

Z
Zejeu



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**ELABORACION DE UNA MERMELADA
DE TUNA (Opuntia ficus indica)**

**TESIS MANCOMUNADA
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICA FARMACEUTICA BIOLOGA
P R E S E N T A N :
MA. DEL CARMEN AGREDANO MORENO
ELENA PATRICIA CAMPOS CHAVEZ**



MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Jurado asignado.

Presidente Prof. OLGA VELAZQUEZ MADRAZO

Vocal Prof. ZOILA NIETO VILLALOBOS

Secretario Prof. MARIA VICTORIA COUTINO COVARRUBIAS

1er. suplente Prof. JUAN DIEGO ORTIZ PALMA PEREZ

2do. suplente Prof. HERMILA REYES MORALES

Sitio donde se desarrolló el tema:

Facultad de Química, UNAM. Laboratorio de Tecnología de Alimentos.

Asesor del Tema:



M. en C. ZOILA NIETO VILLALOBOS

Sustentantes:

MARIA DEL CARMEN AGREDANO MORENO

Agredano Moreno Ma del C.

ELENA PATRICIA CAMPOS CHAVEZ



Dice la frase mexicana:

"Al nopal solo lo vienen
a ver cuando tiene tunas".

DEDICATORIAS

A Dios, gracias, por permanecer en mi interior en todos los momentos de la vida.

Cuando dejamos de aprender y no evolucionamos, comenzamos realmente a morir.

A mis padres:

José Guadalupe Agredano Ruvalcaba

Lourdes Moreno de Agredano

Para ellos que todo lo merecen, ya
que con su cariño, dedicación y
esfuerzo me guiaron por el camino
de la superación.

A mis hermanos con cariño:

Lupita

Teresa

María Eugenia

Martha

Enrique, y

Estela.

A mis amigas:

Paty y Karina.

A mi Directora:

M. en C. Zoila Nieto Villalobos
con agradecimiento por conducirme
en la presentación de mi tesis.

AL HONORABLE JURADO.

A LA FACULTAD DE QUIMICA.

I N D I C E

	página
CAPITULO I.	
RESUMEN	1
CAPITULO II.	
OBJETIVOS	3
CAPITULO III.	
ANTECEDENTES	5
III.A. La Tuna.	6
III.B. Concepto de Mermeladas.	22
III.C. Igrredientes.	27
III.D. Técnica de elaboración de la mermelada.	46
III.E. Defectos del producto terminado.	49
III.F. Conservación de la mermelada	51
III.G. Determinación del tiempo de conservación de la tuna.	56
III.H. Desarrollo de la formulación y proceso.	59
III.I. Evaluación sensorial.	61
III.J. Determinación del nombre de marca.	64

CAPITULO IV

MATERIALES Y METODOS.	67
IV.A. Determinación del tiempo de conservación de la tuna.	69
IV.B. Desarrollo de la formulación.	71
IV.C. Analisis microbiológico de la mermelada.	76
IV.D. Pruebas de evaluación sensorial.	78

CAPITULO V.

RESULTADOS Y DISCUSION.	81
V.A. Análisis bromatológico de la tuna blanca.	82
V.B. Determinación del tiempo de conservación de la tuna blanca.	83
V.C. Composición química de la mermelada.	88
V.D. Desarrollo de la formulación.	90
V.F. Conservación de la mermelada.	91
V.G. Evaluación sensorial.	94
V.H. DETERMINACION DEL NOMBRE DE MARCA	108

CAPITULO VI.

ESTUDIO DE MERCADO.	113
---------------------	-----

CAPITULO VII.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	123
---------------------------------	-----

CAPITULO VIII.

APENDICE.

127

CAPITULO IX.

BIBLIOGRAFIA.

139

C A P I T U L O I

RESUMEN

RESUMEN.

El presente trabajo consiste en desarrollar un proyecto para la industrialización de la tuna blanca, estableciendo una alternativa para su aprovechamiento en la zona productora, para evitar el alto porcentaje de desperdicio que se presenta. El proyecto plantea transformar la tuna en mermelada, envasada en frascos de vidrio con capacidad de 325 gramos.

Con el proyecto se pretende lograr un aumento en el ingreso per cápita de los habitantes de las zonas tuneras, las que generalmente se localizan en regiones desérticas; y por lo tanto con recursos naturales muy escasos. Estableciendo las ventajas que pueda presentar para el agricultor y la localidad.

La CONAZA (Comisión Nacional de las Zonas Áridas) tiene establecido un proceso para la elaboración de la mermelada de tuna blanca; aunque con muchas deficiencias. Nuestro objetivo fué optimizarlo mediante el estudio del tiempo de conservación de la materia prima; los análisis bromatológicos tanto del fruto fresco como del producto final; el análisis microbiológico de la mermelada y el estudio de mercado.

C A P I T U L O II.

OBJETIVOS

II. OBJETIVOS.

Los objetivos de este trabajo fueron:

1. Aprovechar la tuna blanca (Opuntia ficus indica), desarrollando y optimizando una formulación de mermelada a nivel laboratorio, cuyas características sensoriales fueran similares a las mermeladas comerciales. La formulación lograda podría ser considerada como base para la elaboración de mermeladas, haciendo los ajustes necesarios en la formulación de acuerdo a la composición química general de la fruta en particular.
2. Evaluar sensorialmente la formulación final con respecto a otras mermeladas comerciales.
3. Establecer una alternativa para el aprovechamiento de la tuna en las zonas productoras, dado el alto porcentaje de desperdicio que se presenta.

C A P I T U L O · I I I .

ANTECEDENTES

III. LA TUNA.

III.A.1. HISTORIA DE LA TUNA.

Desde los primeros albores de la historia del hombre americano en las zonas desérticas y semidesérticas del Nuevo Mundo, las cáctaceas, al igual que las agaváceas, jugaron un papel muy importante en el sustento y la cultura de las primitivas tribus nómadas que recorrían estos territorios, influyendo en forma marcada en los procesos sedentarios y civilización de las mismas. Las cáctaceas fueron para los indígenas fuente de alimento, bebida, medicina y de materia prima para la construcción de viviendas, para la elaboración de toscas mantas, y para la manufactura de sus armas de caza y pesca, así como de diversas herramientas, adquiriendo estas plantas tanta importancia, que algunas llegaron a ser deificadas. (13)

Existe, entre los nombres que se les dan a las cáctaceas, algunos de procedencia Haitiana, como ejemplo la pitahaya, que significa "fruta escamosa" o bien de la tuna, que significa "agua", tales traducciones fueron traídas a nuestro país por los conquistadores. (10)

La relación original que trata por primera vez a las

cáctaceas se debe al Capitán B. Gonzalo Fernandez de Oviedo y Valdez (36), primer cronista del Nuevo Mundo; en su obra, "Historia General y Natural de los Indios" de 1535, dice en el capítulo XXVIII, titulado "De los Cardos de las Tunas e su Fructa", la cual en la provincia de Venezuela en la Tierra-Firme se llama Comoho, se refiere a las Opuntias.

La obra de Mateo Lobel (10), "Stirpium Adversaria Nova", edición 1570, ocupa un segundo lugar en la historia del conocimiento de las cáctaceas. Inserta un grabado de una opuntia en forma de árbol que denominó "Indiorum tunas ficifera", especie que según advierte, fue llevada de las Indias Orientales a España, Francia e Italia; al llegar a Europa, las frutas de aquellas plantas fueron conocidas popularmente con el nombre de Higos de las Indias.

En el siglo XVII, las cáctaceas comenzaron a figurar en las ciencias, pues las obras de los botánicos Clasius Bauhin, Hernández Townefort, Plumier, ya las mencionan. Entre estas obras cabe citar la del bótanico belga, Manuel Swaerts (13), titulada Florilegium Amplissimum et Selectissimum, impresa en 1612, en las que existen dibujos de un Melocactus y una Opuntia, y la de Basilio Besler (9), publicada en 1613 con el nombre de Hortus Erjstettensis, en la que existe un grabado de un gigantesco ejemplar cultivado, de Opuntia ficus-indica.

El historiador Francisco del Paso y Troncoso (43), en su artículo "La Botánica entre los Nahoas", atribuye el adelanto de los indios en las ciencias naturales (Botánica) y lo indica por necesidad de alimentarse y curarse con vegetales durante su vida errante y mas tarde al radicar en un sitio y perfeccionar la educación.

La afición de los mexicanos por la botánica no era privativa para los humildes, también los señores como Netzahualcóyotl, que hizo pintar en su palacio las flores mas raras y hermosas que habian en sus dominios; también menciona a Moctecuhzoma Xocoyotzin, gracias a su dedicación se instituyeron jardines botánicos en Telzocotzingo, Tenochtitlán, Chapultepec, El Peñón, Huaxtepec, Atlixco e Ixtapalapa.

Entre la vida económica, social y religiosa de los nahoas, las cactáceas tuvieron un papel muy importante, fueron el emblema del país, pues el escudo de la gran Tenochtitlán ostentaba airosamente un nopal. (10)

Los nahoas designaban las distintas especies de las opuntias o nopales en dos grupos bien definidos de cactáceas, el de los Nochtlis (tallos articulados, discoides y aplanados), y el de los Comitlis (tallos esferoides y algunos cilíndricos). (10)

El grupo de los Nochtlis, conocido también como Nopalli, comprendía diversas especies cuya designación se hacía añadiendo al radical Nochtli, varias terminaciones que precisaban su clase. Aquí quedarían las actuales especies Opuntia Nopales y Epiphyllum. (10)

Con el nombre de Nopalnocheztli (nopal = opuntia / nocheztli = cochinilla), eran conocidos los nopales en que se criaba la cochinilla, de los que se extraía la grana, uno de los colorantes para teñir telas. (10)

III.A.1.1. CLASIFICACION TAXONOMICA.

La familia cactácea es originaria de América y dos de sus generos Opuntia y Nopales, presentan especies que denominamos nopales. El género Opuntia es el más importante y a diferencia de los otros géneros de la familia cactácea, posee igual número de especies en ambos centros de distribución, al norte y sur del continente. De las 258 especies reconocidas, 100 se encuentran en México, agrupadas en tres tipos de acuerdo a sus características de producción: tunera, verdulera y forrajera. (46)

Clasificación Botánica de las Opuntias en general (46):

Reino	Vegetal
Sub-Reino	Embryophyta
División	Angiosperma
Clase	Dycotiledónea
Sub-Clase	Dialipétalas
Orden	<u>Opuntiales</u>
Familia	<u>Cactaceae</u>
Tribu	<u>Opuntiae</u>
Genero	<u>Opuntia</u>
Sub-Genero	<u>Platyopuntia</u>
Especie	<u>ficus indica</u>

III.A.1.2. CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS.

El cultivo del nopal se adapta a las zonas áridas y semiáridas; son plantas que desarrollan características adaptables a la escasa disponibilidad de agua, a las variaciones extremas de temperatura y en general a las diversas condiciones de esas zonas.

Existen especies con rangos altitudinales amplios, pudiendo desarrollarse desde el nivel del mar hasta 2700 msnm.; las distintas especies del nopal se desarrollan bien en cualquier tipo de suelo. Sin embargo, los

mejores rendimientos se obtienen en suelos de origen ígneo o suelos calcáreos pero con textura arenosa, profundidad media y con un pH de preferencia neutro o bien ligeramente alcalino, pero nunca ácido.

En general el nopal y otras cactáceas crecen bien en lugares donde las temperaturas medias anuales se aproximan a los 23 °C. Las poblaciones silvestres se distribuyeron principalmente en zonas con precipitación media anual de 150 mm o más, en climas semisecos o esteparios y con lluvias escasas.

El nopal se puede propagar mediante dos métodos: multiplicación asexual (pencas y fracciones de pencas) y multiplicación sexual (utilizando semillas). (46)

III.A.1.3. LA TUNA BLANCA ALFAJAYUCAN O REINA.

Tuna Alfajayucan: Grande, de forma oval, con ahuetes desde la base y espinillas, pulposa y muy jugosa, blanca amarillenta, cáscara verde-amarillo, por lo cual se clasifica comúnmente como tuna blanca. Se cosecha en septiembre y noviembre. (38)

La cicatriz receptacular ("ombligo") es pequeña y

generalmente se encuentra a nivel de la cáscara o ligeramente elevada. (38)

El peso promedio del fruto oscila entre 120 y 140 g; el número de semillas es relativamente alto; aunque éstas son pequeñas. El porcentaje de azúcares es superior al 14%, de los cuales el 8% son reductores. El contenido de vitamina C es 31.2 mg/100g. El hábito de crecimiento es arbustivo la forma de los cladodios varía de oblongos hasta largamente obovados. El color es verde-amarillento. La floración se presenta en los meses de febrero y marzo, por lo que año con año se presentan daños severos en las flores por las heladas tardías. Los daños pueden ser severos especialmente si hay dos heladas sucesivas en el mismo año. Dependiendo de la intensidad de la helada los cladodios pueden diferenciar nuevas yemas florales, aunque esto causa retraso en la maduración de frutos lo cual, altera el ciclo de floración y maduración. Presenta sensibilidad a plagas y enfermedades denominadas "oval de oro" y engrosamiento de cladodios. (38)

Los frutos presentan baja resistencia al manejo en postcosecha por lo que generalmente la producción se destina a mercados cercanos, como los del Estado de México y el Distrito Federal, aunque en ocasiones se destina a mercados mas distantes como Guadalajara, Jalisco. (38)

Cosecha del fruto. Los métodos usados en la recolección del fruto varía, según el objeto a que se destine.

Cuando se cosecha la tuna para el consumo inmediato o cuando debe ser trasladada al sitio donde se va a beneficiar, la operación se efectúa pelando o despegando la pulpa de su cáscara en el mismo nopal que se produce y sin separar la cáscara de la penca.

Con una filosa navaja se hace una incisión en el borde superior de la tuna (el tapón), prolongando el corte hacia abajo y en sentido curvilíneo, desprendiendo así una hoja angosta de la cáscara; luego se introduce los dedos índice, pulgar y medio de la mano izquierda forzando la abertura de la cáscara entre ésta y la pulpa, evitando el contacto con la espina de la primera y dejando libre la pulpa entre los dedos.

La incisión en la cáscara se hace únicamente hasta dejar descubierta la pulpa y sin desprender aquélla de la penca a la que está unida la tuna.

La operación se practica en el mismo nopal, en las pencas que estén al alcance del peón y en el caso opuesto es bajada la penca cargada de fruto; cortándola por la mitad con ayuda de una vara provista en su extremo de una navaja curva.

Este instrumento recibe el nombre de gancho. En seguida son sacudidas con ramas para desprender las espinas. El peón practica la operación hincando una rodilla en tierra y apoyando el pie libre en la penca y va extrayendo la pulpa a cada tuna.

Los peones desarrollan una habilidad y rapidez verdaderamente notables en esta operación, avanzando en su trabajo hasta cumplir determinadas tareas y cantidades de tunas peladas que han de suministrar, esto es cuando la tuna se va a emplear en la fábrica de melcocha o pulpa.

Preparación para el Mercado. - Cuando los frutos van a destinarse al mercado y transportarse lejos, se necesita más cuidado y precaución al cortar la tuna, que es desprendida con todo y cáscara de la penca con una navaja. En seguida hay que limpiarla de espinas para facilitar el manejo y consumo. El medio más común de hacerlo consiste en golpearlas y cepillarlas fuertemente con un manojo de zacate o con la hierba "vara blanca" (*Zaluzania angusta*), que abunda en el campo y crece al pie de los nopales y con la cual también se empaca.

Otro método de limpiar la tuna consiste en sumergirla en baldes con agua y agitarlas, entonces los ahuates o espinillas flotan y se tiran con el agua. Los ahuates son el obstáculo mayor para el fácil consumo y manejo de éste fruto.

El transporte se hace empacándolas en huacales de vara o cajas: cuando la tuna se va a transportar a distancias, hay que tener la precaución de evitar que se golpeen al cortarias o empacarlas y deben dejarse con las espinillas o ahuates que favorecen la conservación.

Conservación del fruto.- Las tunas se pueden conservar frescas, debido a la estructura particular de todas la cactáceas, resguardadas con esa fuerte cutícula que impide la evaporación y ataque de los insectos.

La duración de las tunas depende sobre todo de que haya sido cortada antes de su completa madurez y con cuidado de no golpearlas. Una tuna de tamaño regular en perfecto estado de madurez está compuesta por término medio de 55.8% de pulpa comestible y 39.2% de cáscara; la cantidad de semilla que contiene la pulpa representa el 5% del peso total del fruto.

Para el establecimiento de huertas dedicadas a la producción de tuna, se prefieren los climas semidesérticos con lluvias en verano, de precipitación media y no menor de 370 mm y humedad relativa del aire baja.

III.A.1.4. ZONAS PRODUCTORAS DE NOPAL DE TUNERO.

Las zonas áridas y semiáridas de nuestro país contienen grandes superficies cubiertas por especies de nopal, no obstante la explotación se ha venido practicando con poco conocimiento de las características más adecuadas de producción, aprovechando mínimamente las virtudes que como fruto, verdura o forraje, tiene este cultivo.

Las principales zonas productoras del país se concentran en el Distrito Federal y diez estados de la República, de los cuales cuatro lo cultivan con el fin de obtener verdura y el resto para tuna y forraje.

Respecto a las Áreas dedicadas al nopal tunero, estas se concentran principalmente en diez estados y en su mayoría en el estado de Zacatecas. De las 13,130 hectáreas dedicadas a éste cultivo el 31.5% se encuentra en el estado de Zacatecas. De las 201,501 toneladas totales producidas en promedio, cerca de 45,500 se obtienen en ésta región. (figura No. 1)

FIGURA No. 1



FUENTE: Dirección General de Información Agropecuaria Forestal y de Fauna Silvestre, S.A.R.H. 1993.

SUPERFICIE, VOLUMEN Y RENDIMIENTOS.

La mayor concentración de nopal de tuna se localiza en el estado de Zacatecas y la menor en Oaxaca; sin embargo, el mayor volumen de producción se localiza en el Estado de México, que junto con Jalisco superan el promedio de rendimiento y producción. Aguascalientes y Guanajuato tienen rendimientos inferiores a la media nacional por unidad de superficie, que es de 6.052 Ton/Ha. Este fenómeno se atribuye principalmente a la falta de aplicación de la tecnología para el mantenimiento de las plantaciones.

De la superficie total de 46,665 Ha cultivadas con nopal par uso humano, el 11% corresponde a verdura y el 89% a nopal tuna.

De la Producción total de 408,281 Ton, el 51% corresponde a nopal de verdura y el 49% a tuna, debido fundamentalmente a los promedios de rendimiento por Ha que son de 19.29% y 4.71% respectivamente. (cuadro No. 1 y figs. 2 y 3).

CUADRO No. 1

NOPAL TUNA

Estado	Superficie Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)
Aguascalientes	2,557	10,137	3.923
Coahuila	67	402	6.000
Durango	2	3	1.500
Guanajuato	123	644	5.236
Hidalgo	4,434	20,013	4.514
Jalisco	866	5,517	6.371
México	8,450	71,825	8.500
Michoacán	13	42	3.231
Nayarit	3	23	7.867
Puebla	1,038	8,395	8.088
Queretaro	124	250	2.016
San Luis Potosi	2,405	9,328	3.879
Zacatecas	12,946	73,471	5.675
Total	33,055	200,050	
Promedio			6.052

Fuente: Dirección General de Información Agropecuaria, Forestal y de Fauna Silvestre, S.A.R.H 1993.

FIGURA No. 2

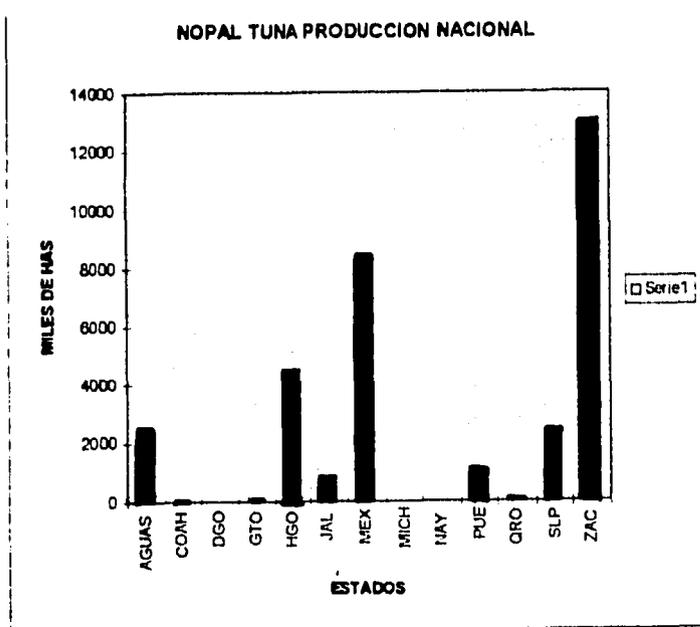
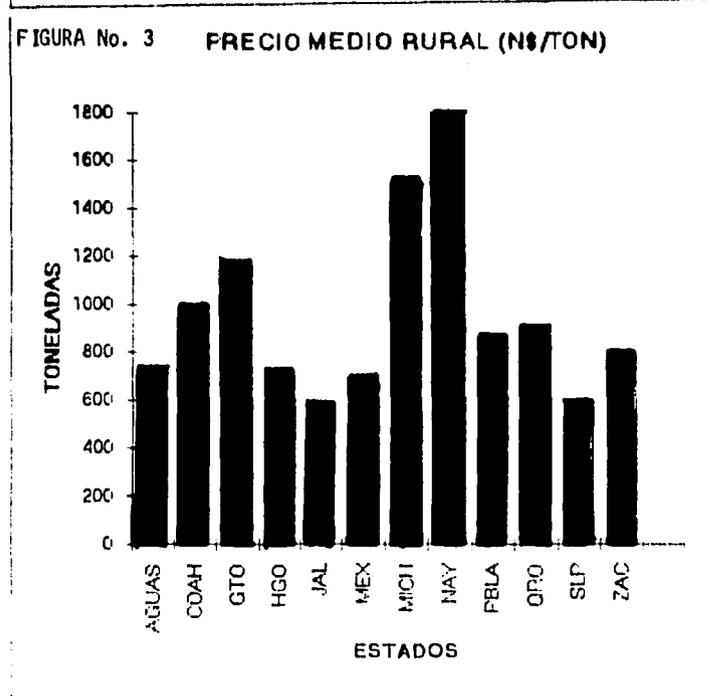


FIGURA No. 3

PRECIO MEDIO RURAL (N\$/TON)



FUENTE: Dirección General de Información Agropecuaria Forestal y de Fauna Silvestre, S.A.R.H. 1993.

III.A.1.5. ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA TUNA.

Los alimentos consumidos por el hombre son casi siempre, sistemas complejos de muy diversos componentes. Para su estudio y comprensión estos componentes se han dividido en dos categorías: macrocomponentes con tres grupos carbohidratos, lípidos y prótidos y microcomponentes con dos grupos minerales y vitaminas.

Como los alimentos se manejan en grandes cantidades requieren para su análisis métodos sencillos y baratos. Desde hace tiempo se ideó una marcha analítica que cumple con esos requisitos y que logra cuantificar de manera aproximada cuatro de los cinco grupos, en forma muy genérica y se conoce como análisis proximal.

Consiste en determinar humedad, cenizas, proteína cruda, grasa cruda y fibra cruda; y por diferencia se calculan los carbohidratos totales.

Contenido Nutricional de la Tuna Blanca.

Humedad	87.6	%
Cenizas	1.637	%
Grasa	0.164	%
Fibra	1.5	%
Proteínas	0.3	%
Carbohidratos		
asimilables	8.798	%
Energía	38	Kcal/100g
Ac. ascórbico	14	mg/100g

Fuente: El Sector Alimentario en México. 1993. INEGI.

III.B. CONCEPTO DE MERMELODAS.

La naturaleza ha dotado a los frutos de un conjunto de atractivos que difícilmente reúne otro tipo de alimento; el hombre en su búsqueda por preservar esta fuente alimenticia ha ideado la elaboración de diversas conservas dulces, entre las que se encuentran las mermeladas.

Con el nombre de confitura o dulce, se identifica todo aquel producto que se obtiene cocinando las partes comestibles de frutas frescas con azúcar o miel.

Una compota es aquella preparación en la que la solución azucarada tiene la consistencia de un almibar ligero. Cuando la consistencia del almibar es mayor el preparado se designa como fruta en almibar; algunos ejemplos de frutas en almibar son mangos en almibar, duraznos en almibar, etc. Cuando la solución azucarada se encuentra mezclada íntimamente con el fruto, el producto se considera como mermelada y cuando las porciones de fruta han sido trituradas finamente y se ha cocinado hasta conseguir una consistencia pastosa el producto se denomina ate (algunos ejemplos son ate de membrillo y de guayaba). Por otro lado cuando la preparación ha sido obtenida concentrando el jugo o el extracto acuoso filtrado de las frutas en presencia de azúcares, (sacarosa, glucosa) y presenta una consistencia semi-sólida gelatinosa, al producto se le denomina jalea. (27)

El cuadro No. 2 proporciona las cantidades promedio de los ingredientes necesarios para obtener aproximadamente 100 Kg de producto, así como la concentración final deseada:

CUADRO No. 2

MATERIA PRIMA	MERMELADA	JALEA	ATE	ALMIBAR
PULPA O JUGO	33 Kg	38 Kg A 18 Bx	73-79 Kg	75 Kg
AZUCAR	66 Kg	58 Kg	62-67 kg	25 kg
ACIDO CITRICO	290 g	200 g	280-240g	5 %
PECTINA 150®SAG	250 g	265 g	790 g	_____
Bx	65	66	70 a 76	22

En la antigüedad se preparaban las mermeladas exclusivamente con membrillo y miel de abeja, de donde derivó su nombre, proveniente del latín "melimelum", que significa "membrillo". En la actualidad el concepto de mermelada se

refiere al producto gelificado que combina esencialmente frutas y azúcar que por medio de cocción, alcanzan un sabor agradable y por el alto contenido final de azúcares se conservan fácilmente. (27)

Otras definiciones de mermelada estan a continuación:

- Agricultural Research Service de los Estados Unidos (11): dice que una mermelada es esencialmente una jalea en la cual los ingredientes son azúcar, jugo cítrico, pulpa y cáscara.

- Lapedes (30) define la mermelada como un producto generalmente hecho de frutas cítricas, similar a la jalea, hecho de jugo y cáscara preparados adecuadamente con azúcar. Se elabora siguiendo procesos similares a los de la jalea para alcanzar una estructura de gel.

Anon (5) incluye un margen de concentración de sólidos, diciendo que una mermelada es el producto que resulta de mezclar azúcar y pulpa de frutas molidas, finamente tamizadas, cocidas a una concentración de 63 a 65 grados Brix, hasta tener una consistencia untuosa semejante al puré.

Como puede observarse las definiciones anteriores tiene esencialmente el mismo concepto para mermelada, aunque la

última de ellas da idea de la cantidad de sólidos que una mermelada contiene o debe contener.

La ventaja característica de una mermelada es servir como medio de conservación del fruto, lo cual, permite consumirlo en cualquier época del año y darlo a conocer en lugares lejanos a las zona de producción. Una mermelada además es un producto de alta calidad que puede producirse a partir de frutos que por su tamaño o aspecto son difícilmente aceptados en el mercado en estado fresco y presenta la comodidad de no contener la porción del fruto que se desperdicia y de consumirse en la mesa sin requerir de preparación previa.

La industria de las mermeladas es el resultado del desarrollo y modernización de un proceso hogareño, que se ha llevado a gran escala bajo un estricto control para asegurar la uniformidad y alta calidad del producto; el equipo que se emplea varía ampliamente dependiendo de los medios disponibles y de los requerimientos del proceso. Los países que tienen mejor calidad y volumen de producción en mermeladas son: E.U.A., Italia, Francia y Reino Unido, éste último se especializa en mermelada de naranja agria, que tiene gran demanda en todo el mundo.

III.C. INGREDIENTES

III.C.1. LA FRUTA.

En la elaboración de mermeladas lo primero a considerar es la fruta, que será tan fresca como sea posible e iniciando su maduración. Con frecuencia se utiliza una mezcla de fruta madura y algo verde y los resultados son bastante satisfactorios. La fruta demasiado madura no resulta apropiada para preparar mermelada ya que la conserva no gelifica bien.

La fruta se recolecta cuando está seca y si se lava; se debe secar tanto como sea posible al pesarla.

Algunas frutas pueden destinarse a la preparación de mermeladas aunque es bajo su contenido en ácidos y pectinas, para lo cual suelen incorporarse ingredientes adicionales; la carencia de pectina puede ser corregida añadiendo pectina comercial.

La fruta destinada a la elaboración de mermelada se somete a procesos de selección, lavado y remoción de las porciones no comestibles.

III.C.2. PECTINAS.

Las pectinas constituyen un grupo muy importante de sustancias con gran interés en la tecnología de los alimentos.

En 1824 el químico francés Braconnot (12) analizando el camote (*Impomoea batata*) encontró una sustancia que precipitaba con la adición de ácido. Braconnot nombró al precipitado gelatinoso con la palabra griega pectys ("jalea"), en realidad se trata de un nombre genérico que abarca un grupo de sustancias íntimamente emparentadas (la sustancias pécticas). Estas sustancias llenan los espacios intercelulares, laminillas centrales, de los tejidos vegetales y se cree que están íntimamente relacionados con la celulosa. A esta forma precursora de la pectina, propiamente dicha se le llama protopectina o pectosa; la protopectina es insoluble en agua. Se ha supuesto que la protopectina es un hidruro de pectina o que está constituido por la unión de pectina y celulosa con la eliminación de unas moléculas de agua.

Kertesz (18) define el término general de pectina como: "aqueellos ácidos pectínicos solubles en agua, de contenido de éster metílico y grado de neutralización variables que son

capaces de formar geles con azúcar y ácido en condiciones adecuadas". La mayoría de la pectina que se produce en el mundo se obtiene de los cítricos, principalmente de la capa blanca esponjosa o albedo de la corteza del limón; ésta es la materia prima con mayor rendimiento y su pectina llega a tener grados de gelificación hasta de 300 a 350 grados SAG, (SAG, es un método que se usa para medir el hundimiento que puede sufrir un gel al aplicarle una fuerza, expresado en grados SAG.)

Cuando se calientan en agua acidulada, las sustancias vegetales ricas en pectinas, se libera protopectina probablemente a partir de la celulosa adherente, que se hidroliza y da pectina que se disuelve con rapidez y facilidad en el agua.

III.C.2.1 PROPIEDADES.

Las propiedades funcionales de las pectinas se relacionan con su peso molecular, grado de esterificación y contenido de ácido galacturónico. La pectina es un coloide reversible que puede disolverse en agua y precipitarse en alcohol, posee carga negativa y no tiene punto isoeléctrico; el factor determinante de su estabilidad es más bien la hidratación que la carga, ya que ésta última puede neutralizarse sin ocurrir coagulación, mientras que un agente deshidratante como el alcohol, la coagula.

La pectina seca es difícil de dispersar, cuando se introduce en agua las partículas hidratadas de la superficie forman una cobertura gomosa que disminuye la imbibición del agua de la pectina, es necesario mezclarla mecánicamente y combinarla con el azúcar para favorecer la dispersión.

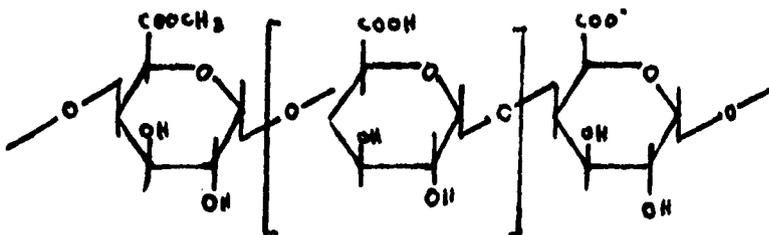
La viscosidad de la pectina dispersa en agua varía según su concentración, pH, las sales y el tamaño de la cadena poligalacturónica; la viscosidad disminuye con el aumento de temperatura y se incrementa con una mayor concentración de pectina, mayor polimerización de la molécula y con la presencia de sales solubles como las de cobre, hierro, aluminio, sodio y calcio, relacionadas con la concentración de iones hidrógeno.

La pectina como otros polímeros orgánicos es de baja estabilidad, los álcalis la destruyen aún a baja temperatura; la acidez la afecta bajo la influencia del calor. Las temperaturas superiores a 85 C hidrolizan la molécula sin la intervención de otro agente que provoque la reducción de su poder gelificante.

La pectina bruta contiene diversas impurezas como celulosa, pentosanas (arabanos), galactosanas y otros compuestos, pero puede purificarse mediante repetidas precipitaciones y redisoluciones.

La pectina se considera hoy como una larga cadena de moléculas de ácido poligalacturónico con grupos carboxilos parcialmente esterificados por alcohol metílico. (Figura No. 4).

FIGURA No. 4



Acido (1-4) D-Galacturónico

Representación de una porción figurada de la cadena galacturónica.

III.C.2.2. TIPOS DE PECTINA.

Comercialmente las pectinas se encuentran disponibles en tres tipos: de rápida gelificación, de lenta gelificación y pectina de bajo metoxilo. Los tipos de rápida y lenta gelificación se pueden adquirir bajo dos presentaciones tanto líquidos como en polvo, mientras que la pectina de bajo metoxilo se encuentra solamente en polvo.

El número de grupos metoxilo que posee una sustancia péctica desempeña un papel importante en la capacidad que tiene una pectina determinada para formar un buen gel. En la

naturaleza no existe aún un ácido pectínico completamente esterificado el cual debería contener teóricamente 16% de grupos metoxilos. Naturalmente se obtienen pectinas que contienen de 9.5 a 11.5% de grupos metoxilo, pero si se llegan a desesterificar hasta alrededor de un 8 % de metoxilos, se obtienen ácidos pectínicos mas apropiados para la preparación de geles.

El grado de metilación es la única propiedad determinante de la capacidad que tienen las pectinas para formar geles, depende también de otros factores como el tamaño de la molécula (la cual es difícil de determinar), las pectinas comerciales se clasifican en terminos de "grados de pectina", por lo que se entiende el número de partes de azúcar por cada una de pectina el cual formará un gel de una dureza adecuada, tomando en cuenta ciertos parámetros como un pH de 3.2 a 3.5, de 65 a 70 % de azúcar, y de 0.2 a 1.5 % de pectina.

a) Pectina de alto metoxilo.- Es aquella con grado de metilación mayor al 50% (rango normal 55-75%), para gelificar requiere azúcar y un pH alrededor de 3.0; esta pectina es la que más se utiliza comercialmente.

b) Pectina de bajo metoxilo. Es aquella con grado de metilación menor al 50% (rango normal 30-50%); gelifica en

presencia de iones calcio mediante enlaces cruzados con la molécula de pectina en un medio oxigenado y no requiere de azúcar ni ácido; esta pectina tiene especial valor en alimentos dietéticos.

El grado de metilación en las pectinas de alto metoxilo determina la velocidad relativa de gelificación:

a) Pectina de gelificación rápida o "rapid set".- Es la que más se usa en mermeladas, su rango de gelificación está entre el rango de pH de 3.0-3.5, y tiene la ventaja de suspender las partículas de fruta en todo el gel.

b) Pectina de gelificación lenta o "slow set".- Se emplea cuando se desea tener mayor tiempo para envasar y empacar el producto; su rango de gelificación está entre el rango de pH de 2.8-3.3, no gelifica antes de 30 minutos dando tiempo para que salgan las burbujas de aire del producto.

Las pectinas comerciales extraídas de cortezas cítricas son usualmente de alto metoxilo, de gelificación rápida y de 150 grados SAG.

Las pectinas se regularizan para asegurar que se obtenga siempre la misma firmeza en el gel, bajo condiciones

constantes; el tratamiento se hace mediante mezclas de pectinas con sacarosa y dextrosa hasta un grado de gelificación uniforme, este término expresa la cantidad de azúcar que puede soportar un modelo de gel bajo condiciones determinadas. El método que más se usa para determinar la fuerza de un gel o grado de gelificación es el método SAG que mediante un ridgelímetro mide la deformación del gel dentro de su límite de elasticidad. La mayoría de las pectinas de alto metoxilo se normalizan a 150 grados SAG, que significa que 1 kg de pectina requiere 150 Kg de azúcar para formar un gel modelo (65 grados Brix) en medio ácido.

III.C.2.3. FORMACION DEL GEL.

La estructura del gel regula la consistencia de una mermelada o jalea, su formación depende de la actividad acuosa y del balance de las cargas eléctricas en la pectina altamente hidratada y coloidalmente dispersa, es decir, que las moléculas polimerizadas que constituyen la pectina al estar en solución forman un coloide cargado negativamene, al adicionarle azúcar se establece una competencia por el agua entre la pectina y el azúcar, de esta manera el balance acuoso de la pectina se perturba, si además, se incrementa la acidez del medio, se reduce la carga negativa de la pectina y finalmente se aglomera, formándose una malla tridimensional de fibras donde están contenidos agua, azúcar y otros solutos.

Según estudios recientes el gel de pectinas de alto metoxilo refuerza su estructura mediante puentes de hidrógeno que le dan estabilidad. La formación de esta delicada malla explica porqué no debe agitarse o moverse una mermelada mientras el proceso de gelificación está ocurriendo, ya que la estructura puede romperse y afectar la textura final del producto.

La red del gel disminuye su capacidad de soportar líquidos conforme aumenta la concentración de azúcar. La continuidad de la malla y su densidad se incrementan con la concentración de pectina. La rigidez de la red aumenta al incrementar la concentración de azúcares y la acidez. De este modo, el gel tiene mayor firmeza en condiciones ácidas pero si el pH disminuye más de lo debido se afecta la elasticidad de la estructura y se forma un gel duro o hay exudación de líquido, fenómeno conocido como sinéresis; si el pH disminuye aún más puede llegar a hidrolizarse la pectina al grado de destruir el gel. En el caso contrario, cuando falta acidez se obtienen fibras débiles incapaces de soportar el líquido y el gel se rompe.

Así pues, las condiciones óptimas de pH para la formación del gel están alrededor de 3.2, en el rango usual de sólidos solubles que es de 67.5%. Cuando se trabaja con menor concentración de sólidos (60%) puede obtenerse un gel

al aumentar los niveles de pectina y ácido, y cuando se emplea un porcentaje de sólidos solubles mayor al óptimo se obtiene un gel viscoso.

El contenido de sales en el agua o en el jugo y fruto que se emplean, introducen otra variable en la formación del gel, pues intervienen como reguladores al reducir la acidez efectiva, al grado de inhibir parcial o totalmente la gelificación.

La cantidad de pectina que se requiere para formar el gel depende de su calidad, al usar la pectina comercial de 150 grados SAG, se necesita aproximadamente de 1% del peso total de la fórmula de pectina para obtener una estructura satisfactoria.

III.C.2.4. ADICION DE PECTINA.

La cantidad de pectina para una mermelada depende del contenido natural de sustancias pécticas en la fruta que se utiliza, se recomienda mezclar la pectina en polvo con un agente separador como sacarosa o dextrosa y disolverla en agua fría o caliente o en jugos de fruta. La pectina debe adicionarse casi al final del proceso para no debilitar su acción, evitando así aglomeraciones.

III.C.3. AZUCAR.

En la manufactura de mermeladas se emplea generalmente azúcar refinada de caña o remolacha, se llegan a usar otros edulcorantes como la miel, jarabe de azúcar invertido, azúcar de maíz o dextrosa, sin embargo, estos edulcorantes pueden presentar inconvenientes de solubilidad, cristalización, color o sabor, y el empleo más generalizado es el de la sacarosa obtenida de caña de azúcar, la cantidad agregada varía según la naturaleza de la fruta y el grado de dulzor deseado, una mermelada debe contener de 65 a 68.5% de azúcares totales, de ahí que debe emplearse azúcar de buena calidad, este ingrediente favorece la conservación del producto y tiene un efecto correctivo sobre la acidez. El color del azúcar se toma en cuenta sólo para mermeladas de tonalidad clara.

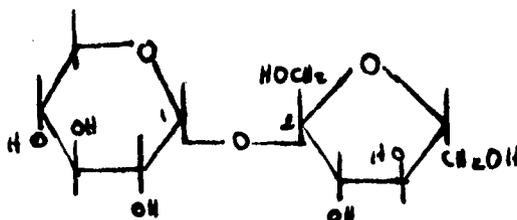
La sacarosa es un carbohidrato cuya fórmula general es $C_{12}H_{22}O_{11}$. Es un disacárido formado por glucosa y fructuosa y es el edulcorante nutritivo más popular en el mundo.

La sacarosa se compone de dos hexosas distintas, alfa-glucosa y beta-fructuosa, la primera en forma piranosa y la segunda en forma furanosa. El enlace glucosídico entre los dos primeros átomos de carbono es α 1:2. por lo tanto la

sacarosa no posee grupo carbonilo libre, de aquí que ni reduzca el reactivo de Fehling ni se combine con el dióxido de azufre, ni con los aminoácidos.

La fórmula estructural de la sacarosa fué establecida por Haworth en 1927. (Figura No. 5)

FIGURA No. 5



Sacarosa: 2-D-glucopiranosil-8-D-fructofuranósido.

La sacarosa sufre un cambio químico durante la cocción en el medio ácido de la mermelada, convirtiéndose de un azúcar no reductor a dos azúcares reductores, la dextrosa levulosa, que se conocen como azúcar invertido, su presencia en la mermelada retarda o impide la cristalización de la sacarosa, razón por la cual debe mantenerse un equilibrio sacarosa-azúcar invertido. La baja inversión provoca cristalización del azúcar de caña y la elevada inversión

produce granulación de la dextrosa. El porcentaje óptimo de inversión está entre 35 y 40% del azúcar total en la mermelada y para controlar este grado de inversión es necesario manejar tres factores: pH, temperatura y tiempo de cocción. En la concentración al vacío ocurre poca inversión de la sacarosa.

La manera de adicionar el azúcar en el proceso puede ser en estado sólido o bien, en solución acuosa como jarabe. Cuando se agrega en forma sólida hay una ligera caramelización que da un gusto especial a la mermelada, a veces deseable; sin embargo, la adición como jarabe es mas ventajosa pues se controla con mayor exactitud la cantidad agregada, se eliminan impurezas del azúcar en la filtración y finalmente se mejoran el color y estabilidad del producto.

Una opción para mejorar la estabilidad de la mermelada es sustituir del 5 al 15% del azúcar por glucosa, la cual es ligeramente dulce, incolora y de alta viscosidad; al agregarse a la mermelada le imparte mas brillo, retarda la cristalización e impide la exudación del gel, conviene agregarla cuando se desea disminuir la dulzura del producto, su adición se hace un momento antes de terminar la cocción para acelerar el enfriamiento.

III.C.3.1. PRESION OSMOTICA.

Es una propiedad inherente que poseen las soluciones de azúcares independientemente de la existencia de una membrana. Esta característica es importante porque dichas soluciones se utilizan para deshidratar frutas y vegetales, permitiendo su conservación. El efecto se debe a que la sacarosa en solución se hidrata disminuyendo el agua libre, lo que ocasiona una diferencia de actividad de agua entre el medio y el alimento, siendo mayor en este último; por esa razón se lleva a cabo una difusión de agua de la región de mayor actividad a la región de menor actividad. Un gramo mol de sacarosa en un litro de solución a temperatura ambiente, presenta aproximadamente una presión osmótica de 22.4 atmósferas.

III.C.3.2. ACTIVIDAD DE AGUA.

(a_w) o humedad disponible:

Es una propiedad de los alimentos, que está relacionada con el desarrollo microbiano y con la actividad enzimática normal de los mismos. Las soluciones de azúcar muy especialmente la de sacarosa presentan la capacidad de disminuir esta actividad de agua, efecto que es muy importante para la preservación de alimentos y es debido a la formación de hidratos. Es importante señalar que esta

propiedad depende directamente del agua presente en tal forma en las soluciones de los alimentos. La actividad de agua es definida como la relación de la presión de vapor de una solución entre la presión de vapor del agua. Las mermeladas debido a su alta concentración de azúcar tienen una a_w de 0.86.

III.C.4. ACIDEZ.

La presencia de ácido en una mermelada como se ha mencionado, influye en la formación del gel y la inversión del azúcar. La gelificación depende de la acidez activa del medio, expresada como pH y es necesario ajustarlo según lo requiera el fruto empleado. El valor de pH varía generalmente entre 2.6 y 4.1, y los límites estrictos en que se trabaja un lote de mermelada son de 2.9 a 3.45, un cambio de pH de 0.05 puede influir significativamente en las características finales del producto.

La baja acidez de un fruto se eleva por adición de ácidos como cítrico, tartárico, fosfórico y láctico. En los casos de acidez excesiva se pueden usar sales, como reguladores de pH, se emplean generalmente el carbonato de calcio, sulfato de sodio y citrato de sodio, sin embargo, estas sales deben usarse con discreción porque pueden impedir la gelificación de la mermelada.

III.C.5. CONSERVADORES.

Las conservas de frutas constituyen un magnífico método de preservación y si una mermelada se elabora y envasa en condiciones adecuadas, no requiere tratamiento de esterilización además, una mermelada esta clasificada dentro de los alimentos altos en acidez y como tal, los microorganismos que pueden causarle problemas son las bacterias acidúricas, las levaduras y los hongos, por lo que debe cuidarse en estos aspectos.

Las bacterias acidúricas más frecuente en este caso, incluyen esporuladas, generalmente Gram positivas, tanto cocos como bacilos. Los hongos están ampliamente difundidos en la naturaleza y son comunes en el polvo y la tierra, de ahí que rsulte de gran importancia el lavado cuidadoso de los frutos para mermeladas.

Las levaduras se desarrollan con facilidad en los utensilios y equipo de manufactura, por tanto deben mantenerse las prácticas de limpieza y sanidad en una planta industrial de mermeladas.

Los conservadores son aquellas sustancias capaces de prevenir, retardar o detener el proceso de fermentación, putrefacción u otra alteración de los comestibles o bebidas, causadas por enzimas y microorganismos.

- Modo de acción de los conservadores.

Los ácidos empleados en los alimentos retardan el crecimiento de los microorganismos, sin embargo, el efecto de los conservadores ácidos no puede atribuirse a su acidez ya que se trata generalmente de ácidos débiles como el ácido benzoico. Se sabe que la forma no disociada del ácido es la que tiene actividad antimicrobiana y por lo tanto el pH tiene un efecto decisivo en su efectividad.

Entre los ácidos relativamente fuertes que pueden considerarse como conservadores están el tartárico, el cítrico y el láctico que actúan principalmente debido a la disminución del pH de los alimentos.

Los ácidos mas débiles como el benzóico, sórbico y propiónico tienen un efecto que depende de la naturaleza antimicrobiana de la molécula no disociada.

Los parabenos son un grupo de compuestos que se forman, al esterificarse, el ácido para-hidroxibenzoico con cadenas de alquilo, principalmente metilos, etilos, propilos y butilos. La actividad antimicrobiana de los parabenos se incrementa al aumentar el tamaño de la cadena del grupo alquilo; sin embargo, su solubilidad disminuye y por esto los de cadena larga son poco usados. El intervalo de pH de

actividad es mucho más amplia que el de los benzoatos, ya que son activos hasta un pH de 9, pues no se disocian aún en condiciones muy alcalinas.

- Requerimientos en el uso de conservadores:

Antes de considerar un conservador químico para su uso en la industria de los alimentos, se deben tomar en cuenta ciertas propiedades:

- a) Que ayude a prolongar la vida del alimento.
- b) No debe ser tóxico.
- c) No debe impartir sabor, olor, color, textura extraña, cuando se use en los niveles requeridos.
- d) Debe ser fácilmente soluble.
- e) Debe presentar propiedades antimicrobianas en el rango de pH del alimento en que se usa.
- f) Debe ser económico y práctico de usar.

- Conservadores de uso común.

Entre los conservadores más usados se encuentra el ácido benzoico que tiene una inhibición microbiana a pH de 2.5 a 4. Se prefiere la sal sódica por la baja solubilidad en agua del ácido libre. El benzoato de sodio y el ácido benzoico no son peligrosos pero debe cuidarse que no exceda el 0.1% , que es el máximo permitido para mermelada de frutas; según la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT).

El ácido libre y los benzoatos son efectivos contra hongos y levaduras que contra bacterias.

El ácido sórbico y sus sales tienen mayor efectividad contra levaduras y hongos, siendo menos activos contra bacterias. Su margen de efectividad llega hasta pH de 6.5, considerablemente arriba de propionatos y benzoatos de sodio. Pueden ser usados en dosis de 0.025 a 0.1% máximo permitido para mermeladas de frutas, según Norma COPANT.

El ácido sulfuroso inhibe levaduras, hongos y bacterias. Los sulfitos destruyen la tiamina por lo cual no deben usarse en alimentos que sean fuente de esa vitamina; es más tóxico para hongos y bacterias que para levaduras. Se usa para evitar el oscurecimiento en el procesado de frutas en una proporción de 100 a 200 ppm.

Entre otros conservadores se encuentran los alquil esterres del ácido para-hidroxibenzoico (parabenos) que comprenden un grupo de agentes antimicrobianos los cuales han sido empleados ampliamente en productos cosméticos y farmacéuticos. Los parabenos son mas activos contra hongos y levaduras y menos efectivos contra bacterias especialmente bacterias gram-negativas.

Bajo las normas de la Food and Drug Administration, el metil y propil parabenos son generalmente reconocidos como

seguros cuando se usan como conservadores químicos de alimentos, con límites totales de adición de 0.1%. Tanto el metil como el propil parabeno son incluidos entre los ingredientes opcionales permitidos en jaleas y mermeladas de fruta endulzadas artificialmente, pero no están autorizados para ser usados en mermelada, jaleas y conservas endulzadas con azúcar.

III.D. TECNICA DE ELABORACION DE LA MERMELADA.

La tecnología en la manufactura de mermeladas presenta muchas variantes en función del fabricante, del volumen de producción y del tipo de fruta empleado. El proceso requiere controlar principalmente el contenido de sólidos solubles, la acidez y pH de la mermelada, así como el equilibrio sacarosa-azúcar invertido. El contenido de sólidos solubles representa en su mayor parte, la proporción de azúcares presentes; en cuanto la inversión del azúcar se toma como referencia la cantidad final de sacarosa que debe ser mayor en un 60 a 75 % a la del azúcar invertido.

Al'Condiciones de cocción.

La cocción se combina con la adición de agua, que debe hacerse en la cantidad estrictamente necesaria para alcanzar la concentración final deseada con el mínimo tiempo de cocción para favorecer el color y sabor natural del producto.

La temperatura de cocción está influida por la densidad de la mezcla y la presión dentro de la paila, con esta base se fija el tiempo necesario para alcanzar la concentración de la mermelada, la cual debe retirarse inmediatamente de la paila al terminar la cocción para no incrementar la inversión del azúcar.

- Cocción en paila abierta.

Se carga la paila con el fruto, jugo o pulpa, se añade el agua y la mitad del azúcar; se hierve la mezcla en continua agitación durante 3-4 minutos; se agrega el azúcar restante y se continúa la cocción hasta acercarse al punto final, entonces se adicionan el ácido y la pectina, se lleva a la concentración final de sólidos solubles y se descarga el producto. El tiempo total de cocción es de 10 a 20 minutos.

B) Tratamiento final.

Cuando el proceso de cocción se hace en paila abierta el producto terminado tiene una temperatura mayor a los 100°C y para evitar la inversión excesiva o la caramelización, se somete a enfriamiento, generalmente con agua fría circulante.

Es conveniente revisar el producto antes de envasarlo por lo cual, se descarga a una mesa de inspección donde

resbala mientras es observado por un operador, después pasa a la máquina envasadora. La temperatura de envasado debe ser de 82 a 85°C para lograr un vacío eficiente, si la mermelada pierde temperatura en la inspección se bombea hasta un intercambiador de calor para que recupere la temperatura necesaria.

La mermelada se coloca generalmente en envases de vidrio que al igual que las tapas se lavan previamente, se pasan a la máquina envasadora donde cae la mermelada a través de boquillas inyectoras, que se ajustan con un tornillo micrométrico para graduar automáticamente la cantidad a envasar. Esta operación al realizarse en caliente, permite que se genere una presión de vapor de casi una atmósfera en el espacio libre del envase, que debe ser del 6% aproximadamente del volumen total, de forma que al cerrar rápidamente y enfriar se produce vacío en su interior además, en el momento de tapar el envase se lanza un chorro de vapor que desplaza el aire del espacio de cabeza del recipiente, el vapor se condensa después y así se garantiza el vacío.

Al terminar se revisan el sellado y la limpieza exterior del envase, posteriormente es necesario un enfriamiento para que la mermelada gelifique, con este fin los frascos se conducen mediante bandas transportadoras hasta un túnel provisto de corriente de aire, por donde pasan lentamente y

al salir el producto ya gelificado tiene una temperatura de 20 a 25°C. Después se etiquetan los frascos, este paso puede hacerse automáticamente con máquinas que fijan en una sola operación una o más etiquetas. El producto terminado se conduce a la inspección final y al embalaje, éste suele hacerse en cajas de cartón corrugado con separaciones para cada unidad, con objeto de evitar rupturas durante el manejo. Las cajas se cierran y permanecen en el almacén a temperatura ambiente hasta el momento de ser distribuidas.

III.E. DEFECTOS DEL PRODUCTO TERMINADO.

La diversidad de variantes que intervienen en la manufactura de una mermelada exige un control de calidad continuo. Las causas de los problemas más comunes son:

A) Gel débil.

Puede resultar por cocción prolongada, acidez excesiva o falta de acidez, bajo contenido en sólidos solubles, presencia de sales minerales en exceso, carencia o insuficiencia de pectina, fórmula mal equilibrada (pectina-azúcar), disolución incompleta o inapropiada de la pectina, enfriamiento final acentuado, éste último produce la "ruptura del gel".

B) Sinéresis.

La sinéresis, comúnmente denominada "llorado", puede ocasionarse por acidez elevada, deficiencia de pectina, exceso de agua o exceso de azúcar invertido.

C) Cambio de color.

La cocción prolongada provoca caramelización del azúcar o afecta a la clorofila del fruto y hay obscurecimiento; también pueden causar cambios de color; el enfriamiento insuficiente después del envasado, el empleo excesivo de sales reguladoras y la contaminación con metales; al respecto la presencia de fosfatos u oxalatos de magnesio y potasio producen enturblamiento; el estaño, el hierro y las sales de ambos originan obscurecimiento o aspecto lechoso en el producto.

D) Cristalización.

La acidez excesiva aumenta la inversión del azúcar y hay granulación de la dextrosa, la baja acidez cristaliza la sacarosa; deben evitarse también el exceso de cocción y la permanencia del producto en la paila al terminar el proceso.

E) Endurecimiento o encogimiento de la fruta.

La fruta o piel con insuficiente precocción permanece dura y al ebulir en jarabe concentrado no tiene capacidad de absorber el azúcar, este problema es común en mermeladas de fruta de cítricos. También hay endurecimiento si la precocción de la fruta o piel se hace en agua de dureza elevada.

F) Flotación.

Este fenómeno se presenta por la diferencia de densidades entre el medio y las porciones de fruta o piel. Puede evitarse usando pectina de gelificación rápida; en el caso de cocción al vacío se recomienda romperlo al final de la cocción para forzar la entrada del jarabe a los tejidos de la fruta, parcialmente vacíos, con lo cual se aumenta su peso y se evita la flotación.

III.F. CONSERVACION DE LA MERMELADA.

La conservación de una mermelada está favorecida por varios factores:

- Concentración de sólidos solubles.

El azúcar es el agente más importante en la conservación de las mermeladas, su concentración de alrededor de 68% es un medio hostil para el desarrollo de microorganismos, pues al disminuir la actividad acuosa se impide a los microorganismos aprovechar el agua contenida en el medio.

- Concentración de ácidos.

La mayoría de las bacterias tienen su pH óptimo de crecimiento en la región de la neutralidad y son incapaces de desarrollarse en un pH menor de 4.5, mientras que los hongos y levaduras se desarrollan mejor en una acidez ligera (pH de 5.6), pero pueden tolerar hasta un pH de 2.0 o menor, y son estos microorganismos los que más problemas pueden causar en una mermelada, que tiene alto contenido de ácido cítrico y pH aproximado a 3.0. La ventaja que existe en ese caso, es que la mezcla de azúcar y ácido ejerce una acción fuertemente inhibitoria (27).

- Efectos del calor.

Las formas vegetativas de bacterias, levaduras y hongos se destruyen casi instantáneamente a 100 °C, de modo que no son un problema en las mermeladas cocidas en paila abierta,

la cocción al vacío (60 C) representa mayor riesgo pero diversos estudios demuestran que cuanto más bajo es el pH, menor es el calentamiento requerido para prevenir alteraciones por microorganismos. La velocidad de destrucción por calentamiento está en función del tiempo y temperatura empleados; la causa de la muerte aún no está definida pero se acepta que sucede por coagulación de las proteínas celulares de los microorganismos, lo cual se favorece también por el pH ácido.

- Envasado.

Para complementar la conservación de una mermelada debe considerarse el tipo de recipiente, el vidrio es el material tradicional para este producto, tiene la característica de ser inerte y el inconveniente de ser susceptible a fracturas, pero compite ventajosamente con otros materiales de envase. El cierre hermético que se aplica al envase de vidrio debe cumplir varias funciones, como la de sellar el recipiente y prevenir el derrame del contenido, para esto se requiere que la tapa tenga una junta sellada en el punto de unión con el envase, que puede ser una arandela blanda de goma; la tapa también debe ser inerte al contenido y es preferible que sea de plástico.

En cuanto al método de envasado es conveniente aplicar un vacío parcial para restringir el crecimiento de microorganismos aerobios, lo cual es importante en productos que reciben un proceso térmico de bajo valor letal. El contenido mínimo de oxígeno en el espacio superior del recipiente ayuda a proteger el color y sabor del alimento y favorece la retención de las vitaminas presentes, además retarda la corrosión de las tapas metálicas.

- Almacenamiento.

Una mermelada procesada correctamente tiene posibilidades remotas de sufrir alteraciones, no obstante, para prolongar su vida de anaquel es aconsejable mantener el producto en un ambiente fresco, pues aunque no requiere refrigeración, está comprobado que una temperatura de almacenamiento elevada afecta las cualidades sensoriales y nutritivas de un alimento.

- Uso de conservadores.

En la actualidad el interés por dar seguridad en los alimentos industrializados ha incrementado el uso de aditivos; para la elaboración industrial de una mermelada es preferible incluir algún preservador químico que reduzca las posibilidades de alteración microbiológica, ya que debe

considerarse que el producto se distribuye en zonas y circunstancias diversas, donde probablemente existen temperaturas elevadas o ambiente húmedo que favorecen el desarrollo microbiano.

La elección del conservador se basa en el rango de pH en que actúa, además debe ser fácilmente soluble, no tóxico, económico, práctico, efectivo y no debe impartir cambios a las cualidades sensoriales del producto, estos requisitos los reúne el benzoato de sodio, aplicado en las cantidades que legalmente se aceptan, por lo que es el conservador que con frecuencia se elige en la manufactura de conservas de fruta. El ácido benzoico es estable en medio ácido y su óptima inhibición microbiana es en pH de 2.5 a 4.0, sin embargo, por la baja solubilidad en agua del ácido libre se prefiere el uso de su sal sódica.

El benzoato de sodio es más efectivo contra levaduras y hongos que contra bacterias, se utiliza en concentraciones hasta de 0.1% y no se considera tóxico, ya que no se acumula en el organismo y los estudios al respecto demuestran que aún el consumo de 4 gramos al día no es perjudicial, además su empleo no afecta el valor nutritivo del alimento.

III.G. DETERMINACION DEL TIEMPO DE CONSERVACION DE LA TUNA

El tiempo de conservación de un fruto se establece almacenándolo en condiciones determinadas y constantes hasta alcanzar un grado de calidad deficiente, registrando los cambios en sus características, hasta que deje de ser aceptable. (33)

Los factores que intervienen en la rapidez de descomposición de un fruto para determinar su calidad puede dividirse en dos grupos de acuerdo a su origen.

1.- Los que corresponden al estado general de los frutos que se van almacenar, como son:

a) Hidrólisis de macromoléculas. Por lo que aumenta el contenido de mono y disacáridos el de ácidos pécticos y disminuye el de taninos.

b) Descomposición de la clorofila.

c) Formación de nuevos pigmentos rojos y amarillos (en el caso de la tuna se forman: betanina, isobetanina y betaxantina).

d) Disminuye el contenido de algunos ácidos (en la tuna especialmente ácido cítrico).

e) aumenta el contenido de esteres, aldehidos y cetonas.

Todas estas transformaciones determinan el color, consistencia, sabor y aroma del fruto al madurar.

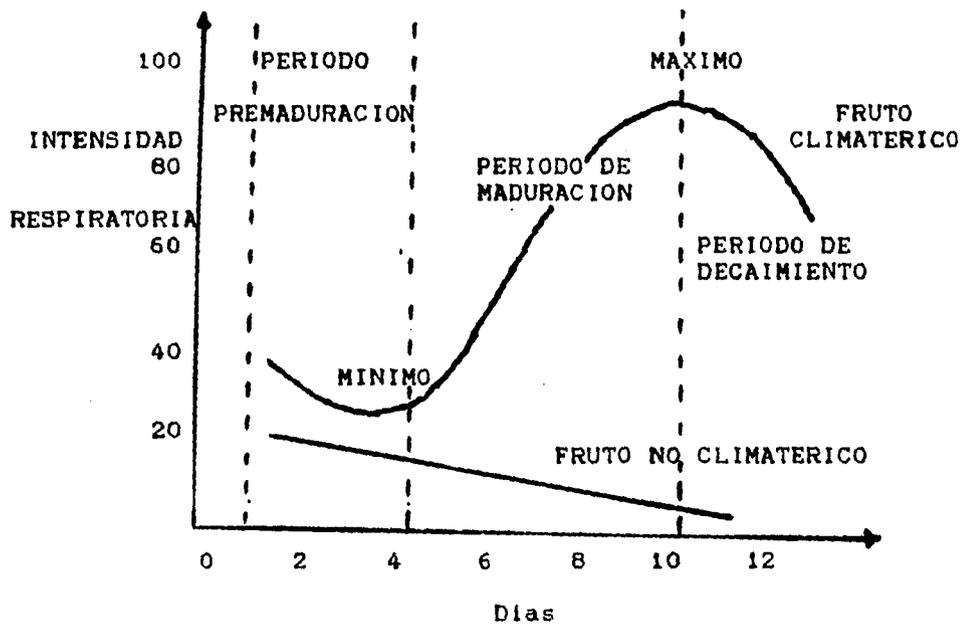
2) Los frutos que siguen un ciclo de maduración en el cual la intensidad disminuye hasta llegar a un mínimo, luego vuelve a subir hasta un máximo, para bajar por último hasta desaparecerse, reciben el nombre de "frutos climatéricos". Este grupo se caracteriza por tener la facultad de madurar después de cosechados, lo que no ocurre con los frutos llamados "no climatéricos" que deben cortarse maduros.

En el figura No. 6 se ilustra el comportamiento de los frutos "climatéricos y no climatéricos".

Los frutos y legumbres pueden almacenarse sólo el tiempo que se conservan vivos y con capacidad de resistir al ataque de los microorganismos.

FIGURA No. 6

DIFERENCIAS EN LA VARIACION DE INTENSIDAD RESPIRATORIA
ENTRE FRUTOS CLIMATERICOS Y NO CLIMATERICOS



Datos tomados de: Molinas, M. "Frigoconservación y Manejo".
Ed. AEDOS. Barcelona, Esp. (1970).

III.H. DESARROLLO DE LA FORMULACION Y PROCESO.

A) Especificaciones de la mermelada.

- Características Sensoriales:

1) Apariencia.- Debe ser agradable, no debe quedar oscura y debe conservar el color natural del fruto. No debe presentar burbujas de aire atrapadas, ni cristalización en el medio; debe evitarse la sinéresis del gel.

2) Consistencia.- La gelificación debe ser suficiente para permitir el desplazamiento del medio, sin licuarse como jarabe o solidificarse como jalea. No debe presentar grumos de pectina o cristales de azúcar.

3) Sabor.- debe conservarse el sabor fresco y natural de la tuna, evitando sabores extraños, a cocido o picante. El grado de dulzura debe ser satisfactorio.

4) Aroma.- Se necesita conservar el aroma de la tuna natural, sin olor a fruta cocida.

FALLA DE ORIGEN

- Especificaciones de la formulación. (35)

1) Pectina.- Si se requiere, puede utilizarse pectina comercial en polvo, de 150^oSAG, de gelificación rápida, en 1% aproximadamente del peso total de la fórmula.

2) Acidos.- Estos pueden añadirse aislados o mezclados: cítrico, láctico, tartárico y málico o jugo de limón, para compensar su deficiencia en el fruto y ayudar al gel.

3) Edulcorante.- Debe emplearse azúcar (sacarosa) blanca refinada, para favorecer el tono claro en la mermelada; puede agregarse granulada o en forma de jarabe. Si se requiere puede utilizarse un máximo de 25% del edulcorante en forma de glucosa.

4) Conservador.- Puede utilizarse como medida de seguridad, para la calidad sanitaria del producto en 0.1% máximo; es recomendable emplear benzoato de sodio.

5) Saborizante y colorante.- Debe evitarse su empleo; legalmente en México se permite emplear colorante en mermeladas, pero es preferible no hacerlo.

FALLA DE ORIGEN

6) Otras especificaciones:

- pH final, en el rango de 3.0 a 3.4.
- Contenido final de sólidos solubles, de 65% a 68%.
- Proporción fruta-azúcar:
Fruta desde 31 hasta 50%, azúcar desde 69 hasta 50%. (35)

III. I. EVALUACION SENSORIAL.

La evaluación sensorial se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, ingrediente o modelo, las cuales son percibidas por los sentidos humanos. Entre dichas características se pueden mencionar: la apariencia, olor, gusto, textura, sonido, etc.

La evaluación sensorial es multifacética, recurre al estudio y los fundamentos de disciplinas bien establecidas, tales como la psicología, fisiología, química, física y estadística.

Entre los métodos de evaluación sensorial están las pruebas de tipo analítico y la pruebas de consumidor.

Las pruebas de tipo analítico deben efectuarse en laboratorios y deben ser ejecutadas por jueces entrenados.

Dentro de este grupo están los sensitivos, cuantitativos y las cualitativas.

Con respecto a las pruebas de consumidor (cuadro No. 3), éstas deben ser aplicadas en individuos representativos de quienes emplearán el producto.

CUADRO No. 3

METODOS AFECTIVOS (en el nivel consumidor)		
A. Aceptación	B. Preferencia	C. Hedónico
Aceptación rechazo cuando no hay opciones.	Selección entre dos o mas opciones	Nivel de agrado

En las evaluaciones a nivel consumidor deben presentarse las muestras preparadas con la misma receta, en que habitualmente se consume; es aconsejable que se asegure de que los recipientes no impartan olores o sabores a las muestras, de lo contrario se introduce una variable no controlada y puede distraerse la atención de los jueces.

El juez consumidor debe ser precisamente, un consumidor del producto en estudio; y comunicará al investigador su punto de vista con respecto a:

- a) Su aceptación o rechazo de una o varias muestras.
- b) El orden de su preferencia al confrontar varias muestras.
- c) Nivel de agrado de las muestras que se le presentan.

Debido a que las respuestas son subjetivas o acordes con puntos de vista personales, es de esperarse que la variación entre los consumidores sea muy amplia, por lo cual se requiere de un gran número de participantes, para que dicha variación se haga constante y aparezcan las diferencias más importantes del producto sujeto a estudio. Se consideran adecuados de 5 a 100 consumidores, para que reflejen posibles tendencias de la población elegida.

La hora para llevar a cabo las evaluaciones deben ser en las que para el juez haya pasado por lo menos una hora después de haber ingerido alimento o llevarla a cabo antes de que aparezca la sensación de hambre. Las mejores horas para efectuar la evaluación sensorial son de las 10:00 a las 12:00 y de las 15:00 a las 17:00 horas.

III.J. DETERMINACION DEL NOMBRE DE MARCA.

El nombre de marca de un producto es un elemento importante para el éxito del mismo, pues junto con el nombre de marca del fabricante y las características e informaciones que acompañan al envase predetermina la actitud de compra del consumidor. Para la elección del nombre del producto, se pueden llevar a cabo las siguientes pruebas:

- Prueba de asociaciones. Los consumidores anotan las ideas que les sugieren.
- Prueba de facilidad de audición, lectura y pronunciación.
- Prueba de memorización.
- Prueba de diferenciación para detectar posibles confusiones con otros nombres comerciales u otras palabras de mal gusto o de carácter negativo.
- Prueba de Preferencia.

El nombre seleccionado ha de poder adaptarse al envase y algunos de sus vehículos.

A veces se recurre a nombre protegidos legalmente pagando la licencia correspondiente. Es el caso de productos con nombres de personajes o series televisivas.

A los nombres se les suelen añadir denominaciones de origen, slogan, etc., es decir, cualquier cosa que enriquezca

su imagen. El nombre comercial del producto es una de las vías por la que se llega a motivaciones emocionales de compra.

El nombre de marca del fabricante, en caso de ser conocido, es una ayuda más para reforzar la imagen. Muchas veces, el nombre de marca del producto se hace coincidir con el del fabricante. En todo existe una serie de estrategias de publicidad que es preciso estudiar detenidamente en sus ventajas y desventajas. Uno de los efectos que hay que evitar es que el nombre de marca se convierta en genérico del producto, ya que entonces éste no resulta diferenciado en el mercado, con todos los inconvenientes que esto supone.

Asociados con los nombres de marca están el logotipo y el grafismo. El logotipo es un dibujo característico de la marca. A veces se convierte en más importante y sugestivo que el nombre. El consumidor identifica mejor un dibujo que un nombre. Es, por tanto, un elemento de identidad importante del producto.

El grafismo es la forma de expresión del nombre de marca y del logotipo. El tipo de letra, la intensidad y color de los trazos, etc., son elementos muy importantes, hasta tal punto que su determinación debe de ser realizada por Agencias de Publicidad experimentadas, que recurren a pruebas específicas de mercado para contrastar su trabajo. (15)

C A P I T U L O I V

MATERIALES Y METODOS

IV. MATERIALES Y METODOS.

Como materia prima básica se utilizó la tuna blanca, procedente de Otumba, Hidalgo, donada por CONAZA, así como azúcar blanca, pectina (de alto metoxilo, de los laboratorios Quimica Barsa, S. de R.L.), ácido cítrico (de los laboratorios Baker), ácido ascórbico (de los laboratorios Baker) y benzoato de sodio (de los laboratorios Quimica Monterrey).

El método de elaboración de la mermelada será posteriormente descrito. Tanto la materia prima básica (tuna), como el producto terminado (mermelada), fueron sometidos a un análisis bromatológico con el objeto de conocer la composición aproximada de los mismos, así como el valor energético. Por ser de importancia para la salud pública y por ser un indicador de la vida de anaquel del producto, así como una garantía de la higiene del proceso, se llevó a cabo una evaluación microbiológica.

Previo al análisis se prepararon las muestras. Para lo cual se pesaron 1000 g de tuna fresca, la cual se lavó, peló y maceró en un colador, posteriormente se colocó en un frasco de vidrio limpio y seco, el cual se cerró herméticamente manteniéndose bajo refrigeración.

Para el caso de la mermelada, el contenido de un frasco fué vaciado en un vaso de precipitados y homogenizado con ayuda de un agitador de vidrio, posteriormente se tomaron y pesaron 50 g y se guardaron en un frasco de vidrio.

Las muestras permanecieron así hasta antes de ser sometidos a los respectivos análisis durante 5 días.

El análisis bromatológico tanto de la tuna como de la mermelada se llevó a cabo siguiendo las técnicas del A.O.A.C. (6), para humedad, cenizas, grasa, proteína, fibra cruda, sólidos solubles, pH y acidez, las cuales se describen en el apéndice I.

En la elaboración de la mermelada se utilizó el material básico de laboratorio de vidrio, metal, y otros equipos:

- Parrilla eléctrica Thermolyne.
- La medición de sólidos solubles se hizo por lectura directa en un refractómetro Atago.
- El pH se determinó con un potenciómetro digital Hanna Instruments HI 8521.

- Balanza granataria Sartorius 1303 Mp.
- Balanza analítica Sartorius 2432.
- Los envases utilizados fueron frascos de vidrio de 6 cm de diámetro por 10 cm de altura, con tapa metálica de rosca con arandela de goma como empaque.

IV.A DETERMINACION DEL TIEMPO DE CONSERVACION DE LA TUNA

Para la determinación del tiempo de conservación de la tuna blanca, las variables que se consideraron fueron el grado de madurez de la tuna y la temperatura de almacenamiento. Se formaron siete grupos, cada uno estaba integrado por cinco tunas, de las cuales cuatro tenían un grado de madurez óptima y una un grado de madurez incipiente. Las tunas se colocaron en charolas de plástico, con una cubierta perforada para permitir el contacto con el medio ambiente. Cada una se mantuvo a una temperatura diferente (-6, -3, 10, 12, 20 y 25°C) pero constante, se hizo un análisis diario para observar los cambios posibles.

La escala que se usó para calificar el grado de calidad es la siguiente:

9. Excelente.- fresca, sin defectos observables.

7. Buena.- Defectos menores: ligeras raspaduras, rozaduras, manchas, quemaduras de sol, granizo y cualquier otro superficial que afecte de 50 mm a 100 mm de la cáscara.

5. Regular.- Defectos mayores: incluye a los defectos menores, además de evidencia de plagas y enfermedades, grietas cicatrizadas, magulladoras y otros daños cuando la superficie afectada sea mayor de 100 mm pero menor de 200 mm y que no sea afectada la pulpa.

3. Deficiente.- defectos objetables.

2. Inservible.- Defectos críticos: incluye a los defectos menores y mayores cuando afecten un área mayor de 200 mm además de picaduras, heridas no cicatrizadas, estados avanzados de enfermedades, ataques de plagas o cualquier otro defecto que cause que la tuna sea considerada sin valor comercial.

Las tunas con madurez óptima tenían inicialmente un grado de madurez 9.

A las tunas con madurez incipiente se les atribuye un grado de calidad 7, considerando su falta de madurez como un defecto ligero.

IV.B. DESARROLLO DE LA FORMULACION.

El desarrollo de la formulación de la mermelada de tuna se basó en la información recopilada sobre formulaciones comunes. Tomando como base una proporción constante de fruta-azúcar, variando la cantidad de ácido ascórbico y pectina. También se cambió el orden de adición de ingredientes (azúcar, ácido y pectina).

De manera general se controlaron a lo largo del proceso las condiciones de temperatura, agitación, pH, grados Brix, para conocer la evolución de la mezcla. El tiempo de elaboración de la mermelada es aproximadamente de 30 a 40 minutos. Es muy importante que se lleve a cabo primero una cocción de la pulpa en donde se le va a agregar la primera parte del contenido de azúcar y el ácido cítrico, aquí se toma una muestra para sacar el pH inicial, posteriormente se agregan los demás ingredientes para la evaporación y así alcanzar los sólidos solubles deseados.

La elaboración de la mermelada de tuna a nivel laboratorio se llevó a cabo siguiendo el proceso mostrado en la figura No. 7

Para lograr una formulación adecuada que tuviera las características de una mermelada como lo establece la

PROCESO PARA LA ELABORACION
DE UNA MERMELADA DE TUNA

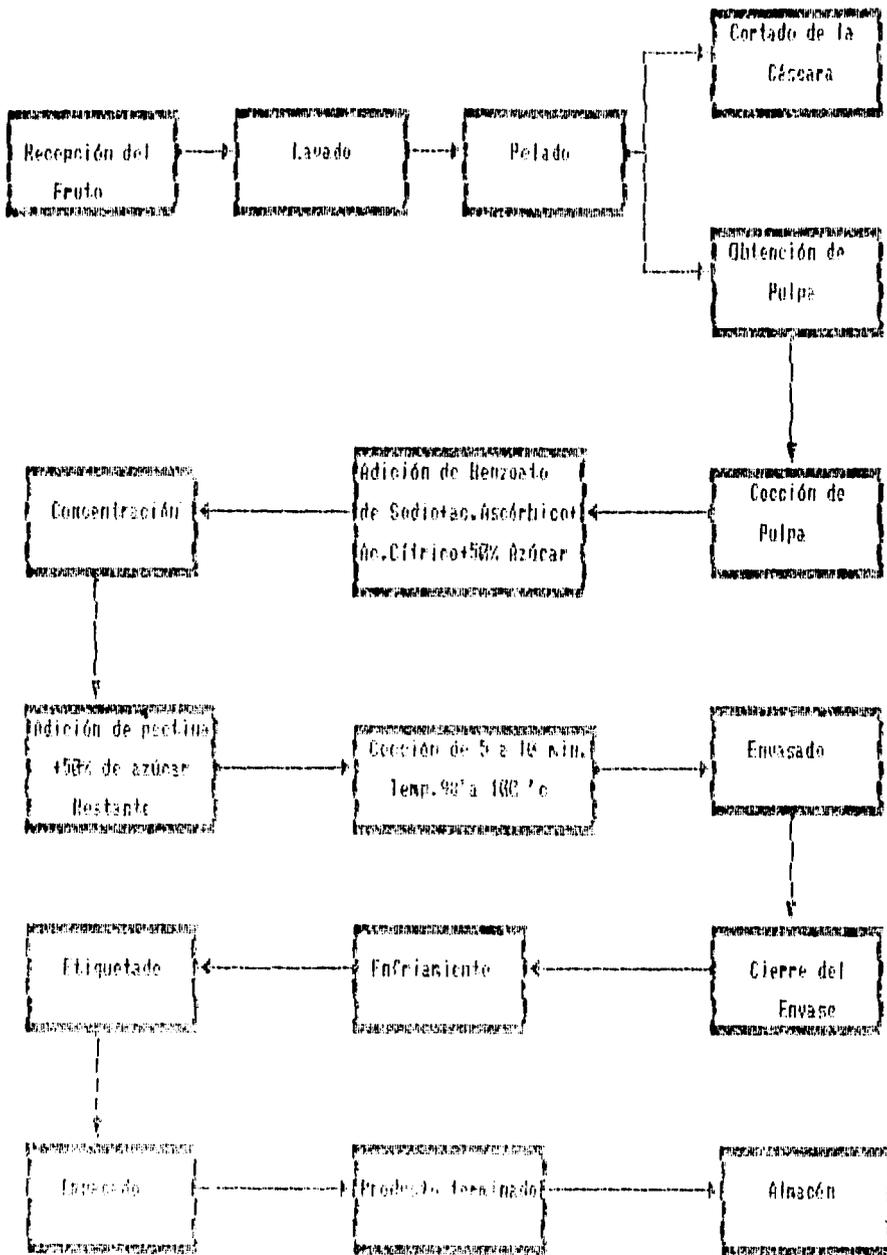


FIGURA No. 7.

bibliografía, se tuvieron que diseñar una serie de formulaciones diferentes de la mermelada de tuna, variando la cantidad de ácido y pectina, así como el orden de adición de los ingredientes: azúcar, ácido y pectina. Se elaboraron básicamente tres formulaciones. (FA, FB y FC). Ya encontrada la formulación óptima (FC), se procedió a preparar la misma mermelada, pero ahora con el contenido de semillas de la tuna (FD). En el cuadro No. 4 se muestran las diferentes formulaciones.

CUADRO No. 4

Formulaciones probadas para la mermelada de tuna.

FORMULACIONES INGREDIENTES	FA	FB	FC
Pulpa	63.8 %	63.8 %	63.8 %
Azúcar	36.01 %	36.01 %	36.01 %
Pectina	0.06 %	0.09 %	1.2 %
Acido citrico	0.018 %	0.03 %	0.06 %
Benzoato de sodio	0.01 %	0.01 %	0.01 %
Acido ascórbico	0.0007 %	0.0007 %	0.0007 %
pH	4.2	3.8	3.3
Bx	55	60	65

Procedimiento general:

- 1.- Se lavan y pelan las tunas.
- 2.- Se quebrantan ligeramente las tunas en la licuadora.
- 3.- Extracción de la pulpa. Ya quebrantada la tuna se filtra la pulpa, pasando el jugo obtenido a través de un colador, gasa o tela de cielo para así separar la pulpa de la semilla.
- 4.- Se pesan los demás ingredientes.
- 5.- Se prosigue a la cocción de la pulpa aproximadamente por 5 minutos a una temperatura entre 60 y 70 °C.
- 6.- Se añade la mitad del total de azúcar, junto con el ácido ascórbico y el benzoato de sodio.
- 7.- Se concentra la mezcla hasta reducir un cuarto del total del contenido sin dejar de agitar.
- 8.- Se mezcla la pectina sólida y el resto del total de azúcar, para luego adicionarla lentamente para que se pueda disolver y distribuir lo mejor posible, agitando

9.- Se calienta hasta que la temperatura suba 5 grados por encima del punto de ebullición, alcanzando este punto se retira el recipiente de la parrilla. se toma una gota de la mezcla con un agitador de vidrio y se coloca sobre la cubierta de un refractómetro de mano; el % de sólidos refractables debe ser aproximadamente de 65 %, en su defecto se sigue calentando y se repite la prueba descrita.

10.-Alcanzando el punto final de la mermelada se retira de la parrilla, se enfría a 85 °C, y se prosigue a envasar en los frascos de vidrio previamente esterilizados.

11.-Etiquetado: Se deja enfriar el producto y se etiqueta.

IV.C. ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LA MERMELADA.

Una mermelada posee alta concentración de azúcares y elevada acidez, cualidades que la caracterizan como conserva, sin embargo, por tratarse de un producto alimenticio, es necesario confirmar la higiene durante el proceso. Legalmente no existen especificaciones al respecto, pero se consideró conveniente hacer una cuenta total en placa y una cuenta de hongos. Con objeto de establecer si es necesario agregar un conservador en la

mermelada se prepararon dos muestras: con conservador y sin conservador, se utilizó 0.1% de benzoato de sodio en la muestra respectiva. Ambas muestras se mantuvieron por triplicado a 24 y 37 °C, como temperaturas representativas de las condiciones que posiblemente debe soportar el producto mientras llega a consumirse. El análisis se hizo en tres fases: un control con mermelada de reciente elaboración y muestras a los 7 y 15 días de almacenamiento a las temperaturas señaladas. Para cada caso se trabajó con muestras directas de 1 gramo y con cuatro diluciones a partir de otro gramo de muestra:

10^0	1 : 1
10^{-1}	1 : 10
10^{-2}	1 : 100
10^{-3}	1 : 1000
10^{-4}	1 : 10000

Todos los cultivos se hicieron por triplicado en campana de flujo laminar. Estuvieron en incubación testigos de los medios de cultivo y del agua estéril empleada en la diluciones.

Cuenta total en placa:

Se utilizó como medio de cultivo Agar para Cuenta en

Placa, de los laboratorios DIFCO, de acuerdo a las especificaciones y métodos de USP, APHA y AOAC.

Cuenta de hongos:

Se utilizó como medio de cultivo Agar papa dextrosa.

Inmediatamente antes de iniciar el cultivo se agregó un gramo de estreptomicina "S" (Lakeside), por cada 1000 ml de medio de cultivo, para evitar el crecimiento bacteriano.

Los cultivos se incubaron a temperatura ambiente de 24°C. Las lecturas se hicieron a los 3 y 7 días de incubación.

IV.D. PRUEBAS DE EVALUACION SENSORIAL:

La mermelada desarrollada fué sometida a pruebas de preferencia múltiple, con objeto de conocer el grado de aceptación, para lo cual se buscó en el comercio productos similares. La mermelada de tuna es un producto nuevo y no se encontraron marcas de distribución comercial, por lo tanto se escogieron dos mermeladas de frutas cuyas características fueran las mas similares en cuanto al color a la tuna: Kiwi y ciruela verde. En las pruebas se evaluó apariencia general, color, aroma, consistencia y sabor,

usando una escala hedónica de cinco expresiones. Se tomaron especialmente en consideración, los comentarios expresados por los jueces.

El grupo de jueces para la evaluación estuvo integrado por nueve personas de ambos sexos, familiarizados con el consumo de mermeladas. Las tres muestras se identificaron con claves combinadas de números y letras para evitar prejuicios en los jueces.

Para la calificación de las mermeladas una muestra de cada mermelada se colocó en un plato y fue dada a degustar, acompañada con una rebanada de pan de caja, a cada juez. Se proporcionó un vaso con agua a temperatura ambiente como acondicionador bucal para la degustación.

Durante la evaluación cada juez se mantuvo aislado y en un ambiente exento de interferencias o distracciones se le entregó una ficha de calificación (Anexo No. 1) para anotar los resultados. Las pruebas se realizaron en las horas intermedias a las comidas, es decir a las 11:00 a.m. y a las 5 p.m.

Para corroborar los resultados las pruebas se llevaron a cabo en tres sesiones, colocando siempre las muestras en orden aleatorio. Los resultados obtenidos se calificaron

ESTA VESIA HA DEBE
SALA DE LA BIBLIOTECA

por puntos, de acuerdo a la Norma Oficial de Calidad para Mermelada, (34) que asigna un valor de 100 puntos al total de especificaciones. Esta puntuación se subdividió para fines prácticos de la siguiente manera:

Puntuación legal:	Puntuación en la práctica
(20) Color	(10) Apariencia general (10) Color
(40) Consistencia	(40) Consistencia del gel
(40) Sabor y aroma	(8) Aroma (8) Sabor (8) Acidez (8) Amargor (8) Dulzura
_____	_____
100 puntos	100 puntos

C A P I T U L O V

RESULTADOS Y DISCUSION

V.A. ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA TUNA BLANCA.

En el cuadro No. 5 se muestran los resultados obtenidos del Análisis Bromatológico de la tuna.

CUADRO No. 5

Análisis Bromatológico de la Tuna blanca	
	% en base húmeda
Humedad	87.94
Cenizas	1.644
Proteína	0.4325
Grasa	0.165
Fibra cruda	1.844
Carbohidratos totales	7.9745
Acidez como ácido cítrico	0.0301
Reductores totales	12.155
Reductores directos	10.581
Reductores indirectos	1.909
pH	6.06

Las determinaciones se realizaron por triplicado.

El compuesto mayoritario en la tuna blanca es el agua. El componente de proteína cruda es sumamente bajo, lo que hace que se considere como un alimento de bajo valor nutritivo desde ese punto de vista.

Los compuestos de mayor importancia para la industrialización de la tuna por su abundancia son los carbohidratos, que se encuentran principalmente como reductores directos.

V.B. DETERMINACION DEL TIEMPO DE CONSERVACION DE LA TUNA.

Las temperaturas correspondientes a cada grupo, así como el número de días necesario para que el 50% de cada uno alcance un grado de madurez 3 se anotan en los cuadros Nos. 6, 7 y Fig. No. 8

CUADRO No. 6

Tiempo necesario para que las tunas con madurez óptima alcancen un grado de calidad deficiente.

Grupo	Temperatura	Tiempo Dias
	°C	
1	- 6	18
2	- 3	5
3	10	33
4	12	26
5	20	20
6	25	14

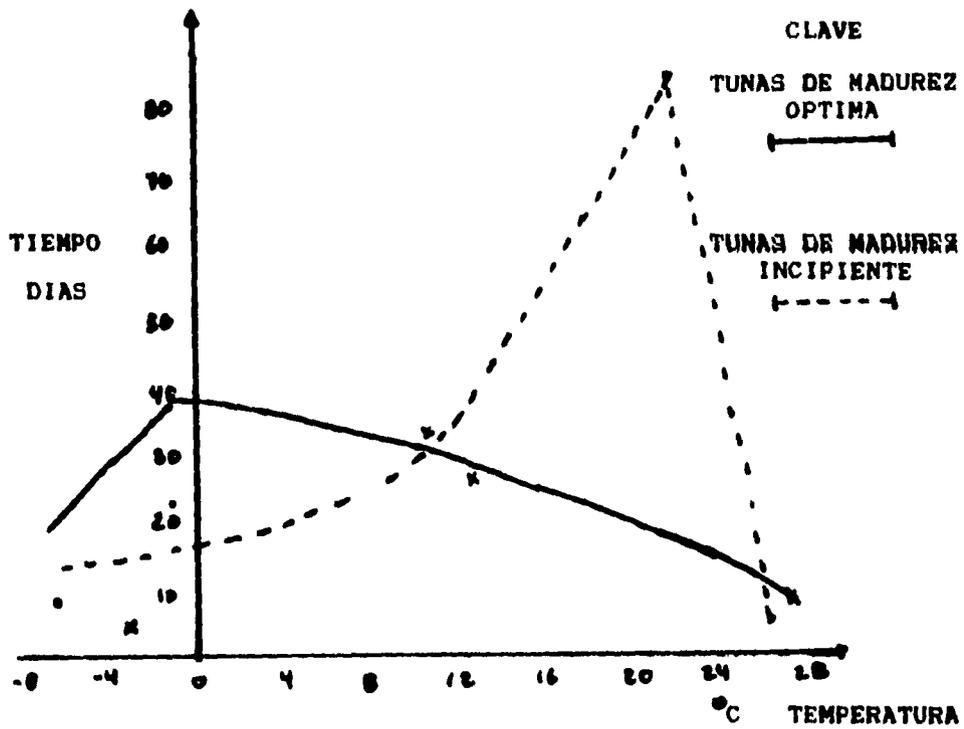
CUADRO No. 7

Tiempo necesario para que las tunas con madurez incipiente alcancen un grado de calidad deficiente.

Grupo	Temperatura °C	Tiempo Días
1	- 6	8
2	- 3	5
3	10	23
4	12	48
5	20	84
6	25	7

FIGURA No. 8

TIEMPO NECESARIO PARA QUE LAS TUNAS ALCANCEN UN GRADO DE CALIDAD DEFICIENTE.



1. Considerando el grado de madurez de la tuna en los diferentes grupos se observó lo siguiente:

- Las tunas que se cortaron con madurez incipiente no maduraron posteriormente a ninguna temperatura por lo que se deduce que la tuna es un fruto " No climatérico".

- A temperaturas superiores a -1°C (Temperatura a la cual no se han congelado) las tunas que han alcanzado su óptima madurez decaen rápidamente; mientras que las tunas con madurez incipiente se conservan mejor a temperaturas superiores hasta llegar a 20°C .

- Las temperaturas de almacenamiento a nivel rural serán siempre las que no requieran refrigeración, tanto con las tunas con madurez óptima, como con las tunas con madurez incipiente.

2. Con respecto a la temperatura de almacenamiento, se obtuvieron los siguientes resultados:

- A -6°C las tunas se mantuvieron congeladas.

El tiempo de conservación resultó ser de 16 días. El único inconveniente que se presentó fué que al descongelar

las tunas perdieron consistencia, esto pudo ser debido a una congelación lenta, ya que la formación de cristales en dichas condiciones son grandes y dañan los tejidos de la fruta.

Esta temperatura puede ser de utilidad cuando la textura del fruto no se considere para el producto que se desee obtener como es el caso de las mermeladas.

- A menos 3°C los frutos lograron una congelación muy débil, la cual iba disminuyendo al efectuarse las observaciones diarias, ya que guardaban una temperatura cercana al punto de congelación. A los pocos días, las tunas fueron adquiriendo una textura aguada.

- Con el análisis de resultados a temperaturas superiores a - 3°C se plantea que la temperatura más adecuada de conservación para la tuna blanca es de - 1°C cuando están en su grado óptimo de madurez y 20 °C cuando la madurez es incipiente.

V.C. COMPOSICION QUIMICA DE LA MERMELADA.

Los resultados se muestran en el cuadro No. 8. Una mermelada tiene mejor calidad si su contenido en sólidos solubles está en el límite permitido superior 65% mínimo, 68%

máximo); el producto se preparó bajo estas especificaciones y además se logró ajustar el pH dentro del rango legal con la cantidad de ácido cítrico permitido, ya que el pH de la tuna es de 6.06.

CUADRO No. 8

Análisis Bromatológico de la Mermelada de Tuna Blanca.	
	% en Base Húmeda
Humedad	34,422
Cenizas	1.089
Proteínas	0.0796
Grasa	0.0643
Fibra cruda	0.4636
Carbohidratos asimilables	36.1185
Reductores Totales	32.489
Densidad ²⁰ Bx	65.0
pH	3.3
mg Acido cítrico/100 g de tuna	0.8496

V.D. DESARROLLO DE LA FORMULACIÓN.

FA. En esta formulación se uso pulpa sin semillas; la manera y orden de adición de ingredientes fué todos a la vez. Por un lado la formación del gel fué insuficiente ya que con la cantidad de ácido añadido no se alcanzó el rango de pH adecuado (3.0 a 3.5). En cuanto a la pectina ésta no fue suficiente para lograr la gelificación deseada, además en esta etapa hubo formación de grumos, los cuales fueron difíciles de desaparecer.

FB.: En esta formulación ya se consideró la adición de ingredientes en dos etapas, debido a los problemas que se presentaron en la formulación FA., pero sin tener éxito, ya que con dicha cantidad de ácido tampoco se alcanzó el rango de pH para la influencia en la formulación del gel y en la inversión del azúcar. Respecto a la pectina también resulto deficiente para un grado de gelificación uniforme.

FC.: Se siguió conservando como en la formulación FB. la adición de ingredientes en dos etapas, la cantidad de ácido fué la necesaria para alcanzar un pH de 3.3 con ello se pudo formar un gel adecuado propio de mermelada y debido a que el fruto es pobre en pectina se aumentó la cantidad de dicho ingrediente respecto a la sugerida para frutas cítricas mencionadas en la bibliografía.

Al adicionar la pectina casi al final del proceso se evita debilitar su acción, adicionándola lentamente con agitación y además añadiéndola mezclada con el resto del azúcar se evitan aglomeraciones, ya que la sacarosa funciona como un agente separador.

En las tres formulaciones anteriores se empleo pulpa sin semilla.

FD.: Los ingredientes y cantidades fueron los mismos de la formulación FC, más semillas; con ello se observó que el color de la mermelada se acentuó a un verde muy oscuro en un tiempo muy corto, lo cual desacredita las propiedades visuales de la mermelada. En cuanto al agrado del paladar, las semillas son lo suficientemente grandes que al ingerir la misma presenta incomodidad.

V. F. CONSERVACION DE LA MERMELADA

Los resultados se presentan en el Cuadro No. 9, puede observarse que no hubo en la mermelada crecimiento de bacterias ni de hongos, tanto en la prueba control como después de 7 y 15 días de almacenamiento a dos distintas temperaturas. Los testigos en todos los casos también fueron negativos. Estos resultados comprobaron que el pH y los

sólidos solubles de la mermelada favorecen su conservación y puede considerarse que durante la elaboración de la mermelada se tomaron medidas de sanidad adecuadas, sin embargo esto no es una garantía para la vida de anaquel del producto.

Es conveniente incluir el benzoato de sodio en la formulación como una medida de seguridad.

CUADRO No. 9

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS

Temperatura de incubación	Sin conservador		Con conservador	
	24°C	37°C	24°C	37°C
I. CONTROL.				
Cuenta total: 24 horas		negativo		negativo
48 horas		negativo		negativo
Hongos: 3 días	negativo		negativo	
7 días	negativo		negativo	
II. 7 DIAS EN ALMACEN				
Cuenta total: 24 horas		negativo		negativo
48 horas		negativo		negativo
Hongos: 3 días	negativo		negativo	
7 días	negativo		negativo	
III. 15 DIAS EN ALMACEN				
Cuenta total: 24 horas		negativo		negativo
48 horas		negativo		negativo
Hongos: 3 días	negativo		negativo	
7 días	negativo		negativo	

V.G. EVALUACION SENSORIAL.

Los resultados de la evaluación sensorial a un nivel de significancia del 5 % señalaron que las mermeladas de ciruela y kiwi tuvieron poca aceptación en lo que se refiere a sabor principalmente. La mermelada de Kiwi fué menos aceptada que la mermelada de ciruela, y esta a su vez menos aceptada que la mermelada de tuna.

Las calificaciones de sabor, color, aroma y consistencia de las mermeladas evaluadas sensorialmente se muestran en el cuadro No. 10.

CUADRO No. 10.

Calificaciones de las características sensoriales de las mermeladas de ciruela, kiwi y tuna representadas por las claves 6X, 3A y 9L, respectivamente.

PARAMETROS	SABOR			COLOR			AROMA			CONSISTENCIA		
MUESTRA JUEZ	6X	3A	9L	6X	3A	9L	6X	3A	9L	6X	3A	9L
1	3	2	5	4	1	5	2	2	5	3	4	5
2	3	2	4	5	3	5	2	3	4	3	3	5
3	2	2	4	4	1	4	2	2	5	3	4	4
4	1	2	5	3	1	5	3	2	4	3	5	5
5	3	1	4	3	3	4	3	2	5	2	3	4
6	1	1	5	3	2	5	2	3	4	2	4	5
7	2	1	4	3	1	4	2	2	5	3	4	4
8	3	2	4	3	2	5	3	2	4	2	4	2
9	3	2	5	2	1	4	3	2	5	3	3	2
PROMEDIOS	2.3	1.6	4.4	3.3	1.6	4.5	2.4	2.2	4.5	2.6	3.7	4

ANALISIS ESTADISTICO DE LAS CALIFICACIONES POR EL METODO DE VARIANZA.

Los resultados del cálculo de la varianza se muestran en el cuadro No. 11, pra calcular la varianza entre dos muestras se formula primeramente la hipotesis que las medias de ambas muestras son iguales y posteriormente se calcula la varianza. En el cuadro No. 12 se muestran tres hipótesis que son las diferentes combinaciones posibles entre las tres muestras de mermelada y para cada combinación se calcula la varianza.

CUADRO No. 11

HIPOTESIS	CRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F calc.
COLUMNAS	1	8.11	8.11	
6X = 3A ERROR	16	23.67	1.48	5.48
TOTAL	17	31.78	1.87	
COLUMNAS	1	234.72	234.72	
6X = 9L ERROR	16	69.56	4.35	53.95
TOTAL	17	304.28	17.89	
COLUMNAS	1	329.39	329.39	
3A = 9L ERROR	16	62.22	3.89	84.68
TOTAL	17	391.61	23.03	

Finalmente el cuadro No. 12 se construyó a partir del cuadro No. 12 y muestra la comparación de la varianza calculada y la varianza teórica (tablas). El análisis estadístico establece que cuando la varianza teórica (F_{tab}) es mayor que la varianza experimental (F_{calc}) la hipótesis formulada tiene validez, es decir, no hay diferencia significativa entre ambas muestras (la hipótesis se acepta). En el caso contrario, cuando F_{tab} es menor que la F_{calc} la hipótesis se rechaza, es decir, hay diferencia significativa entre ambas muestras. En el cuadro No. 12 los resultados muestran que entre las mermeladas 6X y 3A, 6X y 9L, 3A y 9L existe diferencia significativa.

Por el método DMS, se obtuvieron los siguientes resultados:

La muestra 9L es, de manera significativa, "mas aceptable que la muestra 3A, mas no respecto a 6X. La muestra 6X no es, de manera significativa "mas aceptable" que la muestra 3A.

CUADRO No. 12

Comparación de las varianzas calculada y teórica de las diferentes combinaciones entre las mermeladas 6X, 3A y 9L.

HIPOTESIS Ho	VARIANZA		COMPARACION DE LAS VARIANZAS
	CALCULADA	TEORICA	
6X = 3A	5.48	4.49	F tab < F calc \Rightarrow 6X \neq 3A Ho se rechaza
6X = 9L	53.95	4.49	F tab < F calc \Rightarrow 6X \neq 9L Ho se rechaza
3A = 9L	84.68	4.49	F tab < F calc \Rightarrow 3A \neq 9L Ho se rechaza

**ANALISIS ESTADISTICO DE LAS CALIFICACIONES POR ATRIBUTO
CALIFICADO.**

Los cuadros Nos. 13, 14, 15 y 16 muestran los resultados de la varianza calculada comparada con la varianza teórica para los atributos, sabor, color, aroma y consistencia respectivamente, de las diferentes combinaciones entre las mermeladas 6X, 3A Y 9L.

CUADRO No. 13

Comparación de las varianzas Calculada y Teórica de las diferentes combinaciones entre las mermeladas para el atributo sabor.

HIPOTESIS Ho	VARIANZA		COMPARACION DE LAS VARIANZAS
	CALCULADA	TEORICA	
6X = 3A	4.0	4.49	F tab > F calc \Rightarrow 6X = 3A Ho se acepta
6X = 9L	41.79	4.49	F tab < F calc \Rightarrow 6X \neq 9L Ho se rechaza
3A = 9L	133.54	4.49	F tab < F calc \Rightarrow 3A \neq 9L Ho se rechaza

Por el método DMS, se obtuvieron los siguientes resultados:

La muestra 9L tiene de manera significativa, mejor sabor que la mermelada 6X, la cual a su vez tiene mejor sabor que la mermelada 3x.

CUADRO No. 14

Comparación de las varianzas Calculada y Teórica de las diferentes combinaciones entre las mermeladas para el atributo color.

HIPOTESIS Ho	VARIANZA		COMPARACION DE LAS VARIANZAS
	CALCULADA	TEORICA	
6X = 3A	16.66	4.49	F tab < F calc \Rightarrow 6X \neq 3A Ho se rechaza
6X = 9L	13.19	4.49	F tab < F calc \Rightarrow 6X \neq 9L Ho se rechaza
3A = 9L	73.65	4.49	F tab < F calc \Rightarrow 3A \neq 9L Ho se rechaza

Por el método DMS, se obtuvieron los siguientes resultados:

La muestra 9L tiene, de manera significativa mejor color que la muestra 6X, la cual a su vez tiene mejor color que la mermelada 3A.

CUADRO No. 15

Comparación de las varianzas Calculada y Teórica de las diferentes combinaciones entre las mermeladas para el atributo aroma.

HIPOTESIS Ho	VARIANZA		COMPARACION DE LAS VARIANZAS
	CALCULADA	TEORICA	
6X = 3A	0.88	4.49	F tab > F calc \Rightarrow 6X = 3A Ho se acepta
6X = 9L	71.64	4.49	F tab < F calc \Rightarrow 6X \neq 9L Ho se rechaza
3A = 9L	102.08	4.49	F tab < F calc \Rightarrow 3A \neq 9L Ho se rechaza

Por el método DMS, se obtuvieron los siguientes resultados:

La mermelada 9L tiene, de manera significativa mejor aroma que las mermeladas 6X y 3A.

CUADRO No. 16

Comparación de las varianzas Calculada y Teórica de las diferentes cobinaciones entre las mermeladas para el atributo consistencia.

HIPOTESIS Ho	VARIANZA		COMPARACION DE LAS VARIANZAS
	CALCULADA	TEORICA	
6X = 3A	15.86	4.49	F tab < F calc \Rightarrow 6X \neq 3A Ho se rechaza
6X = 9L	9.09	4.49	F tab < F calc \Rightarrow 6X \neq 9L Ho se rechaza
3A = 9L	0.23	4.49	F tab > F calc \Rightarrow 3A = 9L Ho se acepta

Por el método DMS, se obtuvieron los siguientes resultados:

La muestra 9L tiene, de manera significativa mejor consistencia que la mermelada 6X, más no con respecto a 3A.

En lo que se refiere a sabor (cuadro No. 13) los resultados muestran que las mermeladas 6X y 3A no presentan diferencia significativa, Por el método estadístico de la sección anterior en el cual los atributos se evaluaron globalmente, se observó que entre las mermeladas 6X y 3A si hay diferencia significativa.

La misma discusión se aplica a los resultados para el atributo aroma (cuadro No. 15), es decir no hubo diferencia significativa entre las mermeladas 6X y 3A en lo que respecta a este atributo.

Por lo que toca al atributo color (cuadro No. 14) los resultados concuerdan con los de la sección anterior en el sentido de que entre las mermeladas 6X y 3A, 6X y 9L y 3A y 9L si hay diferencia significativa.

Finalmente, la comparación de varianzas para el atributo consistencia para las diferentes combinaciones entre las mermeladas (Cuadro No. 16) señaló que entre las mermeladas 3A y 9L no hay diferencia significativa, es decir que la hipótesis formulada de que las varianzas entre estas mermeladas fueran iguales resulto aceptada.

Los hedónicos de cada atributo pra cada mermelada los muestra el cuadro No. 17. Por observación de estos valores y

de las expresiones en la escala hedónica (Anexo 1) puede establecerse que la mermelada 9L cae dentro de un nivel de aceptación "aceptable" en los atributos sabor y consistencia, y en un nivel de aceptación de "mucho" en los atributos color y aroma.

Por otro lado las calificaciones de la mermelada 3A caen dentro de un nivel de aceptación de "poco" en los atributos sabor, color y aroma y en un nivel de aceptación "regular" para el atributo consistencia.

Con respecto a las calificaciones de consistencia y color la mermelada 6X cae dentro de un nivel de aceptación de "regular", y en un nivel de aceptación de "poco" para los atributos sabor y aroma.

Las observaciones anteriores originadas del cuadro No. 17 coinciden con las observaciones de la evaluación estadística de las calificaciones por atributo calificado, en donde la mermelada 9L no presentó diferencia significativa ante la mermelada 3A en el atributo consistencia, pero la superó en los atributos sabor, color y aroma. Por otro lado la mermelada 9L presentó diferencia significativa en todos los atributos con respecto a la mermelada 6X, superándola en todos ellos.

A partir de ambos métodos estadísticos de evaluación empleados puede asegurarse que la mermelada 9L resultó aceptable en términos generales.

CUADRO No. 17

Promedios Hedónicos de las mermeladas de ciruela, kiwi y tuna, para los atributos sabor, color, aroma y consistencia.

ATRIBUTO MERMELADA	SABOR	COLOR	AROMA	CONSISTENCIA
CIRUELA	2.33	3.33	2.44	2.66
KIWI	1.66	1.66	2.22	3.77
TUNA	4.44	4.55	4.55	4.00

Finalmente, dado el tamaño del grupo de jueces, los resultados obtenidos de las evaluaciones sensoriales y

estadísticas, solo pueden considerarse como un indicador de la tendencia en la preferencia por las mermeladas.

De la evaluación desglosada para cada muestra se obtuvieron observaciones de interés:

- Mermelada de ciruela:

Presentó un color verde oscuro, caramelizado que no se identificó con el tono característico de la ciruela; el aroma fué principalmente a dulce; no presentando amargor ni acidez, sino con un sabor muy dulce tipo caramelo, sin llegar a percibirse el sabor característico de la fruta, el gel presentó una consistencia firme del tipo "jalea" y no de mermelada.

- Mermelada de Kiwi:

Este producto presentó un color verde limón, lo cual sugiere la posible presencia de colorantes artificiales. El sabor fué rechazado por todos los panelistas, ya que presentó una marcada acidez y amargor (característica propia de la fruta en su estado natural), faltándole dulzura.

- Mermelada de tuna:

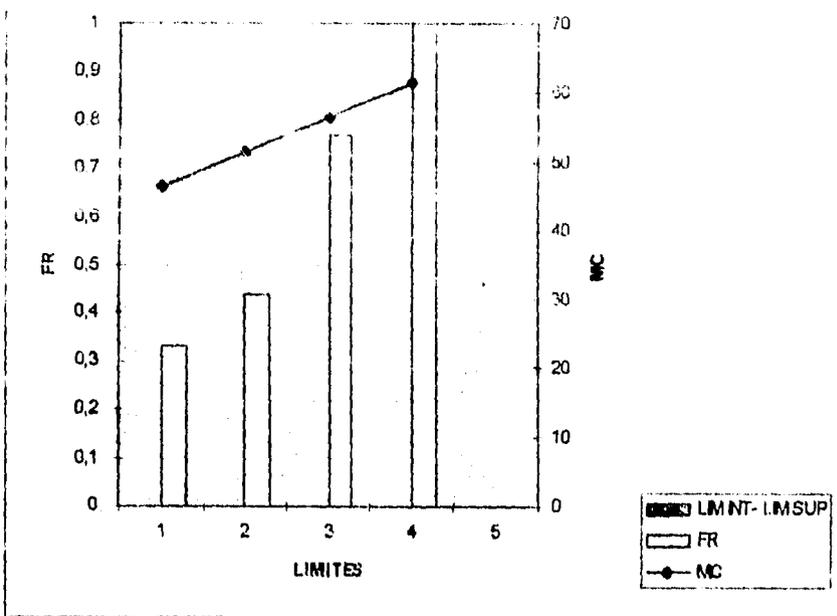
Las características de este producto resultaron superiores en todos los aspectos en comparación con las dos mermeladas anteriores. Se hizo notar principalmente, el sabor natural a tuna fresca, el balance de dulzura y acidez, la ausencia de amargor y la consistencia del gel característico de una mermelada. En general el aroma se considero agradable pero débil, lo cual disminuyo ligeramente la calificación del producto.

Los Histogramas obtenidos mediante el análisis estadístico de frecuencias, se muestran en las figuras Nos. 9, 10 y 11, en los cuales se puede observar, que la mayor frecuencia de aceptación de las mermeladas evaluadas se encuentra en el intervalo de 92-100 de calificación, el cuál corresponde a la mermelada de tuna.

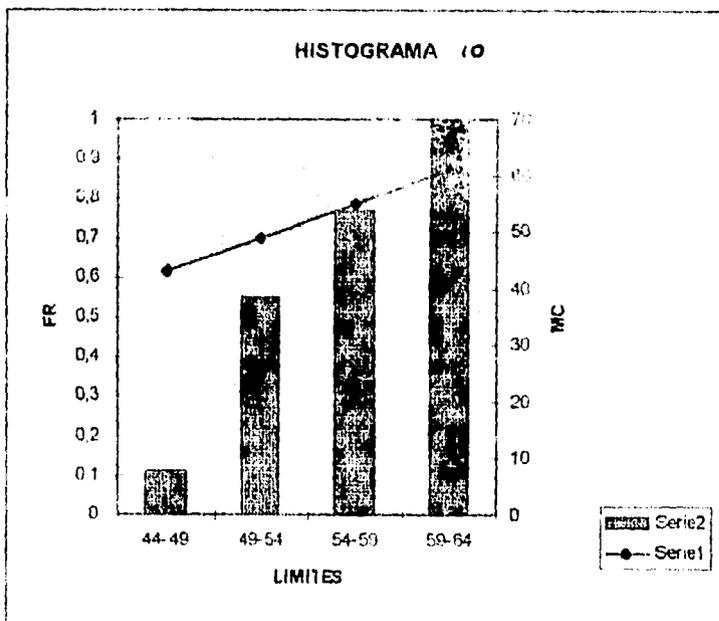
V.H. DETERMINACION DEL NOMBRE DE MARCA.

El diseño propuesto de la etiqueta para el producto en estudio se muestra en la fig. No. 12.

HISTOGRAMA 9



HISTOGRAMA 10



HISTOGRAMA //

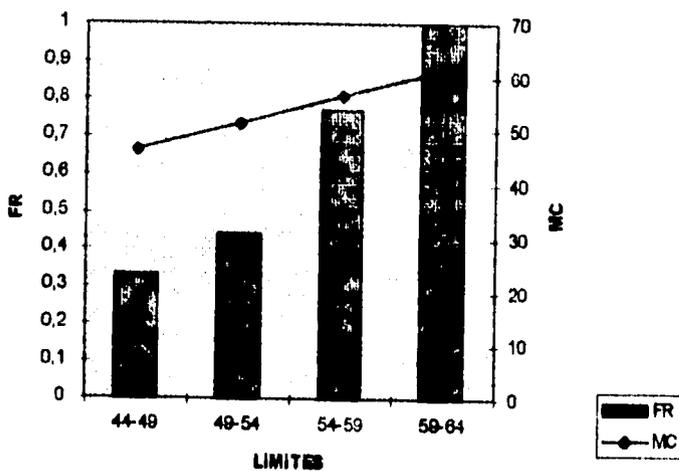


FIGURA No. 12

**DEL
CAMPO
MERMELADA
DE
TUNA**



Ingredientes: azúcar,
tuna, ácido cítrico, pectina
y 0.1% de benzoato de sodio.

Hecho en México
Elaborado por:
Productos del Campo
S. A. de C. V. Av. Reyes,
No. 512 Méx. D. F.

Reg. S. S. A.
No. 1899 "A"

Contenido
Neto 315 g.

Contenido:
Neto 315 g.



C A P I T U L O V I

ESTUDIO DE MERCADO

VI. ESTUDIO DE MERCADO.

El estudio de mercado entre otros contempla la comercialización de un producto a escala reducida, en condiciones similares a la comercialización a escala real y con el objetivo de obtener información aplicable a escala real. Esta información puede ser simplemente estimar la cuota de mercado que alcanzará el producto en las condiciones reales y/o experimentar algunas alternativas importantes (niveles de precios, intensidad de publicidad, etc.). El objetivo básico es, pues, adquirir información para reducir el riesgo en el lanzamiento definitivo del producto, o para realizar experimentación con fines de investigación comercial al fin de adaptar el producto al mercado en un intento continuo de alargar todo lo posible su ciclo de vida comercial.

Entre las ventajas de utilizar el estudio de mercado se puede mencionar las siguientes:

- Reduce el riesgo del lanzamiento pudiendo incluso llegarse a la conclusión de no realizar éste si los resultados obtenidos así lo determinan.

- Permite detectar fallos en la política de precios, política de distribución y ventas y política de publicidad; aparte de

ser útil como herramienta de experimentación para seleccionar estrategias especiales de mercado.

El propósito de este estudio, es conocer las perspectivas de aceptación de la mermelada de tuna blanca.

El desarrollo de la mermelada, persigue el aprovechamiento de la tuna blanca que no tiene mucha demanda, así como ofrecer nuevas formas de consumo de la misma.

INVESTIGACION PRELIMINAR

En México se cuenta con fábricas, tecnología y equipo existente para la elaboración de mermeladas, la materia prima que incluye este producto está disponible de igual forma.

Disponibilidad de materia prima:

La producción anual de tuna en el estado de Hidalgo, se estimó en 20,013 toneladas para 1993. Lo que viene a representar con aproximación el 10.003% de la producción del país para dicho año (en lo que respecta al nopal tuna).

La producción de tuna del país se destina tanto a la exportación como al mercado nacional.

La tuna en fresco que se exporta representa el 6 % de la producción nacional. Es enviada a Japón y Alemania, principalmente.

El consumo nacional abarca el 94% restante. Se distribuye en su mayor parte en las ciudades de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla, Morelia, Cuernavaca, San Luis Potosí, Torreón, Querétaro, Guanajuato y persiste un mercado sin abastecimiento adecuado en el sureste del país.

La principal utilización de los frutos de nopal se realiza en fresco, sin embargo pueden obtenerse diferentes subproductos:

Del fruto

Jugo de tuna enlatado, miel de tuna, melcocha de tuna, coloche, pulque curado, queso de tuna, jarabe de tuna, jalea de tuna, mermelada de tuna, tunas cristalizadas, tunas pasas, salsas, vinos, aguardientes, pectinas, biomasa microbiana.

De la semilla

Aceites y pastas de semilla de tuna.

El principal mercado para la tuna, lo constituye el área metropolitana, donde se comercia el producto fresco, a través de los mercados de la Merced, de Jamaica, Centrales de abasto, tianguis que se esparcen por toda la Ciudad y de las tiendas de autoservicio.

AZUCAR .- En 1993 operaron en todo el país 67 ingenios azucareros, que en total produjeron 4,004.800 toneladas de azúcar. Sin embargo, el país importó 78,000 toneladas de azúcar para satisfacer la demanda nacional.

La producción total se distribuye en partes iguales para cubrir el consumo doméstico y la demanda industrial, en esta última se destina el 50% a la industria refresquera, el 15.17% a la industria panificadora y galletera, el 15.09% a la industria dulcera y el 19.5% a otras industrias que la utilizaron en la elaboración de mayonesas, salsa de tomate, productos lácteos, así como para usos farmacéuticos. El azúcar es una materia disponible, el precio por costal (50 Kg) es el mismo sin importar su destino de uso.

EXISTENCIA Y DEMANDA DE PRODUCTOS EN EL MERCADO:

En el comercio existen productos semejantes a la mermelada, como son las jaleas y ates, los primeros se vende

en mercados, tiendas de autoservicio, así como en algunas dulcerías. El ate se vende principalmente a granel.

La mermelada se presenta envasada en frascos de vidrio, cuyo contenido varía de 250 gramos a 1 Kilogramo, existen mermeladas de diferentes tipos de fruta (fresa, durazno, naranja, etc.) y varias marcas comerciales, la mermelada se expende en supermercados, mercados y tiendas de abarrotes. En el caso de supermercados, el precio para un frasco de 500 gramos de mermelada, de una marca determinada, varía de N° 4.80 a N° 13.85. De tal manera que el precio para el mismo producto varía de acuerdo a la política interna de cada establecimiento.

Es importante indicar que se citan tales productos por su semejanza a la mermelada y la posible competencia que podrán tener con ésta.

PRUEBA DE MERCADO

- 1.- Objetivo.- Conocer las posibilidades de aceptación que pueda tener el producto.

- 2.- Propósitos.- Determinar la existencia de un mercado potencial que demande estos productos, canal de distribución más adecuado y grupo poblacional al cual deben ser dirigidos.

3.- Tiempo de investigación.- 15 días.

4.- Fuentes de información: Tiendas de autoservicio, mercados, tiendas de abarrotes y consumidores.

5.- Tipo de Estudio.- Estudio sobre la actitud del consumidor hacia el nuevo producto. Para lo cual se somete al encuestado a una prueba de aceptación, proporcionándole una muestra y pidiéndole su opinión, esto es, gusta o no gusta.

Al mismo tiempo se realizó una encuesta para conocer sus hábitos de consumo en lo que respecta a frutas procesadas.

A continuación se muestran los datos obtenidos.

Grupo de Prueba	Aceptación		% de Aceptación
	Si	No	
200	184	16	91

Como ya se indicó, también se llevó a cabo una encuesta, con el objeto de conocer la demanda existente por las frutas procesadas y los canales de comercialización más concurridos por el público para su adquisición. En el Anexo No. 2 se

muestra el cuestionario empleado. Las colonias que sirvieron como sitio fueron: Portales, Santa Fé, Valle Gómez, Lomas de Becerra, Jardines del Pedregal, Estrella, Prados Churubusco, Ajusco, Ampliación Puente de Piedra y Copilco.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

SITIOS DONDE SE ADQUIEREN LOS PRODUCTOS

Tamaño de Grupo	Tienda de Abarrotes	Mercado	Tienda de Autoservicio
200	29	25	146

En cuanto a las marcas comerciales de las mermeladas, que se consumen se obtuvieron los siguientes resultados:

Tamaño de grupo	McCormick	Kraft	Costeña	Clemente Jaques	Herdez	Otros
200	96	20	18	24	14	18

RESULTADOS:

- 1.- La evaluación-encuesta practicada con la mermelada de tuna, dió como resultado un alto porcentaje de aceptación, lo que permite establecer de forma preliminar la existencia de un mercado potencial para dicho producto.

- 2.- De acuerdo a los datos obtenidos en la encuesta sobre consumo de productos elaborados a base de fruta, se emiten los siguientes resultados:
 - a) El 92% de las personas encuestadas consumen productos dulces a base de fruta en forma de mermelada. El 85 % consumen frutas en almibar y el 58 % consumen ates.

 - b) El 94 % de los consumidores de mermelada la prefieren de fresa.

 - c) El 68 % de los consumidores de mermelada, jalea y ate consumen estos productos quincenalmente.

 - d) De acuerdo a los datos de la entrevista, los consumidores opinan que en los supermercados es fácil, barato y cómodo adquirir productos como mermelada y ates.

c) La marca comercial de mermeladas, más conocida y preferida por el público es la McCormick.

f) En cuanto a la opción de la mermelada de tuna las personas encuestadas, se inclinaron por el color verde y sin semillas.

Pero es de notarse que han surgido productos nacionales e internacionales en este ramo que empiezan a competir.

C A P I T U L O V I I

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VII. CONCLUSIONES.

1. Se logró desarrollar la formulación de una mermelada de tuna blanca, que no tiene suficiente aprovechamiento en México, con lo cual queda abierta una posibilidad de emplear la tuna blanca en la industria de alimentos, favoreciendo de esta forma, la utilización de la elevada producción nacional que existe de este fruto (especialmente en Otumba, Hidalgo), y que se produce en zonas áridas donde hay pocas oportunidades de obtener otros productos y bajo ingreso per cápita.

2. El producto elaborado cubrió todos los requisitos legales, no se empleó saborizante ni colorante artificial en su formulación y de acuerdo a las pruebas microbiológicas, al no presentarse crecimiento de hongos ni de bacterias, se garantiza las medidas de sanidad tomadas durante el proceso. Además, reunió características sensoriales satisfactorias, por lo cual tiene amplias posibilidades de aceptación entre los consumidores.

3. En la evaluación sensorial de la mermelada de tuna debido por falta de experiencia se mezclaron pruebas y en la codificación de las muestras se emplearon letras y números. letras y números. Se empleó un grupo de 9 jueces afectivos, de manera que sus respuestas sólo pueden considerarse como un

indicador de la tendencia en la preferencia por las mermeladas. Para obtener resultados más representativos se sugiere que la mermelada sea sometida a una evaluación hedónica con un grupo mayor de jueces y claves específicas.

4. No se utilizaron procesos sofisticados en la elaboración de la mermelada y por utilizar materias primas accesibles el producto es industrialmente reproducible a un nivel laboratorio o planta piloto o; lo que es más importante a nivel de agroindustria.

5. Esta mermelada al ser original y exclusiva de nuestro país puede servir como medio de difusión de la tuna blanca en el extranjero, ya que sus posibilidades de conservación facilitan que sea exportada. Para garantizar esto se recomienda llevar a cabo pruebas para determinar específicamente la vida de anaquel del producto.

6. Se considera necesario impulsar programas de investigación tecnológica y de mercado tendientes al mejoramiento técnico y sobre todo cultural, que permitan elevar la aceptación del producto. Para lo cual se recomienda ampliar el estudio de mercado.

7. La investigación y el estudio de mercado efectuados, han proporcionado información importante para establecer la

posibilidad de aceptación de la mermelada de tuna. Se puede concluir que existen condiciones favorables para el desarrollo de la misma, desde el punto de vista de tecnología, equipo, materias e insumos, a pesa de que existe una gran competencia en el mercado.

El producto elaborado gozó de buena aceptación por parte de los consumidores encuestados. El conocimiento de la demanda, de los precios y de los canales de distribución de los productos ya existentes, establece las condiciones que deberá enfrentar el producto propuesto para competir en el mercado.

Se cumplieron los objetivos de este trabajo, sin embargo, un propósito personal es que el presente estudio logre despertar en otros el interés por profundizar en la investigación de la tuna blanca, ya que también su cáscara tiene posibilidades de ser empleada para la elaboración de nuevos productos, tales como mermelada, dulces cristalizados, ates, etc.

C A P I T U L O V I I I

A P E N D I C E

APENDICE 1

METODOS DE ANALISIS EMPLEADOS.

1.- Determinación de Humedad.

Se pesan exactamente de 2 a 3 gramos de muestra homogenizada (macerada o licuada) en una cápsula de níquel previamente tarada. Se coloca en baño maría hasta que la muestra forme una capa uniforme y seca. Se introduce en una estufa de vacío a 70°C durante 4 horas.

Los cálculos se realizaron de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso de muestra húmeda} - \text{peso de muestra seca}}{\text{Peso de muestra húmeda}} \times 100$$

2.- Determinación de Cenizas.

Se pesan exactamente de 2 a 5 gramos de muestra homogénea en un crisol de porcelana previamente tarado. Se evapora a sequedad en baño maría. Se carboniza con un mechero. Posteriormente se incinera en una mufia a 550°C. Se enfría en un desecador y se pesa. Se vuelve a meter a la mufia hasta obtener un peso constante.

Para fines de cálculos, se utiliza la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de las cenizas}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

3.- Determinación de Proteína Cruda.

Se lleva a cabo utilizando el método de Kjeldahl. Como el contenido de nitrógeno es muy bajo en la muestra se tomaron 5 gramos para cada una de las determinaciones. La muestra se introduce en un matraz Kjeldahl de 800 ml.- se agregan 0.3 gramos de Sulfato de cobre pentahidratado y 5 gramos de Sulfato de potasio o Sulfato de sodio y 15 ml de Acido sulfúrico concentrado, se añaden pedazos de plato poroso para regular la ebullición en la destilación. Se coloca el matraz en el digestor hasta la total destrucción de la materia orgánica. La solución debe quedar completamente clara, enfriar y diluir en 350 ml de agua destilada y enfriar sobre hielo.

Añadir 40 ml de una solución concentrada de sosa (100g en 100 ml de agua) que también ha sido enfriada sobre hielo, haciéndola resbalar lentamente por la pared del matraz de manera que se estratifiquen las dos soluciones. Adicionar 0.2 gramos de polvo de Zinc y conectar inmediatamente el

matraz a la alargadera de Kjeldahl, unida al refrigerante que a su vez está conectada a una alargadera la cual va introducida en 50 ml de Acido clorhidrico 0.1 N contenidos en un matraz erlenmeyer de 500 ml y adicionados de 5 gotas de indicador rojo de metilo. Destilar aproximadamente 250 ml. Suspender la destilación, retirando primero el matraz con el destilado de manera que la alargadera quede por encima y antes de apagar la parrilla dejar destilar unos minutos con el objeto de lavar la alargadera por dentro y después lavarla por fuera recogiendo los lavados en el mismo matraz.

Titular el exceso de ácido con solución valorada de NaOH 0.1 N hasta vire amarillo del indicador.

Corregir mediante una determinación en blanco de los reactivos.

Para fines de cálculos se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{ml blanco} - \text{ml problema}) \times N \text{ NaOH} \times 0.014 \times 100}{\text{g de muestra}}$$

$$\% \text{ Proteína cruda} = \% \text{ de nitrógeno} \times 6.25$$

4. Determinación de Grasa.

Se pesan exactamente de 3 a 5 g de muestra seca en un cartucho que se coloca en el extractor del aparato Soxhlet. Se adapta éste a un matraz redondo de 250 ml previamente tarado a 100 °C y a un refrigerante de agua.

Se llevan a cabo las extracciones con eter durante 8 horas. Al final de este tiempo se saca el cartucho del extractor y se evapora el eter recuperándolo en el mismo sistema. Luego se seca el matraz en una estufa a 100 °C hasta peso constante.

Cálculos:

$$\% \text{Grasa cruda} = \frac{\text{Peso del matraz con extracto} - \text{peso del matraz}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

6. Determinación de Fibra cruda.

Se pesan exactamente alrededor de 2 g de la muestra previamente seca y desengrasada en un vaso de 600 ml. Se adicionan 200 ml de ácido sulfúrico 0.255 N y se digiere a reflujo durante treinta minutos, contados a partir del inicio de la ebullición. Se filtra a través de un filtro de lino por decantación tratando de que pese lo menos posible de materia

sólida al filtro, y se lava varias veces con aproximadamente 200 ml de agua caliente cada vez hasta que desaparece la reacción ácida en el agua de lavado (comprobando con anaranjado de metilo).

El residuo que pasa al lino se regresa al vaso con el resto del material sólido y se agrega en seguida 200 ml de NaOH 0.313 N. Se digiere a reflujo durante 30 min, contados a partir del inicio de la ebullición.

Se filtra nuevamente en el mismo lino, tomando las precauciones del caso anterior, y se lava varias veces con aproximadamente 200 ml de agua caliente hasta la eliminación de la reacción alcalina (comprobando con fenoftaleína).

Se pasa cuantitativamente todo el contenido del vaso al filtro con ayuda del agitador y se lava con 40 ml de alcohol etílico repartido en pequeñas porciones por toda la superficie.

A un crisol, tarado previamente, se pesa cuantitativamente el contenido del filtro, añadiendo alcohol si es necesario, y se seca en baño maría y luego en la estufa a 130°C hasta peso constante.

Se enfría en un desecador y se pesa, (valor A). Se calcina en un mechero con llama pequeña hasta eliminación de humos. Se introduce a la mufla a 550°C hasta peso constante. Se enfría en un desecador y se pesa (valor B).

Cálculos:

$$(A - B) \times 100$$

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{\quad}{\quad}$$

(B.S.-grasa) Peso de la muestra

6. Determinación de Reductores Directos.

Pesar de 5 a 10 gramos de muestra en un vaso de precipitados pequeño y pasar cuantitativamente a un matraz aforado de 250 ml usando agua destilada a tener un volumen aproximado de 125 ml, agitar lo suficiente para que todo el material soluble en agua quede disuelto. Agregar aproximadamente 5 ml de solución saturada de acetato de plomo neutro, agitar perfectamente y dejar sedimentar, si el líquido sobrenadante aún está muy turbio o muy colorido, adicionar un poco más de solución de acetato de plomo y agitar, aforar y mezclar perfectamente. Vaciar a un vaso de precipitados de 400 ml, agregar Oxalato de sodio o Potasio sólido, agitar, dejar sedimentar, filtrar y comprobar en los primeros mililitros del filtrado si se eliminó todo el exceso

de plomo adicionándole una pequeña cantidad de oxalato (no debe precipitar). La solución filtrada (SOLUCION I) se lleva a la bureta y se hace una titulación de tanteo para determinar la dilución más adecuada.

CALCULOS:

$$\frac{\text{Factor} \times 250}{\text{ml gastados}} \times \text{Dilución} \times \frac{100}{\text{g muestra}} = \text{g/100g Azúcares Reductores Directos.}$$

Determinación de Azúcares reductores totales:

Tomar 50 ml de la SOLUCION I, ponerlos en un matraz aforado de 250 ml adicionar 100 ml de agua calentar a 65 °C en baño maría, agregando 10 ml de HCl concentrado, dejar en reposo mínimo una hora, neutralizar NaOH aproximadamente 5 N y papel tornasol, enfriar, aforar y mezclar perfectamente (SOLUCION II), esta solución se lleva a la bureta y se procede a la titulación con reactivo de Fehling.

CALCULOS:

$$\frac{\text{Factor Az. Inv.} \times 250}{\text{ml gastados sol II}} \times \frac{250}{50} \times \frac{100}{\text{g muestra}} = \text{g/100g Reductores Totales en Azúcar invertido}$$

Determinación de Azúcares no reductores:

$$\begin{array}{rcl} \text{Az. Red. Totales} & - & \text{Az. Red. Directos} = \text{Az. no Reductores.} \\ \text{(en Az. inv.)} & & \text{(en Az. inv.)} \end{array}$$

$$\text{Az. no Reductores (en az. inv.)} \times 0.95 = \text{Sacarosa.}$$

7.- Determinación de Acidez.

Se pesa exactamente de 3 a 10 gramos de muestra, se agregan 10 ml de agua destilada y se titula con una solución de NaOH 0.1 N usando como indicador fenoftaleína.

CALCULOS:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(\text{Vol. gastado} \times \text{N NaOH}) \times \text{meq. Ac. cítrico} \times 100}{\text{gramos de la muestra}}$$

8.- Determinación de pH.

Se determinó directamente con un potenciómetro Hanna instruments modelo HI 8521.

9.- Determinación de vitamina C.

La muestra se muele en un mortero con un poco de arena limpia o se homogeniza en una licuadora. Para prevenir la

oxidación de la vitamina C durante la extracción. Se añade una solución de ácido acético o una solución al 3% de ácido metafosfórico recién preparado; esto destruye la enzima ácido ascórbico oxidasa.

Tomar 5 gramos de la muestra y homogenizar con 50 ml de ácido hasta la desaparición de grumos usando arena lavada para ayudar a moler la muestra. La vitamina C se encuentra ahora en solución; filtrar la mezcla en un matraz aforado de 100 ml, lavando cuantitativamente, agregar agua hasta el aforo y mezclar. Para la determinación usar 10 ml de parte alícuota.

10. Carbohidratos Totales.

Se suman los porcentajes de humedad, cenizas, proteína, grasa cruda y fibra cruda y el total se resta de 100, esta diferencia son los carbohidratos asimilables.

MEDIOS MICROBIOLÓGICOS EMPLEADOS:**AGAR PARA CUENTA EN PLACA:****Ingredientes por litro**

Bacto-triptona pancreática digerida de caseína Q.P.	5.0 g
Bacto-extracto de levadura	2.5 g
Bacto-dextrosa, glucosa	1.0 g
Bacto-agar	15.0 g
pH final: 7.0 a 25°C	

AGAR PAPA DEXTROSA:**Ingredientes por litro**

d(+) Dextrosa anhidra (NBCo)	20.0 g
Agar bacteriológico (Bioxon)	18.0 g
Infusión de papa al 20 %	1000 ml

APENDICE 2

Anexo No. 1. FORMATO PARA PRUEBA DE EVALUACION SENSORIAL

DESARROLLO DE UNA MERMELADA

Prueba No. _____

A PARTIR DE TUNA BLANCA

Fecha: _____

"PRUEBA DE EVALUACION SENSORIAL" Nombre: _____

Muestra:	6X	3A	9L
APARIENCIA GENERAL	_____	_____	_____
COLOR	_____	_____	_____
AROMA	_____	_____	_____
CONSISTENCIA DEL GEL	_____	_____	_____
SABOR	_____	_____	_____
DULZURA	_____	_____	_____
ACIDEZ	_____	_____	_____
AMARGOR	_____	_____	_____

- Opciones:
- 5) Me gusta en extremo
 - 4) Me gusta ligeramente
 - 3) No me gusta ni me disgusta
 - 2) Me disgusta ligeramente
 - 1) Me disgusta en extremo

Observaciones y sugerencias:

ANEXO 2.

NOMBRE _____ FECHA: _____
DIRECCION _____ ENTREVISTADOR _____
Tel. _____

U.N.A.M.
FACULTAD DE QUIMICA.

Cuestionario: Marque con una "X", la respuesta(s) elegida(s).

1.- Consume productos dulces a base de fruta?. Cómo son:

Mermeladas _____ Jarabes _____
Até _____ Bebidas _____
Jalea _____ Otros _____
Almíbar _____

Si eligió algún producto anterior puede continuar, sino, se agradece de antemano su cooperación.

2.- De qué tipo de frutas consume los productos?.

Fresa _____ Naranja _____
Durazno _____ Tuna _____
Piña _____ Otros _____
Zarzamora _____

2a. ¿De qué otra fruta le gustaría?.

3.- ¿Con qué frecuencia los consume?.

Semana: 1 vez _____ Año: 1 vez _____
2 veces _____ 2 veces _____
+ veces _____ 3 veces _____
Mes: 1 vez _____
2 veces _____
+ veces _____

4.- ¿Dónde compra él o los productos?.

Vendedor ambulante _____ Dulcería _____
Tienda de autoservicio _____ Mercado _____
Tienda de abarrotes _____

5.- ¿Cuál es o cuáles son las marcas de los productos que adquiere, si las hay?.

Marca comercial _____ Preferida _____
Marca conocida _____ Otros _____

6.- Les gustaría probar una mermelada de tuna?.

Les interesó la opción? _____ Indiferente? _____
No les interesó la opción _____

7.- Si la respuesta anterior es positiva ¿Cómo les gustaría que fuera?.

Amarilla _____ c/pedazos o trozos de fruta _____
Verde _____ c/semillas _____
Roja _____ s/semilla _____

C A P I T U L O I X

BIBLIOGRAFIA

VII. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Amerine, M. A., Pangburn, R.M. Roeslev, E. B..
"Principels of Sensory Evaluation of Food". Academic Press:
New York. 1965.
2. AMV Ediciones. "Normas de Calidad de los Alimentos".
España 1990.
3. Anon. "Carrageenan and pectin seminar". A/S Kobenhauns
Pektin fabrik. México, D.F. 1975.
4. Anon. "Manual de conservas." Junkist Growers: Ontario,
California. 1964.
5. Anon. "Notas de curso sobre conservación y transporte de
frutos y hortalizas"; (tercera parte). Secretaria de
Educación Pública, Sub Secretaria de educación media, técnica
superior. Dirección general de educación tecnológica
agropecuaria. Julio 1972.
6. A.O.A.C., Official Methods of Analysis of Official
Analytical Chemists. 1980.
7. Aragón Ma. Elena. "Manual de Prácticas de Laboratorio".
Nutrición. Mayo 1991.

8. Badui Dergal Salvador. "Química de los Alimentos". Ed. Alhambra. 1985.
9. Becerra Rios Héctor Julián. "Estudio Teórico-Experimental sobre el aprovechamiento del Nopal". Tesis UNAM. 1969.
10. Benjarano y Almada, A., "Anteproyecto para la elaboración de una bebida enlatada hecha a partir de tuna". Tesis UNAM. 1979.
11. Bourne, G. H. "World Review of Nutrition and Dietetics". Vol. 18. Atlanta Georgia. Pág. 104. 1973.
12. Braverman J. B. S. "Introducción a la bioquímica de los alimentos". Segunda edición, Omega, S. A., Barcelona. 1978.
13. Bravo Hollis H., 1991. "Las cactáceas de México III". U.N.A.M. 1991. pág. 501-510.
14. Bueno Ma. del Pilar. "Conservas Caseras". Ed. Olimpo. México 1978.
15. Buron García. "Nuevos Productos Alimentarios". Editorial AMV Ediciones. Madrid 1974.
16. Carreño Torres Ricardo. "Estudio de las Normas COPANT para mermeladas". Ingeniero Químico. Tesis UNAM 1979.

17. Cranda H. P. G., Rouse, A. H. "Pectin quality and quantity differences between whole peel and showed albedo from "Duncan" grapefruit and "Pineapple" and "Valencia" Oranges". *Pronc. Int. Soc. citriculture*. 1977.

18. Desrosier, M. W. "Conservación de alimentos". Ed. Continental; México, 1977.

19. Donath Erhard. "Elaboración Artesanal de Frutas y Hortalizas". Editorial Acribia.

20. Escamilla Hurtado Ma. de Lourdes Aurora. "Proyecto para la industrialización de la tuna". Tesis U.M.A.M. 1977.

21. Fisher P., Bender, A. "Valor nutritivo de los alimentos". Ed. Limusa, México 1978.

22. Furia T. E. (Editor) "Handbook of food additives". CRC. Press. Cleveland, Ohio. 1975.

23. Furia, T. E. "Handbook of food additives", Second Edition. Noviembre 1972.

24. Garduño, T. A. "Desarrollo de alimentos". Texto para tecnólogos de Alimentos. México 1978.

25. Gianola C. "La industria de la fruta seca, en almíbar y confitada. Heros, S.A., Madrid 1974.
26. Glikzman, M. "Gum Technology in the food industry". Academic Press, New York and London 1969.
27. Hersom., A.C., Hollan. "Conservas alimenticias". Ed. Acribia. Zaragoza 1974.
28. Holdsworth, S.D., "Conservación de Frutas y Hortalizas". Editorial Acribia. Zaragoza 1988.
29. INEGI. "El Sector Alimentario en México". México. 1993.
30. JAY, J.M. "Microbiología Moderna de los Alimentos". Ed. Acribia: Zaragoza 1973.
31. Lapedes, D. N. "Food Agriculture and Nutrition". Mc Graw Hill, New York. pág. 301. 1977.
32. Lehninger, L. A. "Bioquímica". Ediciones Omega, S. A., Barcelona 1972.
33. Molinas, M. "Frigoconservación y Manejo". Ed. AEDOS, Barcelona, España 1970.

34. "Norma oficial de calidad para mermelada de naranja". 1968. Dirección General de Normas. México, D. F.
35. "Normas Sanitarias de Alimentos" 1968. Mermelada de Frutas. Organización Panamericana de la salud. O.M.S. Tomo 2. Washington.
36. Oviedo. "Historia general y natural de las Indias. Tomo III, libro 25, cap. 4.
37. Pedrero F., Daniel L. "Evaluación Sensorial de los Alimentos". México 1989.
38. Pimienta Barrios Eulogio. "El Nopal Tunero". Universidad de Guadalajara. 1a. Ed. 1990.
39. "Proyecto de normas microbiológicas y químicas para el control sanitario del agua, bebidas y alimentos" 1974.
40. Ramírez Medina Germán. "Perspectivas de la utilización del Nopal y tuna". Tesis UNAM 1981.
41. Rauch, G. H. "Fabricación de mermeladas". Ed. Acribia, Zaragoza 1970.
42. Rayo Iranzo. J. 1954. "Las sustancias pécticas", II, Revista de Ciencia aplicada. 1954.

43. Rodriguez Martinez Jesus Vicente. "Anteproyecto de una Agroindustria para la elaboración de dulces a base de Nopal"> Tesis UNAM 1983.

44. Sahagún, F.C. Historia general de las cosas de Nueva España". Editorial Porrúa, México 1969.

45. Southgate David. Conservación de frutas y hortalizas. Editorial Acribia. Zaragoza 1992.

46. Subsecretaría de Agricultura. SARH. Dirección Sistema-Producto. "Sistema-Producto Nopal y Tuna". Abril 1992.

47. UNAM. "Manual de Análisis de Alimentos". Facultad de química. Mayo 1991.