, se encuentran orientadas hacia la producción de derivados comerciales tales como néctares y rebanadas en almíbar.

- Néctar: Las principales operaciones involucradas en este proceso se muestran en la fig. No. 3. Analizando ésta resaltan los siguientes aspectos:

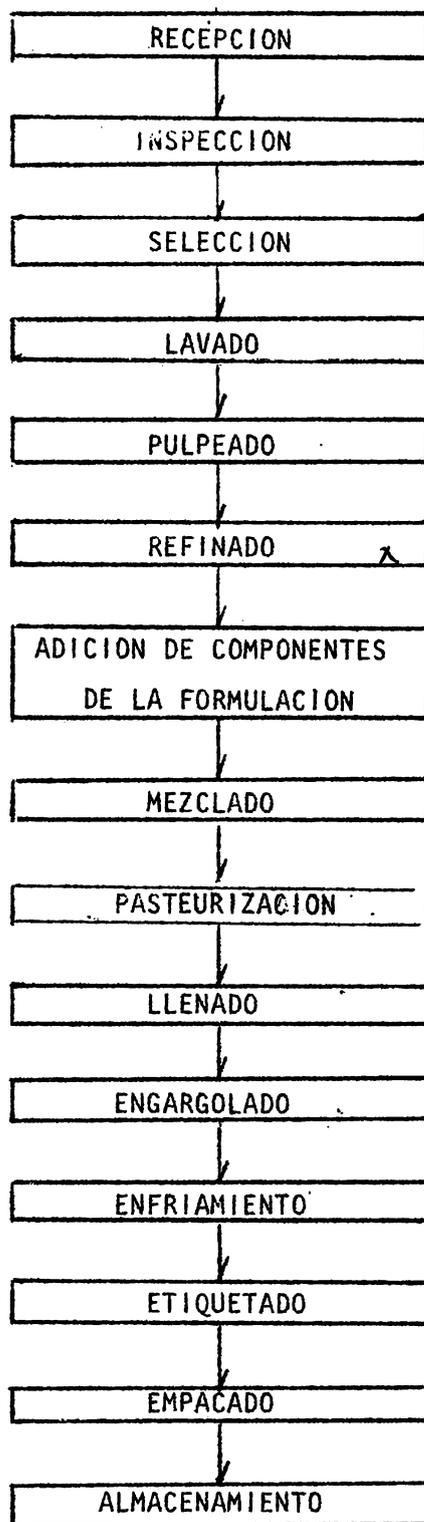
- Pulpeado: Tomando en cuenta que el néctar puede ser preparado a partir de pulpa fresca, congelada o concentrada, es importante señalar que si se utiliza pulpa congelada, es necesario que ésta sea sometida a una inactivación enzimática,-

Tabla 5.- Enzimas relacionadas con la calidad de los alimentos.

Enzima	Reacción catalizada	Defecto causado
SABOR		
Hidrolasa acil Lipolítica (lipasa, estearasa, etc.)	Hidrólisis de lípidos	Rancidez hidrolítica (sabor jabonoso)
Lipoxigenasa	Oxidación de ácidos grasos poliinsaturados	Rancidez Oxidativa (sabor "verde")
Peroxidasa/catalasa	?	Mal sabor (?)
Proteasa	Hidrólisis de Proteínas	Amargor
COLOR		
Polifenoloxidasa	Oxidación de fenoles	Color oscuro
TEXTURA/CONSISTENCIA		
Amilasa	Hidrólisis del almidón	Suavidad/pérdida en viscosidad
Pectin metilestearasa	Hidrólisis de la pectina a ácido péctico y metanol	Suavidad/pérdida de viscosidad
Poligalacturonasa	Hidrólisis de los enlaces gluco- sídicos -1.4 en ácido péctico	Suavidad/pérdida en viscosidad
VALOR NUTRITIVO		
Acido ascórbico oxidasa	Oxidación del ácido L-ascórbico	Pérdidas del contenido de vitamina C
Tia minasa	Hidrólisis de la tiamina	Pérdidas en vitamina B ₁ .

Fuente: Suensson S. (1977) Inactivation of enzymes during thermal processing. Chapter II Sess II, in "Physical, Chemical and Biological Changes in Food Caused by thermal Processing". Tore Høyem and Oskar Kvaløe (eds)

Fig. 3.- DIAGRAMA DE BLOQUES DE ELABORACION DE NECTAR.



Fuente: Luh B.S., Feinberg B. and Chung I.I (1975). Freezing of fruits. Chapter 7 in "Comercial Fruit Processing". Woodroof J.G. and Luh B.S.

regularmente por tratamientos térmicos, con el propósito de evitar -- reacciones indeseables durante la congelación y descongelación de la misma (6). Esto se verá con mayor detalle en la sección de congelación.

- Mezclado: En la operación de mezclado de los ingredientes de la formulación es recomendable añadir el azúcar en forma de jarabe, pues de esta forma la agitación es menos intensa, - por lo que se incorpora una menor cantidad de aire y como consecuencia existe una menor destrucción del ácido ascórbico por efectos oxidativos (41).

- Pasterización: La pasterización se puede efectuar mediante diferentes métodos:

- 5
- a) Elevación de la temperatura del néctar a 89°C durante 45 segundos - en un pasterizador de placas, efectuándose el llenado en un intervalo de temperaturas comprendido entre 85-87°C engargolando inmediatamente e invirtiendo la lata durante un minuto para esterilizar las tapas (41).
 - b) Llenar en frío con un centímetro de espacio de cabeza, cerrar con vapor y esterilizar en un autoclave rotatorio durante tres minutos (19).
 - c) Llenar en frío, cerrar con vapor y someter el producto a baño de agua en ebullición, durante 10 minutos (19).

Nanjundaswamy et al, al determinar el procesamiento térmico para néctares en latas 401x411, encontraron que 8 minutos a 100°C es el tratamiento más adecuado para este tipo de productos bajo determinadas condiciones. Cabe aclarar que el llenado de las latas se realizó a 74°C y a partir de esta temperatura se sometió al tratamiento térmico en un autoclave a 100°C (31).

Por otro lado se ha reportado que para los productos en los que el calor se transmite por convección, como es el caso de los néctares el tratamiento térmico más recomendable es el HTST (alta temperatura - corto tiempo) ya que tanto se pasteriza el producto, como se logra --

una mayor retención del valor nutritivo y de la calidad original del mismo (28).

→ - Rebanadas en Almíbar: Para éste producto un diagrama de bloques típico es mostrado en la figura No. 4. Al analizar éste sobresalen las siguientes operaciones:

- El mondado se efectúa generalmente a mano, elevando los costos de producción, aunque últimamente se han desarrollado equipos mecánicos que efectúan el mondado, deshuesado y rebanado de la fruta (18).

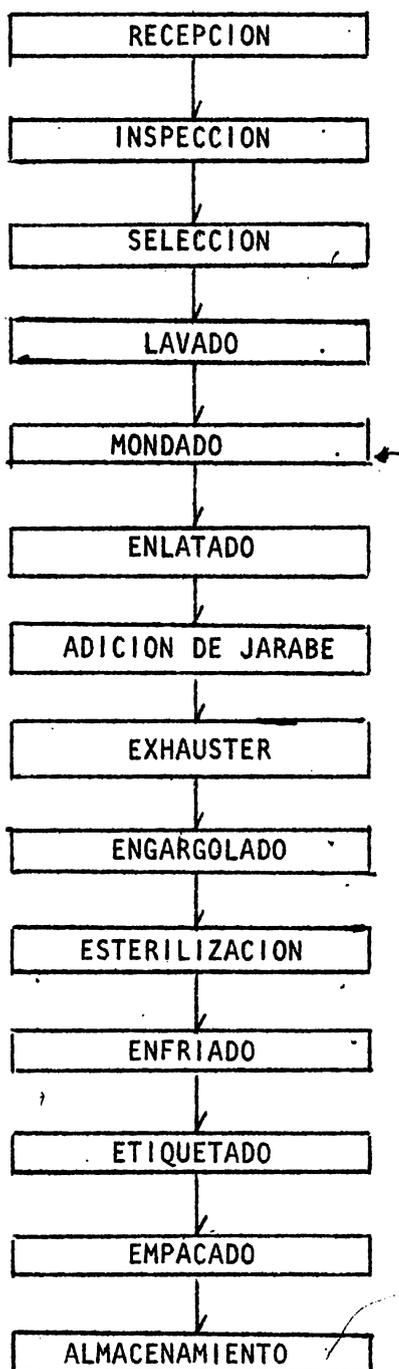
- Esterilización: La esterilización se puede realizar por dos métodos:

a) Proceso convencional: Posterior a la adición del jarabe, el producto es conducido al agotado a una temperatura de 85°C e inmediatamente al engargolado, sometiéndose durante un período de 10 a 25 minutos en baño de agua a 100°C, para finalmente ser enfiado hasta 37°C (1, 18, 34, 38).

b) Autoclave Giratoria: En este caso el jarabe se adiciona en frío, engargolándose bajo vacío y esterilizando durante cuatro minutos a una temperatura de 100°C con una velocidad de rotación de 150 RPM, enfriándose posteriormente a 39°C en el mismo equipo. Cabe señalar que la esterilización en autoclave giratorio resulta más conveniente en relación a el baño de agua a 100°C ya que los tiempos de proceso son menores para el primero, lo cual permite disminuir los daños térmicos al producto (18).

Por otro lado, Nanjundaswamy et al encontraron en sus estudios que el tiempo de proceso óptimo en un autoclave convencional a 100°C, es de 8 minutos para latas 401x411, lo cual contrasta notablemente con 25-30 minutos que generalmente se somete este tipo de productos en la industria (31), aunque para este caso habría que señalar la importancia del medio con respecto a sólidos en suspensión, viscosidad y densidad como factores de efecto directo hacia el mecanismo de transferencia de calor.

Fig. 4.- DIAGRAMA DE BLOQUES DE ELABORACION DE REBANADAS EN ALMIBAR ENLATADAS.



Fuente: Conafrut: Empaque e Ind. del Mango. 1975

5.3.2 CONGELACION

Introducción

29.

La conservación de las frutas por congelación se fundamenta en el retardo de los cambios fisiológicos post-cosecha de frutas, así como en la disminución de la actividad microbiana, por efectos de las bajas temperaturas (36).

Las temperaturas de congelación utilizadas en productos derivados de frutas oscilan entre -20 y -18°C , siendo la temperatura de almacenamiento de -18°C como mínimo. Durante la congelación de los alimentos sobresalen por su importancia los siguientes aspectos:

- Aspecto enzimático
- Daños químicos y mecánicos
- Aspectos microbiológicos

El aspecto enzimático es uno de los factores más importantes en la congelación de alimentos, debido a que se ha demostrado que la actividad enzimática, aún a temperaturas de -18°C , provoca cambios indeseables en los mismos, ya que, si bien dicha actividad es menor a esta temperatura, las enzimas no están inactivadas completamente (6,36). Tal es el caso del oscurecimiento de las frutas, provocadas por las polifenoloxidasas, las cuales en presencia de oxígeno molecular, convierten los sustratos fenólicos en pigmentos cafés o rojos (33).

Es importante señalar que las reacciones enzimáticas que ocurren antes y durante la congelación, se llevan a cabo relativamente a bajas velocidades y decrecen conforme disminuye la temperatura, sin embargo los cambios durante la descongelación pueden ser muy rápidos y profundos, ya que a medida que los cristales de hielo inician su proceso de fusión, el contenido intracelular, incluyendo las enzimas y los sustratos, se mezclan en este momento en una solución concentrada a una temperatura adecuada para el desarrollo de reacciones enzimáticas indeseables, degradando por tanto la calidad del producto congelado (36).

En vista de lo mencionado anteriormente, resulta evidente que es necesario inactivar las enzimas, evitando de este modo los cambios in

deseables en los alimentos congelados. En las frutas, los métodos de inactivación pueden ser químicos o físicos. En referencia al primero se utilizan inhibidores de la actividad enzimática, como por ejemplo SO_2 , además de compuestos que protegen al producto, tales como el ácido cítrico y el ácido ascórbico, ya que mientras éste actúa como anti oxidante, el primero forma complejos con los iones de fierro y cobre, los cuales son catalizadores de la oxidación enzimática de los taninos (16). Por lo que respecta a los métodos físicos, el tratamiento térmico de pulpas en intercambiadores de calor ha rendido resultados aceptables. El control de la inactivación térmica se basa en la determinación de la actividad de la catalasa o peroxidasa (6) aunque es más recomendable tomar en consideración a la peroxidasa, ya que es más termorresistente (16).

- Daños químicos y mecánicos.

Uno de los principales defectos de las frutas y vegetales congelados, es que al descongelarse presentan el defecto de tener una excesiva suavidad, como consecuencia de la formación de cristales y de la forma y tamaño de estos mismos, los cuales causan daños mecánicos y químicos (5). Los daños mecánicos se refieren al desgarramiento de los tejidos de las frutas dando como resultado una destrucción de las células. Este efecto es más severo en frutas con espacios intercelulares grandes y alto contenido de humedad, como la manzana, que en alimentos de menor humedad como ejotes y frijoles. El daño químico se debe a la reacción de los constituyentes no acuosos concentrados, dando como resultado cambios de pH y la salida de calcio y otros minerales de las proteínas, provocando la inestabilidad de los coloides y oxidación del material lipídico (36).

Para evitar los daños mencionados anteriormente se emplean altas velocidades de congelación, con el fin de obtener cristales más pequeños y como consecuencia una mayor firmeza del producto (5). Sin embargo aún existe controversia acerca de las ventajas de esta técnica, ya que se ha demostrado que existe muy escasa o ninguna diferencia en la apariencia física, textura, sabor y color, entre las frutas congeladas por congelación rápida y las congeladas lentamente (5, 16, 36).

No obstante en algunas frutas se han obtenido mejores resultados con la primera, por lo cual se ha llegado a la conclusión de que la composición de la fruta incide sobre la selección de los métodos empleados lo cual se explica parcialmente, por la gran variabilidad en la estructura de los tejidos de las mismas, así como por sus diferencias bioquímicas y físicas (36).

- Aspecto microbiológico,

Dado que las frutas en general poseen una considerable carga microbiana sobre su superficie (como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Saccharomyces*, *Torula*, *Bacillus termo*, *B. subtilis* y *Staphylococcus aureus*) es recomendable que éstas se mantengan a bajas temperaturas antes del proceso; y además procesarlas tan pronto como sea posible, ya que en caso contrario se favorece la fermentación de las mismas (36).

Algunos de los microorganismos psicrófilos que pueden ser encontrados en frutas congeladas son los siguientes:

Hongos: *Cladosporium* y *Sporotrichum* creciendo aún a temperaturas de -6 y -7°C y *Penicillium* y *Monilia*, -4°C.

Levaduras y Bacterias: Se ha reportado crecimiento de levaduras a temperaturas comprendidas entre los -2 y -4°C, mientras que ciertas bacterias a -4 a -7, 5°C, perteneciendo la mayoría de ellas a los géneros *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus* y *Flavobacterium* (21).

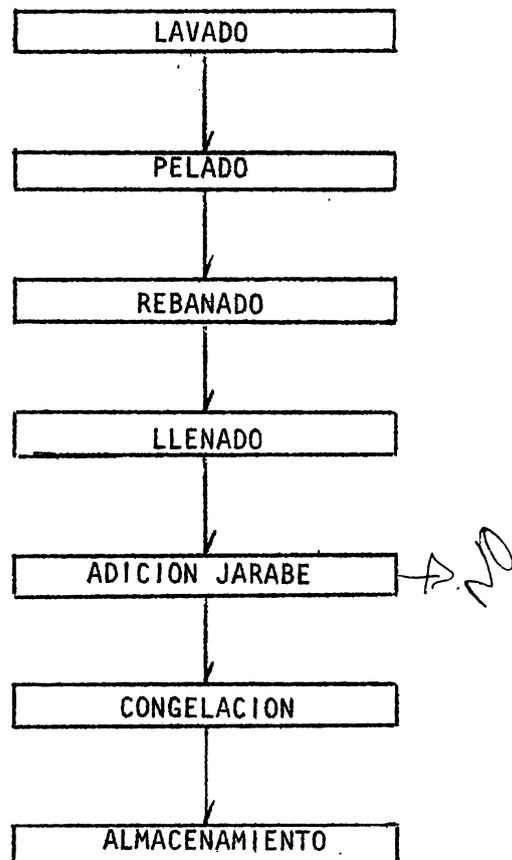
5.3.2.1 APLICACIONES A PRODUCTOS DE MANGO

Las principales aplicaciones de la congelación en productos de mango, se encuentran orientadas hacia las rebanadas en almíbar y a la pulpa.

Rebanadas de mango en almíbar congeladas.

En la figura 5 se presenta un diagrama típico para la elaboración de rebanadas de mango en almíbar congeladas, analizando éste, resultan las siguientes observaciones:

Fig. 5.- DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA ELABORACION DE REBANADAS CONGELADAS.



Fuente: Brekke; Mango Processed Products. 1975.

ADICION DEL JARABE: Se ha observado que las rebanadas de mango se -- conservan mejor en congelación, en un jarabe, que en azúcar sólida o sin ésta (6). Los intervalos de concentración manejados para el jarabe varían entre 20 y 40°Bx (5.6). Con el fin de incrementar el efecto protector que éste promueve generalmente, se añade ácido ascórbico al mismo, en concentraciones cercanas al 0.1%, aunque en algunos casos no ha presentado influencia alguna (5). Asimismo, es posible añadir cloruro de calcio al jarabe, cuando el propósito es aumentar la firmeza del producto, aunque es necesario utilizar las concentraciones adecuadas, ya que si se utiliza un exceso de CaCl_2 las rebanadas se tornan demasiado firmes y el sabor es afectado negativamente (5).

METODO DE CONGELACION: A este respecto se ha investigado el efecto de la congelación criogénica, congelación por circulación de aire forzado y congelación doméstica, llegándose a la conclusión de que no existen diferencias significativas entre los métodos de congelación utilizados, en cuanto a calidad del producto se refiere, lo cual concuerda con lo mencionado en la discusión general sobre congelación.

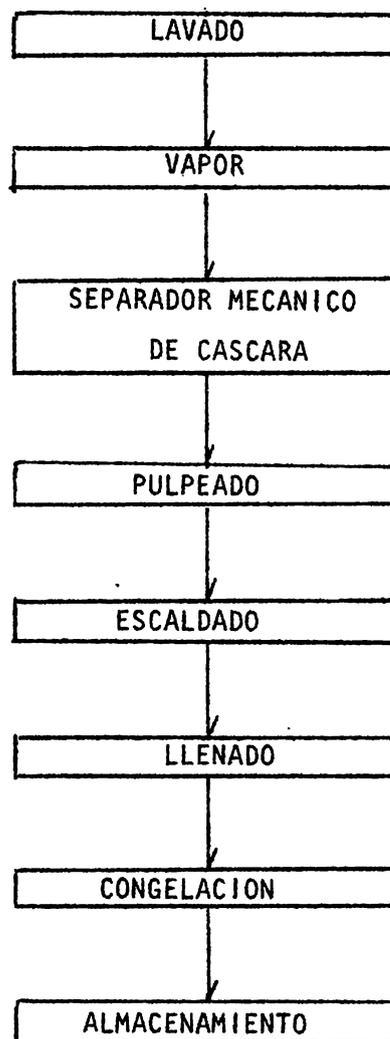
PULPA DE MANGO CONGELADA: En la figura 6 se muestra un diagrama típico para la obtención de pulpa de mango congelada. En ésta resaltan las siguientes observaciones:

Tomando en cuenta que la obtención de la pulpa requiere menor -- mano de obra que otros productos de mango, así como la diversidad de los derivados posibles de elaborar a partir de ésta (mermeladas, néctares, polvos, etc.), la obtención de pulpa es en principio, un producto con interesantes perspectivas económicas (6).

Según Brekke (6), el tiempo de escaldado, tomando como referencia la actividad de la catalasa, es de 93°C durante un período de dos minutos, enfriándose posteriormente a 38°C, aunque cabe aclarar que dicho tiempo puede corroborarse tomando como referencia a la peroxidasa.

Método de Congelación: Método de circulación de aire forzado. -- Industrialmente es muy común concentrar la pulpa hasta 55°Bx y posteriormente efectuar la congelación

Fig. 6.- DIAGRAMA DE BLOQUES DE ELABORACION DE PURE CONGELADO.



Fuente: Brekke; Mango: Processed Productos. 1975

riormente efectuar la congelación.

5.3.3 CONCENTRACION.

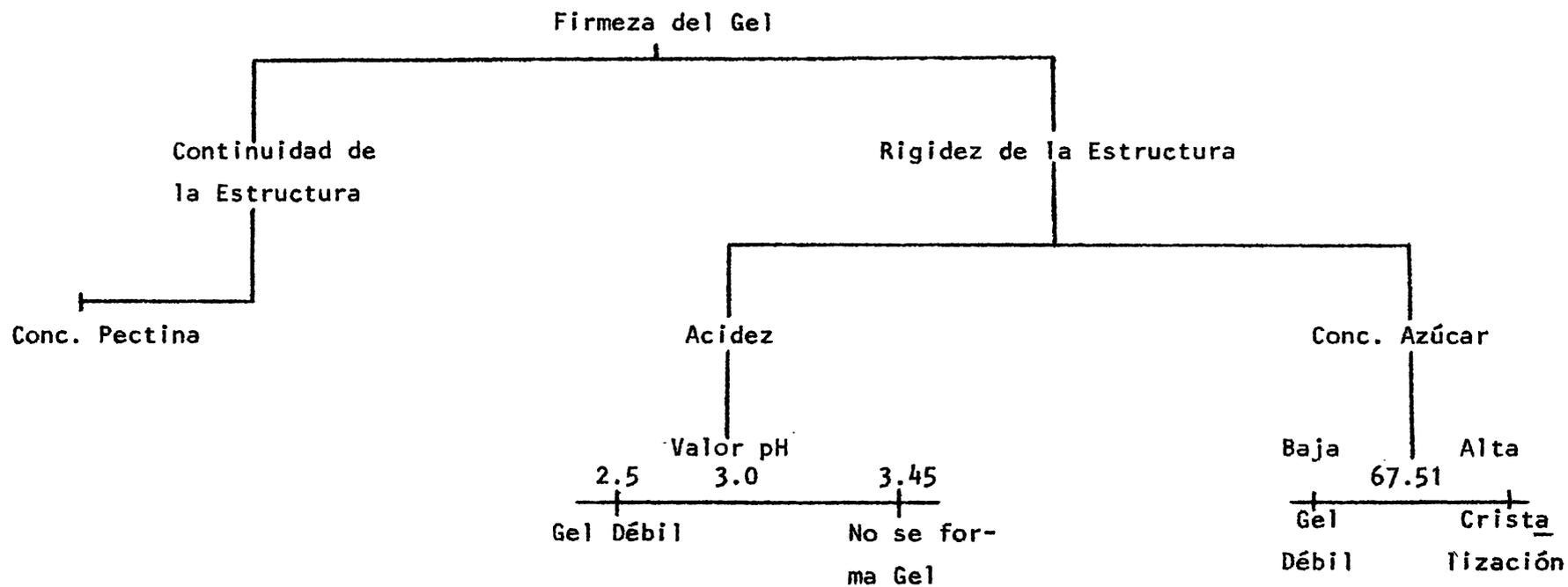
Aunque comunmente la concentración responde a un fenómeno físico de remoción de humedad, esta operación también puede considerarse en forma práctica, representada en la elaboración de mermeladas.

Una mermelada se puede definir como el producto de consistencia gelatinosa obtenido mediante la cocción de la pulpa de las frutas adicionadas de azúcar y que puede contener o no trozos de la misma fruta en suspensión (17). La consistencia de la mermelada se debe a la integración de la pectina-azúcar y ácido para formar el gel. En medios ácidos la pectina tiene carga negativa, al adicionar el azúcar se afecta el equilibrio pectina-agua, desestabilizando los conglomerados de pectina y formando una red de fibras a través del gel, las cuales son capaces de retener líquidos. La continuidad de la red y la densidad de las fibras está determinada por la concentración de pectina, mientras que la rigidez de la estructura es afectado por la concentración de azúcar y la acidez, la cual también incide sobre la elasticidad. Si la acidez es muy alta se puede destruir la estructura debido a la hidrólisis de la pectina, mientras que si es muy baja las fibras resultan muy débiles, por lo que no soportan el azúcar, dando como resultado geles débiles. La formación del gel también se ve afectada por el valor del pH, dado que a valores de 3.45 no hay formación de gel y a valores de 2.5 se forman geles débiles, siendo el pH el más adecuado de 3.3 (39).

Un factor también importante es el balance sacarosa-azúcar invertida, ya que el azúcar invertida retarda la cristalización de la sacarosa y previene de la exudación conocida como sinéresis. El porcentaje óptimo de azúcar invertido se encuentra entre 35 y 40% del total del azúcar (39).

En la tabla 6 se visualiza más objetivamente lo anteriormente expuesto.

Tabla 6.- Propiedades Químicas de la Pectina.



Fuente: Rauch: Jam Manufacture. 1965.

VI METODOLOGIA EXPERIMENTAL

6.1 METODOLOGIA GENERAL:

Las frutas de mango variedades Kent y Keitt utilizadas en el presente estudio, fueron recolectadas en estado verde sazón en el Centro de Desarrollo Frutícola "Presidente Juan Alvarez" ubicado en el municipio de El Rosario, Sinaloa. Una vez empacadas fueron transportadas a las cámaras de almacenamiento de la Comisión Nacional de Fruticultura, en Palo Alto, D.F., en cuyo ambiente las condiciones establecidas fueron: Temperatura 15°C y Humedad Relativa 85-90%. Las frutas fueron -- clasificadas de acuerdo al color exterior de la cáscara, efectuándose los siguientes análisis con el fin de establecer las características -- propias de la materia prima: Sólidos solubles totales, pH, Acidez titulable, Firmeza, Azúcares reductores y Azúcares totales.

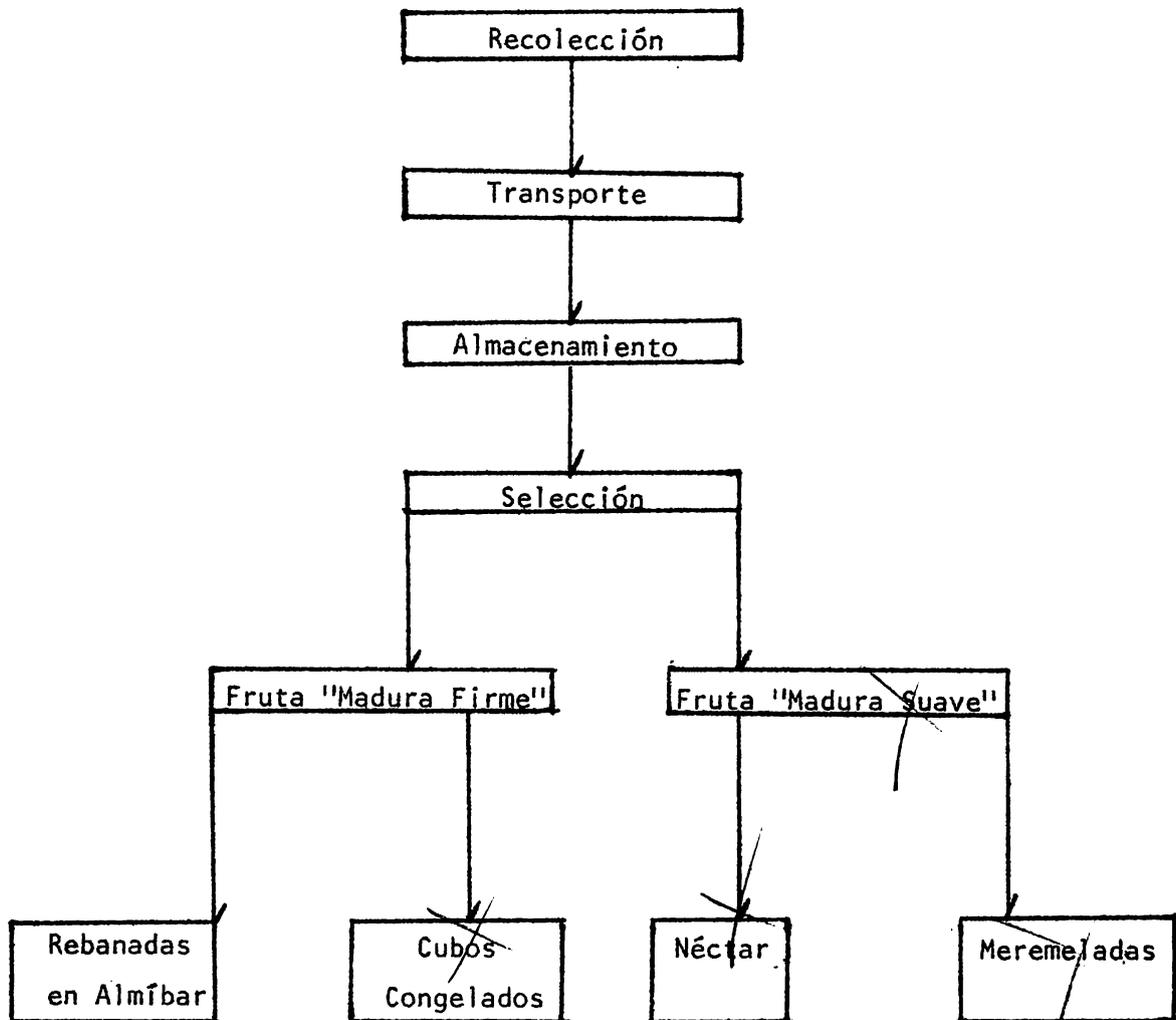
Al término de un cierto período de tiempo, una vez que la fruta, alcanzó el estado de madurez requerida, se procedió a seleccionar la -- misma de acuerdo al proceso al que sería destinada, es decir, la fruta "madura firme" se empleó en la elaboración de rebanadas en almíbar enlatadas y cubos en almíbar congelados, mientras que la fruta "madura suave" se utilizó para la elaboración de néctares y mermeladas (fig. 7). La selección mencionada anteriormente se realizó con el fin de obtener productos de una mejor calidad, tomando en cuenta que para el -- primer caso se requiere principalmente de una mayor firmeza, mientras que para el segundo, las características de la materia prima se ubican en relación a caracteres de color y olor más atractivos, desarrollando se éstos en una fruta "madura suave", con una firmeza inferior.

6.2 METODOS DE ELABORACION DE LOS PRODUCTOS.

6.2.1 Elaboración de Rebanadas en almíbar enlatadas:

Como puede observarse del diagrama de proceso, mostrado en la fig 7, para la obtención de rebanadas en almíbar enlatadas, se utilizó fruta "madura firme" de las variedades Kent y Keitt. Una vez seleccionada y lavada ésta se cortó en rebanadas, separándose la cáscara y mante

Fig. 7.- DIAGRAMA DE LA METODOLOGIA GENERAL



Rebanada en *rebanadas* una vez *sucrocizada* y
lavada, se cortó en rebanadas, separándose la
cascara y mante - 39.

niéndose posteriormente en una solución de ácido cítrico al 1% para --
evitar el oscurecimiento de la misma. En forma paralela al mondado, -
se preparó el jarabe a 20°Bx, sometiéndolo a ebullición durante 3 minu-
tos. Una vez preparado éste, se adicionaron aproximadamente 500 g de
rebanadas en latas 401 x 411, con barniz, agregando 350 ml de jarabe.
Acto seguido, las latas se sometieron al agotado hasta alcanzar una --
temperatura en centro de la lata de 85°C, engargolando a dicha tempera-
tura, mediante una engargoladora manual semiautomática marca "Alcoa",
y sometiéndolas inmediatamente después al tratamiento térmico en baño
de agua caliente durante 10, 12 y 15 minutos a 90°C. Finalmente estas
fueron enfriadas a 40°C y almacenadas durante 10 meses a temperatura -
ambiente. Mediante la fig. 8 se aprecia más objetivamente los pasos -
mencionados anteriormente.

Al cabo del período de almacenamiento, se determinó el peso neto,
peso drenado, sólidos solubles totales, pH y, % de acidez titulable --
tanto del mango como del almíbar, ácido ascórbico total y carotenoides
totales, en un homogenizado del producto, así como las determinaciones
microbiológicas correspondientes para mesófilos aerobios en caldo jugo
de naranja y para mesófilos anaerobios en caldo de hígado tomate.

Así mismo los productos obtenidos se sometieron a una evaluación
sensorial con un panel de 7 jueces seleccionados y con un producto co-
mercial como referencia. Las evaluaciones se llevaron a cabo mediante
los cuestionarios que se presentan en la fig. 9, siendo analizados los
resultados estadísticos mediante el modelo de bloques al azar, reali-
zando el análisis de varianza y aplicando el método de comparaciones -
múltiples de Tukey en los casos requeridos con un nivel de significan-
cia de 0.05.

6.2.2 ELABORACION DE CUBOS CONGELADOS

El mango de variedad Keitt, como fruta "madura firme", se cortó -
en cubos de 1.5 cm³ de volumen aproximadamente, y se mezcló en una pro-
porción de 4:1 con un jarabe de 55°Bx. El envasado del producto se --
realizó utilizando envases tetrapak de 250 cm³, siendo sometido poste-
riormente a congelación lenta a -22°C y almacenados durante 4 meses a

Fig. 8.- DIAGRAMA DE ELABORACION DE REBANADAS DE MANGO EN ALMIBAR ENLATADAS.

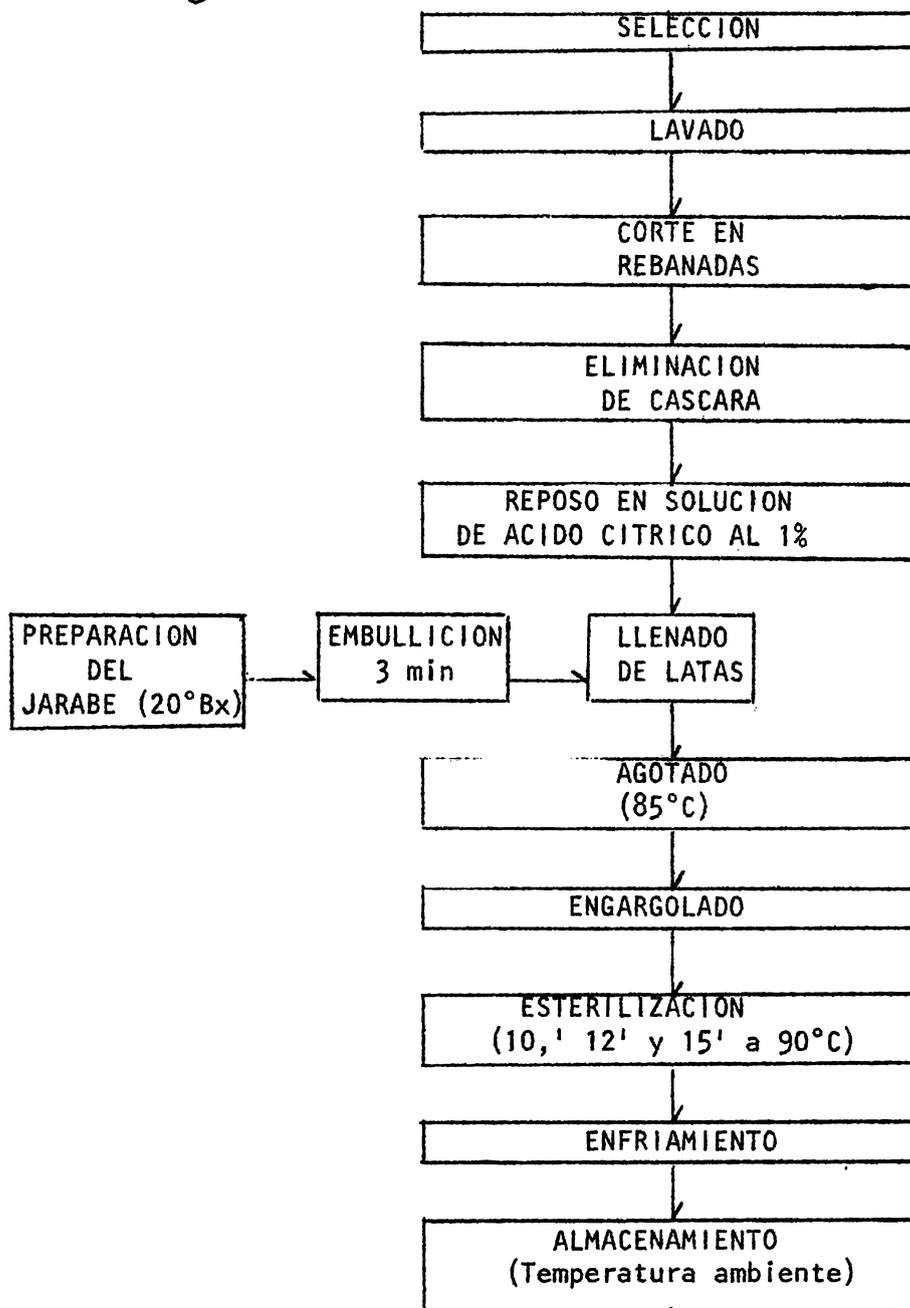


Fig. 9.- CUESTIONARIO PATRON PARA EVALUACION SENSORIAL.

LABORATORIO DE ANALISIS ESPECIALES
Y SERVICIOS CONTROL DE CALIDAD

CUESTIONARIO PARA EVALUAR _____

NOMBRE _____ FECHA _____

Usted, está recibiendo unas muestras de néctar de mango codificadas con un número. Examine cada una por separado en la escala que se le presente. Entonces marque de preferencia según su criterio.

Gusta extremadamente	_____	_____	_____	_____
Gusta mucho	_____	_____	_____	_____
Gusta moderadamente	_____	_____	_____	_____
Gusta ligeramente	_____	_____	_____	_____
Ni gusta ni disgusta	_____	_____	_____	_____
Disgusta ligeramente	_____	_____	_____	_____
Disgusta moderadamente	_____	_____	_____	_____
Disgusta mucho	_____	_____	_____	_____
Disgusta extremadamente	_____	_____	_____	_____

Describa por lo que le gusta o disgusta las muestra: _____

MUCHAS GRACIAS.

dicha temperatura. En la fig. 10 se aprecia más objetivamente el progreso de elaboración. Al término de dicho período de almacenamiento, se determinó el peso del producto así como sólidos solubles totales, pH y % de acidéz titulable tanto en el mango como en el almíbar.

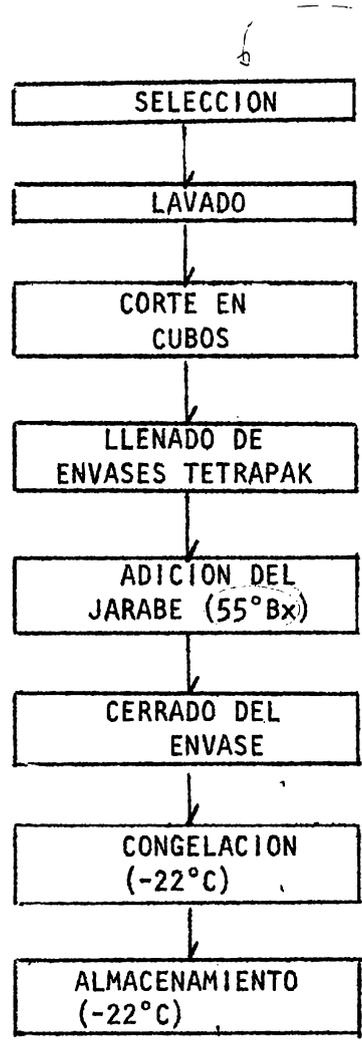
Para la evaluación sensorial se utilizó la cosecha de 1981, realizándose ésta al cabo de 2 meses de almacenamiento a la temperatura mencionada anteriormente. En este caso se utilizó un panel de 49 jueces no seleccionados, efectuándose el análisis estadístico de la misma manera que en el caso de las rebanadas en almíbar enlatadas, realizándose además la aceptación global del producto, mediante la prueba T de Students.

6.2.3 ELABORACION DE MERMELADAS.

Las mermeladas se elaboraron utilizando igualmente la variedad -- Keitt en estado de madurez 'maduro suave'. La pulpa utilizada para la obtención del producto se mantuvo en congelación en forma de semielaborado sin aditivos químicos a -22°C durante 6 meses. Las variables que se manejaron durante la elaboración fueron: concentración de pectina - variando de 0.25 a 1.0%, así como el porcentaje de acidez titulable en un intervalo comprendido entre 0.25 y 1.0%.

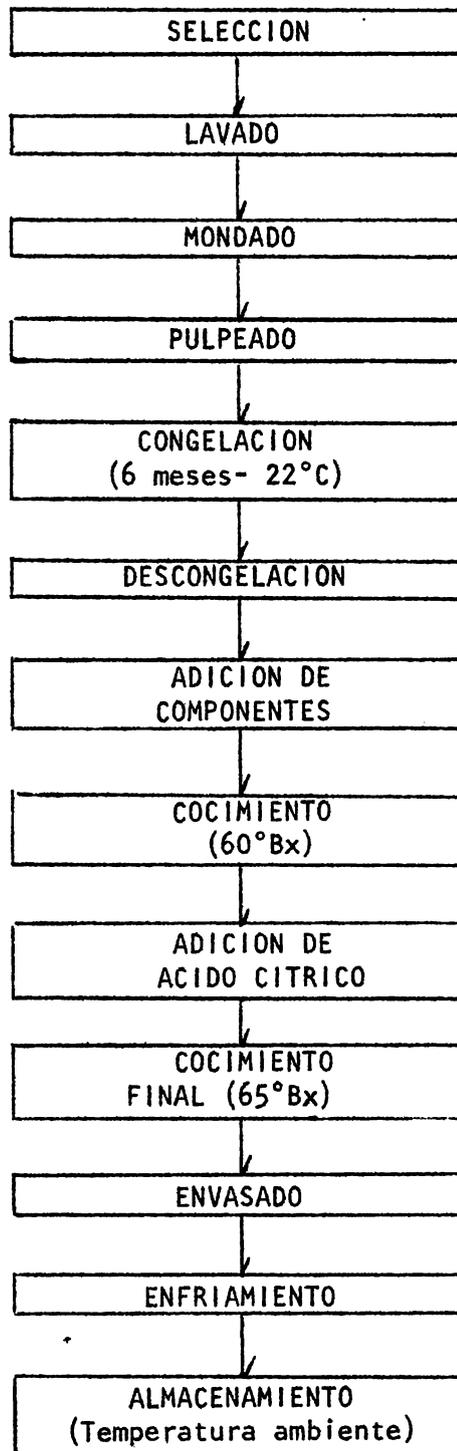
Se utilizó en la formulación 45% de pulpa por un 55% de azúcar -- los cuales se mezclaron en un recipiente de acero inoxidable calentado a fuego directo. Es importante mencionar que la pectina, en los casos en que se utilizó, se adicionó al azúcar, y no directamente a la mezcla, azúcar-pulpa, para evitar la formación de grumos. Una vez preparada la mezcla, se adicionó un 20% de agua, iniciando así el cocimiento, hasta alcanzar 60°Bx , punto en el cual se adicionó la cantidad de ácido requerido, mediante una solución de ácido cítrico al 50%. Finalmente se calentó la mezcla hasta alcanzar los 65°Bx , envasándose en -- frascos de vidrio, perfectamente lavados; acto seguido, se taparon los mismos enfriándolos hasta 40°C aproximadamente, almacenándoles durante un mes a temperatura ambiente. Observando la fig. 11 se aprecia más -- claramente el proceso.

Fig. 10.- DIAGRAMA DE ELABORACION DE CUBOS DE MANGO CONGELADOS EN ALMIBAR.



Recepción
cosecha...
↓
transporte
↓
Recepción Jr.
↓
Elaboración

Fig. 11.- DIAGRAMA DE ELABORACION DE MERMELADAS DE MANGO.



6.2.4 ELABORACION DE NECTARES.

Como puede observarse en el diagrama general del proceso, en este caso se utilizó fruta en estado de madurez 'maduro suave' (fig. 8). -- Una vez seleccionada, se sometió al lavado, mondado y separación de -- hueso, pasándose a través de un refinador marca Power System Inc. con malla 0.020 mm. Una vez obtenida la pulpa, se le determinó tanto el porcentaje de acidez titulable como el porcentaje de sólidos solubles ya que en base a estos datos se preparó la formulación de trabajo. Preparada ésta, el producto fué envasado en latas 211 x 411.

Posterior a este paso, se completó el calentamiento hasta una temperatura de 85°C, siendo engargoladas a dicha temperatura y sometiendose al procesamiento térmico, durante 8, 10 y 15 minutos a 90°C, inmediatamente después fueron enfriados hasta una temperatura de 40°C y almacenadas durante 10 meses a temperatura ambiente. En la fig. 12 se visualiza más objetivamente el proceso.

Posterior al almacenamiento se determinó el vacío en las latas mediante un manómetro marca Compound, así como el contenido de sólidos solubles totales, pH, % de acidez titulable, % de sólidos insolubles por separación en una centrífuga marca Dynac, ácido ascórbico total y carotenoides totales, así como las determinaciones microbiológicas correspondientes para hongos y levaduras en placas con medio PDA (papa dextrosa agar).

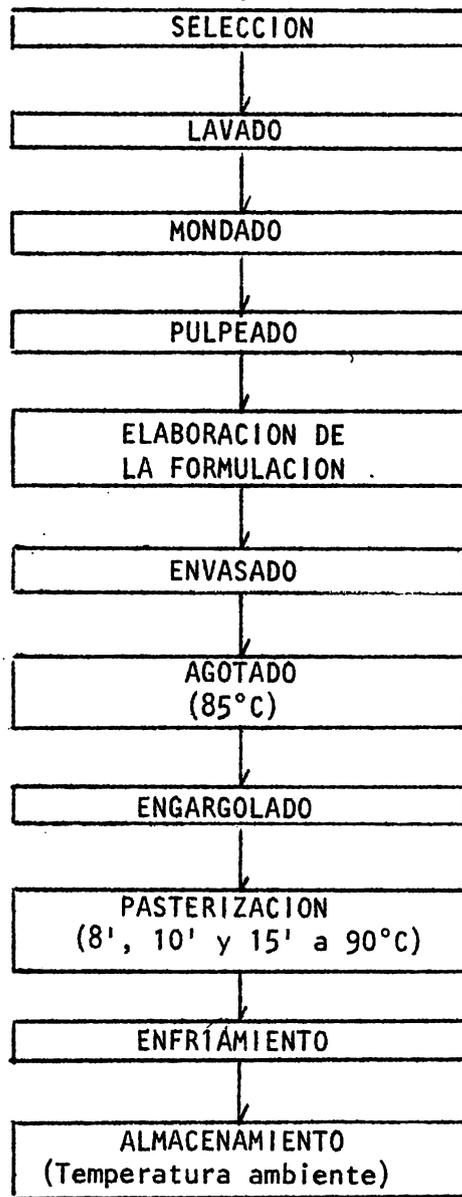
La evaluación organoléptica se llevó a cabo con un panel de 7 jueces seleccionados y con un producto comercial como referencia. Los resultados fueron analizados estadísticamente en la misma manera que en los casos mencionados anteriormente.

6.3 METODO DE ANALISIS ESTADISTICO DE LAS PRUEBAS SENSORIALES.

Los diferentes productos obtenidos se sometieron a un análisis sensorial, mediante una prueba hedónica de preferencia, basándose en los siguientes parámetros: color, olor, sabor y consistencia en el caso de néctares y mermeladas, mientras que textura en el caso de las rece

(Recepcion)

Fig. 12.- DIAGRAMA DE ELABORACION DE NECTARES DE MANGO.



48 fepnoda
17 fin cubricora
PO word con cualla de
0-0 20mm

banadas en almíbar enlatadas y cubos en almíbar congelados.

La escala utilizada para la evaluación de la prueba sensorial fué la siguiente:

gusta extremadamente - 9	disgusta ligeramente - 4
gusta mucho - 8	disgusta moderadamente - 3
gusta moderadamente - 7	disgusta mucho - 2
gusta ligeramente - 6	disgusta extremadamente - 1
ni disgusta ni gusta - 5	

Los resultados de la evaluación sensorial, fueron analizados estadísticamente, como se ha mencionado anteriormente, utilizando el modelo de Bloqueo al Azar y procediendo a efectuar el Análisis de Varianza (ANOVA) correspondiente a dicho modelo estadístico, el cual tiene --- por objeto minimizar el error experimental que el factor panelista pudiera ocasionar en las respuestas (4, 9).

De esta forma, los parámetros evaluados (color, olor, sabor y consistencia) fueron analizados por separado bajo los lineamientos correspondientes al modelo en cuestión, los cuales se indican a continuación:

$$Y_{ij} = u + M_i + P_j + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

en donde:

Y_{ij} = Calificación a la muestra i por el panelista j

u = Efecto de la media general

M_i = Efecto de la muestra i -ésima

P_j = Efecto del panelista j -ésimo (utilización del concepto de bloqueo)

E_{ij} = Error aleatorio que surge por el efecto conjunto de todas los factores no controlables por el diseño y que causan heterogeneidad en las mediciones. Esta asocia la calificación dada a la --

muestra i -ésima por el panelista j -ésimo.

La hipótesis planteada en el diseño experimental es:

$$H_0: M_1 = M_2 \dots \dots \dots M_n$$

Para probar la hipótesis planteada, se utilizó el cuadro de ANOVA, mostrado en la figura trece.

La hipótesis se rechaza de acuerdo al siguiente criterio:

$$F.C. > F_{(M-1, G.L.E.)}^{(1-\alpha)}$$

- a) Si H_0 se acepta, es decir que $F.C. < F$ tablas, quiere decir que no existen diferencias significativas entre las muestras a un nivel de significación (α) específico; por lo que se puede afirmar que la variabilidad entre las muestras estudiadas es del mismo orden de magnitud que el de los errores, es decir, se pueden presentar diferencias, pero éstas son de tal magnitud que prácticamente se pueden despreciar.
- b) Si H_0 se rechaza, es decir, $F.C. > F$ tablas, se dice que existen diferencias significativas entre las muestras al nivel de significancia dado.

En este último caso, es conveniente saber que tratamientos son significativamente diferentes, para lo cual es conveniente aplicar el método de comparaciones múltiples de Tukey, determinando en esta forma el grado de preferencia por los panelistas hacia las muestras. Este método está basado en las comparaciones entre pares de las calificaciones promedio (\bar{Y}_i) dadas por los panelistas a las diferentes muestras, siguiéndose el siguiente criterio:

$$\text{Si } |\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > \text{DMSH} = \frac{(1-\alpha)}{(M, G.L.E.)} \sqrt{\frac{\text{C.M.E.}}{P}}$$

donde:

DMSH = diferencia mínima significativa honesta

Fig. 13.- ANOVA: MODELO BLOQUES AL AZAR.

FUENTE DE VARIACION (F.V.)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (S.C.)	CUADRADO MEDIO (C.M)	F CALUCLA-DA (F.C.)
debido a muestras (M)	M - 1	$\frac{Y_i}{P} - \frac{Y_{..}}{MP}$	$\frac{S.C. M}{G.L. M}$	$\frac{C.M. M}{C.M. E}$
debido a panelistas (P)	P - 1	$\frac{Y_{.j}}{M} - \frac{Y_{..}}{MP}$	$\frac{S.C. P}{G.L. P}$	$\frac{C.M. P}{C.M. E}$
debido al error (E)	(M - 1) (P - 1)	S.C. TA - S.C. M - S.C. P	$\frac{S.C. E}{G.L. E}$	
total ajustado por la media (TA)	MP - 1	$Y_{ij} - \frac{Y_{..}}{MP}$		

$(1 - \alpha)$
 $G(M, G.L.E.) =$ valor encontrado en tablas de "rangos estudentizados"
 para el método de Tukey.

Hipótesis a probar: $H_0 = M_1 = M_1'$

Dicha hipótesis se rechaza si $Y_i - \bar{Y}_i$ DMSH

6.4 TECNICAS ANALITICAS.

Un mecanismo de control para los procesos de transformación mencionados, tanto anterior como posterior a éste, se ha ubicado con respecto a análisis tanto de orden físico, químico y microbiológico.

6.4.1 Acidéz titulable (3): pesar 1.0 g de muestra y diluir a 50 ml -- con agua recientemente hervida. Titular con NaOH 0.1N, utilizando de 3 a 5 gotas de fenoftaleina como indicador. Reportar en gramos de ácido cítrico por 100 g. de muestra, mediante la fórmula siguiente:

$$\frac{(V) \times (N) \times \text{meq} \times 100}{(P)} = \% \text{ ac. cítrico}$$

en donde:

(V) - ml de hidróxido de sodio utilizados en la titulación

(N) - normalidad del hidróxido de sodio

meq - peso miliequivalente del ácido cítrico

(P) - peso de la muestra

6.4.2 Sólidos solubles totales (3), mediante el uso de refractómetro Zeiss Opton previamente calibrado con agua destilada a temperatura constante 20°C, determinando directamente en la escala de Grados Brix.

6.4.3 pH (3): Obtenido a partir de una determinada cantidad de muestra homogenizada, determinándose el pH en un potenciómetro Corning -

modelo 7, previamente calibrado con un tampón de fosfato pH 4.

6.4.4 Determinación de Azúcares Reductores: Método de Lane y Eyon (3).

Reactivos:

- 1) Solución de Fehling (A): Disolver 69.28 g de sulfato de cobre, $5 \text{ H}_2\text{O}$ en agua, diluir a 100 ml y si es necesario filtrar a través de papel Whatman No. 4.
- 2) Solución de Fehling (B): Disolver 346 g de sal de la Rochelle -- (tartrato doble de sodio y potasio. $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6, 4\text{H}_2\text{O}$) y 100 g de NaOH en agua y afora a 1000 ml.
- 3) Indicador de azul de metileno; Disolver 1 lg de azul de metileno en 100 ml de agua.
- 4) Solución de Acetato de Plomo al 45%: Disolver 225 g de acetato de plomo y diluya a 500 ml.
- 5) Solución de Oxalato de Potasio al 22%: Disolver 110 g de oxalato de potasio. ($\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) en agua y diluya a 500 ml.
- 6) Solución estándar de glucosa: Se pesan 5 g se agregan a un matraz volumétrico de un litro y se afora, dando una concentración de 5g/100 ml es decir una solución al 0.5% de glucosa.

Estandarización: En un matraz de bola de 250 ml con fondo plano se colocan 5 ml de la solución A y 5 ml de la solución B de Fehling, se añaden 50 ml de H_2O destilada y se calienta a ebullición, una vez a ebullición se titula con la solución estándar de glucosa, agregando ésta, de tal manera, que se requerirá posteriormente un ml para completar la titulación. Sin remover de la flama, se agregan 3 gotas de solución de azul de metileno y complete la titulación a más tardar en un minuto, de tal manera que la mezcla de reacción hierva durante tres minutos sin interrupción. El punto final de la reacción es indicado por la decoloración del indicador. El factor se obtiene mediante los mililitros gastados de la solución standard; es decir si se gastan 10 ml de la solución, como está al 0.5% el factor será 0.05.

Defecación de la muestra: En un matraz azucarero de 200 ml se ponen 10 g de muestra y se diluyen con un poco de agua destilada, se añaden 10 ml de subacetato de plomo al 45% se agita y se le agregan 10 ml de oxalato de sodio al 22%. Se afora, se filtra y el filtrado se pasa a una bureta.

Determinación de Azúcares Reductores.

En un matraz de bola con fondo plano y con perlas de vidrio se ponen 5 ml de la solución A y 5 ml de la solución B de Fehling con aproximadamente 40 ml de H₂O destilada, se calienta a ebullición y se titula con la solución de la muestra defecada; en el momento en que principie a desaparecer el color azul se adicionan tres gotas de azul de metileno al 1% y se sigue titulando hasta que se forme el color rojo ladrillo característico.

Determinación de Azúcares Totales.

Para ésta determinación se parte de una solución defecada en la misma forma que azúcares reductores, de la cual se toman 50 ml, se le añade un mililitro de HCl concentrado y se somete a baño María durante 30 minutos; posterior a dicho tiempo, se neutraliza con sosa al 20% hasta vire amarillo paja, con naranja de metilo como indicador. Se afora a 100 ml con agua destilada, se pasa a una bureta de 50 ml y se efectúa la determinación como se indicó anteriormente.

Los azúcares reductores y totales se determinan mediante las siguientes fórmulas:

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

$$\frac{F \times D \times d \times 100}{P \times M \times V} = \% \text{ azúcares totales}$$

en donde:

F = Factor del Fehling

D = Primera dilución de la muestra

d = Segunda dilución

P = Peso de la muestra

M = Volúmen de la alícuota

V = ml gastados en la titulación

6.2.5 Viscosidad (37): Con el fin de determinar la viscosidad en las mermeladas, se utilizó un viscosímetro "Brookfield" modelo 7, utilizando una aguja número 6 y a una velocidad de 10 rpm. La temperatura de la muestra fué de 20°C.

6.2.6 Firmeza (37): La firmeza se utilizó como un parámetro para evaluar el índice de madurez en fruta fresca. En éste sentido, se utilizó un Instrom modelo 473225 con un cabezal de 7.5 mm de diámetro, obteniendo las lecturas, en ambos costados de la fruta.

6.2.7 Determinación del vacío (37): La determinación del vacío en las latas de néctares y rebanadas en almíbar se realizó mediante un vacuómetro compound, obteniendo la lectura directamente.

6.4.8 Determinación del Peso Drenado (37): Se pesa el contenido neto de una lata de rebanadas de mango en almíbar, se abre, y se vierte el contenido de ésta sobre un embudo que contiene una tela de nylon. Se recolecta el jarabe filtrado en un vaso de 500 ml y se anota el peso. Por diferencia se obtiene el peso Drenado, es decir:

$$\text{Peso Drenado} = \text{Peso lata} - \text{Peso jarabe}$$

6.4.9 Determinación de Carotenoides Totales por el Método de Extracción con Acetona - Hexano como Solventes (37): Los pigmentos se extraen de la muestra utilizando acetona-hexano como solvente y se leen a 436 nm mediante un espectrofotómetro marca Coleman, modelo 6/20.

Reactivos:

- 1). Acetona grado reactivo
- 2) Hexano
- 3) Na_2SO_4

Extracción:

Frutas y Vegetales Frescos o Procesados: En caso de material fresco, si el análisis no se puede realizar inmediatamente, la muestra se escalda en agua hirviendo de 5-10 min y se almacena en congelación. Pese de 5-10 g en un mortero y extraiga con 40 ml de acetona, 60 ml de hexano y 0.1 g de carbonato de magnesio. Permita el reposo y posteriormente decante de embudos de separación. Lave el residuo dos veces con 25 ml de acetona, y después con 25 ml de hexano y junte los extractos. Separe y elimine la acetona del extracto con lavados de agua. Transfiera la capa superior a una probeta de 250 ml, filtrando a través de fibra de vidrio con Na_2SO_4 y complete con hexano hasta determinado volumen. Para medir carotenoides totales (carotenos, xantofilas y ésteres xantofílicos) tome una alícuota de la muestra filtrada y mida el color a 436 nm.

Cálculese el contenido de carotenoides mediante la fórmula siguiente:

$$\mu\text{g Carotenoides Totales} = \frac{\mu\text{g de la curva estándar} \times \text{Dilución} \times 100}{\text{Peso muestra} \times 100}$$

6.4.10 Determinación de Acido Ascórbico por el método de Extracción -- con Xileno (37): El método es similar al método colorimétrico directo (medida de la cantidad en la cual una solución de 2.6 - diclorofenol indofenol es decolorado por ácido ascórbico en extractos de muestras y en soluciones estándares de ácido ascórbico), excepto que el exceso de colorante se extrae en xileno y se mide el color.

Este método es particularmente adecuado para materiales frescos y productos almacenados en los cuales existen considerables sustancias interferentes.

REACTIVOS:

- 1) Buffer Acetatos pH 4: Mezcle un litro de acetato de sodio al 50% ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) con un litro de ácido acético glacial.
- 2) Colorante: Disuelve 125 mg de 2.6 diclorofenol indofenol en agua destilada tibia, enfríe y afore a 100 ml y filtre. Diluya 18 ml a 100 ml con agua (1 ml del indicador debe ser igual a 0.1 mg de ácido ascórbico). La solución patrón puede ser almacenada en refrigeración durante una semana.
- 3) Acido Metafosfórico: Disuelva 30 g de astillas o granitos de HPO_3 en agua destilada y diluya a 1000 ml.
- 4) Xileno: Usar xileno redestilado. El xileno usado en la determinación puede ser recuperado agitándolo con una sol. al 20% de NaOH para neutralizar el ácido acético, destilándolo posteriormente.
- 5) Sol. estándar de ácido ascórbico: Pese exactamente 100 mg de ácido ascórbico y afore a 100 ml con HPO_3 . Diluya 10 ml a 100 ml (1 ml = 0.1 mg de ácido ascórbico).

EXTRACCION:

Macerar 100 g de muestra con 100 g de HPO_3 al 3% en un mortero. - Pese una porción del macerado (10 a 20 g) transfiera a un matraz volumétrico, afore hasta la marca con ácido metafosfórico al 3% y filtre.

CURVA ESTANDARD:

Adicione en matraces cónicos de 50 ml con tapón, 0, 0.5, 0.75, 1, 1.5 y 2 ml de la solución standard de ácido ascórbico y afore a 2 ml - con HPO_3 al 3%. Agregue 2 ml de buffer de acetatos, 3 ml del colorante y 15 ml de xileno rápidamente. Tape los matraces y agite vigorosamente durante 10 segundos para extraer el exceso de colorante en el xileno. Permita separar. Extraiga la capa de agua debajo de la capa de xileno y descartela. Agregue unos pocos cristales de Na_2SO_4 anhidro -

a la capa de xileno para remover las trazas de humedad. Mida el color a 520 nm colocando el instrumento a 100% de transmitancia usando el xileno como blanco. Grafique absorción contra concentración para obtener la curva estándar.

PROCEDIMIENTO

METODO BASICO:

Tome 2 ml del filtrado en un matraz cónico tapado, agregue 2 ml - del buffer 3 ml del colorante y 15 ml del xileno rápidamente. Tape y agite de 10 a 15 seg. Extraiga la capa acuosa, agregue Na_2SO_4 anhidro a la capa de xileno y mida el color como en el caso de la curva estándar. Dado que ácido ascórbico es muy inestable después de la adición del buffer (pH 4) y como otras sustancias pueden reaccionar con el colorante, el buffer, colorante y el xileno deben ser añadidos en rápida sucesión.

Encuentre la concentración del ácido ascórbico de la curva estándar y calcule la cantidad en la muestra mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Acido Ascórbico Total} = \frac{\text{Acido ascórbico en la muestra} \times \text{Volúmen Aforo} \times 100}{\text{ml de solución} \times \text{Peso de muestra}}$$

6.4.11 Sólidos Insolubles (23): Se pesan 10 g de néctar y se colocan en tubos de centrifuga de 10 ml. Centrifugar durante 15 minutos en una centrífuga marca Dynac. Una vez pasado el tiempo de centrifugación elimine el sobrenadante y pese el contenido de residuos.

$$\% \text{ Sólidos solubles} = (\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) \times 100$$

ANALISIS MICROBIOLÓGICOS

6.4.12 Hongos y Levaduras (23).

Los análisis para la determinación de hongos y verduras se realizaron en los néctares enlatados. Para éste fin se utilizó medio PDA (papa dextrosa agar) y la técnica seguida fue la siguiente

te;

Se toma una lata del producto, se limpia la tapa con un algodón impregnado de alcohol, y posteriormente se flamea la misma. Mediante un abridor de latas estéril se abre la lata, y se toma 3 ml del néctar, inoculando un ml en un tubo de ensaye que contiene 9ml de agua estéril y un ml en una caja Petri estéril. Se agita el tubo y se toman dos mililitros mediante una pipeta estéril, inoculando un mililitro en un segundo tubo y el otro en una caja Petri estéril. Estos mismos pasos se repiten hasta llegar a una dilución de 10^{-6} . Una vez inoculadas las cajas Petri se les añade el medio PDA estéril y a una temperatura cercana a los 45°C . Se agitan suavemente las cajas para que la muestra se distribuya uniformemente en el medio, se deja reposar hasta que gelifica el agar, y se incuban a 28°C invertidas y perfectamente marcadas. Toda la operación de las inoculaciones y adición del medio se deben de realizar en área estéril, es decir, cerca de un mechero, y hacerse de preferencia por triplicado.

Al cabo de 48 horas de incubación se sacan las cajas y se cuentan las colonias en un cuenta placas, marca Solbat.

6.4.13 Mesófilos Aerobios y Anaerobios (23)

Los análisis para la determinación de mesófilos aerobios y anaerobios se realizaron en las rebanadas en almíbar enlatadas.

Para la determinación de mesófilos anaerobios se utilizó el medio de hígado tomate, siguiendo la técnica siguiente:

Preparación del medio:

Se hierven 500 g de hígado de res finamente picado, en 1000 ml de agua durante una hora. Se ajusta el pH a 7,0 y se hierve por 10 minutos más. Filtre a través de gasa y complete el volumen a 1000 ml. Añada 10g de peptona, 1g de fosfato dipotásico y otro de almidón soluble y ajuste el pH a 7.0. Tome 500 ml de éste medio y homogenice con 500 ml de tomate finamente picado. Una vez preparado el medio se reparte en tubos de ensaye, se colocan de 1,25 a 2.50 cm de partículas de hígado en el fondo de cada tubo, se tapa con algodón y se esterilizan a 121°C durante 20 minutos.

INOCULACION DEL MEDIO

Se toma una lata de rebanadas en almíbar, se limpia la tapa con un algodón impregnado de alcohol, y posteriormente se flamea la misma. Se abre la lata, por medio de un abrelatas estéril y se toman 3 ml de muestra, inoculando en los tubos de ensaye que contienen el caldo higo do-tomate estéril. Después de la inoculación se cubre la superficie del medio con una capa de agar estéril al 3% (enfriado a 50°C). Toda la operación se debe realizar en área estéril, es decir, en las proximidades de un mechero, y efectuarse por triplicado de preferencia. Las muestras se incuban a 37°C. Al cabo de 48 horas de incubación, se hace una observación visual de los tubos con el fin de determinar si el medio presenta turbidez.

Para la determinación de mesófilos aerobios se utilizó el medio de jugo de naranja, siguiendo la técnica siguiente:

Preparación del medio:

Para la preparación del medio es necesario agregar los siguientes componentes:

Triptona 10g

Extracto Levadura 3g

Dextrosa 4g

Fosfato Dipotasico 3g

Suero de Naranja 200 ml

Agua destilada 800 ml

El "suero" de naranja se prepara calentando un litro de jugo de naranja, recién obtenido, a unos 39°C, siendo filtrado posteriormente al vacío, se añaden los componentes, se mezclan y se calienta en baño María hasta disolución completa. Esterilizar a 120°C durante 15 min. ajustando al pH a 5.5.

INOCULACION DEL MEDIO.

La inoculación del medio se efectúa similarmente que en el caso de mesófilos anaerobios, con la excepción de que en éste caso el medio no se cubre con agar estéril, siendo igualmente similar la incubación y la observación de los tubos.

VII RESULTADOS Y DISCUSIONES

7.1 CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA,

Dentro del desarrollo de éste estudio, un gran porcentaje de la experimentación tuvo un claro enfoque práctico. Para poder realizar esto el primer paso consistió en caracterizar la materia prima, considerando como criterio inicial el punto de corte, el cual fué el propuesto por Cheema y Dani (22), es decir la fruta se cortó en el estado "B", cuando los hombros habían sobrepasado el extremo del tallo, y el color de la cáscara era verde en ambas variedades, aunque la variedad Kent presentaba un chapeado morado en la parte cercana al pedúnculo.

Durante el almacenamiento de las frutas se observó que la maduración no fué uniforme, es decir se presentaban mangos con diferentes estados de madurez a pesar de que fueron cortados el mismo día, por lo que el lote inicial fué dividido en cuatro porciones:

Verde (V)

Cambiante 1 (C1)

Cambiante 2 (C2)

Maduro (M)

El criterio utilizado para la clasificación de la fruta fué el color externo de la cáscara, así como la firmeza al tacto. Estas porciones se sometieron a análisis químicos para determinar la evolución de las propiedades características de acuerdo al estado de madurez.

Los resultados de las determinaciones se muestran en la tabla No.7 para la variedad Kent, y en la tabla No.8 para la var. Keitt.

Al analizar los datos contenidos en las tablas, resultan las siguientes observaciones:

A medida que el mango adquiere la madurez comestible los sólidos solubles totales, el pH y los azúcares totales aumentan, mientras que la acidez y la textura disminuyen, lo cual concuerda con lo reportado en la bibliografía (22). El aumento de los sólidos solubles totales y los azúcares totales es el resultado de la hidrólisis del almidón, por la acción enzimática de la α y amilasa, mientras que el aumento en el pH y la disminución de la acidez se debe a la utilización de los ácidos orgánicos para la formación de azúcares, o a la entrada de éstos mismos al ciclo de Krebs. La disminución de la textura es el resultado de la

Tabla 7.- Resultados de los análisis efectuados al mango variedad Kent, en diferentes estados de madurez.

	S.S.T. (°Bx)	pH	Acidez (%Ac. cítrico)	Textura (Kg/cm ²)	AR (%)	AT (%)
V-1	10.5	3.9	0.6939	56.5-20.2	3.70	5.55
V-2	9.5	3.8	0.7947	40.4-33.3	3.65	5.05
C-1	14	3.9	0.8481	34.3-30.3	4.68	6.70
C-1	19	3.9	0.9503	31.3-39.4	3.95	5.15
C-2	16.5	4.0	0.7527	12.1-12.1	4.53	11.23
C-2	16.5	3.95	0.6714	16.9-6.0	3.86	13.85
M	18.0	4.4	0.2833	2-3	4.22	15.14
M	17.0	4.1	0.4585	3.6-4.7	4.44	15.93

Tabla 8.- Resultados de los análisis efectuados al mango variedad Keitt en diferentes estados de madurez.

	S.S.T. (°Bx)	pH	Acidez (%Ac. cítrico)	Textura (Kg/cm ²)	AR (%)	AT (%)
V-1	9.5	3.8	0.9198	39.5-46.5	3.81	4.95
V-2	10.0	3.9	1.0202	43.2-34.7	3.89	6.18
C-1	13.5	3.8	0.8343	18-17.5	4.89	9.72
C-1	12.7	4.0	0.7987	24.6-32.5	5.36	10.79
C-2	14.5	3.9	0.7036	11.5-10.0	4.58	11.23
C-2	14.0	4.0	0.5122	18.0-17.5	4.90	11.35
M	17.5	4.6	0.2341	5.5-6.0	4.89	15.49
M	19.5	4.4	0.2470	3.0-1.6	5.98	16.40

hidrólisis enzimática de la pectina (7).

A pesar de que la maduración no fué uniforme, se siguió el curso de ésta en las porciones mencionadas anteriormente, observándose que - bajo las condiciones de almacenamiento, un 60% de ambas variedades que correspondía inicialmente a los lotes verde y cambiante I, alcanzó el estado de madurez comestible en 14-18 días para la variedad Kent, mientras que para la variedad Keitt se presentó en un período de 20-25 -- días.

A éste respecto cabe aclarar que en la var. Keitt se presentaron más pérdidas durante el almacenamiento debido a que en el momento del corte las condiciones de humedad fueron elevadas, favoreciéndose por - tanto el desarrollo de las enfermedades provocadas por hongos. Las en - fermedades más comunes fueron la antracnosis y la pudrición de pedúncu - lo. Dichas enfermedades son causadas por Collétotrichum gloesporioides Penz y Diplodia natalensis, respectivamente (11).

7.2 SELECCION DE ESTADOS DE MADUREZ

Establecido el primer propósito, la siguiente etapa consistió en seleccionar el estado de madurez adecuado, de acuerdo a cada producto en específico, basándose en las características propias del fruto. De éste modo se llevaron a cabo observaciones sobre el color y aroma de - la fruta, encontrándose que conforme ésta alcanzaba la madurez comesti - ble, el color de la pulpa se tornaba más intenso; es decir, para la -- var. Keitt en las frutas verdes el color de la pulpa era amarillo páli - do, mientras que en las maduras se presentaba amarillo intenso; mien - tras que en la variedad Kent la tendencia era hacia el anaranjado. -- Por lo que se refiere al aroma se encontró que éste intensificaba al - avanzar la maduración, hasta alcanzar un olor típico a mango en frutas de madurez comestible.

Ahora bien, al prolongar el almacenamiento durante 2 o 3 días más, tanto el color como el aroma se intensificaban aún más, por lo que se diferenciaron dos estados de madurez: "maduro firme" y "maduro suave".

Dicha diferenciación se fundamentó tanto en las observaciones llevadas a cabo durante el almacenamiento, así como en los resultados presentados en las tablas 7 y 8.

Los parámetros que caracterizan a cada estado de madurez se presentan en la tabla No. 9.

Tabla 9.- Parámetros seleccionados para la diferenciación de los estados de madurez.

	Maduro Firme	Maduro Suave
Sólidos Solubles		
Totales (°Bx)	15.5-17	17
Firmeza (Kg/cm ²)	4.0-8.0	1.0-4.0
Acidez titulable		
(% de ácido cítrico)	0.30-0.45	0.30

Analizando la tabla anterior, se observa que en el estado "maduro firme" la firmeza es mayor que en el "maduro suave" (4.0-8.0 1.0-4.0), lo cual se debe a la hidrólisis enzimática de la pectina en la fruta.

En lo que respecta a los sólidos solubles totales, el estado "maduro suave" es más dulce que en el estado "maduro firme", puesto que - la relación °Bx/acidez es mayor en el primero, 59 51.6. Finalmente la acidez titulable es mayor en el estado "maduro firme" que el "maduro suave", puesto que en el primero se inicia la síntesis de componentes volátiles, los cuales tienen la biogénesis en algunos de estos ácidos, mientras que en el segundo, la síntesis de compuestos volátiles es más intensa.

Por lo que respecta a las características sensoriales, tales como color, aroma y sabor se observó que éstas se presentaban con mayor intensidad en el estado "maduro suave" que en el estado "maduro firme".

Cabe aclarar que las determinaciones analíticas presentadas como parámetros diferenciales entre los estados de madurez, fueron seleccio

nados por la facilidad y rapidez con que se determinan, a excepción de la acidez; además de que están relacionados directamente con la actividad bioquímica de la fruta, que promueve un determinado estado de desarrollo (22).

Definidos los estados de madurez, la siguiente etapa consistió en la elaboración de los productos, utilizando el estado "maduro firme" - para el procesamiento de rebanadas en almíbar y cubos congelados, mientras que la fruta "madura suave" se destinó a néctares y mermeladas.

7.3 REBANADAS EN ALMIBAR.

Para la producción de éste derivado se consideraron las operaciones típicas utilizadas por la industria, dentro de la cual se dió primordial importancia al tratamiento térmico a que las rebanadas fueron sometidas, con la finalidad de confirmar cualquier incidencia negativa sobre los factores de calidad.

Las rebanadas en almíbar se sometieron a pasteurización tradicional durante un período de 10, 12 y 15 minutos, a una temperatura en el centro de la lata de 90°C. Posterior al procesamiento los productos - obtenidos fueron almacenados bajo condiciones ambiente, durante un período de nueve meses al cabo del cual se sometieron a análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales, para determinar la posibilidad de alteraciones como consecuencia del proceso y almacenamiento; - así como para caracterizar a los productos obtenidos.

En los siguientes párrafos se presentan los valores obtenidos en los análisis así como su discusión.

7.3.1 Rebanadas en almíbar variedad Kent.

7.3.1.1 Análisis físicos y químicos:

En la tabla No. 10 se presentan los resultados de los parámetros analizados, es decir: peso neto, peso de rebanadas, peso de almíbar, -

vacío, sólidos solubles totales, pH, acidez titulable, ácido ascórbico total y carotenoides totales. Analizando dicha tabla, es posible efectuar los siguientes comentarios:

El peso neto (852.3-873.2), el peso de las rebanadas de mango -- (502.7-549 g), así como los sólidos solubles totales (18.0-18.7Bx), de los productos analizados, cumplen con las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana (42). Es importante señalar que el peso de las rebanadas de mango, es un dato de especial importancia, ya que indica indirectamente la resistencia de éstas al procesamiento térmico, y la estabilidad durante el almacenamiento. Si la fruta que será procesada se encuentra en un estado de madurez muy avanzado, o si la intensidad térmica del proceso fuese más severo de lo requerido, el peso de las rebanadas disminuiría, ya que éstas tienden a disgregarse en su estructura. En éste caso el peso de las rebanadas oscila entre 502.7 y 549 g, indicando por tanto que las rebanadas se encontraban en un estado de madurez adecuado al momento de procesarse, así como que éstas mismas soportaron adecuadamente los tres diferentes tratamientos térmicos (10, 12 y 15 min a 90°C) en lo que a textura se refiere.

Referente al vacío, los valores oscilan entre 304-419 mm de Hg, - siendo éstos aceptables, ya que la mayoría de los alimentos requieren de 254 a 500 mm Hg (26), para asegurar un adecuado vacío. Mediante éstas presiones de vacío, se mantiene las tapas de las latas en posición cóncava durante el almacenamiento, y se reduce el contenido de oxígeno en la misma. Esto es importante dado que se minimizan los cambios químicos oxidativos en el producto, tal como la oxidación del ácido ascórbico, y se evita la corrosión interna de los recipientes metálicos. El efecto más importante de reducir el contenido de oxígeno en el interior de la lata, es el de evitar el desarrollo de microorganismos aerobios que pudieran desarrollarse en condiciones normales, ya que éstos por lo general presentan una mayor termoresistencia (23).

Los valores de pH oscilan entre 4.0 y 4.2 por lo que se clasifica al producto como alimento ácido. Cabe señalar que éstos valores de pH están por encima de lo deseado, lo cual se debió al pH del jarabe que se utilizó en la formulación; sin embargo, como se verá posteriormente,

Tabla 10.- Resultados de los análisis efectuados a las rebanadas de mango variedad Kent en almíbar.

Muestras	10	12	15
Peso neto (g)	873.2	852.3	856.7
Vacío (mm Hg)	304.8	419.1	381
Peso R (g)	502.7	549.0	524
Peso A (g)	337.8	300.4	331.5
Sólidos Solubles Totales R(°Bx)	18.0	18.7	18.2
Sólidos Solubles Totales A(°Bx)	17.0	17.9	17.5
pH R	4.0	4.2	4.1
pH A	4.1	4.2	4.1
Acidez Titulable (% Ac. cítrico)	0.2920	0.1975	0.2119
Acidez Titulable (% Ac. cítrico)	0.2274	0.1802	0.1879
Acido Ascórbico Total (mg/ 100 g)	10.45	13.70	14.51
Carotenoides Totales (ug/ 100 g)	2763.2	2337	2413

R - Rebanadas

A - Almíbar.

no se presentaron problemas en el aspecto sensorial ni microbiológico.

Por lo que respecta al ácido ascórbico total es posible observar que los valores se encuentran en un intervalo comprendido entre 10.45 y 14.51 mg/100 g de producto. Evidentemente éste es un pequeño contenido de ácido ascórbico lo cual se debe a dos factores principalmente:

- a) La variedad Kent no destaca por tener un alto contenido de ácido ascórbico en pulpa fresca de fruta madura, 17.89 mg/100 g (11).
- b) La vitamina C es una de las vitaminas más termolabiles que existen.

Si a estas dos explicaciones, se añade el prolongado período de almacenamiento, será más fácil comprender el que se presenten valores bajos de ácido ascórbico como resultado final.

En contraparte a lo anterior, de la tabla 10 se observa que el contenido de carotenoides totales en el producto final es elevado, 2337, 2713 ug/100 g, debido a que la var. Kent presenta un alto contenido de éstos en pulpa de fruta madura, 3218 ug/100 g (11), además de que los carotenoides son más estables al termo-tratamiento. Si se considera que en mango, el 60% de los carotenoides corresponden al β -caroteno, se comprenderá la importancia nutricional que en éste sentido presenta el producto.

7.3.1.2 Pruebas Microbiológicas.

En las pruebas microbiológicas, no se encontro enturbiamiento en el medio de caldo hígado-tomate, ni en el de jugo de naranja, por lo que no se realizaron siembras en agar, reportándose como negativos los resultados de las determinaciones microbiológicas; por lo cual se puede decir que los tratamientos fueron suficientes para evitar el desarrollo de microorganismos causantes de alteraciones.

7.3.1.3 Evaluación Sensorial.

Para determinar el efecto de los tratamientos térmicos sobre los

factores de calidad de las muestras experimentales así como para determinar la aceptabilidad de las mismas con respecto a productos comerciales similares, se realizaron las evaluaciones sensoriales. Los productos comerciales utilizados como referencia fueron marca Herdez y Clemente Jacques, realizando las pruebas por duplicado.

El análisis de varianza se realizó conforme al modelo de Bloques al azar, cuya hipótesis a probar fué:

$$H_0: M_1 = M_2 = M_3 = M_4$$

Con un criterio de rechazo para la misma de:

$$F.C. > F_{(1-\alpha)}(M-1, G.L.E)$$

Para los parámetros evaluados, es decir, color, olor, sabor, y -- textura se obtuvieron los resultados mostrados en las tablas números - 11, 12, 13, 14.

Tabla No. 11.- ANOVA para COLOR, en base a las calificaciones otorgadas por los panelistas a las muestras analizadas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
M	3	53.32	17.77	12.60
P	6	18.36	3.06	2.17
E	18	25.43	1.41	-----
TAM	27	97.11	-----	-----

Tabla 12.- ANOVA para OLOR, en base a las calificaciones otorgadas por los panelistas en las muestras analizadas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
M	3	11.5	3.83	5.47
P	6	13.31	2.21	3.85
E	18	12.75	0.70	-----
TAM	27	37.35	-----	-----

Tabla 13.- ANOVA para SABOR, en base a las calificaciones otorgadas -- por los panelistas a las muestras analizadas:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
M	3	39.56	13.18	6.97
P	6	18.21	3.05	1.60
E	18	34.19	1.89	-----
TAM	27	92.21	-----	-----

Tabla 14.- ANOVA para TEXTURA, en base a las calificaciones otorgadas por los panelistas a las muestras analizadas:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
M	3	11.67	4.95	38
P	6	14.85	4.14	31.8
E	18	29.0	0.13	-----
TAM	27	2.48	-----	-----

Ahora bien, dado que:

$$F. (3,18) = 3.10$$

Se observa que H_0 fué rechazada tanto para color, olor, sabor y - textura, lo que significa que en dichos parámetros las cuatro muestras de rebanadas en almíbar presentaron diferencias significativas. Por - lo tanto, se aplicó el método de comparaciones múltiples de Tukey, pre sentándose en este caso la siguiente hipótesis:

$$H_0: M_1 = M_1'$$

Aplicando como criterio de rechazo:

$$|Y_i - \bar{Y}_i| > DMSH$$

Donde:

$$DMSH = \alpha \frac{(1 - \alpha)}{(M., G.L.E.)} \sqrt{\frac{C.M.E.}{P}}$$

Para olor, a un α de 0.5%

$$a = \frac{(1-0.05)}{(4,18)} = 4.0 \quad \text{DMSH} = 4.0 \sqrt{\frac{1.41}{1}}$$

Entonces la DMSH para color es = 1.79.

Para olor, sabor y textura, los valores obtenidos para la DMSH - fueron de 1.60, 1.64 y 1.29 respectivamente.

Los resultados de las comparaciones múltiples se presentan en la tabla No. 15.

Tabla 15.- Calificaciones promedio Y_i de las diferentes muestras de rebanadas en almíbar (Mi), para los parámetros de color, olor, sabor y textura.

COLOR	Mi	10	15	12	Comercial
	Y_i	7.6	6.6	6.4	4.8
OLOR	Mi	10	15	Comercial	12
	Y_i	7.14	7.07	6.28	5.57
SABOR	Mi	15	10	12	Comercial
	Y_i	6.78	6.28	5.42	4.21
TEXTURA	Mi	15	12	10	Comercial
	Y_i	7.07	6.14	5.57	5.42

Analizando la tabla anterior resaltan los siguientes comentarios:

En relación a los valores obtenidos de las muestras experimentales y de las muestras comerciales, es posible ubicar a las primeras -- como mejores en cuanto a color y sabor principalmente. En lo que a -- olor se refiere, no existieron diferencias significativas, y finalmente en textura, solo la muestra experimental de 15 minutos presentó diferencias significativas con respecto a la comercial, ubicando a la -- primera con superioridad.

La preferencia de los jueces por las muestras experimentales en -

lo que se refiere a color, resulta del anaranjado intenso de la var. - Kent; por lo que respecta al sabor, éste fué calificado de característico a mango, sin presencia de sabores extraños. Este dato resulta interesante, porque fundamentándose en el se rechaza la hipótesis de que los consumidores no aceptan los productos de var. mejoradas de mango - por no estar acostumbrados a las características de éstas.

Relacionando los valores entre los tratamientos experimentales se encuentra que:

- En color no se encontraron diferencias significativas entre las - muestras.
- En olor, la muestra de 12 minutos de tratamiento térmico, obtuvo la calificación más baja, siendo las diferencias significativas entre la muestra comercial y los tratamientos de 10 y 15 minutos.
- En sabor no se encontraron diferencias significativas, entre los tratamientos.
- En textura la muestra de 10 minutos presentó diferencias significativas en relación a las muestras de 12 y 15 minutos, siendo la calificación menor para la primera.

La explicación a la baja calificación obtenida por la muestra de 12 minutos en lo que a olor se refiere, resulta de los comentarios de los jueces, los cuales encontraron olores a lata.

Por lo que a la textura se refiere, una posible explicación a que éste parámetro de las muestras de 10 minutos se haya presentado menor, resulta del intervalo de valores en firmeza utilizados para la diferenciación de los estados de madurez; es decir, dado que se dió un intervalo de firmeza de $4-8 \text{ kgms/cm}^2$, para la fruta que se utilizó como materia prima, pudo ser posible que en las muestras de 10 minutos se presentara fruta que se ubica en los límites inferiores del intervalo.

Es interesante remarcar que el valor de la firmeza para las muestras de 10 minutos, tiene especial interés, porque este impide generalizar que la textura de las muestras experimentales es más agradable -

a los jueces. Las calificaciones promedio para las muestras de 15 y - 12 minutos, 7.07 y 6.14 respectivamente, son evidentemente mejores que las otorgadas a las muestras de 10 minutos y a la comercial, 5.57 y -- 5.42 respectivamente.

7.3.2 Rebanadas en almíbar variedad Keitt.

Las rebanadas de mango en almíbar var. Keitt no se sometieron a - las pruebas de control de calidad, dado que en este caso se presentó - una contaminación de los lotes experimentales, al cabo de una semana - de almacenamiento. La contaminación se manifestó primeramente por el abombamiento de algunas latas. Al abrir éstas, se percibió un olor fé tido, observándose que las rebanadas estaban desintegradas. Algunas - latas no presentaban abombamiento, sino que la posición cóncava de las tapas no se presentaba, es decir no existía presión de vacío en su interior. Al abrir dichas latas no se percibió ningún olor desagradable, ni la desintegración de las rebanadas de mango, siendo la apariencia - del producto completamente normal.

La contaminación del lote experimental, se debió a un deficiente engargolado, ya que al analizar las latas se observó el defecto que -- comunmente se conoce como formación de V, el cual se debe a una segunda operación efectuada con mayor presión de la requerida (32).

7.4 Mermelada de mango variedad Keitt.

La pulpa de mango variedad Keitt, después de ser almacenada bajo congelación a -22°C durante 6 meses presentaba características aceptables en cuanto a sabor, textura aroma y color, para ser utilizada como materia prima en la elaboración de las mermeladas. Solo se observó un oscurecimiento en la parte de la pulpa que permaneció en la parte superior de los recipientes. Dicho oscurecimiento se debe a la oxidación de los polifenoles por reacciones enzimáticas, ya que la pulpa no fué escaldada previamente, o bien a reacciones químicas.

Por lo que respecta a las pruebas para encontrar la formulación -

óptima, se encontraron las siguientes observaciones.:

- A valores de acidez menores de 0.75% se encontró que el sabor de las muestras era demasiado dulce, además de que la consistencia se presentaba sin la firmeza característica de una mermelada. - Por otro lado a valores de acidez aproximado al 1%, el sabor ácido se percibía fácilmente, por lo que en definitiva se tomó 0.75% de acidez como lo más aceptable, ya que tanto se tenía un sabor agradable como la consistencia del gel era firme.
- Por lo que a las concentraciones de pectina se refiere, se encontró que a valores menores de 0.75% el gel no presentaba consistencia firme, mientras que a 1% ésta era demasiado firme. La -- concentración óptima de pectina fue de 0.75%, ya que se encontró que a dicho porcentaje, la firmeza del gel era similar a los productos comerciales similares.
- La formulación óptima fue por tanto:

Pulpa de mango:	45%
Azúcar:	55%
Acidez:	0.75%
Pectina:	0.75%

En la tabla No. 16 se muestra los resultados de los análisis físicos y químicos efectuados sobre dos formulaciones de mermeladas, al cabo de un mes de almacenamiento a temperatura ambiente. Al analizar dicha tabla resulta los siguientes comentarios:

- En lo que a sólidos solubles totales se refiere, es posible observar que los valores oscilan entre 65.9 y 67.5°Bx, lo cual favorece la formación de un gel aceptable sin llegar a problemas - de cristalización, por un exceso de concentración.
- Los valores de viscosidad son similares a los presentados por productos comerciales semejantes (3200 cp).

Tabla 16.- Resultados de los análisis efectuados a las mermeladas de mango variedad Keitt.

Muestras	K-1	K-2	K-3	K-4
Sólidos Solubles Totales (°Bx)	65.9	65.9	67.5	65.9
Acidez titulable (% Ac. cítrico)	0.5146	0.5250	0.7423	0.7087
Viscosidad (cp)	32×10^2	32×10^2	32×10^2	32×10^2
pH	3.3	3.3	3.2	3.2

- Los valores de pH oscilan entre 3.2 y 3.3, los cuales están un poco arriba del valor de pH óptimo teórico, 3.0.

7.4.1 Evaluación sensorial.

Para determinar la aceptabilidad de la formulación óptima experimental se realizó una evaluación sensorial, utilizando productos comerciales como referencia, marca Clemente Jacques y Ann O' Brien, efectuándose por duplicado.

En las tablas No. 17, 18, 19 y 20 se muestran los resultados de la evaluación sensorial.

Tabla No. 17.- ANOVA para COLOR en base a las calificaciones otorgadas por los panelistas a las muestras analizadas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
M	2	63.7	31.85	6.63
P	19	51.2	2.69	0.56
E	38	67.7	4.80	-----
TAM	59	182.6	-----	-----

Tabla 18.- ANOVA para OLOR, en base a las calificaciones otorgadas -- por los panelistas a las muestras analizadas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
M	2	3.1	1.55	1.47
P	19.0	107.8	5.67	5.40
E	38.0	39.9	1.05	-----
TAM	59.0	150.8	-----	-----

Tabla 19.- ANOVA para SABOR, en base a las calificaciones otorgadas - por los panelistas a las muestras analizadas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
M	2	0.7	0.35	0.07
P	19.0	50.18	2.64	0.54
E	38	182.97	4.81	-----
TAM	59	233.85	-----	-----

Tabla 20.- ANOVA para TEXTURA, en base a las calificaciones otorgadas por los panelistas a las muestras analizadas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
M	2	3	1.5	0.36
P	19	36	1.89	0.46
E	38	116	4.07	-----
TAM	59	155	-----	-----

Dado que $\alpha = 0.5\%$

$$(1-0.05)$$

$$F. (2,38) = 4.20$$

Ho se cumple tanto para olor, sabor y textura, lo que significa que no hay diferencias significativas entre las muestras comerciales y la experimental, sin embargo en color la Ho es rechazada; por lo tanto se aplicó el Método de Comparaciones Múltiples de Tukey a dicho parámetro con el fin de determinar específicamente que muestras son diferentes entre sí, en la misma forma que en el caso de las rebanadas en almíbar (veáse sección 7.3.3.).

Los resultados de las comparaciones múltiples se presentan en la tabla No. 21.

Tabla 21.- Calificaciones promedio Y_i de las diferentes muestras de mermeladas de mango (M_i) para color.

M_i	O'Brien	Clemente J.	Experimental
Y_i	<u>7.45</u>	<u>6.5</u>	<u>4.95</u>

Del análisis de los resultados se tiene que:

- La muestra comercial O'Brien resultó mejor en cuanto a color, -- que la muestra experimental; sin embargo entre esta última y la Clemente J. no se presentaron diferencias significativas.

El hecho de que el color de la muestra experimental haya obtenido baja calificación puede estar relacionado al prolongado tiempo de almacenamiento que guardó la pulpa bajo condiciones de congelación.

En relación al resultado global de la evaluación sensorial, se puede observar que en términos generales, la muestra experimental está a la altura de las muestras comerciales evaluadas.

7.5 Cubos en almíbar congelados.

Los cubos congelados fueron analizados física y químicamente a los cuatro meses de almacenamiento a -22°C , con el fin de caracterizar dicho producto. Asimismo se realizó una evaluación sensorial para determinar el nivel de agrado, posterior a dos meses de almacenamiento a la temperatura referida anteriormente, utilizando la cosecha de 1981. Además se realizaron observaciones a temperaturas de refrigeración.

- Al almacenar los cubos congelados en refrigeración, 2°C se observó, que al cuarto día de almacenamiento se presentó un ligero oscurecimiento, siendo éste bastante notable al sexto día. Este oscurecimiento es lógico de esperar, ya que el producto no tiene aditivos que inhiban la actividad enzimática, presentándose los pigmentos cafés como consecuencia de las polifenoloxidasas sobre los sustratos fenólicos.

En la tabla No. 22 se presentan los resultados de los análisis efectuados después de cuatro meses de almacenamiento a -22°C . Al analizar dicha tabla resultan las siguientes observaciones:

- Los sólidos solubles totales tienden hacia el equilibrio, aproximadamente

madamente 30°Bx, de 55°Bx que al inicio del período de almacenamiento presentaba el jarabe de la formulación.

- El valor de la acidez titulable es muy bajo, 0.032 0.093% el cual se explica debido a que el jarabe de la formulación no contiene ácido cítrico.
- El valor del pH es ligeramente elevado, 4.6-4.8, lo cual se debe a las razones mencionadas en el párrafo anterior.

7.5.1 Evaluación sensorial.

En éste caso no se comparó con productos comerciales similares, ya que éstos no existen en el mercado.

Los resultados de las evaluaciones sensoriales fueron analizados bajo la siguiente hipótesis:

Ho: color = olor = sabor = firmeza

es decir, los atributos de los cubos de mango congelado influyen igualmente en el nivel de agrado.

El análisis de varianza se realizó bajo los lineamientos mencionados en la sección 7.3.3. obteniéndose que la $F_c < F_t$ (0.70 < 2.60), lo cual implica que tanto el color, olor, sabor y firmeza tienen un efecto positivo similar en el nivel de agrado.

El promedio general encontrado, \bar{Y} , fué de 7.12, indicando por tanto que el producto gustó moderadamente.

Con el fin de reforzar la confiabilidad se evaluó la aceptación global del producto indirectamente mediante el nivel de agrado, analizado mediante la prueba t de students bajo las siguientes hipótesis:

Ho; $u \geq 6$ y Ha $u > 6$

bajo el criterio de rechazo:

Si $t_c > t_t$ Ho es rechazada; si $t_c \leq t_t$ Ho se acepta

Tabla 22.- Resultados de los Análisis efectuados a los cubos de mango variedad Keitt, congelados en almíbar.

Muestra	Peso Neto (g)	Sólidos Solubles Totales C °Bx	Sólidos Solubles Totales A °Bx	pH C	pH A	Acidez titulables C % Ac. cítrico	Acidez titulable A % Ac. cítrico
M-1	254	31	31.7	4.8	4.8	0.0933	0.0894
M-2	218	32.2	29.5	4.9	4.8	0.0758	0.1377
M-3	259	36.5	30.7	4.6	4.6	0.0530	0.1129
M-4	155	32.0	33.0	4.7	4.8	0.0320	0.0775

A: ALMIBAR

C: CUADROS DE MANGO.

Dado que $t_c > t_t$, $3.23 > 2.0$ se rechaza H_0 . Entonces $u > 6$, ésto significa que el nivel de agrado de los consumidores es al menos de gusto moderadamente.

A continuación se dan algunas de las características del producto, indicadas por los consumidores.

	Frecuencia
COLOR: heterogeneo	5
natural	37
más fuerte que el natural	4
verde	3
OLOR: característico	12
poco perceptible	28
a calabaza cocida	9
SABOR: característico	6
dulce en exceso	24
dulce agradable	1
buen balance azúcar/ácido	10
extraño (aditivo)	6
FIRMEZA: buena	35
heterogenea	5
dura	3
blanda	2
chiclosa	2

Analizando los anteriores comentarios se observa que:

De manera general es posible afirmar que el producto gustó moderadamente, aunque un 48% de los consumidores calificó el sabor de dulce en exceso. Este es un problema de formulación y por lo tanto fácilmente se puede solucionar añadiendo ácido cítrico en las concentraciones adecuadas.

Resalta que el producto haya sido calificado por un 75% de los consumidores, con un color natural después de haber permanecido dos meses bajo congelación a menos -22°C .

En lo que respecta a firmeza, un 71% de los consumidores la calificó de buena, lo cual da un indicio de que el estado de madurez utilizado para la elaboración del producto, es adecuado.

El olor fué calificado por un 57% de los consumidores como poco perceptible, lo que se debe a que, en términos generales la var. Keitt no presentó originalmente un olor muy aromático. Llama la atención que nueve jueces hayan encontrado un olor a calabaza cocida, sin que el producto sufriera un tratamiento térmico elevado.

7.6 Néctares.

Los néctares se sometieron a pasterización tradicional durante un período de 8, 10 y 15 minutos a una temperatura de 90°C en el centro de la lata, con el fin de observar el efecto del tratamiento térmico sobre los factores de calidad en el derivado. Posterior al procesamiento los productos obtenidos fueron almacenados bajo condiciones ambiente durante nueve meses, al cabo de los cuales se sometieron a análisis físicos, químicos y microbiológicos y sensoriales para determinar la posibilidad de alteraciones como consecuencia del proceso y almacenamiento. En los siguientes párrafos se presentan los valores obtenidos de los análisis y su discusión.

7.6.1 Néctares var. Keitt.

7.6.1.1 Análisis físicos y químicos.

En la tabla No. 22 se presentan los resultados de los análisis, es decir: vacío, sólidos solubles totales, pH, acidez titulable, % de sólidos insolubles, ácido ascórbico total y carotenoides totales. -- Analizando éstos resalta lo siguiente:



Tabla 22.- Resultados de los análisis efectuados a los néctares de mango variedad Keitt.

Muestra	Vacío (mm Hg)	Sólidos Solubles Totales (°Bx)	pH	Acidez titulable % Ac. Cítrico	%Sólidos Insolubles	Acido Ascórbico total (mg/100g)	Carote noides (ug/100g)
8-A	304.8	17.5	3.7	0.3434	35.0	5.5960	336
8-B	254	17.5	3.8	0.3371			
8-C	330.2	17.5	3.7	0.3373			
10-A	254	18.0	3.9	0.2620	35.5	8.8410	295
10-B	203.2	18.0	3.89	0.2804			
10-C	254	18.0	3.9	0.2843			
15-A	355.6	17.5	3.6	0.2467	35.3	4.3992	338
15-B	279	17.5	3.9	0.2491			
15-C	254	17.9	3.9	0.2199			

- El vacío encontrado en los néctares, 254-355.6 mm Hg, es suficiente para lograr las condiciones ya descritas en la sección -- 7.3.1.1 de éste capítulo.
- Los sólidos solubles totales, 17.5-18.0, el pH, 3.6-3.9 la acidez titulable, 0.3434-0.2199, y el% de sólidos insolubles, -- 35.0-35.3, cumplen con lo estipulado por la Norma Oficial Mexicana (43).
- El pH es un dato importante, porque mediante éstos valores es posible asegurar que el alimento está comprendido entre el grupo de alimentos muy ácidos, lo cual asegura la efectividad de los diferentes tratamientos térmicos.
- Por lo que al % de sólidos insolubles se refiere, ésta determinación es importante, dado que indica aproximadamente la cantidad de pulpa utilizada para la elaboración del néctar.
- En cuanto al contenido de ácido ascórbico total, es posible observar que los valores son más bajos que en el caso de las rebanadas en almíbar, lo cual se debe principalmente al proceso de elaboración del néctar, ya que éste incluye un despulpado y un mezclado, en los cuales se incorpora una gran cantidad de aire, favoreciendo por tanto la oxidación del ácido ascórbico. Si se toma en consideración el agotado y finalmente el tratamiento térmico, se comprenden las causas de los bajos valores de vitamina C obtenidos.
- En el caso de los carotenoides totales, éstos son ligeramente inferiores a los contenidos en las rebanadas en almíbar de la var. Kent, lo cual concuerda con que el color de la pulpa es menos intenso, lo cual está directamente relacionado al contenido de carotenoides totales (927 ug/100 G) (11).

7.6.1.2 Pruebas microbiológicas.

Referente a las pruebas microbiológicas no se encontraron colo-

nias en el medio PDA, en ninguna de las muestras analizadas, reportándose como negativos éstas pruebas, por lo cual se puede decir que los tratamientos térmicos fueron suficientes para evitar el desarrollo de microorganismos causantes de alteraciones.

7.6.1.3 Análisis sensorial.

Los productos utilizados como referencia fueron marca Herdez, Del Fuerte y Bebere, efectuándose éstas evaluaciones por duplicado.

Se realizó el análisis de varianza similarmente al realizado en la sección 7.3.3.

Para los parámetros evaluados, es decir, color, olor, sabor y -- consistencia, se obtuvieron los resultados que se muestran en las tablas 23, 24, 25 y 26.

Tabla No. 23.- ANOVA para COLOR, en base a las calificaciones otorgadas por los panelistas a las muestras analizadas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
M	3	59.49	19.23	26.40
P	6	4.92	0.82	1.09
E	18	13.52	0.75	-----
TAM	27	77.93	-----	-----

Tabla No. 24.- ANOVA para OLOR, en base a las calificaciones otorgadas por los panelistas a las muestras analizadas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
M	3	12.81	4.27	3.02
P	6	21.71	3.62	2.56
E	18	25.51	1.41	-----
TAM	27	60.03	-----	-----

Tabla No. 25.- ANOVA para SABOR, en base a las calificaciones otorgadas por los panelistas a las muestras analizadas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
M	3	5.24	1.74	1.58
P	6	11.98	6.99	6.35
E	18	19.89	1.10	-----
TAM	27	67.11	-----	-----

Tabla 26.- ANOVA para CONSISTENCIA, en base a las calificaciones otorgadas por los panelistas a las muestras analizadas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
M	3	24.95	9.81	11.97
P	6	5.96	0.99	1.20
E	18	22.12	0.81	-----
TAM	27	57.52	-----	-----

Dado que para $\alpha = 0.5\%$

(0.95)

F. (3,18) = 3.10

Se observa que H_0 se cumple para olor y sabor, mientras que para color y consistencia se rechaza, por lo que para éstos casos se aplicó el Método de Comparaciones Múltiples de Tukey, bajo los lineamientos especificados en la sección 7.3.3 de éste capítulo.

La DMSH para color fué de 1.30, mientras que ésta misma para consistencia fué de 1.36.

Los resultados de las comparaciones múltiples de Tukey se muestran en la tabla No. 27.

Tabla No. 27.- Calificaciones promedio, Y_i , de las diferentes muestras de néctares var. Keitt (M_i), para los parámetros de olor y consistencia.

	M_i	15	10	8	Comercial
COLOR	Y_i	7.5	7.1	6.9	3.8
CONSISTENCIA	M_i	15	10	8	Comercial
	Y_i	7.0	6.9	6.3	4.3

Analizando los resultados de la evaluación sensorial resulta lo siguiente:

Comparando las muestras experimentales con respecto a las comerciales, es posible ubicar a las primeras como superiores en cuanto a color y consistencia, únicamente, ya que en sabor y olor no se encontraron diferencias significativas.

La preferencia en el color se debe, según observaciones de los panelistas, a que las muestras experimentales presentaban un color -- amarillo atractivo, mientras que las comerciales poseían un color amarillo oscuro, tendiente a café.

La consistencia de las muestras comerciales fué calificada como demasiado espesa!

Es interesante mencionar que mientras que las medias de los valores de las muestras experimentales fueron altas para color y consistencia, no lo fueron en lo que a olor y sabor se refiere, variando éstas entre 4.71 y 3.92, y entre 5.0 y 5.71, respectivamente. Esto significa que aunque no se presentaron diferencias significativas con -- respecto a los productos comerciales, las muestras experimentales no son del todo agradables en éstos atributos.

- Por lo que al análisis de los valores de las muestras experimentales se refiere, dado que no se encontraron diferencias significativas entre éstas, se deduce que los tratamientos térmicos --- aplicados, son adecuados para productos de éste tipo; si bien --

no se encontró un tratamiento que conservara de una manera más - significativa las características iniciales de la materia prima.

7.6.2 Néctares var. Kent.

7.6.2.1 Análisis físicos y químicos.

En la tabla No. 28 se presentan los resultados de los parámetros analizados, lo cuales son similares a los presentados en la sección - 7.6.1.1 de éste capítulo. Al analizar dichos resultados es posible - efectuar las siguientes observaciones:

El ~~vacio en las latas, 251-266.7~~ mm de Hg, es suficiente para lo -
grar las condiciones descritas en la sección 7.3.1.1.

Los sólidos solubles totales, 18,2-19.0, el pH, 3.75-3.90, la --
acidez titulable, 0.2927-0.3799, y el % de sólidos insolubles, cum-
plen con lo estipulado por la Norma Oficial Mexicana (43). La impor-
tancia de éstos valores fue discutida ya en la sección 7.6.1.1. de és
te capítulo.

El contenido de ácido ascórbico total es muy similar al que se -
presenta para los néctares de la var. Keitt, es decir muy bajo, - -
5.11-5.24 mg/100 g lo cual se debe como ya se explicó anteriormente,
al proceso de elaboración.

En el caso de los carotenoides totales, es posible observar que
el contenido de éstos es tres veces mayor en la var. Kent, 935-1279
mg/100 g, que en la variedad Keitt 295-338, lo cual explica el color
anaranjado brillante que presentan los néctares elaborados a partir -
de ésta variedad.

7.6.2.2 Pruebas microbiológicas.

En referencia a las pruebas microbiológicas, no se encontraron co
lonias en el medio PDA, en ninguna de las muestras analizadas, repor-

Tabla 28.- Resultados de los Análisis efectuados a los néctares de mango variedad Kent.

Muestra	Vacío (mm Hg)	Sólidos Solubles Totales (°Bx)	pH	Acidez titulable (% Ac. Cítrico)	%Sólidos Insolubles	Acido Ascórbico Total mg/100 g	Carote noides ug/100g
8-A	259	18.2	3.8	0.3090	35.9	5.22	974
8-B	254	18.4	3.85	0.3188			
8-C	266.7	18.4	3.90	0.2927			
10-A	254	19.0	3.75	0.3606	35.4	5.24	1279
10-B	251	19.0	3.76	0.3741			
10-C	266.7	19.0	3.76	0.3799			
15-A	254	18.2	3.85	0.3206	34.9	5.11	935
15-B	254	18.2	3.85	0.3251			
15-C	254	18.2	3.80	0.3290			

tándose como negativos los resultados de las pruebas microbiológicas, por lo tanto los tratamientos térmicos aplicados fueron suficientes para evitar el desarrollo de microorganismos causantes de alteraciones.

7.6.2.3 Análisis sensorial.

Los productos comerciales utilizados como referencia fueron marca Herdez, Del Fuerte y Bebere, efectuándose las evaluaciones sensoriales por duplicado.

El análisis de varianza fué establecido bajo los lineamientos -- mencionados en la sección 7.3.3 de éste capítulo.

Los resultados obtenidos para los parámetros de color, olor, sabor y consistencia se muestran en las tablas Nos. 29, 30, 31 y 32.

Tabla No. 29.- ANOVA para OLOR, en base a las calificaciones otorgadas por los panelistas a las muestras analizadas.

F.V.	G.L.	G.M.	S.C.	F.C.
M	3	20.31	6.77	10.74
P	6	9.46	1.57	2.49
E	18	11.3	0.63	-----
TAM	27	41.07	-----	-----

Tabla No. 30.- ANOVA para SABOR, en base a las calificaciones otorgadas por los panelistas a las muestras analizadas.

F.V.	G.L.	G.M.	S.C.	F.C.
M	3	23.82	7.94	5.47
P	6	6.18	1.03	0.71
E	18	26.25	1.45	-----
TAM	27	56.25	-----	-----

Tabla No. 31.- ANOVA para CONSISTENCIA, en base a las calificaciones de los productos, otorgadas por los panelistas a las muestras analizadas.

F.V.	G.L.	C.M.	S.C.	F.C.
M	3	26.39	8.79	5.59
P	6	5.31	0.88	0.56
E	18	28.31	1.57	-----
TAM	27	60.0	-----	-----

Tabla No. 32.- ANOVA para COLOR, en base a las calificaciones otorgadas por los panelistas a las muestras analizadas.

F.V.	G.L.	C.M.	S.C.	F.C.
M	3	23.33	69.99	58.32
P	6	0.85	5.10	2.12
E	18	0.40	7.27	-----
TAM	27	82.36	-----	-----

Dado que para $\alpha=05\%$

(0.095)

$F_{(3,18)} = 3.10$

entonces, H_0 fué rechazada para los parámetros evaluados lo cual significa que existen diferencias significativas entre las muestras, aplicándose por tanto el Método de Comparaciones Múltiples de Tukey, bajo los lineamientos mencionados en la sección 7.3.3 de éste capítulo, encontrándose las siguientes DMSH:

	DMSH
COLOR	0.95
OLOR	1.20
SABOR	1.82
CONSISTENCIA	1.89

Los resultados de las comparaciones múltiples se presentan en la tabla No. 33.

Tabla No. 33.- Calificaciones promedio, Y_i , de las diferentes muestras de néctares, M_i , para los parámetros de color, olor, sabor y consistencia.

		M_i	8	10	15	C
COLOR	Y_i		<u>7.5</u>	<u>7.4</u>	<u>7.0</u>	3.7
		M_i	8	15	10	C
OLOR	Y_i		<u>6.5</u>	<u>6.5</u>	<u>6.2</u>	4.5
		M_i	8	10	15	C
SABOR	Y_i		<u>7.1</u>	<u>6.7</u>	<u>6.0</u>	3.7
		M_i	8	15	10	C
CONSISTENCIA	Y_i		<u>7.5</u>	<u>7.2</u>	<u>7.0</u>	5.0

Analizando éstos resultados, resaltan los siguientes comentarios:

- Comparando las muestras experimentales con respecto a las comerciales es evidente que las primeras resultaron superiores en cada uno de los parámetros evaluados, es decir, en color, olor, sabor y consistencia. Esto se puede explicar de la siguiente manera:
 - a) La var. Kent presenta un color anaranjado muy atractivo, que es muy estable al tratamiento térmico. Este contrastó drásticamente con el color opaco y tendiente a café presentado por las muestras comerciales.
 - b) El olor, aunque se percibió ligeramente, fué característico - a mango.
 - c) El sabor de las muestras experimentales fué calificado de característico y con un buen balance en la relación °Bx/acidez, mientras que los productos comerciales presentaron un acusado sabor ácido.

El hecho de que el sabor de los derivados de la var. Kent se ca-

ificara satisfactoriamente, derrumba la teoría de que el consumidor no aceptaría productos de ésta variedad por no estar acostumbrado a la misma.

- d) La consistencia de las muestras experimentales obtuvo valores de \bar{Y}_i aceptables, mientras que las muestras comerciales fueron un poco menores, debido a que éstas se observaron muy espesas.

Con respecto a las medias de los parámetros analizados es importante señalar que para la var. Kent todos fueron ligeramente altas, lo que significa que las muestras fueron agradables.

- Por lo que al análisis de los valores entre las muestras experimentales respecta, no se encontraron diferencias significativas, deduciendo por consecuencia que los tratamientos térmicos aplicados, son adecuados para éste tipo de productos, a pesar de que no se encontró un tratamiento que conservara de una manera significativa las características iniciales de la materia prima.

VIII CONCLUSIONES.

En resultado de la serie de ensayos que estructuraron el presente estudio, se puede concluir que las variedades mejoradas de mango - (Kent y Keitt) son factibles de industrializarse en forma de derivados tales como mermeladas, néctares, cubos en almíbar y rebanadas en almíbar enlatadas.

Cabe señalar de lo obtenido, que resaltan con gran importancia - tres etapas, las cuales en forma particular permiten aseverar la conclusión general anterior.

La primera se relaciona a los criterios de selección del estado de madurez adecuado al derivado final, realizados en éste caso para definir los estados de madurez, denominados "maduro firme" y "maduro suave", como primera etapa para la transformación industrial.

La segunda considera en sí a los tratamientos térmicos a los cuales la fruta fué sometida, dentro de la cuál se evaluó el efecto del binomio tiempo-temperatura sobre las características sensoriales del derivado obtenido.

Finalmente la tercera comprendió el ensayo comparativo realizado para definir la aceptabilidad de los productos, sobre la base de las características sensoriales más relevantes retenidas durante el tratamiento.

Al considerar en forma individual cada una de las etapas anteriores, es posible señalar las siguientes conclusiones:

1a. etapa: El estado de madurez denominado "maduro firme" es aplicable para la elaboración de rebanadas en almíbar enlatadas y cubos en almíbar congelados.

En estos casos resultó apropiada la hipótesis de que al seleccionar un estado de madurez que presentara una firme estructura de teji-

dos, se obtendrían productos con la firmeza adecuada al derivado como trozos de fruta.

Por lo que al estado de madurez denominado 'maduro suave', la -- aplicación no resultó tan clara como en el caso anterior, puesto que:

- En mermeladas resulta difícil relacionar los atributos del producto final con el estado de madurez, debido a la intensidad del proceso que implica la elaboración de una mermelada.
- En néctares, la utilización del estado de madurez denominado 'maduro suave' influyó principalmente en el color, con el cual se vió favorecido.

Así pues, el estado de madurez denominado 'maduro suave' es aplicable a los néctares principalmente.

2a. etapa: A pesar de que los tratamientos térmicos aplicados durante la elaboración del néctar (8, 10 y 15 minutos a 90°C) - y de las rebanadas en almíbar (10, 12 y 15 minutos a 90°C) son apropiadas para éste tipo de productos, no es posible señalar a alguno de ellos como óptimo, ya que:

- No se encontraron diferencias significativas entre ellos en cuanto a la evaluación sensorial aplicada se refiere.
- Los tres tratamientos aplicados en cada caso, fueron suficientes para controlar los problemas de posibles alteraciones microbiológicas y enzimáticas.
- Los resultados de los factores nutricionales son muy similares en - cada uno de los tratamientos aplicados.

Sin embargo, tomando como base los argumentos mencionados, es posible seleccionar por cuestiones de economía de energía al tratamiento de 8 minutos a 90°C en el caso de los néctares y de 10 minutos a -

90°C para las rebanadas en almíbar, puesto que los efectos son similares a los tratamientos proporcionados durante 10 y 15 minutos a la misma temperatura en un menor tiempo.

3a. etapa: La variedad Kent se puede canalizar principalmente a la línea de rebanadas en almíbar y néctares.

Aunque ésta variedad no se utilizó en la elaboración de cubos congelados, extrapolando los resultados correspondientes a los néctares y rebanadas en almíbar, cabría esperar un producto de excelentes características.

La variedad Keitt puede utilizarse principalmente en la elaboración de cubos congelados en almíbar. Además ésta variedad puede destinarse a la línea de néctares y mermeladas, ya que si bien la aceptabilidad obtenida no es comparable a la variedad Kent, si lo es con respecto a productos comerciales.

Cabe señalar, que de acuerdo a las experiencias del presente trabajo, resultaría de mucha utilidad profundizar en los siguientes aspectos:

- Optimización de procesos térmicos: Determinar los tiempos de muerte térmica de algún microorganismo termorresistente, relacionado a las características propias del producto, como por ejemplo, Bysochlamys fulva, así como las condiciones de proceso para la inactivación de la peroxidasa, en conjunción con la retención de vitamina C, dado que ésta última es más termolábil que los carotenoides.
- Congelación: Inactivación de las enzimas que producen los cambios indeseables en pulpa, tal como la peroxidasa y catalasa.

Selección de materiales de envase para los cubos congelados en almíbar, así como los estudios de vida de anaquel, incluyendo predicción de los mismos.

94.

Finalmente, restaría complementar el presente trabajo, con un estudio de evaluación técnico-económica para la instalación de una planta industrial, lo cuál se ve favorecido puesto que existe la infraestructura apropiada para ello en cuanto a materiales y equipo de fabricación nacional.

IX BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Adsule P.G.; Ro S.K. (1975). Studies on some important commercial varieties of mango of north India in relation to canning, -- freezing and chemical preservation of pulp. *Journal of Food Science and Technology, India* (12)5, 257-260.
- 2.- Anónimo (s/f). Proyecto para la instalación de una planta beneficiadora de mango en Actopan, Veracruz. Editado por Conafrut.
- 3.- Association of official analytical Chemists (1975). Official methods of analysis of the A.O.A.C. Twelfth edition Washington D.C. 20044.
- 4.- Avilés P.N. (1982). Actinización del jugo de piña. Tesis para obtener el grado de Maestría en Industrialización Frutícola. Conafrut. México.
- 5.- Baldry J.; Breag G.R.; Caygill J.C.; Cooke R.D.; Ferber C.E.M. -- Kanagasabapathy L. (1976). Alternative methods of processing mangos. *Indian Food Packer* 30(5)56-62.
- 6.- Brekke J.E.; Cavaletto C.G.; Stafford A.E.; Chan H.T. (1975). -- Mango: Processed products. Agriculture Research Service. USDA. ARS-W-23. 26 pp.
- 7.- Bongwoo R. and Bruemmer J.H. (1981). Change in pectic substances and enzymes during ripening and storage of "Keitt" mangos. *Journal of Food Science, Volume 46*, pp 186-189.
- 8.- Caygill J.C.; Cooke R.D.; Moore D.J.; Read J.J.; Passam H.C. -- (1976) The mango (*mangifera India L.*). Harvesting and subsequent handling and processing: an annotated bibliography. Tropical Products Institute. G. 107 V. 124 pp VSBN-0-85954-056-1.
- 9.- Colina Irezabal María Luisa (1981). Estudio sobre concentración

de pulpa de guanábana. Tesis para obtener el grado de maestría en Industrialización de Frutas. Conafrut, México, D.F.

- /10.- Comisión Nacional de Fruticultura. Subdirección de desarrollo -- comercial. Anuario estadístico 1975 - 1980.
- 11.- Comisión Nacional de Fruticultura (1974). El mango en México. Serie de investigaciones fisiológicas No. 3 SAG/MEXICO.
- /12.- Comisión Nacional de Fruticultura (1980). El mercado exterior - frutícola. Boletín bimestral-año 1-número 01. México, D.F.
- 13.- Comisión Nacional de Fruticultura (1975). Empaque e industrialización del mango en México. Serie de investigaciones fisiológicas No. 2 SAG/MEXICO.
- 14.- Comisión Nacional de Fruticultura (1975). Estudios preliminares en selección de mango. Serie de investigaciones fisiológicas No. 6. SAG/MEXICO.
- 15.- Comisión Nacional de Fruticultura (1973). Mango: Variedades -- Kent y Keitt. Tratamientos en postcosecha. Serie de investigaciones fisiológicas No. 2. SAG/MEXICO.
- 16.- Cruess W.Y. (1966). Commercial fruit and vegetable products. Mc. Graw Hill Book Company.
- 17.- Cruz Parra María Esther (1979). Desarrollo de productos de guanábana. Tesis Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- 18.- De Martín Zeno, Geromel E.D. (1971-1972). Influencia do sistema de tratamento térmico e da embalagem no processamento de mango Haden en calda. Coletanea do Instituto de Tecnologías de Alimentos Vol. 4.

- 19.- De Martín Zeno, Lynch Laurie J. (1968). Canning of mango nectar
Technical Memo. No. 4. Tropical Centre of Food Research and
Technology.
- 20.- De Martín Zeno, Lynch Laurie J. (1968). Canning of mango slices
Technical Memo No. 3. Tropical Centre of Food Research and
Technology.
- 21.- Frazier W.C. (1976). Microbiología de los alimentos. Ed. Acri-
bia. Zaragoza, España.
- 22.- Hulme A.C. (1971). The Mango, Chapter 6 in "The Biochemistry of
fruits and their products". Vol. 2. Hulme A.C. Academic Press
Inc. London.
- 23.- Herson and Hulland E.D. (1974). Conservas alimenticias. Funda-
mentos técnico-microbiológicos. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- 24.- Lafuente Bernardo. (1980). Apuntes del curso "Preconservación -
de zumos de frutas". Conafrut. México, D.F.
- 25.- León S.V.; Lima L. (1968). Acceptability of canned mango juice
from four varieties and three color stages of maturity. Philippi-
pine journal of science, 1966, (published 1968). 96(4) 401-409.
- 26.- Lopes Anthony (1981). A complete course en canning. Elementh
Edition. The canning trade. Baltimore, Maryland.
- 27.- Luh B.S., Feinberg B. and Chung J.I. (1975). Freezing of fruits.
Chapter 7 in "Commercial Fruit Processing", Woodroof J.G. and
Luh B.S. The AVI Publishing Company Inc. Westport Conn. U.S.A.
- 28.- Lund D.B. (1975). Heat transfer in foods. Part II. Physical
principles of food preservation. Chapter 2 in "Principles of
food science". M. Karel O.R.

- 29.- Morales de León Josefina (1976). Frutas tropicales, características y propiedades físicoquímicas. Rev. Tecnol. Alim. (México) 11, 205-233.
- 30.- Mukherjee S.K. (1973). History, origen and botany. Chapter 1 in "The mango a handbook. Indian Council of Agriculture Research. New Delhi.
- 31.- Nanjundaswamy A.M.; Seroja S. and Ranganna S. (1973). Determination of thermal process for canned mango products. Indian Food Packer. 27(6) 5-13.
- 32.- National Canners Association (1975). Alimentos enlatados. Principios para control del procedimiento térmico y evaluación de --cierres de envases. The Food Processors Institute. 1950 Sixth Street. Berkeley, California. 94710.
- 33.- Nickerson J.T.R. and Karel M. (1976). Preservation of food by -freezing. Chapter 49 in "The Food Processing Operations" Joslyn and Heid. Vol. III. The AVI Publishing Co. 2d. Edition. Westport Conn. U.S.A.
- 34.- Palaniswamy K.P.; Muthukrishnan C.R.; Shanmogavellu K.G. (1973) Studies on the evaluation of certain mango varieties of Tamil Nadu for canning. Indian Food Packer. 27(3) 9-14.
- 35.- Pflug I.J. and Esselen W.B. (1976). Food Processing by Heat Sterilization. Chapter 36 in "The Food Processing Operations" Vol. II, Joslyn and Heid. The AVI Publishing Co. 2d Edition. Westport Conn. U.S.A.
- 36.- Ponting D.S., Feinberg A. and Boyle F.P. (1968). Fruits: Characteristics and the Stability of the Frozen Products. Chapter 5 in "The Freezing Preservations of Foods, Vol. II. Tressler D.K.; Van Arsedel Wallace B.; Copley M.S. The AVI Publishing Company Inc. Westport. Conn. U.S.A.

- 37.- Ranganna S. (1977). Manual of Analysis of Fruits and Vegetable Products. Mc. Graw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- 38.- Rao P.V.S.; Prasad P.S.R.K.; Giridhar N. and Rao N. (1968). Evaluation of mango varieties of Andhra Pradesh for processing as slices, nectars and juices. Indian Food Packer 22(3) 11-17.
- 39.- Rauch (1965). Jam Manufacture. Leonard Hill Brooks. London.
- 40.- Saha, N.K.; Agarwal P.C.; Rodríguez R. (1976). Effect of ripeness level, storage period, processing conditions and ascorbic acid on flavour retention in canned Dusehri mango. Indian Food Packer 30(5) 87-91.
- 41.- Sánchez-Nieva F.; Rodríguez A.J. and Benero J.R. (1959). Processing and canning mango nectars. Bulletin 148. University of Puerto Rico. Agriculture Experimental Station. Rio Piedras, - Puerto Rico.
- 42.- Secretaría de Industria y Comercio (1965). Dirección General de Normas. Norma oficial de calidad para "Rebanadas de mango en almíbar" DGNF-104. 1965.
- 43.- Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial (1980). Norma Oficial Mexicana, NOM-F-57-5 1980. "Néctar de Mango". Dirección General de Normas.
- 44.- Stumbo C.R. (1973). Thermobacteriology in Food Processing. Academic Press Inc. New York.
- 45.- Suensson S. (1977). Inactivation of Enzymes During Thermal Processing. Chapter 11, Sess II. Physical, Chemical and Biological Changes Related to Different Time-Temperature Combinations, in "Physical, Chemical and Biological Changes in Food Caused by Thermal Processing. Tore Hoyem and Oskar Kuale (eds). Applied Science Publishers Limited. London.