



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

Aprovechamiento integral de la tuna mediante el
desarrollo de una mermelada funcional adicionada de
nopal y chía

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A N:

ANA PATRICIA RODRÍGUEZ FLORES
ANDREA VÍQUEZ ARTEAGA

ASESORA:

I.B.Q. LETICIA FIGUEROA VILLARREAL

COASESORA:

L.A. MARÍA DEL CONSUELO MOLINA ARCINIEGA



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis.**

Aprovechamiento integral de la tuna mediante el desarrollo de una mermelada funcional adicionada de nopal y chía.

Que presenta la pasante: **Ana Patricia Rodríguez Flores**
Con número de cuenta: **310303448** para obtener el Título de la carrera: **Ingeniería en Alimentos**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 07 de Mayo de 2019.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en C. Fernando Flores Benítez	
VOCAL	I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal	
SECRETARIO	I.A. Alberto Solís Díaz	
1er. SUPLENTE	I.A. Zaira Berenice Guadarrama Álvarez	
2do. SUPLENTE	I.Q. Daniel Mauricio Vicuña Gómez	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis.**

Aprovechamiento integral de la tuna mediante el desarrollo de una mermelada funcional adicionada de nopal y chía.

Que presenta la pasante: **Andrea Víquez Arteaga**

Con número de cuenta: **309133900** para obtener el Título de la carrera: **Ingeniería en Alimentos**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 07 de Mayo de 2019.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en C. Fernando Flores Benítez	
VOCAL	I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal	
SECRETARIO	I.A. Alberto Solís Díaz	
1er. SUPLENTE	I.A. Zaira Berenice Guadarrama Álvarez	
2do. SUPLENTE	I.Q. Daniel Mauricio Vicuña Gómez	

NOTA: los sindocales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/cga*

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por bendecir cada día de mi vida y brindarme valor, sabiduría y fortaleza para poder continuar por el buen camino.

A MIS PADRES:

JESUS RODRIGUEZ Y MARICELA FLORES

Por ser el principal motor de mi vida, por el apoyo, el amor, la confianza y sabiduría que me han brindado, a mi madre, por estar cada segundo a mi lado y apoyarme en cada paso que doy, a mi padre, por ser el pilar de nuestra hermosa familia y por heredarme estas grandes alas.

A MIS HERMANOS:

Por estar en todo momento conmigo y porque juntos somos el perfecto engranaje, a Marco por caminar a mi lado y no permitir que me desvié del camino, a Jesús por cuidar de mí y por alentarme a concluir lo que comencé.

A MIS PROFESORES:

Por las enseñanzas que me brindaron a lo largo de la carrera.

A I.B.Q. LETICIA FIGUEROA VILLARREAL:

Por la confianza, la paciencia y el gran apoyo a lo largo de la elaboración de esta tesis, por ser una excelente profesora y persona.

A LA MEJOR UNIVERSIDAD "UNAM":

Por brindarme bachillerato y licenciatura llenos de felicidad y enseñanzas, mis 4 mejores amigos y mi amada carrera. Por ser la mejor universidad.

A MÍ:

Por concluir esta parte de mi vida, porque cada día y cada desvelo valieron la pena, porque todo esfuerzo tiene una recompensa y si fuera fácil, cualquiera lo haría.

AGRADECIMIENTO A PROYECTO PAPIME-103818.

ANA PATRICIA RODRÍGUEZ FLORES

AGRADECIMIENTOS

El amor recibido y la paciencia con la que cada día se preocupaban mis padres por mi avance es simplemente único. Gracias a ellos por ser los principales promotores de mis sueños y expectativas, por cada día confiar en mí.

Gracias a mi madre Haydee por siempre estar ahí y enseñarme que todo se puede si te lo propones, gracias a mi padre Rafael por demostrarme que no se necesita tener la misma sangre para amar y apoyar a alguien como una hija.

Gracias a mi hija Regina que fue y siempre será mi principal motor para salir adelante en cada paso que doy, este logro va dedicado principalmente a ellos porque jamás me han dejado sola.
Quiero agradecerle a mi familia porque siempre ha creído en mí.

Gracias Paty por que en cada circunstancia en la cual me encontrara me apoyaste para sacar adelante este proyecto, no tengo como agradecerte cada cosa que has hecho por mí.

Gracias Dulce porque siempre has estado presente en mi vida, me has brindado y demostrado lo que es una verdadera amistad, me enseñaste muchas cosas académicamente y personalmente, eres mi mejor amiga.

Bere como no agradecer que siempre obtuve tu apoyo incondicional cuando supiste que sería mamá y seguiría estudiando, son amistades que se valoran hasta el último día.

Gracias a mi asesora de tesis, ya que siempre me apoyo para que este proyecto se realizara con éxito. En verdad le agradezco su apoyo y comprensión.

Quiero agradecer a la UNAM porque me dio no nada más una carrera, me dio amistades valiosas, me enseñó lo que es amar un deporte, me dio muchas alegrías y recuerdos que jamás olvidare, y que sin duda extrañare el resto de mi vida. Sera un honor decir que soy egresada de la máxima casa de estudios.

AGRADECIMIENTO A PROYECTO PAPIME-103818.

VÍQUEZ ARTEAGA ANDREA

INDICE GENERAL

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

1.1 Generalidades de las opuntias	1
1.2 Tuna (opuntia amaycela), reina.	2
1.2.1 Producción en México.	3
1.2.2 Propiedades nutricionales y composición química.	4
1.3 Nopal (opuntia nopalea ficus indica).	5
1.3.1. Producción en México.	5
1.3.2. Propiedades nutricionales y composición química	6
1.4 Chía (salvia hispánica).	6
1.4.1. Propiedades funcionales.	7
1.4.2. Propiedades nutricionales y composición química	7
1.5 Alimentos funcionales.	8
1.6. Fibra.	9
1.6.1. Definición de la fibra.	9
1.6.2. Clasificación de la fibra.	9
1.6.3. Propiedades de la fibra.	10
1.7. Mermeladas.	10
1.7.1. Definición.	10
1.7.2. Proceso de elaboración de una mermelada.	12
1.7.2.1 Descripción del diagrama de proceso.	12
1.7.3. Defectos en la elaboración de mermeladas.	14
1.8. Colorimetría.	15
1.9. Desarrollo de nuevos productos.	16
1.9.1 Etapas para el desarrollo de nuevos productos.	16
1.10. Mercadotecnia.	17
1.10.1. Definición de mercadotecnia.	17
1.10.2. Definición de mercado.	17
1.10.3. Segmentación de mercado.	18
1.11. Evaluación sensorial.	18
1.11.1. Definición e importancia de la evaluación sensorial.	18
1.11.2. Métodos de evaluación sensorial.	19

1.11.3 Tipos de jueces.....	20
1.12. <u>Envase y embalaje</u>	20
1.12.1. Definición y función de los envases.....	20
1.12.2. Tipos de envase.....	21
1.12.3. Composición del vidrio transparente.....	22
1.12.4 Ventajas del envase de vidrio.....	22
<u>CAPÍTULO 2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL</u>	23
2.1 <u>Objetivos</u>	23
2.1.1. Objetivo general.....	23
2.1.2. Objetivos particulares.....	23
2.2 <u>Cuadro Metodológico</u>	24
2.3 <u>Descripción de la metodología experimental</u>	25
<u>2.3.1. Actividades preliminares</u>	25
2.3.1.1. Tratamiento de materia prima para la conservación de color verde del nopal, fruto de la tuna y cáscara de tuna.....	25
2.3.1.2. Capacidad de retención de agua de la chía.....	26
2.3.1.3. Análisis químicos, fisicoquímicos y físicos de las materias primas.....	26
2.3.1.3.1. Determinación de solidos solubles (°Brix).....	26
2.3.1.3.2. Determinación de pH.....	27
2.3.1.3.3. Determinación de pectina.....	27
2.3.1.3.4. Determinación de acidez.....	27
2.3.1.3.5. Determinación de azúcares reductores directos y totales.....	28
2.3.1.3.6. Determinación de fibra bruta.....	28
2.3.1.3.7. Determinación de cenizas.....	29
<u>2.3.2. Objetivo particular 1</u>	30
2.3.2.1. Estudio de mercado.....	30
<u>2.3.3 Objetivo particular 2</u>	31
2.3.3.1. Selección de la mezcla de pulpas.....	31
<u>2.3.4. Objetivo particular 3</u>	32

2.3.4.1. Reducción de azúcar de la mermelada tradicional.....	32
2.3.4.2. Desarrollo de prototipos de mermelada.....	32
2.3.4.3. Selección de mermelada.....	33
<u>2.3.5. Objetivo particular 4.</u>	34
2.3.5.1 Estandarización del diagrama de proceso.....	34
2.3.5.2. Análisis químico, físico y fisicoquímico de la mermelada.....	34
2.3.5.3. Determinación de humedad.....	35
2.3.5.4. Análisis microbiológico.....	35
2.3.5.4.1. Determinación de mesófilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994)....	35
2.3.5.4.2. Determinación de coliformes totales (NOM-113-SSA1-1994)....	35
2.3.5.4.3. Determinación de mohos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994)....	36
<u>2.3.6. Objetivo particular 5.</u>	36
2.3.6.1. Selección de envase según la NOM-130-SSA1-1995.....	36
2.3.6.2. Diseño de la etiqueta según la NOM-051-SCFI/SSA1-2010(2015)....	36
<u>2.3.7. Objetivo particular 6.</u>	37
2.3.7.1. Prueba sensorial de aceptación de prototipo final.....	37
<u>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</u>	38
<u>3.1. Actividades preliminares.</u>	38
3.1.1. Tratamiento de materia prima para la conservación de color verde del nopal, fruto de la tuna y cáscara de tuna.....	38
3.1.2 Capacidad de retención de agua de la chía.....	42
3.1.3 Determinación de composición química, propiedades fisicoquímicas físicas de materias primas.....	45
<u>3.2 Objetivo particular 1.</u>	46
3.2.1. Estudio de mercado.....	46
<u>3.3 Objetivo particular 2.</u>	51
3.3.1 Determinación de la concentración de las pulpas.....	51
3.3.2 Análisis sensorial y selección del prototipo.....	51
<u>3.4 Objetivo particular 3.</u>	52
3.4.1 Desarrollo de prototipos de mermelada.....	52

3.4.2. Selección de la mermelada.....	52
3.5 Objetivo particular 4.....	53
3.5.1. Estandarización del diagrama de proceso.....	53
3.5.2 Determinación de propiedades físicas y fisicoquímicas de la Mermelada.....	53
3.5.3 Determinación de análisis químico proximal de la mermelada.....	54
3.5.4 Análisis microbiológico.....	55
3.6 Objetivo particular 5.....	56
3.6.1 Selección de envase según la NOM-130-SSA1-1995.....	56
3.6.2 Diseño de la etiqueta según la NOM-051-SCFI/SSA1-2010(2015).....	56
3.6.3. Determinación del precio de la mermelada.....	57
3.7 Objetivo Particular 6.....	58
3.7.1. Prueba sensorial de aceptación de prototipo final.....	58
CONCLUSIONES.....	59
BIBLIOGRAFÍA.....	60

INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Cambios sufridos por la opuntia en su madurez.....	3
Tabla No. 2 Composición química de la pulpa de tuna.....	4
Tabla No. 3 Composición química de distintas edades.....	6
Tabla No. 4 Composición química de la semilla de chía.....	8
Tabla No. 5 Fibra.....	9
Tabla No. 6 Formulación de mermelada tradicional.....	32
Tabla No. 7 Formulación de mermelada tradicional reducida en azúcar.....	32
Tabla No. 8 Análisis físico, fisicoquímico y químico del prototipo seleccionado.....	34
Tabla No. 9 Diferentes tratamientos de escaldado para el nopal.....	39
Tabla No. 10 Resultados del escaldado.....	40
Tabla No. 11 Pesos de vasos con y sin solución de sacarosa.....	42
Tabla No. 12 Pesos de la solución y de la solución con chía.....	43
Tabla No. 13 Porcentaje de retención de agua.....	43
Tabla No.14 Resultados del análisis químico, fisicoquímico de las materias primas.....	45
Tabla No. 15 Prototipos para la selección de mezcla de pulpas.....	51
Tabla No. 16 Prototipos de mermeladas reducidas en azúcar con concentraciones de chía y pectina.....	52
Tabla No. 17 Resultados físicos y fisicoquímicos.....	53
Tabla No. 18 Resultados de análisis químico proximal.....	54
Tabla No. 19 Resultados y normatividad de análisis microbiológicos.....	55

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Variedad de tuna.....	2
Figura No. 2 Sección transversal de la tuna.....	3
Figura No. 3 Pencas de nopal.....	5
Figura No. 4 Pencas de nopal tierno.....	5
Figura No. 5 Flor de chía.....	7
Figura No. 6 Mucílago de chía.....	7
Figura No. 7 Diagrama de proceso de elaboración de mermelada.....	12
Figura No. 8 Cuestionario del estudio de mercado.....	30
Figura No. 9 Cuestionario para la selección de mezcla de pulpas.....	31
Figura No. 10 Cuestionario de prueba sensorial de prototipos.....	33
Figura No. 11 Cuestionario para la prueba de aceptación del prototipo final.....	37
Figura No. 12 Piezas de nopal.....	38
Figura No. 13 Nopal troceado sometido a un escaldado.....	38
Figura No. 14 Molienda del nopal.....	39
Figura No. 15 Fotografías de muestras con tratamiento de antioxidantes.....	41
Figura No. 16 Razones.....	49
Figura No. 17 Resultados de Minitab 16.....	51
Figura No. 18 Resultados de Minitab 16.....	52
Figura No. 19 Diagrama de proceso estandarizado.....	53
Figura No. 20 Envase seleccionado para la mermelada.....	56
Figura No. 21 Etiqueta para la mermelada de tuna adicionada de nopal y chía.....	56

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1 Retención del agua vs tiempo.....	44
Gráfico No. 2 Porcentaje de mujeres y hombres.....	47
Gráfico No. 3 Consumo de materias primas.....	47
Gráfico No. 4 Consumo de nopal dulce.....	48
Gráfico No. 5 Consumo de tipo de mermelada.....	48
Gráfico No. 6 Disposición del consumo.....	49
Gráfico No. 7 Pago por el producto.....	50
Gráfico No. 8 Puntos de venta.....	50
Gráfico No. 9 Aceptación del producto.....	58
Gráfico No. 10 Preferencia de la mermelada.....	58

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

1.1 GENERALIDADES DE LAS OPUNTIAS

Las plantas del género *Opuntia* son nativas de varios ambientes, desde zonas áridas al nivel del mar hasta territorios de gran altura como los Andes del Perú; desde regiones tropicales de México donde las temperaturas están siempre por sobre los 5 °C a áreas de Canadá que en el invierno llegan a -40 °C (Nobel, 1999). Uno de sus mayores atractivos es su anatomía y morfología adaptada a condiciones de fuerte estrés ambiental, por lo que son una alternativa de cultivo para regiones donde difícilmente crecen otras especies.

Las características de las plantas que las hacen adaptables al medio árido tienen relación con la conformación de varios de sus órganos. Según Nobel (1998) sus raíces superficiales y extendidas captan el agua de las escasas lluvias que caen en esos ambientes. Las lluvias aisladas, por otra parte, inducen la formación de raíces secundarias que aumentan la superficie de contacto con el suelo lo cual facilita la absorción de agua y nutrientes. Cuando se inicia la sequía, las raíces comienzan a contraerse de manera radial contribuyendo a disminuir la pérdida de agua. Los tallos son suculentos y articulados, botánicamente llamados cladodios y vulgarmente pencas. En ellos se realiza la fotosíntesis, ya que los tallos modificados reemplazan a las hojas en esta función; se encuentran protegidos por una cutícula gruesa, que en ocasiones está cubierta de cera o pelos que disminuyen la pérdida de agua. Estos tallos presentan, además, gran capacidad para almacenar agua, ya que poseen abundante parénquima; en este tejido se almacenan considerables cantidades de agua lo que permite a las plantas soportar largos periodos de sequía. Cabe destacar el papel de los mucílagos -hidrocoloides presentes en este tejido que tienen la capacidad de retener el agua (Nobel et al., 1992).

Los cladodios poseen además espinas. Presentan pocas estomas por unidad de superficie con la particularidad de permanecer cerrados durante el día y abiertos en la noche; esto evita la pérdida de agua por transpiración durante el día y permite durante las horas nocturnas la entrada de anhídrido carbónico (CO₂), materia prima indispensable para la fotosíntesis.

Se conocen casi 300 especies del género *Opuntia*. Sin embargo, hay solo 10 o 12 especies hasta ahora utilizadas por el hombre, ya sea para producción de fruta y nopalitos para alimentación humana, forraje o cochinilla para obtención de colorante. Entre ellas se encuentran, como especies cultivadas para producción de fruta: *Opuntia ficus-indica*, *O. amyclaea*, *O. xocostle*, *O. megacantha* y *O. streptacantha*. Como especies silvestres: *Opuntia hyptiacantha*, *O. leucotricha* y *O. robusta* (Sáenz, 2006).

Las características de estas especies son variables, diferenciándose en la forma de los cladodios, en la presencia o ausencia de espinas, en el tamaño y color de los frutos y en otras características botánicas. Por ejemplo, los frutos de *Opuntia ficus-indica* son dulces, jugosos, de color amarillo, anaranjado, rojo o púrpura, con mucha pulpa y cáscara de grosor variable, pero generalmente delgada. Los brotes tiernos (nopalitos) de *Opuntia ficus-indica* y de otras especies se utilizan, principalmente en México, para la producción de nopal verdura.

Las distintas especies de nopales tienen características comunes y diversas a la vez. Su capacidad para resistir altas temperaturas y períodos prolongados de sequía las hace especialmente atractivas para las zonas áridas y semiáridas. Algunas especies son ampliamente utilizadas para producción de fruta, por la calidad de la misma; es el caso de *Opuntia ficus-indica*, *O. hyptiacantha*, *O. megacantha* y *O. streptacantha*. Algunas de estas producen frutas de diversos colores, lo que constituye un atractivo adicional para los consumidores. Otras especies son más aptas para la producción de nopalitos, como *O. robusta* y *O. leucotricha*, además de *O. ficus indica*. Un gran número de especies se puede utilizar para producir forraje, entre ellas, *O. robusta* y *O. leucotricha*, además de *O. ficus-indica* y otras para producción de cochinilla. La fruta que producen, por ser quizá uno de los aspectos de mayor interés, es de tamaño diverso, en general de acidez muy baja y con un apreciable contenido de azúcares (Sáenz, 2006).

1.2. TUNA (OPUNTIA AMAYCELA), REINA.

México tiene un total aproximado de 107 especies de *Opuntia* clasificadas en nuestro país, seis son utilizadas para la obtención de tuna, son la *ficus-indica*, *robusta*, *leucotricha* y *nopalea cochinillifera*, seleccionadas por tener pocas espinas y por su buen rendimiento de tallos para la venta.

El fruto es una falsa baya no climatérica (no maduran una vez cosechados), con ovario ínfero simple y carnoso. La forma y tamaño de los frutos es variable. Los colores son diversos: hay frutos rojos, anaranjados, púrpuras, amarillos y verdes, con pulpas también de los mismos colores (Figura No.1).



Figura No. 1 Variedad de tuna.

La epidermis de los frutos es similar a la del cladodio, incluso con areolas y espinas. La cáscara de los frutos difiere mucho en grosor, hasta ahora, la cáscara es producto desecho de la tuna, pero puede ser aprovechada industrialmente para generar productos con valor agregado ya que la cáscara posee fibra, que contribuyen a mejorar textura, sabor y proporcionando beneficios a la salud. La pulpa presenta numerosas semillas, que se consumen junto con la pulpa. Hay frutos que presentan semillas abortadas, lo que aumenta la proporción de pulpa comestible (Figura No.2).

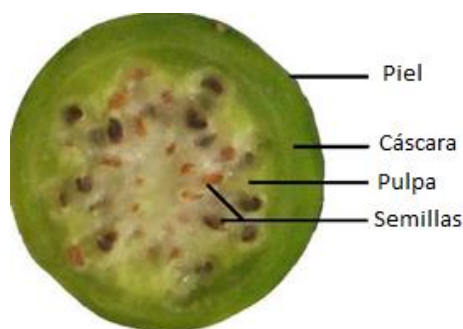


Figura No. 2 Sección Transversal de la tuna.

En el Tabla No. 1, Montiel-Rodríguez (1986) [citado por Cantwell, (1999)], se indican los cambios más notorios sufridos por la *Opuntia amyclaea* durante su madurez.

Estado de maduración	Peso (g)	Diámetro mín-máx (cm)	Pulpa (%)	Acidez (%)	pH
Inmaduro	86	42-44	44	0,08	5,2
Verde sazón	102	47-49	57	0,04	6,1
Intermedio	105	49-53	63	0,03	6,2
Maduro	112	50-54	65	0,02	6,3
Sobremaduro	108	49-53	75	0,02	6,4

Tabla No. 1 Cambios sufridos por la opuntia en su madurez.

1.2.1 Producción en México

En cuanto al cultivo de tuna, México cuenta con 20 mil productores, quienes cosechan 48 mil hectáreas y obtienen alrededor de 352 mil toneladas anuales. El mayor volumen de producción se concentra en los estados de México, Zacatecas, Puebla e Hidalgo y la cosecha se realiza en los meses que van de julio a septiembre, principalmente.

La tuna crece en diversos climas y terrenos, siendo resistente a las sequías, cultivándose en la costa y la sierra desde el nivel del mar hasta los 3,000 metros de altura. Su mejor desarrollo lo alcanza en regiones con temperaturas que oscilan entre los 12 y 34 grados centígrados.

México exporta tuna a Estados Unidos, Canadá y en menor proporción a Chile, Holanda, Alemania, Bélgica y Francia. La amplia riqueza varietal de nuestro territorio permite ofrecer al mercado tunas blancas, amarillas, verdes, anaranjadas y rojas, aquí radica un gran potencial que es necesario desarrollar para convertir a esta actividad en una fuente importante de empleos e ingresos para el país (Fideicomiso de Riesgo Compartido, 2017).

1.2.2. Propiedades nutricionales y composición química.

Dentro de las propiedades nutricionales de la tuna se destacan la presencia de calcio, así como el contenido de fibras, que colabora en la regulación del azúcar en la sangre, por lo que es muy apropiado para personas con diabetes, además, para controlar el peso. También ayuda en la reducción del colesterol, además la tuna posee propiedades antioxidantes que ayudan a eliminar los radicales libres, sustancias que provocan el deterioro celular y el desarrollo de enfermedades cardíacas, diabetes, artritis entre otras patologías.

La tuna presenta un alto nivel de ácido ascórbico que puede llegar a valores de 40 mg/100 g; tal contenido es mayor que el encontrado en la manzana, la pera, la uva y la banana. El contenido de sodio y potasio de la tuna indica que es una buena fuente de este último (217 mg/100 g) y que presenta un bajo contenido de sodio (0,6 a 1,19 mg/100 g) lo que es una ventaja para ser consumido por personas con problemas renales o de hipertensión (Sepúlveda y Sáenz, 1990; Rodríguez et al., 1996).

Respecto a la composición química de las partes comestibles de los frutos, tradicionalmente los datos han ido formando parte de las tablas de composición química de alimentos que recogen valores a veces puntuales de una zona o país; sin embargo, las especies vegetales varían su composición de acuerdo a muchos factores entre ellos la zona de cultivo y la madurez. Varios autores han realizado estudios acerca de la composición química de la tuna (Sawaya et al., 1983; Sepúlveda y Sáenz, 1990; Rodríguez et al., 1996; Sáenz y Sepúlveda, 2001a). En la tabla No. 2 se presenta la composición.

Parámetros	(1)	(2)	(3)
Humedad	85-90	85,6	83,8
Proteína	1,4-1,6	0,21	0,82
Grasa	0,5	0,12	0,09
Fibra	2,4	0,02	0,23
Ceniza	---	0,44	0,44
Azúcar total	10-17	12,8	14,06
Vitamina C (mg/100 g)	4,6-41	22,00	20,33
β-caroteno (mg/100 g)	Trazas	Trazas	0,53

Fuentes: (1) Sawaya et al. (1983)(2) Sepúlveda y Sáenz (3) Rodríguez et al. (1996).

Tabla No. 2 Composición química de la pulpa de tuna (porcentaje)

1.3. NOPAL (OPUNTIA NOPALEA FICUS INDICA).

El nopal ha representado para los mexicanos, uno de los alimentos más relevantes y de gran significado cultural, su significado histórico es evidente, ya que se encuentra plasmado en el escudo de la bandera nacional.

Los tallos suculentos y articulados o cladodios, comúnmente llamados pencas, presentan forma de raqueta ovoide o alargada alcanzando hasta 60-70 cm de longitud (Figura No.3), dependiendo del agua y de los nutrientes disponibles (Sudzuki et al., 1993). Cuando miden 10-12 cm son tiernos y se pueden consumir como verdura (Figura No.4).



Figura No. 3 Pencas de nopal



Figura No. 4 Pencas de nopales tiernos

1.3.1. Producción en México.

La producción del nopal se ha incrementado durante la última década, asegura el presidente del Consejo del Nopal y la Tuna del D.F, la producción nacional en cuanto al nopal como verdura es de 267.385 toneladas por año, de los cuales el 70% se vende fresco como alimento y únicamente la tercera parte se procesa. Milpa alta, el Estado de México y el Distrito Federal, en conjunto producen el 90% de la producción nacional, seguido de Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí (González, 2010).

Su demanda también se ha incrementado en el extranjero y aunque México es el principal exportador, la cantidad de nopal vendida en otras partes del mundo aún es poca, menos del 1% de la producción nacional. Estados Unidos es el principal mercado, le sigue Japón y algunos países europeos.

El consumo promedio de nopal es de 6.4 kilos per cápita a nivel nacional, pero llega a 8 kilos en el centro del país, en el norte es de 5 y en el sur es de 4.5 kilos (González, 2010).

1.3.2. Propiedades nutricionales y composición química.

Los compuestos funcionales del nopal al igual que otras verduras, contribuyen con una alta proporción de agua a la dieta y son altamente cotizados por su contenido en fibra; forman parte de la dieta común del pueblo mexicano, es rico en fibra dietética y su contenido es comparable al de varias frutas y hortalizas, entre ellas la espinaca, las fibras vegetales y los mucílago controlan el exceso de ácidos gástricos y protegen la mucosa gastrointestinal previniendo así, las úlceras gástricas. Son ricos también en minerales, entre ellos el calcio y el potasio (93 y 166 mg/ 100 g), respectivamente y tienen bajo contenido de sodio (2 mg/100 g), lo que es una ventaja para la salud humana. Su alto contenido en calcio, los hacen muy interesantes por la importancia de este mineral en la dieta (Sawaya et al., 1983; Sepúlveda y Sáenz, 1990; Rodríguez et al., 1996; Sáenz y Sepúlveda, 2001^a).

Desde el punto de vista de la industrialización es primordial tener un conocimiento cabal de la composición química de los nopales, este conocimiento es indispensable para tener éxito tanto en la elección de las tecnologías de procesamiento más adecuadas que se pueden aplicar como en las condiciones de aplicación de las mismas, a fin de obtener productos inocuos, nutritivos y de alta calidad.

Los cladodios, por su parte tienen interés desde el punto de vista industrial ya que cuando los brotes son tiernos se usan para la producción de nopalitos, y cuando son de mayor tamaño, para la producción de harinas y otros productos.

Edad (años)	Descripción	Proteína	Grasa	Cenizas	Fibra cruda
0.5	Renuevos o nopalitos	9.4	1.00	21.0	8.0
1	Penca	5.4	1.29	18.2	12.0
2	Penca	4.2	1.40	13.2	14.5
3	penca	3.7	1.33	14.2	17.0
4	Tallos suberificados	2.5	1.67	14.4	17.5

Fuentes: (1) Sawaya et al. (1983) (2) Sepulveda y Saenz (3) Rodriguez et al. (1996).

Tabla No.3 Composición química de distintas edades (porcentaje materia seca)

1.4. CHÍA (SALVIA HISPÁNICA).

La Chía (Salvia hispánica L.) es una planta de la familia de las Lamiaceae. Es una herbácea anual, que puede alcanzar hasta dos metros de altura. Las hojas miden de 4 a 8 cm. de largo y de 3 a 5 cm. de ancho. Las flores son hermafroditas, de color violeta (Figura No. 5).

Florece entre julio y agosto y se cultiva, sobre todo, en México, Guatemala y Bolivia. La planta de Chía requiere un clima tropical o sub-tropical. Al cabo del verano, las flores dan lugar a un fruto en forma de "aqueno indehisciente".

Es una semilla insípida e inodora, carece de gusto alguno, contiene antioxidantes naturales que no permite la oxidación de lípidos.

Al ser hidratada forma una solución estable y altamente viscosa, denominada mucílago. El mucílago aislado tiene la capacidad de retener 27 veces su peso en agua, a diferencia de toda la semilla que se hidrata hasta 12 veces su peso en agua (Figura No. 6).



Figura No. 5 Flor de Chía



Figura No. 6 Mucílago de Chía

1.4.1. Propiedades funcionales.

La chía y el mucílago de la chía funciona como aditivo alimentario en la industria de alimentos, las semillas se agregan intencionalmente a los alimentos como bebidas, salsas, pulpas de frutas, bebidas, postres lácteos, espuma de cerveza etc., para mejorar o mantener su estructura, mientras que en los aderezos mantiene una mezcla de fase acuosa y lipídica en suspensión, facilitando el trabajo de este tipo de sustancias que normalmente no son combinables.

La chía es utilizado como aditivo, ya que no afecta otras propiedades organolépticas como el sabor, en una formulación comercial puede reemplazar el 100% del estabilizante que se utiliza convencionalmente, además la semilla de la chía posee una gran capacidad de retención de agua y mejora las cualidades en cuanto a la composición nutricional del alimento.

El mucílago de la chía al ser extraído, no solo es beneficioso para la salud del consumidor, sino útil en la industria alimentaria, ya que proporciona consistencia a productos como conservas, alimentos para bebés, salsas entre otros.

1.4.2. Propiedades nutricionales y composición química.

Esta semilla ha demostrado tener propiedades nutricionales superiores en comparación a otros granos que actualmente están siendo revalorizados, como el trigo. Según la OMS es recomendable consumir máximo 20 gramos de semilla de la chía, la cual cubre la necesidad diaria de ácidos grasos omega-3, contiene fibra en alta cantidad comparado con cereales convencionales, la cual enlentece el vaciado gástrico, prolongando así la sensación de saciedad, su consumo resulta una alternativa beneficiosa en la salud al mejorar la formación del bolo fecal y prevenir enfermedades como cáncer de colon, obesidad y controlando los niveles de glucosa y colesterol en la sangre. (Silva, 2015)

En la Tabla No. 4 se presenta la composición química de la semilla de la chía, citada por Silva, 2013.

Parámetro	%
Humedad	6.2 ± 0.0^a
Proteína	19.9 ± 0.20^b
Materia grasa	27.9 ± 0.42^c
Cenizas	4.5 ± 0.04^c
Hidratos de carbono	8.6 ± 0.28^b
Fibra dietética	33.0 ± 0.54^b

Tabla No. 4 Composición química de la semilla de Chía (Silva, 2015)

1.5 ALIMENTOS FUNCIONALES.

El concepto de alimentos funcionales fue inventado en Japón en 1984, por científicos que estudiaban la relación entre nutrición, satisfacción sensorial y “fortificación”, como elementos para favorecer aspectos específicos para la salud.

Los alimentos funcionales deben consumirse dentro de una dieta sana y equilibrada y en las mismas cantidades en las que habitualmente se consumen el resto de los alimentos, son alimentos que están especialmente indicados a grupos de población con necesidades nutricionales especiales, según la SENC (Sociedad Española de Nutrición Comunitaria) los enlista de la siguiente manera:

- Embarazadas, lactantes y niños
- Personas en estados carenciales
- Intolerancias a determinados alimentos
- Personas que corren riesgos de determinadas enfermedades cardiovasculares, gastrointestinales, osteoporosis, diabetes entre otras.
- Personas mayores

Algunos ejemplos de alimentos funcionales son:

- Probióticos (microorganismos vivos)
- Prebióticos (carbohidratos; oligómeros y/o polímeros)
- Fibra (carbohidratos; oligómeros y/o polímeros)
- Alimentos con soja (proteínas y flavonoides)
- Alimentos con Calcio (minerales)
- Alimentos con antioxidantes (fitoquímicos)
- Alimentos naturales con algún componente incrementado
- Alimentos con componentes eliminados
- Alimentos con componentes modificados
- Biodisponibilidad mejorada

1.6. FIBRA.

1.6.1. Definición de la fibra.

Se suele definir a la fibra como parte de la dieta que no se digiere enzimáticamente, y por tanto, como tal, no tiene función nutricional alguna. Está compuesta por celulosa y hemicelulosa, procedentes de las paredes celulares vegetales. También las ligninas son parte de la fibra de los alimentos, pero no son estrictamente de naturaleza de hidratos de carbono, pues son polímeros de fenil-propano.

La heterogeneidad en la matriz tridimensional de las paredes celulares vegetales hace que no se disponga de sustancias que puedan utilizarse como estándares para establecer la validez de los distintos métodos de análisis de la fibra (Rojas, 1994).

1.6.2. Clasificación de la fibra.

La fibra desempeña en la planta de donde proceden dos funciones fundamentales: la estructural y la no estructural. La fibra estructural incluye componentes de la pared celular, como la celulosa, la hemicelulosa y la pectina (ver tabla 4). La fibra no estructural está formada por las sustancias que secreta la planta como respuesta a las agresiones o lesiones que sufre. Estos compuestos son: mucílagos, gomas o polisacáridos de algas (Rojas, 1994).

FIBRA	LOCALIZACIÓN
Celulosa, Pectina, Lignina	Pared celular Pared celular+ espacio intercelular
Hemicelulosa, Gomas, Mucilago	Pared celular+ espacio intercelular+ exudados

Tabla No. 5 Fibra.

La fibra también se clasifica por el grado de solubilidad de la fibra en agua, en fibra insoluble y fibra soluble.

◆ Fibra insoluble. Son escasamente degradadas por lo que se excretan prácticamente íntegras por heces. Por este motivo y por su capacidad de retener agua, aumenta la masa fecal, que es más blanda, la motilidad gastrointestinal y el peso de las heces (Martínez, 2005).

◆ Fibra soluble. Su alta viscosidad hace que este tipo de fibras haga más lento el tránsito intestinal y retrasa el vaciamiento gástrico, favoreciendo la absorción de macronutrientes. Además como consecuencia de la degradación total en el colon, se producen ácidos grasos de cadena corta, cuyos beneficios son el disminuir el pH intraluminal, estimular la reabsorción de agua y sodio y potenciar la absorción de cationes divalentes (Martínez, 2005).

Dentro de la terminología utilizada para hacer referencia a la fibra, es importante diferenciar dos conceptos que todavía aparecen con relativa frecuencia en la literatura general: fibra cruda y fibra dietética (Martínez, 2005).

- ◆ La fibra cruda es, por definición, el residuo obtenido tras el tratamiento de los vegetales con ácidos y álcalis. Es decir, es un concepto más químico que biológico.
- ◆ La fibra dietética engloba todo tipo de sustancias, sean fibrosas o no, y que, por tanto, incluye la celulosa, la lignina, las pectinas, las gomas, etc.

1.6.3. Propiedades de la fibra.

Los diferentes tipos de fibra se diferencian entre sí por su composición y por sus propiedades físico-químicas:

1. Resistencia a la digestión. Como ya se ha comentado, el sistema enzimático humano es incapaz de atacar y digerir los distintos componentes de la fibra.
2. Retraso de la absorción intestinal de los hidratos de carbono, de las proteínas y de las grasas. Esta propiedad origina un aumento ligero de la excreción en heces de estos principios inmediatos, por lo que la fibra puede ser útil en la diabetes. (Rojas, 1994).
3. Capacidad de absorción y retención de agua. Propiedad condicionada por el grado de solubilidad de la propia fibra.
4. Retraso de la absorción intestinal de los hidratos de carbono, de las proteínas y de las grasas. Esta propiedad origina un aumento ligero de la excreción en heces de estos principios inmediatos, por lo que la fibra puede ser útil en la diabetes. (Rojas, 1994).
5. Captación de minerales. La fibra rica en ácido urónico tiene facultad para fijar calcio, fósforo, cinc, hierro y magnesio, por lo que puede alterar la absorción de los mismos. Si el aporte de fibra se corresponde con las recomendaciones habituales no existirá ningún problema carencial causado por el balance negativo de los minerales mencionados.

1.7. MERMELADAS.

1.7.1. Definición.

Las mermeladas se definen como productos de consistencia pastosa y untable, se obtienen por la cocción de pulpa de fruta a la que se le adiciona azúcar, suelen contener sacarosa y pulpa de fruta como constituyentes principales y un agente gelificante. La mermelada es una forma eficaz para conservar y comercializar frutas pero, aunque sea de buena calidad, muchas veces no es atractiva a la vista del consumidor. (Coronado, 2001)

Según la norma del CODEX STAN 296-209 las mermeladas son clasificadas de la siguiente manera.

❖ Mermelada de agrios

Es el producto preparado con una o una mezcla de frutas cítricas y elaboradas hasta adquirir una consistencia adecuada. Puede ser preparado con uno o más de los siguientes ingredientes: fruta(s) entera(s) o en trozos, que pueden tener toda o parte de la cáscara eliminada, pulpa(s), puré(s), zumo(s) (jugo(s), extractos acuosos y cáscara que están mezclados con productos alimentarios que confieren un sabor dulce según se definen en la Sección 2.2, con o sin la adición de agua.

❖ Mermelada sin frutos cítricos

Es el producto preparado por cocimiento de fruta(s) entera(s), en trozos o machacadas mezcladas con productos alimentarios que confieren un sabor dulce según se definen en la Sección 2.2 hasta obtener un producto semi-líquido o espeso/viscoso.

❖ Mermelada tipo jalea

Es el producto descrito en la definición de mermelada de agrios de la que se le han eliminado todos los sólidos insolubles pero que puede o no contener una pequeña proporción de cáscara finamente cortada.

Según la NMX-F-131-1982. ALIMENTOS PARA HUMANOS. FRUTAS Y DERIVADOS. MERMELADA DE FRESA establece la siguiente definición.

Se entiende por mermelada de fresa al producto alimenticio obtenido por la cocción y concentración del jugo y de pulpa de fresa (*Fragaria Vesca*, *Fragaria Virginiana*, *Fragaria Chiloensis* y sus variedades), sanas, limpias y con el grado de madurez adecuado ya sean frescas o congeladas libres de receptáculos y pedúnculos, adicionado de edulcorantes nutritivos y agua, agregándole o no ingredientes opcionales (véase 5.6) y aditivos permitidos, envasado en recipientes herméticamente cerrados y procesados térmicamente para asegurar su conservación.

1.7.2. Proceso de elaboración de una mermelada.

En la Figura No. 7 se presenta el diagrama de proceso de elaboración de la mermelada.

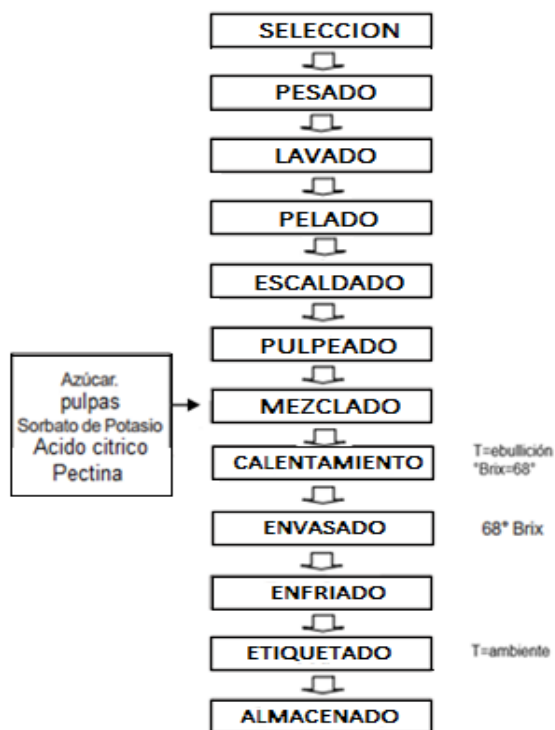


Figura No. 7 Diagrama de proceso de elaboración de mermeladas (Coronado, 2011)

1.7.2.1 Descripción del diagrama de proceso.

- SELECCIÓN

En esta operación se eliminan aquellas frutas en estado de podredumbre. El fruto recolectado debe ser sometido a un proceso de selección, ya que la calidad de la mermelada dependerá de la fruta.

- PESADO

Es importante para determinar rendimientos de la fruta y calcular los otros ingredientes que se añadirán posteriormente.

- LAVADO

Se realiza con la finalidad de eliminar cualquier tipo de partículas extrañas, suciedad y restos de tierra que pueda estar adherida a la fruta. Esta operación se puede realizar por inmersión, agitación o aspersión. Una vez lavada la fruta se recomienda el uso de una solución desinfectante

- PELADO

El pelado se puede hacer en forma manual, empleando cuchillos, o en forma mecánica con máquinas. En el pelado mecánico se elimina la cáscara, el corazón de la fruta y si se desea se corta en tajadas, siempre dependiendo del tipo de fruta.

- ESCALDADO

En esta operación la fruta es sometida a una inmersión, durante un corto periodo de tiempo, en la industria de alimentos se utiliza por varias razones, pero en este proceso, se utiliza para poder inactivar reacciones enzimáticas y conservar el color característico de los frutos.

- PULPEADO

Consiste en obtener la pulpa o jugo, libres de cáscaras y pepas. Esta operación se realiza en una licuadora.

- MEZCLADO

Se mezclan las pulpas, el azúcar y el conservador, para permitir producir una distribución homogénea de los componentes y obtener una buena calidad de la mermelada.

- CALENTAMIENTO 1

La mezcla se calienta, manteniendo un control de medición de los grados °Brix, este calentamiento se mantiene hasta que la mezcla presente 60 grados °Brix.

- CALENTAMIENTO 2

Esta operación es importante, ya que el volumen de la mezcla se reduce en un tercio, se agrega el azúcar y la pectina y la cocción debe finalizar cuando se haya obtenido el porcentaje de sólidos solubles deseados, comprendido entre 65-68 °Brix.

- ENVASADO

Se realiza en caliente a una temperatura no menor a los 85 C. Esta temperatura mejora la fluidez del producto durante el llenado y a la vez permite la formación de un vacío adecuado dentro del envase por efecto de la contracción de la mermelada una vez que ha enfriado. El llenado se realiza hasta el ras del envase, se coloca inmediatamente la tapa y se procede a voltear el envase con la finalidad de esterilizar la tapa. Es importante que se realice al finalizar el calentamiento 2, con la finalidad de evitar una sobre cocción, que pueda originar oscurecimiento y cristalización de la mermelada.

- ENFRIADO

El enfriado a nivel industrial se realiza con chorros de agua fría, mientras que a nivel artesanal se deja enfriar con el transcurso del tiempo, después se realiza un lavado exterior de los envases, el cual permite eliminar residuos de mermelada que hubieran impregnado.

- ETIQUETADO

El etiquetado constituye la etapa final del proceso de elaboración de mermelada, la etiqueta debe incluir toda la información sobre el producto, de acuerdo a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010(2015)

- ALMACENADO

El producto debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco, garantizando la conservación del producto hasta el momento de su comercialización.

1.7.3. Defectos en la elaboración de mermeladas.

Los principales factores que se deben de evaluar cuando se tienen productos defectuosos son: contenido en sólidos solubles, acidez libre, valor de pH, color y sabor (Rauch, 1990).

Mermeladas poco firmes.

- Una cocción prolongada
- Una acidez demasiado alta
- Una acidez demasiado baja la cual perjudica a la capacidad de gelificación de la pectina
- La carencia general de pectina en la fruta.

Cristalización.

- Una acidez demasiado elevada provoca una excesiva inversión de azúcar, dando lugar a la granulación de dextrosa.
- Una acidez demasiado baja provoca la cristalización de la sacarosa.
- Una prolongada cocción es causa de una inversión excesiva.

Sinéresis.

- Acidez demasiado elevada.
- Deficiencia de pectina.
- Pocos sólidos solubles
- Exceso de azúcar invertido.

Cambio de color.

- Cocción prolongada. Causa la caramelización del azúcar o afecta a la clorofila, que se vuelve parda.
- Pulpa descolorida.
- Contaminación con metales. Los fosfatos de magnesio y potasio, los oxalatos u otras sales insolubles de estos metales producen enturbiamiento.
- Causas biológicas. Los daños mecánicos o una maduración excesiva causan el pardeamiento de un gran número de variedades de fruta

Desarrollo de hongos y crecimiento de levaduras.

- Humedad excesiva en el ambiente donde se guarda la mermelada.
- Contaminación anterior al cierre de los tarros.
- Bajo contenido en sólidos solubles del producto
- Mermelada poco firme ya que los fermentados pueden crecer en las mermeladas poco firmes.

1.8. COLORIMETRÍA.

La Colorimetría es la ciencia que cuantifica y describe físicamente la percepción humana del color. Así, a partir de los valores triestímulo como expresión de las señales generadas en la retina, la colorimetría reproduce matemáticamente la fisiología de la visión humana. Permite la comparación con el análisis sensorial y tiene múltiples aplicaciones en la industria. Aunque las técnicas del análisis visual constituyen el sistema de referencia para evaluar la aceptabilidad de un producto por el consumidor, la tecnología alimentaria necesita de las medidas colorimétricas con múltiples objetivos relacionados con la calidad del producto tanto en las etapas de la producción como en su comercialización y consumo (Sevilla, 2017).

El color es la sensación que nuestro cerebro interpreta cuando la luz que incide sobre un objeto es reflejada y captada por nuestros ojos, es decir el color es la presencia de la luz de cualquier fuente luminosa como el Sol, la lámpara de nuestra habitación etc. La luz está compuesta por multitud de ondas electromagnéticas y cuando un rayo de luz incide sobre un objeto parte de las ondas son absorbidas y las restantes son reflejadas por el objeto, las cuales son captadas por nuestros ojos que son los responsables de transformar estas ondas en señales con las que nuestro cerebro interpreta y nos aporta la sensación de visualizar y reconocer un determinado color (Sevilla, 2017).

El color es importante en los alimentos, ya que los consumidores asocian el color de los alimentos con su sabor y aroma, también es una cualidad sensorial de los alimentos, siendo un factor de calidad en algunos productos frescos y procesados.

Para medir el color se requiere una fuente de luz para iluminar la muestra, tomar una foto y utilizar un programa llamado ImageJ, el cual puede calcular el área y las estadísticas de valor de píxel de selecciones definidas por el usuario y la intensidad de objetos umbral, arrojando valores de RGB (Red, Green, Blue), los cuales se promedian y se utilizan en el espacio de color CIELAB, el cual es un estándar internacional para medición de color adoptado por la Commission Internationale d'Eclairage en 1976, convirtiendo los valores de RGB a LAB y permitiendo el uso de modelos empíricos (Salvadori, 2015).

El ΔE^* es un dato que permite medir la diferencia entre dos muestras de color, para calcular el ΔE^* a las muestras se usan los valores arrojados por el programa CIELAB, el ΔE^*

Para calcular la diferencia de color se utiliza la siguiente ecuación:

$$\Delta E^* = ((L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2)^{1/2}$$

Donde:

L*=luminosidad

a*= coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)

b* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

Si el resultado de ΔE^* es inferior a 3 se habla de que hay una diferencia apenas perceptible, si es superior se habla de que en efecto hay diferencia, por lo que el valor más pequeño o cercano a 1 en las diferentes muestras es el resultado con menor diferencia y el que debe ser elegido.

1.9. DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.

El desarrollo de productos es complejo partiendo del hecho de que requiere muchas áreas de la empresa, y es un verdadero reto poder conjuntar eficientemente los roles de cada una para lograr el éxito de los nuevo productos (Villavicencio, et al. 2010).

En el desarrollo de productos se puede referir a productos originales, mejoras de los productos, modificaciones de los productos, y marcas nuevas que la compañía desarrolla a través de sus propias actividades de investigación y desarrollo.

Existen seis opciones estratégicas relacionadas con los nuevos productos

- Productos nuevos para el mundo.
Estos productos comprenden el primer esfuerzo de una empresa que, con el tiempo, da lugar a la creación de un mercado totalmente nuevo.
- Líneas de producto nuevas
Estos productos presentan nuevas ofertas por parte de la empresa, pero ésta última los introduce en mercados establecidos.
- Extensiones de líneas de productos
Dichos productos complementan una línea de productos existentes de nuevos estilos, modelos, características o sabores. Las extensiones a las líneas de productos permiten a la empresa mantener sus productos actualizados
- Mejoras o revisiones a los productos existentes
Son productos que ofrecen a los clientes un mejor desempeño o un valor percibido más alto.
- Reposicionamiento
El reposicionamiento comprende cambios reales o percibidos a un producto. Esta estrategia comprende dirigir los productos existentes a un nuevo mercado o segmento.
- Reducción de costos
Dicha estrategia comprende la modificación de los productos para ofrecer, a precio más bajo, un desempeño similar que aquel de los productos de la competencia.

1.9.1 Etapas para el desarrollo de nuevos productos.

Tradicionalmente el desarrollo de nuevos productos alimenticios es ejecutado por dos funciones. La primera inicia y termina en la función comercial, donde se identifican las tendencias de los consumidores y mercado y la segunda desde la función técnica o de operaciones donde se concretiza el producto (Villavicencio, et al. 2010).

Cada una de estas etapas debe realizarse para asegurar que se cuenta con información y consideraciones correctas para crear productos satisfactorios para el consumidor, por tanto, las etapas que se deben considerar para desarrollar un nuevo producto alimenticio son (Villavicencio, et al. 2010).

- ❖ Formulación
- ❖ Estandarización de ingredientes
- ❖ Desarrollo de prototipos
- ❖ Escalamiento
- ❖ Empaque
- ❖ Pruebas a nivel piloto
- ❖ Etiquetado de producto
- ❖ Reporte final

1.10. MERCADOTECNIA.

1.10.1. Definición de mercadotecnia.

Es el proceso de planificar y ejecutar la concepción, asignación de precios, promoción y distribución de ideas, bienes y servicios para crear intercambios que satisfagan metas individuales y de la organización (Czinkota, et al. 2001).

La mercadotecnia necesita de sus elementos básicos, como son: la planeación, la organización, la implementación y el control, para el desarrollo de sus actividades. Ambas características básicas y que forman parte de la "definición de mercadotecnia", nos ayudan a recordar dos puntos muy importantes:

- La mercadotecnia es realizada por personas y dirigida hacia personas (proceso social): Este aspecto es fundamental para no perder de vista la "humanización" de sus distintas actividades.
- La mercadotecnia necesita ser administrada: Hoy en día no es suficiente tener ideas brillantes, hay que planificarlas, organizarlas, implementarlas y controlarlas logrando incrementar las posibilidades de éxito y de competitividad de la empresa.

1.10.2. Definición de mercado.

El mercado es el conjunto de compradores actuales y potenciales de un producto. La función de los encargados del Marketing de una empresa es romper la homogeneidad de los productos, y convencer al cliente de que su producto es el que realmente va a satisfacer sus necesidades (Lambin, 1995).

Según Czinkota el mercado consiste en todos los clientes potenciales que comparten necesidades y deseos particulares, que podrían estar dispuestos a efectuar un intercambio para satisfacer sus necesidades o deseos. Una vez que estas necesidades y deseos están respaldados por el poder de compra, del cliente se forma un mercado real (Czinkota & Kotabe, 2001).

Para conocer el mercado es necesario clasificar, segmentar, investigar, es decir, conocer al consumidor, saber quién decide en el proceso de compra, etc.

Se conoce un mercado cuando se pueden responder seis preguntas:

- ¿Quiénes son?
- ¿Qué compran?
- ¿Cuándo compran?
- ¿Quién interviene?
- ¿Por qué compra?
- ¿Cómo compra?

El planteamiento de estas preguntas y sus respuestas conducen a reconocer cuatro clases de mercados:

- Mercados de consumo
- Mercado de los productores
- Mercado de los revendedores
- Mercados de instituciones oficiales

1.10.3. Segmentación de mercado.

La segmentación de mercado es el proceso de división del mercado en subgrupos homogéneos con el fin de llevar a cabo una estrategia comercial diferenciada que permita satisfacer de forma más efectiva las necesidades del consumidor y alcanzar los objetivos comerciales de una empresa (Lambin, 1995).

Se puede dividir en:

- Mercados de consumo
 - Demográficos (edad, sexo, estado civil).
 - Psicológicos (personalidad, clase social).
 - Geográficos (clima, población urbana o rural)
- Mercados industriales
 - Tipo y tamaño de la organización compradora del producto
 - Posición en el mercado
 - Ubicación geográfica

1.11. EVALUACIÓN SENSORIAL.

1.11.1. Definición e importancia de la evaluación sensorial.

La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir sentido; por lo tanto 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 (Pedrero, 1989).

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como: “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”.

Las pruebas sensoriales son utilizadas en diversos tipos de industrias, tales como la alimentaria, la perfumera, la farmacéutica, la industria de pinturas, tintes, textiles, etc., teniendo un campo de utilización prácticamente infinito pero la aplicación de la evaluación sensorial es importante para la industria de alimentos, para los profesionales encargados de la estandarización de los procesos, para los encargados de la producción y desarrollo de nuevos productos y los promotores de los productos alimenticios, ya que deben conocer la metodología apropiada, que les permita evaluar los alimentos haciéndolos de esta manera competitivos en el mercado (Hernández, 2005).

La evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (Hernández, 2005).

1.11.2. Métodos de evaluación sensorial.

Los métodos en evaluación sensorial se han dividido en objetivos y subjetivos, en los primeros los evaluadores emiten juicios objetivos sin tener en cuenta gustos personales y en los segundos los consumidores evalúan teniendo en cuenta gustos y expectativas (Hernández, 2005).

❖ Métodos objetivos

Dependiendo de la respuesta que se obtiene se dividen en dos grandes grupos de acuerdo con el tipo de personal necesario, existiendo los métodos de diferencia y los métodos descriptivos

- Métodos de diferencia o discriminantes. Las pruebas más utilizadas son:
 - Triangular
 - Dúo-trío
 - Comparaciones pareadas
 - Comparaciones múltiples
 - Ordenamiento
- Métodos descriptivos. Las pruebas más comunes son:
 - Análisis de perfil de gusto (Little)
 - Análisis de perfil de textura
 - Análisis de perfil sensorial
 - Análisis de relación tiempo - intensidad

❖ Métodos subjetivos

- Pruebas de preferencia
- Pruebas de grado de satisfacción

1.11.3 Tipos de jueces

El instrumento empleado en la evaluación sensorial son jueces, capacitados para hacer una evaluación y medición, a través de la percepción por medio de los sentidos, de características de sabor, olor, etc.; haciendo una evaluación integral e incluso dar una opinión subjetiva acerca del gusto/disgusto del producto (Hernández, 2005).

Los jueces se seleccionan de acuerdo a los resultados más acertados, obtenidos de las siguientes pruebas:

- ❖ Formulario o cuestionario de selección
- ❖ Sensación por olor
- ❖ Asociación por olor
- ❖ Ordenamiento
- ❖ Umbral

El juez sensorial puede ser comparado con un instrumento debido a las siguientes características:

- ❖ Mide objetivamente con los sentidos,
- ❖ Usa métodos exactos,
- ❖ Recibe entrenamiento,
- ❖ Participa en un panel cuyos resultados pueden analizarse estadísticamente.

1.12. ENVASE Y EMBALAJE.

En la actualidad, todas las compañías y sus productos están revestidos por un diseño que los identifica, que se ha convertido en un vínculo intrínseco de la relación entre el ser humano y sus satisfactores, es decir, que se ha creado un lenguaje de símbolos, de formas y de colores que los distinguen y les imparten personalidad singular en el vasto universo de productos y servicios en cualquier ámbito del quehacer humano (Richard, et al. 2004). Dicho lenguaje visual es capaz de expresar un mundo de características exclusivas con sólo mirar. Bien se dice que “Una imagen dice más que mil palabras”.

1.12.1. Definición y función de los envases.

La NOM-003-SCT/2000 define a un envase de la siguiente manera:

Envase es todo producto fabricado con materiales de cualquier naturaleza y que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas hasta artículos acabados, en cualquier fase de la cadena de fabricación, distribución y consumo. Se considerarán también como envases todos los artículos desechables utilizados con este mismo fin.

Existen tres niveles de envasado:

- Envasado primario: Es el envasado que está en contacto directo con el alimento o bebida, por ejemplo botella de vidrio.
- Envasado secundario o de tránsito: Contiene de forma ordenada varios envases en una bandeja o en una faja de cartón, por ejemplo yogures, flanes, en paquetes de seis.
- Envasado terciario: Es el que contiene cientos de envases, la caja de cartón que a su vez contiene decenas de productos envasados, enfardados, etc.

1.12.2. Tipos de envase.

- Vidrios
 - El material del que están hecho es de vidrio.
 - Su capacidad mayormente es de 1TLt
 - Son sellados con una tapas de aluminio (selladas a presión)
- Envase tetra- pop
 - Este hecho de cartón compuesto de varias láminas, una de ellas es de LDPE.
 - La capa donde está impresa la descripción del producto está protegida por una capa de LDPE
 - Posee una tapa o cierre de LDPE los cual permite la facilidad al servir
- Lata
 - Tiene forma cilíndrica.
 - Esta echa a base de una lámina delgada (0.025mm) de acero al carbón y recubierta con una capa de estaño puro y una laca o barniz para prevenir la corrosión.
- Botellas/ galones de HDPE (polietileno de alta densidad)
 - Están hechas a base de LPDE
 - Son fabricadas por una operación de SOPLADO en MOLDES
 - son reciclables
- Botella PET Características
 - Hecha de PET polietileno tereftalato
 - Posee una etiqueta de asleeve. Completamente metalizada en film de PET.
 - Brinda una buena protección O2 y la luz
- Envase en atmósfera modificada.
 - El envasado en atmósfera protectora incrementa la vida comercial de los productos lácteos gracias a la ausencia de oxígeno en el interior del paquete unida a la acción antimicrobiana de algunos gases. No se recomienda el vacío para aquellos productos con una textura blanda o frágil.

1.12.3. Composición del vidrio transparente.

El vidrio se puede definir como “un producto inorgánico de fusión que se enfría hasta alcanzar un estado rígido, sin cristalizar”. Químicamente el vidrio se hace mediante el enfriamiento de una mezcla caliente y fundida de silicatos, cal y sosa, hasta su punto de fusión, es un vidrio incoloro, compuesto de sosa, cal y silicatos. Una composición típica puede ser:

- 72% de SiO₂ (dióxido de silicio), a partir de arena de alta pureza.
- 12% de CaO (óxido cálcico), procedente de piedra caliza.
- 12% de Na₂O (óxido sódico), procedente de sosa.
- Otros ingredientes: Al₂O₃ (óxido de aluminio), MgO (óxido de magnesio) y K₂O (óxido de potasio)

El envase de vidrio es inerte, higiénico, no interfiere en el sabor de alimentos y bebidas o en la composición de perfumes y medicamentos, garantizando así la calidad original de su contenido (Richard, et al. 2004).

1.12.4. Ventajas del envase de vidrio.

- ❖ El vidrio es neutro con relación al producto que envasa, no mantiene ninguna interacción química con su contenido y puede almacenar cualquier producto por toda su vida útil.
- ❖ No permite el traspaso de oxígeno o gas carbónico, por lo tanto, no altera el color ni el sabor del contenido del envase.
- ❖ Nada atraviesa el vidrio o escapa del envase. La inercia del vidrio posibilita, también, que los productos envasados con ese material tengan plazos de validez superiores a otros materiales, hasta dos veces más.
- ❖ El vidrio posee resistencia a la tracción entre 4 y 10 kgf/mm² (kilogramo-fuerza por milímetro cuadrado) y resistencia a la compresión de 100 kgf/mm², esos indicadores apuntan a un buen desempeño contra impactos y presiones, ya sea en la línea de producción y envase o en el transporte del envase o producto final ya embalado.
- ❖ Versatilidad: Es resistente al proceso de fabricación y acepta productos calientes o fríos, antisépticos, pasteurizados o esterilizados.
- ❖ Transparencia: Los consumidores desean en muchos casos poder ver el producto.
- ❖ Accesible y rentable La valorización del producto envasado en vidrio y el desempeño en la línea de producción permiten una composición de costos adecuado en todas las fajas del mercado.
- ❖ Diseño flexible: Se pueden utilizar muchas formas y volúmenes para realzar el producto e identificar la marca.
- ❖ Beneficios para el medio ambiente: Los envases de vidrio se pueden reutilizar y reciclar.

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

2.1 OBJETIVOS

2.1.1. Objetivo general

Elaborar una mermelada reducida en azúcar a base de tuna, cáscara de tuna, nopal y chía con la finalidad de aprovechar integralmente la tuna obteniendo un producto funcional.

2.1.2. Objetivos particulares

OBJETIVO PARTICULAR 1: Realizar un estudio de mercado por medio de una encuesta a 50 jueces consumidores para conocer la viabilidad de desarrollar una mermelada a base de tuna, cáscara de tuna, nopal y chía, reducida en azúcar y alta en fibra.

OBJETIVO PARTICULAR 2: Desarrollar tres formulaciones de una mezcla de nopal y tuna variando las proporciones (75%-25%, 50%-50%, 25%-75%) respectivamente, así como cáscara de tuna a una concentración fija (5%) para elegir la que presente mejores atributos sensoriales.

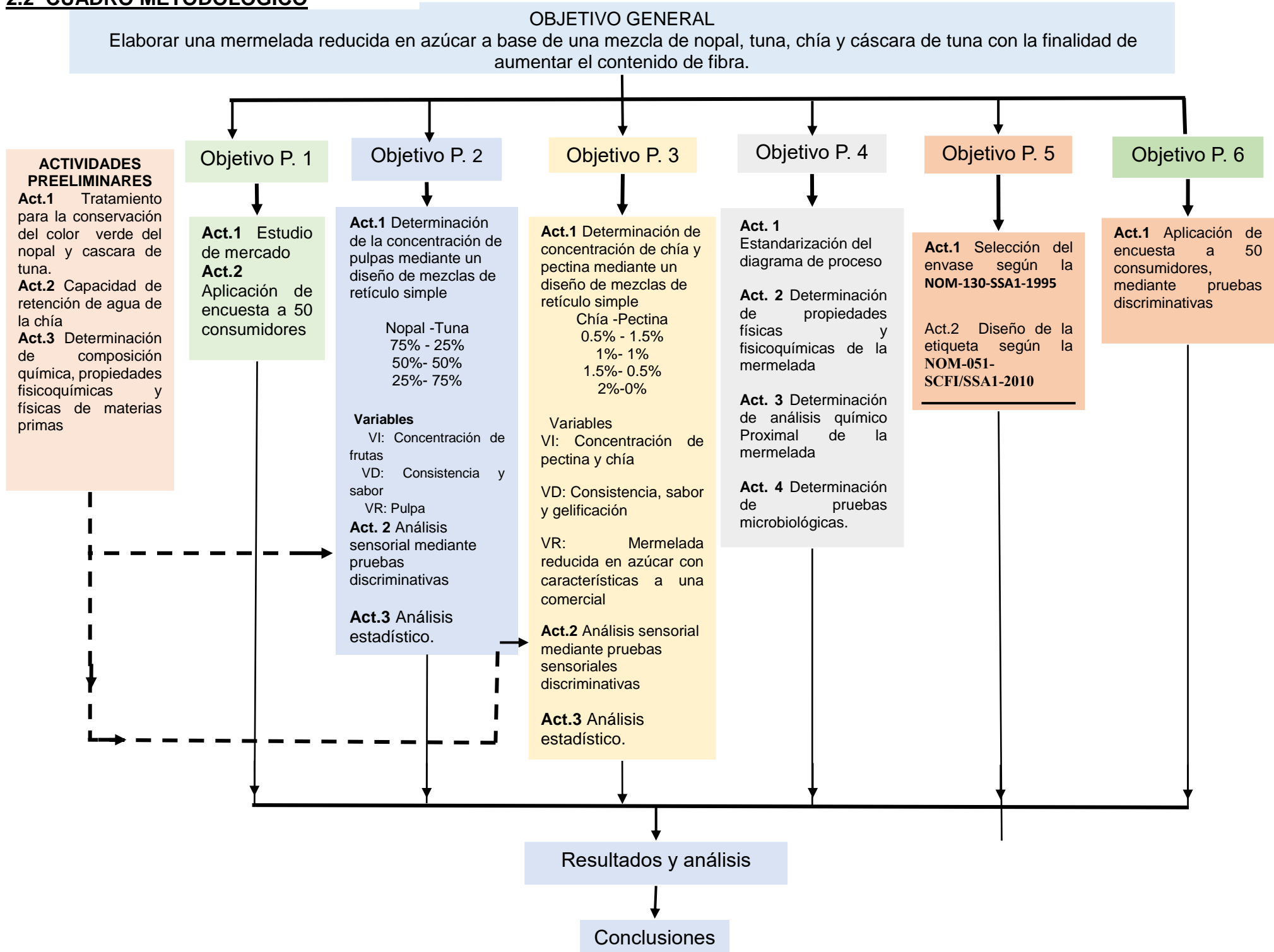
OBJETIVO PARTICULAR 3: Elaborar diferentes prototipos de mermelada, utilizando el diagrama de proceso teórico, variando la concentración de chía y pectina (0.5%-1.5%, 1%-1%, 1.5%-0.5, 2%-0%) respectivamente, para seleccionar el prototipo que presente los mejores atributos sensoriales (aparición, color, olor, sabor y consistencia) evaluados por medio de pruebas sensoriales de ordenamiento con escala estructurada.

OBJETIVO PARTICULAR 4: Estandarizar el diagrama de proceso y analizar el prototipo seleccionado mediante pruebas físicas, fisicoquímicas, químicas y microbiológicas, para comprobar su funcionalidad, las especificaciones de la normatividad y calidad higiénica del producto.

OBJETIVO PARTICULAR 5: Seleccionar el envase de acuerdo con las características del producto desarrollado, desarrollar marca y logotipo del producto, así como elaborar la etiqueta en base a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010(2015).

OBJETIVO PARTICULAR 6: Realizar pruebas sensoriales de aceptación a consumidores para su posible comercialización

2.2 CUADRO METODOLÓGICO



2.3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.3.1. Actividades preliminares

2.3.1.1. Tratamiento de materia prima para la conservación de color verde del nopal, fruto de la tuna y cáscara de tuna.

La tuna y el nopal se adquirieron en la central de abastos del Estado de México con un grado de madurez comercial, textura firme y color característico de la materia prima, se compraron 16 kg de tuna y 40 nopales con espinas para evitar la oxidación del mismo y un tamaño homogéneo de 20 cm aproximadamente.

Los 16 kg de tuna se seleccionaron de tal forma que la baya tuviera forma ovalada, con un diámetro de entre 5 y 7 cm y una longitud de 8 cm a 12 cm quedando 13 kg en total los cuales se pelaron quitando y se eliminaron tanto las puntas como la cáscara que estuviera oxidada. A los nopales se le retiraron las espinas utilizando la punta de un cuchillo, se raspó la base de cada espina de tal forma que ésta se separara de la penca.

El nopal, el fruto y la cáscara de la tuna se molieron por separado, al fruto se le quitaron las semillas utilizando un colador, esto con la finalidad de tomarles una foto dentro de una caja blanca donde no le entrara luz exterior para analizar las fotografías con el programa Image J.

Las tres materias primas se sometieron a un escaldado con dos antioxidantes a una misma concentración, (CaCO_3 y Ca(OH)_2 al 1%) a dos diferentes temperaturas y tiempos (40°C, 60°C; 1min, 2min). Posteriormente se molieron y se calentaron hasta que empezaran a ebulir para después tomarles una fotografía dentro de la misma caja en la que se tomó la fotografía de la muestra sin escaldado.

Las fotografías tomadas fueron analizadas en el programa Image J y se calculó la diferencia de color (ΔE) donde el cálculo el ΔE^* mide la diferencia entre dos muestras de color a través de la cantidad de colores presentes en la muestra original y la que se va a evaluar.

Para calcular la diferencia de color se utiliza la siguiente ecuación:

$$\Delta E^* = [(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2]^{1/2}$$

Donde:

L*=luminosidad

a*= coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)

b* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

Los valores de 1 y 2 son entre la muestra sin tratamiento y las muestras con tratamiento, eligiendo la que menor diferencia tuviera con respecto a todas las muestras analizadas.

Para obtener los valores de LAB se utilizó el programa Image J el cual arroja los valores de RGB (Red, Green, Blue) y por medio del programa llamado CIELAB se convierte de RGB a LAB. Los valores se tomaron en 4 diferentes cuadrantes y después se sacó el promedio.

2.3.1.2. Capacidad de retención de agua de la chía.

La chía se adquirió en el Wal-Mart de Cuautitlán Izcalli de la marca Altea

Se determinó la capacidad de retención de agua para observar cuánta agua retiene la chía en la mermelada, se colocaron varias soluciones con diferentes concentraciones de sacarosa (0, 40, 50, 60, 65)°Brix a temperatura ambiente en diferentes vasos que se pesaron previamente, a estos se les agregó un peso determinado de chía, se estuvieron pesando cada 15 minutos por 2 horas y se registraron los pesos.

Cálculo:

$$\% \text{Retención de agua} = \left[\frac{(P_2 - P_1)}{(P_2 - P_0)} \right] * 100 \text{ Ec. 1}$$

Donde:

P_2 = Masa (g) vaso con solución y chía en cada intervalo de tiempo.

P_1 = Masa (g) vaso con solución y chía inicial.

P_0 = Masa (g) de vaso vacío.

2.3.1.3. Análisis químicos, fisicoquímicos y físicos de las materias primas.

El nopal, pulpa y cáscara de tuna se lavaron, desinfectaron y se molieron, seguido de esto se le determinaron los componentes que a continuación se mencionan, a los resultados se les aplicó un tratamiento estadístico calculando las medias de tendencia central (media, desviación estándar y coeficiente de variación), cada determinación se realizó por triplicado.

2.3.1.3.1. Determinación de sólidos solubles (°Brix)

Método: Refractómetro Método 932.12 AOAC.

Fundamento: Cuando un haz de luz se propaga por un medio ingresa a otro distinto, una parte del haz se refleja mientras que la otra sufre una refracción, que consiste en el cambio de dirección del haz. Para esto se utiliza el llamado índice de refracción del material, que nos servirá para calcular la diferencia del ángulo de incidencia y de refracción del haz (antes y después de ingresar al nuevo material) (Harwitz, 2005).

Equipo: Refractómetro ABBE. Modelo Bausch & Lomb.

2.3.1.3.2. Determinación de pH.

Método: Potenciométrico. NOM-F-317-S-1978

Fundamento: La determinación del pH (potencial de hidrógeno) se basa en la medición de la concentración de los iones hidrógeno empleando el logaritmo de la inversa de dicha concentración y se representa con la siguiente fórmula (MNX-F-266-1987).

$$pH = \frac{\log 1}{(H^{+1})} \quad \text{Ec.2}$$

Donde:

(H+)= Concentración de iones hidrógeno.

Equipo: Potenciómetro Checker by Hanna. Modelo.HI98103

2.3.1.3.3. Determinación de pectina

Método: Carrez. Norma: NMX-F-347-S-1980

Fundamento: hidrólisis de la pared celular que permite separar la pectina y la obtención de un precipitado, como pectato de calcio (Lees, 1982).

Equipo: Estufa MAPSA Modelo HDP-334

Cálculos:

$$P = \frac{M_1 - M_0 \times 100}{S} \quad \text{Ec.3}$$

Donde:

P= Porcentaje de pectina en gramos.

M0= Masa en gramos del papel filtro sin contenido.

M1= Masa en gramos del papel filtro con contenido.

S= Masa en gramos de la muestra usada en la alícuota de 100 cm³.

2.3.1.3.4. Determinación de acidez

Método: Volumétrico. Método 939.05 AOAC.

Fundamento: Consiste en determinar la acidez por medio de una titulación ácido-base con una solución álcali estandarizado, expresando los resultados de acidez titulable como el equivalente en masa de ácido por 100 g de muestra (Harwitz, 2005).

Cálculos:

Para pulpa y cáscara de tuna:

$$\%Acidez = \left(\frac{ml \text{ gastados en la bureta} * Normalidad \text{ real NaOH} * meq \text{ ác.cítrico}}{g \text{ muestra}} \right) * 100 \quad \text{Ec. 4}$$

Para nopal:

$$\%Acidez = \left(\frac{ml \text{ gastados en la bureta} * Normalidad \text{ real NaOH} * meq \text{ ác.málico}}{g \text{ muestra}} \right) * 100 \quad \text{Ec.5}$$

2.3.1.3.5. Determinación de azúcares reductores directos y totales.

Método: Método volumétrico de Lane-Eynon. Método 923.09 AOAC.

Fundamento: Se basa en la reacción reductora de las alosas tipo azúcares cuando se encuentran con ciertas sales metálicas, usando disoluciones alcalinas de cobre que se reducen a óxido cuproso, se determina el volumen de azúcar que se necesita para reducir de 10 a 25 ml de disolución de Fehling en presencia de azul de metileno como indicador (Harwitz, 2005).

Equipo: Estufa MAPSA Modelo HDP-334

Cálculos:

$$ARD\% = \left(\frac{\text{factor} * \text{disolución}}{\text{mlgastados} * \text{mgdemuestra}} \right) * 100 \text{ Ec.6}$$

$$ART\% = \left(\frac{\text{factor} * \text{disolución}}{\text{mlgastados} * \text{mgdemuestra} * \text{alicutoas}} \right) * 100 \text{ Ec.7}$$

Donde:

Factor= Este valor se obtuvo en las tablas de factores de 10 ml de sacarosa del libro Pearson, el cual depende los ml gastados en la titulación.

2.3.1.3.6. Determinación de fibra bruta

Método: Kennedy (NMX-F-090-S-1978).

Fundamento: Este método se basa en la digestión ácida y alcalina de la muestra obteniéndose un residuo de fibra cruda y sales que con calcinación posterior se determina la fibra cruda.

Equipo:

Mufla reguladora Marca THERMOLYNE, Modelo F1300

Balanza analítica mecánica Marca SAUTER, Modelo GmbH D-7470.

Cálculo:

$$\% \text{Fibra cruda} = \frac{[(P_s - P_p) - (P_c - P_{cp})]}{M} * 100 \text{ Ec.8}$$

Donde:

P_s = Masa (g) del papel filtro con residuo.

P_p = Masa (g) de papel filtro.

P_c = Masa (g) del crisol con cenizas

P_{cp} = Masa (g) del crisol.

M = Masa (g) de la muestra.

2.3.1.3.7. Determinación de cenizas.

Método: Calcinación NMX-F-066-S-1978

Fundamento: Se basa en la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo inorgánico (Harwitz, 2005).

Equipo:

Mufla reguladora Marca THERMOLYNE Modelo F1300

Estufa Marca MAPSA Modelo HDP-334

Balanza analítica mecánica SAUTER Modelo GmbH D-7470.

Cálculos:

$$\%Cenizas = \frac{(P-p)*100}{M} \text{ Ec.9}$$

Donde:

P= Masa (g) de crisol con cenizas.

p= Masa (g) de crisol sin cenizas.

M= Masa (g) de la muestra.

2.3.2. OBJETIVO PARTICULAR 1

2.3.2.1. Estudio de mercado

Se realizó un estudio de mercado por medio de una encuesta en línea, (Figura 8) a 50 personas de 35 a 55 años de ambos sexos.

La realización de la siguiente encuesta, tiene como objetivo recabar datos para la elaboración de la mermelada reducida en azúcar de tuna, nopal, chía y cáscara de tuna, por lo cual pedimos su colaboración.

INSTRUCCIONES. Lea las siguientes preguntas y seleccione con un "X" el recuadro que usted considere el correcto.

Sexo F / M _____ Edad _____

1.- ¿Consumes alguno de estos alimentos? (Puede seleccionar más de una).

Tuna Nopal
 Chía Ninguna de las tres

2.- ¿Ha probado nopal en algún alimento dulce?

Sí No

3.- ¿Consumes usted mermelada?

Sí No

4.- ¿Qué tipo de mermelada consumes?

Tradicional Reducida en azúcar
 Sin azúcar Baja en calorías

5.- ¿Con qué frecuencia lo consumes?

1 a 2 veces a la semana 5 o 6 veces a la semana
 3 a 4 veces a la semana más de 6 veces a la semana

6.- ¿Conoce los beneficios de consumir alimentos reducidos en azúcar?

Sí No

7.- ¿Conoce los beneficios de consumir alimentos altos en fibra?

Sí No

8.- ¿Estaría dispuesto a probar y consumir una mermelada reducida en azúcar de tuna, nopal, chía y cáscara de tuna alta en fibra?

Sí No Tal vez

9.- ¿Por qué no consumiría nuestro producto?

10.- Si se le brindara información sobre el beneficio de consumir mermelada reducida en azúcar de tuna, nopal, chía y cáscara de tuna alta en fibra ¿La consumiría?

Sí No Tal vez

11.- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este producto en presentación de 300g?

\$45 a \$55 menos de \$45
 \$56 a \$65 más de \$65

12.- ¿Dónde le gustaría adquirir este producto?

Tiendas gourmet
 Tiendas de autoservicio (walmart, Aurrera)
 Tiendas de la esquina
 Otro (Especifique) _____

Figura 8. Cuestionario del estudio de mercado.

2.3.3 OBJETIVO PARTICULAR 2

2.3.3.1. Selección de la mezcla de pulpas

Para esta actividad se utilizó el programa Minitab, aplicando un diseño de mezclas de retículo simple de las pulpas de tuna y nopal, se obtuvieron las proporciones de pulpas mencionados en la Tabla No. 18 en el capítulo 3. A las 5 formulaciones obtenidas se les adicionó azúcar y una concentración fija del 5% de la cáscara de tuna, seguido de esto se realizó una evaluación sensorial por medio de pruebas hedónicas con 18 jueces semientrenados, alumnos de la carrera de I.A. de la FESC Campo 1. El cuestionario para la evaluación sensorial se muestra en la Figura 9 en el cual los atributos sensoriales a evaluar fueron el sabor y el olor; estos resultados fueron analizados por el mismo programa, utilizando un nivel de confianza de 95%, para elegir la formulación que presentara los puntos más altos en las gráficas de los atributos ya mencionados.

Edad: _____ Sexo: _____				
MEZCLA DE PULPAS DE TUNA, CASCARA DE TUNA Y NOPAL				
Frente a usted tiene tres diferentes mezclas de pulpas de tuna, cascara de tuna y nopal r que usted debe ordenar del 1 al 5, siendo 1 de menor agrado y 5 de mayor agrado.				
SABOR				
_____	_____	_____	_____	_____
1	2	3	4	5
OLOR				
_____	_____	_____	_____	_____
1	2	3	4	5

Figura 9. Cuestionario para la selección de mezcla de pulpas.

2.3.4. OBJETIVO PARTICULAR 3

2.3.4.1. Reducción de azúcar de la mermelada tradicional.

Para esta actividad se consideró la formulación de una mermelada tradicional según López (2011). Esta formulación cumple con la NMX-F131-1982 para mermelada donde la concentración de pulpas debe estar entre el 40% y 60%.

FORMULACIÓN	%
Pulpas	57.4
Pectina	1
Ácido cítrico	0.3
Benzoato de sodio	0.05
Sorbato de potasio	0.05
Azúcar	41.2

Tabla 6 Formulación de mermelada tradicional (López, 2011)

Se redujo un 25% de azúcar a la formulación de la mermelada tradicional (Tabla 7), en base a la NOM-086-SSA1-1994 y el porcentaje reducido se adecuó a la formulación de la mermelada tradicional de la Tabla 6.

FORMULACIÓN	%
Pulpas	67.7
Pectina	1
Ácido cítrico	0.3
Benzoato de sodio	0.05
Sorbato de potasio	0.05
Azúcar	30.9

Tabla 7 Formulación de mermelada tradicional reducida en azúcar.

2.3.4.2. Desarrollo de prototipos de mermelada.

Para esta actividad se variaron las concentraciones de chíá y pectina tomando en cuenta que una mermelada tradicional contiene 1% de pectina, se propuso tomar como un máximo del 2% y un mínimo del 0%, a partir de estos datos se realizó un diseño de mezclas de retículo simple en el programa Minitab.

Se obtuvieron 5 prototipos, en los cuales el contenido de las pulpas es el que se seleccionó en el Objetivo Particular 2, a partir del porcentaje de contenido de pulpas de una mermelada tradicional; la cáscara de tuna se le adicionó en una concentración fija del 5% en todos los prototipos y al benzoato de sodio se sustituyó por sorbato de potasio (0.05%) como conservador.

2.3.4.3. Selección de mermelada.

Para esta actividad se realizó una prueba sensorial de ordenamiento con escala estructurada a los 5 diferentes prototipos con 50 jueces semientrenados, alumnos de la carrera de I.A. de la FESC Campo 1, los jueces semientrenados se consideran personas que poseen conocimientos teóricos y prácticos acerca de la evaluación sensorial. Se les aplicó un cuestionario como se muestra en la Figura 10, los atributos sensoriales a calificar fueron sabor, color, olor y consistencia. El cuestionario se basa en darle una calificación a los prototipos según su agrado utilizando una escala hedónica donde 5 es me gusta mucho y 1 es me disgusta mucho. Los resultados obtenidos se analizaron con el programa de minitab, para elegir la formulación que presente los puntos más altos en las gráficas de atributos sensoriales.

EDAD: _____ SEXO: _____ CARRERA: _____

SEMESTRE: _____ FECHA: _____

MERMELADA REDUCIDA EN AZUCAR DE TUNA, CÁSCARA DE TUNA, NOPAL Y CHIA ALTA EN FIBRA.

INSTRUCCIONES: Indique que tanto le gustan o disgustan las muestras que tiene enfrente, según la siguiente escala.

- 1.- Me disgusta mucho.
- 2.- Me disgusta.
- 3.- Ni me gusta ni me disgusta.
- 4.- Me gusta
- 5.- Me gusta mucho

Asigne la calificación correspondiente a cada propiedad:

	MUESTRAS			
	11	21	31	41
Apariencia	_____	_____	_____	_____
Color	_____	_____	_____	_____
Olor	_____	_____	_____	_____
Sabor	_____	_____	_____	_____
Consistencia	_____	_____	_____	_____

COMENTARIOS:

Figura 10. Cuestionario de prueba sensorial de prototipos

2.3.5. OBJETIVO PARTICULAR 4

2.3.5.1 Estandarización del diagrama de proceso.

Durante la elaboración de los prototipos, se midieron los °Brix y la temperatura cada 5 minutos, cuando la mezcla alcanzó una temperatura de 80 °C, se agregó el ácido cítrico y se controló la temperatura hasta obtener 64 °Brix.

De acuerdo a las formulaciones, el tiempo resultó diferente, ya que el porcentaje de pectina y de chíá influenció en el tiempo de mezclado y calentamiento, respecto a la adición de las materias primas y los mezclados fueron aplicados respecto a la teoría según Coronado (2011), estos datos se recopilaron para la estandarización del diagrama de proceso, de acuerdo al prototipo seleccionado en el objetivo particular 3 del capítulo 3.

2.3.5.2. Análisis químico, físico y fisicoquímico de la mermelada.

Al prototipo seleccionando en el objetivo particular 3 se le realizaron las determinaciones mostradas en la Tabla 9, por triplicado.

DETERMINACIÓN	MÉTODO	CÁLCULO
Acidez	Volumétrico. Método 939.05 AOAC	$\%Acidez = \left(\frac{ml \text{ gastados en la bureta} * Normalidad \text{ real NaOH} * meq \text{ ác. cítrico}}{g \text{ muestra}} \right) * 100$
Sólidos solubles (°Brix)	Refractometría Método 932.12 AOAC.	Directo
pH	Potenciómetro.	Directo
Azúcares directos y totales	Método volumétrico de Lane-Eynon. Método 923.09 AOAC	$ARD\% = \left(\frac{factor * disolución}{mlgastados * mgdemuestra} \right) * 100$ $ART\% = \left(\frac{factor * disolución}{mlgastados * mgdemuestra * alicutoas} \right) * 100$
Cenizas	Kleen NMX-F-066-S-1978	$\%Cenizas = \frac{(P - p) * 100}{M}$
Fibra	Kennedy	$\%Fibra \text{ cruda} = \frac{[(P_s - P_p) - (P_c - P_{CP})]}{M} * 100$
Pectina	Carrez. Norma: NMX-F-347-S-1980	$P = \frac{M_1 - M_0 * 100}{S}$

Tabla 8. Análisis, físico, fisicoquímico y químico del prototipo seleccionado

2.3.5.3. Determinación de humedad

Método: Termobalanza Digital Norma: NMX-F-428-1982

Fundamento: La humedad es tomada como la pérdida de peso al secado, usando un instrumento de humedad, el cual emplea una balanza de torsión sensible para pasar la muestra y una lámpara infrarroja para secar.

Equipo: Termobalanza Digital OKAUS Modelo MB45

2.3.5.4. Análisis microbiológico.

Se realizó esta actividad con la finalidad de que el producto se encuentre dentro de los estándares de calidad (NOM-130-SSA1-1995) la cual menciona la presencia o ausencia de microorganismos.

Para estos análisis se realizaron 2 repeticiones con la finalidad de corroborar resultados.

2.3.5.4.1. Determinación de mesófilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994).

Fundamento: Consiste en contar las colonias, que se desarrollan en el medio de elección después de un cierto tiempo y temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio. El método admite numerosas fuentes de variación, algunas de ellas controlables, pero sujetas a la influencia de varios factores.

Medio de cultivo: Agar nutritivo.

Después de la incubación, contar las placas que se encuentren en el intervalo de 25 a 250 colonias, usando el contador de colonias y el registrador. Las placas de al menos una de tres diluciones deben estar en el intervalo de 25 a 250. Calcular la cuenta promedio por gramo o mililitro de dicha dilución y reportar. Cuando las placas de todas las diluciones no muestran colonias, reportar la cuenta en placa como menor que una vez el valor de la dilución más baja usada

2.3.5.4.2. Determinación de coliformes totales (NOM-113-SSA1-1994).

Fundamento: El método permite determinar el número de microorganismos coliformes presentes en una muestra, utilizando un medio selectivo (agar rojo violeta bilis) en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24 h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares.

Medio de cultivo: Agar Macconkey

Calcular el número de Coliformes por mililitro o por gramo de producto, multiplicando el número de colonias por el inverso de la dilución correspondiente, tomando los criterios de la NOM-092-SSA1-1994. Si cada una de las placas tiene menos de 15 colonias características, reportar el número obtenido seguido de la dilución correspondiente. Si en las placas no hay colonias características, reportar el resultado como: menos de un Coliformes por 1/d por gramo, en donde d es el factor de dilución

2.3.5.4.3. Determinación de mohos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994).

Fundamento: El método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra de prueba en un medio selectivo específico, acidificado a un pH 3,5 e incubado a una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos.

Medio de cultivo: Agar Papa- Dextrosa.

Considerar las cuentas de placas con 10 a 150 colonias como las adecuadas para el informe. Multiplicar por el inverso de la dilución, tomando en consideración los criterios de la NOM-092-SSA1-1994. Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa, para la expresión de resultados.

2.3.6. OBJETIVO PARTICULAR 5

2.3.6.1. Selección de envase según la NOM-130-SSA1-1995

Para seleccionar el envase se tomó en cuenta que las mermeladas son el tipo de alimento que son envasadas en recipientes de cierre hermético a líquidos y gases, y resistente a temperaturas y presión de los tarros de vidrio y sometido a tratamiento térmico esta selección es para alimentos con $\text{pH} < 4.6$.

2.3.6.2. Diseño de la etiqueta según la NOM-051-SCFI/SSA1-2010(2015).

En el diseño de la etiqueta se declaran todos los componentes que contiene la mermelada, la información nutrimental, el nombre de la marca entre otros componentes, mencionados en la norma NOM-051-SCFI/SSA1-2010(2015).

2.3.7. OBJETIVO PARTICULAR 6.

2.3.7.1. Prueba sensorial de aceptación de prototipo final.

Se realizó una prueba sensorial de aceptación a 50 jueces consumidores elegidos al azar en un centro comercial “Mundo E”, con la finalidad de conocer la aceptación de la mermelada con respecto a una mermelada tradicional de zarzamora marca McCormick, utilizando una escala hedónica. El cuestionario para la evaluación sensorial se muestra en la Figura No. 11.

Edad:_____	Sexo:_____
Frente a usted hay una muestra de una mermelada de tuna, nopal, cascara de tuna y chia, usted debe probar la muestra e idicar si usted compraria el producto.	
ACEPTACIÓN_____	RECHAZO_____
Frente a usted tiene la muestra 101 y la muestra 302, debe probarlas y marcar con una X la que sea de su preferencia.	
101_____	302_____

Figura No. 11 Cuestionario para la prueba de aceptación del prototipo final

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES.

3.1.1. Tratamiento de materia prima para la conservación de color verde del nopal, fruto de la tuna y cáscara de tuna.

Se adquirieron los nopales con un grado de madurez comercial, textura firme y color característico, se seleccionaron de tal forma que estuvieran en buen estado y en un tamaño homogéneo (Figura No. 12).

En la Figura No. 13 se observa el nopal cortado en trozos y sometido a diferentes tratamientos con dos antioxidantes a una misma concentración, ($CaCO_3$ carbonato de calcio y $Ca(OH)_2$ hidróxido de calcio al 1%) a dos diferentes temperaturas y tiempos (40°C, 60°C; 1min, 2min).

En la Tabla No.9 se muestran las combinaciones de tiempos y temperaturas de cada tratamiento.



Figura No. 12 Piezas de nopal



Figura No. 13 Nopal troceado sometido a un escaldado.

Reactivo	Temperatura	Tiempo
CaCO ₃ Carbonato de Calcio	40°C	1 min
		2 min
	60°C	1 min
		2 min
Ca(OH) ₂ Hidróxido de Calcio	40°C	1 min
		2 min
	60°C	1 min
		2 min

Tabla No. 9 Diferentes tratamientos de escaldado para el nopal.

Después del escaldado los trozos se molieron (Figura No.14) y se realizó el cálculo de ΔE descrito en el capítulo 2.



Figura No. 14 Molienda del nopal

Si el resultado de ΔE^* es inferior a 3 se habla de que hay una diferencia apenas perceptible, si es superior se habla de que en efecto hay diferencia, por lo que el valor más pequeño o cercano a 1 en las diferentes muestras es el resultado con menor diferencia y el que debe ser elegido (Salvadori, 2015).

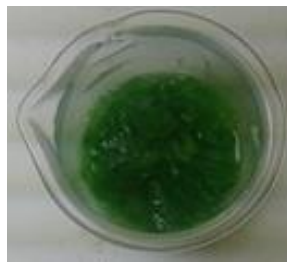
En la Tabla No. 10 se muestran los resultados de ΔE^* después del escaldado con los tratamientos de antioxidantes, se puede observar que los valores son lejanos al valor de 3 por lo que presentan una diferencia significativa.

El cambio de color en el nopal y la tuna se debe a la pérdida del átomo de magnesio que se encuentra en el centro de la clorofila, provocando la formación de la feofitina, que da un color verde olivo en lugar de un color verde brillante, la pérdida del átomo de magnesio es provocado por la presencia de un ambiente ácido sin embargo con la adición de hidróxido de calcio $Ca(OH)_2$ se neutraliza el medio ácido, provocando la inhibición de la alteración de la clorofila y como consecuencia se mantiene el color característico, mientras que la adición de los compuestos solubles de calcio estabilizan el color de la clorofila, ya que los iones H^+ presentes en el medio ácido son sustituidos por los iones calcio produciendo una sal diluida en agua, (Calvo,2010).

El hidróxido de calcio $Ca(OH)_2$ a $60^\circ C$ por 2 minutos, presentó el valor de ΔE^* más cercano a 1, esto quiere decir que este tratamiento comparado con el control no presentó diferencia significativa, por lo tanto, fue el tratamiento elegido para conservar el color verde (a) característico del nopal y la tuna.

	COLORS	ImageJ					PROMEDIO		Cielab	
		1	2	3	4	DELTA E				
Control	red	27.66	16.532	18.091	19.57	20.46325	L	19.7513192		
	green	64.183	50.166	51.661	54.012	55.0055	A	-21.6457531		
	blue	23.398	14.932	12.937	17.417	17.171	B	19.6272734		
Hidróxido de Calcio CA(OH) 40X1	red	45.765	35.709	31.652	41.199	38.58125	L	27.7256196	10.1700914	
	green	77.772	70.466	69.985	76.953	73.794	A	-23.5237633		
	blue	23.094	20.873	21.914	26.87	23.18775	B	25.6534139		
Hidróxido de Calcio CA(OH) 40X2	red	45.377	33.266	33.681	29.78	35.526	L	26.8180909	10.324895	
	green	76.808	70.32	69.114	71.165	71.85175	A	-24.1810522		
	blue	21.388	18.345	16.907	19.487	19.03175	B	26.7150413		
Hidróxido de Calcio CA(OH) 60X1	red	38.212	35.944	36.768	36.271	36.79875	L	28.4581172	12.2780494	
	green	78.436	72.534	78.09	75.398	76.1145	A	-25.4984694		
	blue	23.326	16.958	23.318	21.686	21.322	B	27.3796113		
Hidróxido de Calcio CA(OH) 60X2	red	44.615	39.718	33.769	36.762	38.716	L	24.5602952	5.98498838	
	green	68.912	65.48	62.345	63.466	65.05075	A	-19.0229012		
	blue	23.326	23.949	23.245	22.312	23.208	B	22.0385976		
Carbonato de Calcio CaCO3 40X1	red	74.277	71.767	57.322	69.914	68.32	L	31.4562644	15.9049652	
	green	83.121	84.962	67.619	77.123	78.20625	A	-11.5508522		
	blue	40.728	44.421	26.627	32.949	36.18125	B	23.3762936		
Carbonato de Calcio CaCO3 40X2	red	62.627	58.685	52.529	58.191	58.008	L	24.770623	14.921879	
	green	63.764	61.673	58.18	61.754	61.34275	A	-7.78865421		
	blue	24.916	22.499	23.022	27.333	24.4425	B	21.9617699		
Carbonato de Calcio CaCO3 60X1	red	66.773	61.42	64.481	68.666	65.335	L	31.1258087	14.9784493	
	green	78.246	77.455	77.758	78.77	78.05725	A	-13.1601335		
	blue	34.939	32.543	33.206	33.471	33.53975	B	24.419892		
Carbonato de Calcio CaCO3 60X2	red	62.172	60.804	55.9	59.779	59.66375	L	28.5129421	13.2167992	
	green	73.691	73.254	68.413	70.807	71.54125	A	-11.7567532		
	blue	35.718	37.409	35.085	33.975	35.54675	B	19.9814303		

Tabla No. 10 Resultados del escaldado

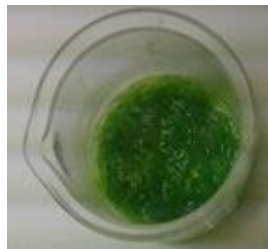


MUESTRA CONTROL

Tratamiento con hidróxido de calcio $Ca(OH)_2$



$Ca(OH)_2$ 40°C x 1 min.



$Ca(OH)_2$ 40°C x 2 min.



$Ca(OH)_2$ 60°C x 1 min.

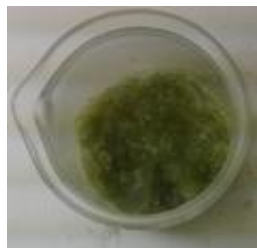


$Ca(OH)_2$ 60°C x 2 min.

Tratamiento con carbonato de calcio $CaCO_3$



$CaCO_3$ 40°C x 1 min.



$CaCO_3$ 40°C x 2 min.



$CaCO_3$ 60°C x 1 min.



$CaCO_3$ 60°C x 2 min.

Figura No. 15. Fotografías de muestras con tratamiento de antioxidantes.

Las fotografías mostradas en la Figura No.15 muestran el nopal y la tuna molidos antes del tratamiento (muestra control) y después del tratamiento de escaldado con ambos antioxidantes, como se podrá observar a simple vista, con el hidróxido de calcio $Ca(OH)_2$ se obtuvo un menor cambio de color. El color característico del nopal y la tuna tiende a ser en su mayoría verde (g) seguido del rojo (r) y por último el azul (b) como se observa en la Tabla No.10 recuadro verde, mientras que el color verde olivo presenta el color verde (g) y el color rojo (r) casi en mismas proporciones, seguido del color azul (b), (Calvo, 2010).

Al aplicar el tratamiento de hidróxido de calcio $Ca(OH)_2$ se observa que el valor de rojo (r) y el valor de verde (g) se mantuvieron cercanos a los valores de la muestra control, estos valores se ven afectados cuando se presenta la oxidación de la clorofila y la formación de la feofitina, ya que el valor de "r" (red) aumenta, igualando el valor de "g" (verde), como se presenta en los resultados obtenidos al aplicar el tratamiento

de carbonato de calcio $CaCO_3$, mientras que en la Figura No. 15 se observa el color verde olivo.

Esto concuerda con el resultado de ΔE^* , por lo tanto el tratamiento que se seleccionó de acuerdo a los resultados, fue el hidróxido de calcio a 60°C por 2 minutos.

3.1.2 Capacidad de retención de agua de la chía

Para determinar la capacidad de retención de agua de la chía se colocaron varias soluciones con diferentes concentraciones de sacarosa (0, 40, 50, 60, 65) °Brix a temperatura ambiente en diferentes vasos que se pesaron previamente, a estos se les agregó un peso determinado de chía, se pesaron cada 15 minutos por 2 horas y se registraron los pesos.

Cálculo:

$$\% \text{Retención de agua} = \left[\frac{(P_2 - P_1)}{(P_2 - P_0)} \right] * 100 \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

P_2 = Masa (g) vaso con solución y chía en cada intervalo de tiempo.

P_1 = Masa (g) vaso con solución y chía inicial.

P_0 = Masa (g) de vaso vacío.

La Tabla No.11 muestra el peso de los vasos vacíos y los vasos con la solución de sacarosa sin chía.

MATERIA		PESO (g)
CHIA		1
VASOS VACIOS	0°BRIX	54.6093
	40°BRIX	55.43
	50°BRIX	55.6895
	60°BRIX	50.3962
	65°BRIX	51.698
VASO C/SOLUCION DE SACAROSA	0°BRIX	83.2795
	40°BRIX	95.9615
	50°BRIX	99.0884
	60°BRIX	97.2326
	65°BRIX	99.6238

Tabla No.11 Pesos de vasos con y sin solución de sacarosa

La Tabla No.12 muestra los pesos de los vasos con las soluciones de sacarosa con chía y el peso de la solución sin el vaso.

TIEMPO (min)	PESO VASO C/SOLUCION Y CHIA (g)					PESO SOLUCION (g)				
	0°BRIX	40°BRIX	50°BRIX	60°BRIX	65°BRIX	0°BRIX	40°BRIX	50°BRIX	60°BRIX	65°BRIX
15	84.1356	96.9446	100.0722	98.2125	100.6104	29.5263	41.5146	44.3827	47.8163	48.9124
30	84.0707	96.8765	100.0019	98.1614	100.5634	29.4614	41.4465	44.3124	47.7652	48.8654
45	84.0144	96.8222	99.9495	98.1093	100.505	29.4051	41.3922	44.26	47.7131	48.807
60	83.9638	96.7292	99.854	98.0215	100.4199	29.3545	41.2992	44.1645	47.6253	48.7219
75	83.86	96.6648	99.7873	97.9725	100.3604	29.2507	41.2348	44.0978	47.5763	48.6624
90	83.8025	96.6048	99.7313	97.9143	100.2996	29.1932	41.1748	44.0418	47.5181	48.6016
105	83.7328	96.5352	99.6666	97.8447	100.2367	29.1235	41.1052	43.9771	47.4485	48.5387
120	83.6885	96.49	99.62	97.8014	100.1937	29.0792	41.06	43.9305	47.4052	48.4957

Tabla No. 12 Pesos de la solución y de la solución con chía.

Al aplicar la Ecuación No. 1 se obtuvieron los siguientes resultados del porcentaje de retención de agua de la chía que se muestran en la Tabla No. 13.

PORCENTAJE DE RETENCION (%)				
0°BRIX	40°BRIX	50°BRIX	60°BRIX	65°BRIX
0.485	0.0407	0.0365	0.042	0.0274
0.7037	0.2047	0.1948	0.1488	0.1235
0.8935	0.3354	0.3128	0.2578	0.2428
1.064	0.5593	0.5279	0.4413	0.4168
1.4139	0.7144	0.6782	0.5437	0.5384
1.6077	0.8589	0.8043	0.6654	0.6626
1.8426	1.0264	0.95	0.8109	0.7912
1.9919	1.1353	1.055	0.9014	0.8791

Tabla No.13 Porcentaje de retención de agua

Con respecto a la retención de agua en la chía se observa que mientras aumenta el tiempo, retiene más agua sin embargo al compararlas en las diferentes soluciones de sacarosa el porcentaje de agua retenido es mucho menor, los resultados obtenidos se graficaron como se muestra en el Gráfico No. 1 con la finalidad de observar mejor el porcentaje de agua retenido.

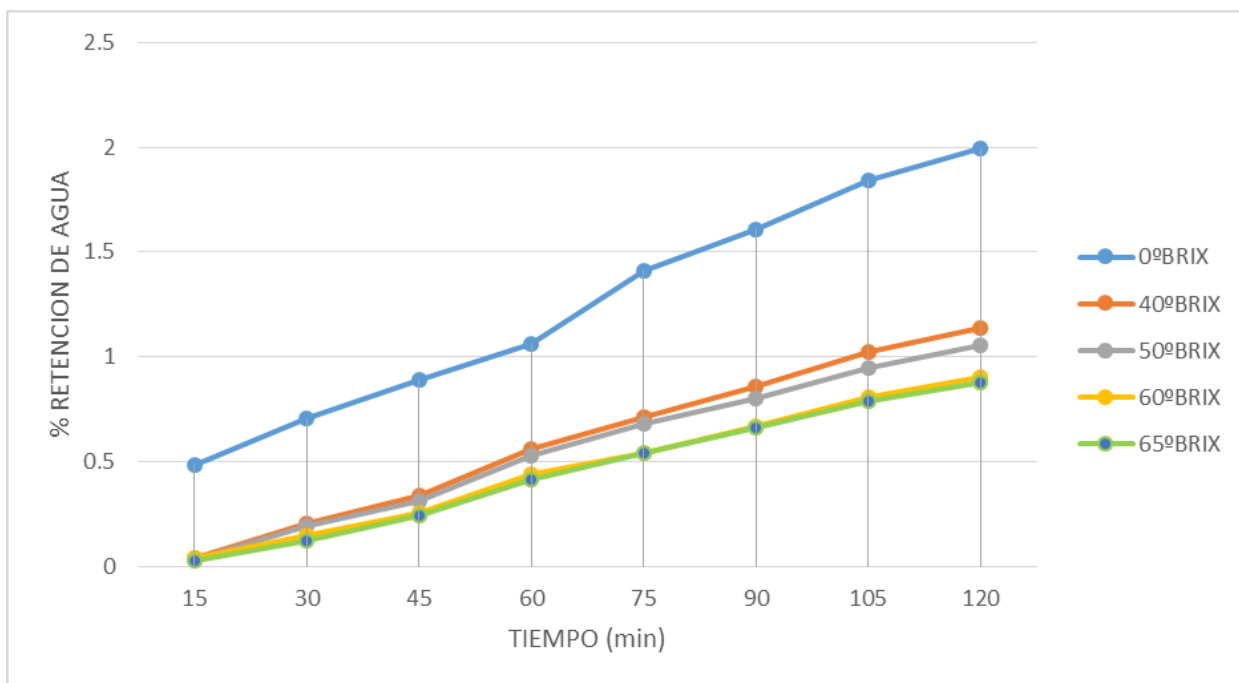


Gráfico No.1 Retención del agua vs tiempo.

Se observó que mientras las soluciones de sacarosa están más concentradas, la capacidad de retención de agua de la chía disminuye, con respecto a la solución sin sacarosa (0°Brix). Conforme el tiempo de contacto entre la semilla de chía con las diferentes soluciones de sacarosa aumenta, la semilla de chía se hidrata más, es decir se ve más hinchada con respecto a la semilla no hidratada, y mientras la chía estaba en soluciones de mayor concentración de sacarosa retenía menos agua, esto sucede porque la chía al estar en contacto con el agua, solo se hidrata hasta su máxima capacidad, mientras que en las soluciones de agua-sacarosa, las moléculas de sacarosa por medio de atracciones de partículas, se unen a las moléculas de agua, provocando que el agua disponible en la solución sea mínima, por lo que la chía no puede absorber el agua con facilidad como lo hace sin la presencia de la sacarosa y entre más moléculas de sacarosa estén presentes en la solución, menos moléculas de agua disponibles hay, esto explica por qué la retención de agua en las soluciones con mayor concentración de sacarosa es mínima.

3.1.3 Determinación de composición química, propiedades fisicoquímicas y físicas de materias primas

Determinación	Tuna	Cáscara de tuna	Nopal
pH	6.41	4.6	4.3
Acidez	0.5%	0.13%	0.21%
Pectina	0.19%	0.79%	0.81%
°Brix	11.93%	8.13%	2.33%
Azúcares reductores y totales	R-4.19% T-15.55%	Nd	Nd
Cenizas	Nd	Nd	0.86%
Fibra	0.39%	1.42%	2.45%

Tabla No. 14 Resultados del Análisis químico, fisicoquímico de las materias primas. Nd.= no se determinó.

Sáenz y Sepúlveda (1993) reportan que el pH de la tuna se encuentra entre 6-6.4, según Cerezal y Duarte (2005) el pH de la cáscara de tuna es de 5-5.4 y el pH del nopal según Rodríguez-Félix y Cantwell (1998) es de 4.6, los datos obtenidos en las materias primas se asemejan con los datos bibliográficos y así mismo con el valor de pH que una mermelada requiere para permitir que las cadenas de pectina se unan a través de interacciones hidrofóbicas de los grupos metoxilos o mediante puentes de hidrógeno para formar el gel (Baduí, 2006).

Respecto a los °Brix, Sáenz y Sepúlveda (2001) mencionan que la tuna tiene de 12-17 °Brix, mientras que Shing (2003) dice que la cáscara tiene 13°Brix y Pérez (s.f.) menciona que el nopal contiene 3.7 °Brix, los resultados obtenidos en la cáscara de tuna y el nopal se encuentran ligeramente menor al valor reportado en la teoría, esto es ocasionado por una evolución en la composición de algunos parámetros hasta la madurez (pH, sólidos solubles, fibra), (Sáenz, 2005), estos resultados permiten conocer el contenido inicial de sólidos solubles que se tiene para la elaboración de la mermelada, de acuerdo a lo que indica el CODEX 296-2009, las mermeladas como producto final deben presentar entre 60 a 65°Brix; no deben exceder los 68 ° Brix para evitar la cristalización de los azúcares durante su almacenamiento.

El valor de acidez de la tuna bibliográficamente es de 0.5%-0.8% (Sepúlveda, 1998), el de la cáscara de tuna según López (2011) es de 0.1%-0.16%, en el caso de nopal Meraz-Maldonado et al. (2012) mencionan que el valor de acidez es de 0.2%, mientras que los datos experimentales están dentro del rango, los cuales son indispensables para la formación del gel entre la pectina-azúcar- ácidos al momento de la preparación de la mermelada (Aranceta, et al. 2006).

Asimismo Silva (2008), reporta que el contenido de pectina de la tuna es de 0.17%-0.21%, el de la cáscara de tuna es de 0.80% y el del nopal es de 0.80% (Sáenz, 1990). Los tres son valores muy cercanos a los datos teóricos y es importante este contenido de pectina en la mezcla ya que funciona como un espesante natural y al unirse con el azúcar y los ácidos forman el gel y así concluir si es necesario agregar pectina industrial.

Por otra parte el contenido de azúcares reductores directos y totales de la tuna según Menneses, es de 2%-6% y de 8.7%-11% respectivamente, los resultados obtenidos se encuentran cercanos aunque pueden variar de acuerdo al grado de madurez como ya se había mencionado, es importante cuantificarlos para conocer el contenido de azúcares que las materias primas aportan al producto final.

Por último el contenido de cenizas reportado para el nopal bibliográficamente es de 0.9% (Sáenz, 1990), por lo que el valor experimental obtenido (0.86%) es cercano al teórico y el contenido de fibra de la tuna y cáscara de tuna según Silva (2008) es de 0.27% y 1.27% respectivamente, pero los resultados obtenidos se encuentran arriba del dato teórico (0.39% y 1.42%), sin embargo para Sáenz (1990), el contenido de fibra del nopal es de 2.6% y el resultado obtenido experimentalmente (2.45%) es cercano al dato teórico proporcionado por Sáenz, los resultados obtenidos son importantes para conocer el contenido de fibra y de cenizas que las materias primas le aportan a la mermelada.

3.2 OBJETIVO PARTICULAR 1

3.2.1. Estudio de mercado.

Se realizó un estudio de mercado, por medio de una encuesta (Figura No. 8 Cap.2) en línea a 50 personas de 35 a 55 años de ambos sexos, el rango de edad fue seleccionado de acuerdo a la edad en la que las personas tienen más cuidado en su alimentación y cuidan más los productos industriales que consumen.

Act. 2 Aplicación de encuesta a consumidores

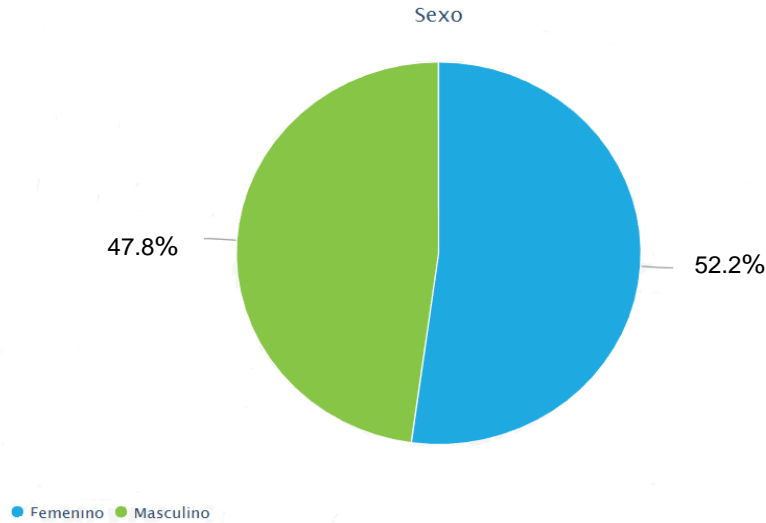


Gráfico No. 2 porcentaje de hombres y mujeres

El Gráfico No.2 presenta el porcentaje de mujeres (52.2%) y el porcentaje de hombres (47.8%) que respondieron la encuesta sobre el consumo de la mermelada de nopal, tuna, cáscara de tuna y chíá, es decir el consumidor del producto no se inclina a un género en específico, ambos géneros buscan el cuidado de su alimentación

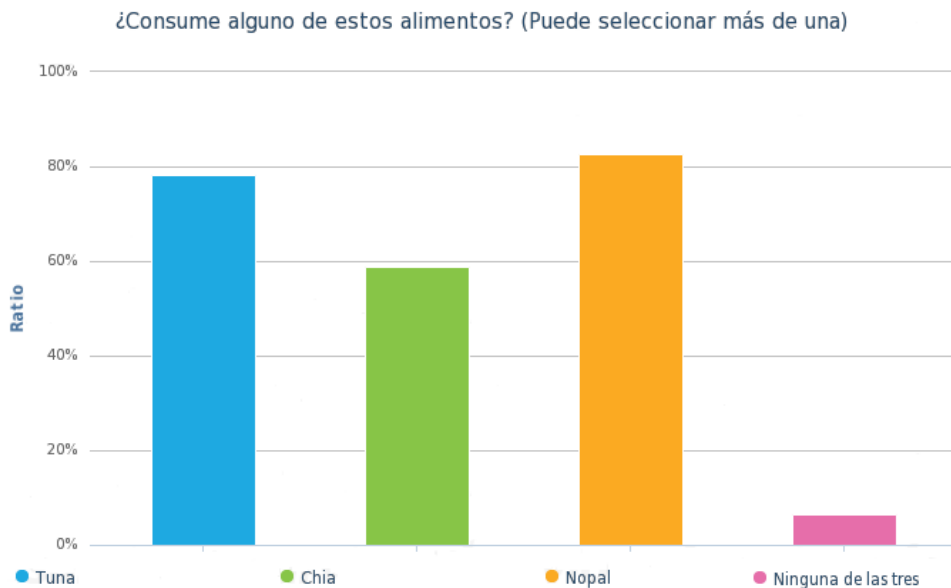
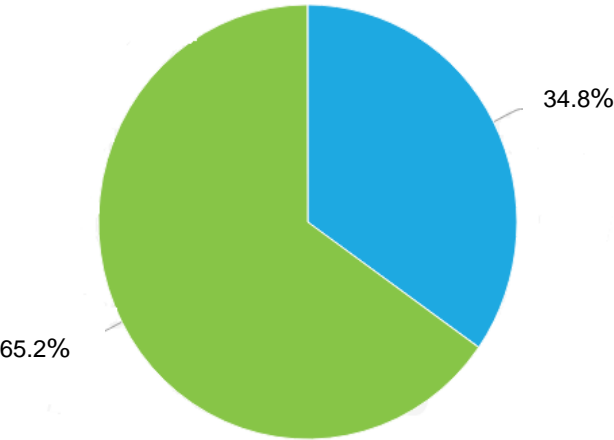


Gráfico No. 3 consumo de materias primas

Tuna	77.3 %
Chia	61.4 %
Nopal	84.1 %
Ninguna de las tres	6.8 %

En el Gráfico No.3 se observa que el 84.1% de las personas consumen el nopal, aunque su consumo es en productos salados, de ahí le sigue la tuna y por último la chía, pero los tres son productos que presentan un alto consumo, por lo que las materias primas seleccionadas para la mermelada, son de gran aceptación por la población.

¿Ha probado el nopal en algún alimento dulce?

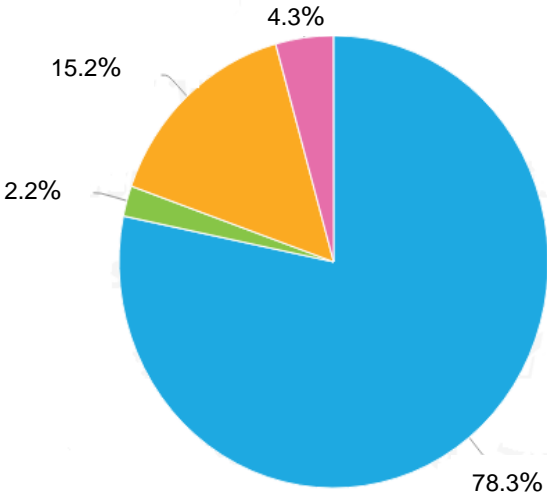


● Sí ● No

Gráfico No. 4 Consumo nopal dulce

El 65.2% de los consumidores no han probado el nopal en productos dulces, pero así mismo no rechazan la posibilidad de consumir el nopal dulce, por lo que son posibles consumidores de la mermelada (Gráfico No. 4).

¿Qué tipo de mermelada consume?



● Tradicional ● Sin azúcar ● Reducida en azúcar ● Baja en calorías

Gráfico No. 5 Consumo de tipo de mermelada

Se observa en el Gráfico No. 5 que existe un 15.2% de personas que prefieren consumir las mermeladas reducidas en azúcar, mientras que el 78.3% de los consumidores consumen mermelada tradicional con sabores tradicionales como fresa o frambuesa, por lo que se considera la mermelada de nopal, tuna y chía, como un producto gourmet.

¿Estaría dispuesto a probar y consumir una mermelada reducida en azúcar de tuna, nopal, chía y cascara de tuna alta en fibra?

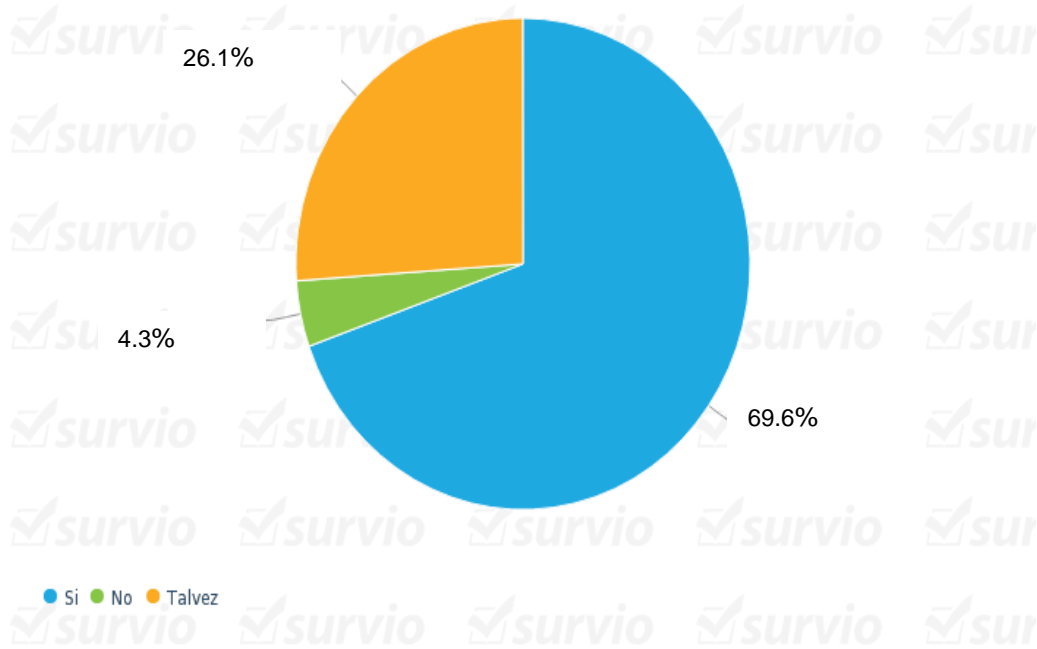


Gráfico No. 6 Disposición del consumo

En el Gráfico No. 6 se observa que el 69.6% de consumidores que están dispuestos a consumir la mermelada reducida en azúcar de tuna, nopal, chía y cáscara de tuna, el 26.1% representa a los consumidores que talvez consumirían la mermelada, mientras que el 4.3% de los consumidores reportan no consumirla, por razones presentadas en la Figura No. 16.

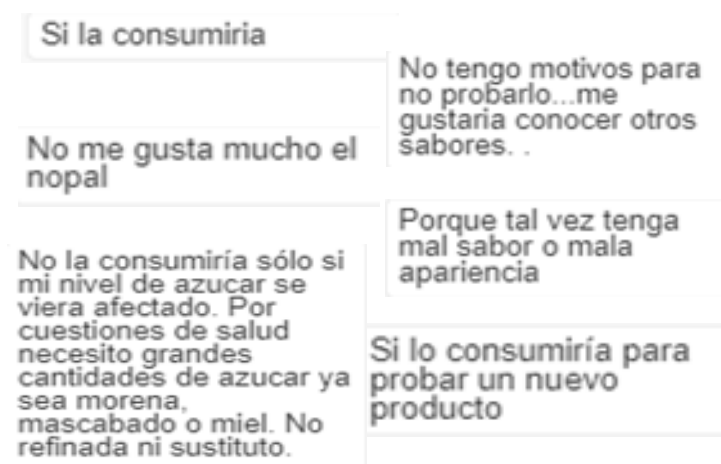


Figura No. 16 Razones.

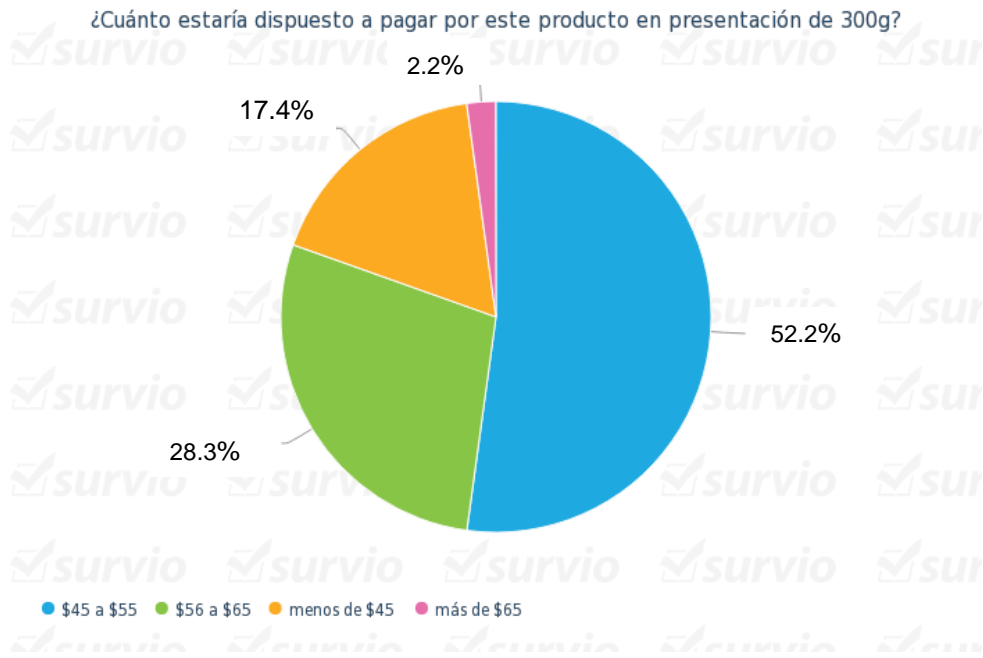


Gráfico No. 7 Pago por el producto

Los consumidores reportan que están dispuestos a pagar por un frasco de mermelada en una presentación de 300g, un precio de \$45 a \$55 pesos, siendo un precio que está dentro del rango de otras mermeladas Gourmet que ya se encuentran en el mercado (Gráfico No. 7).

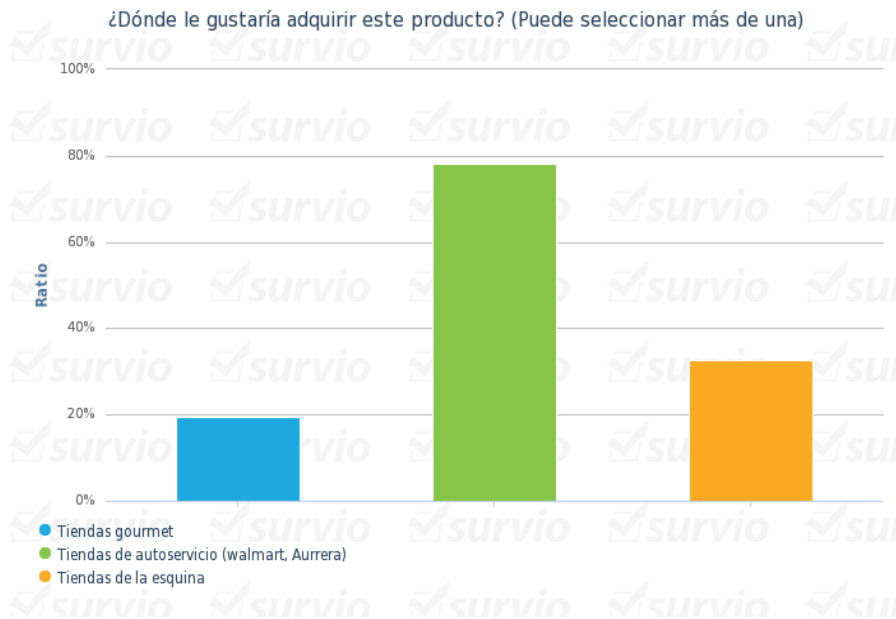


Gráfico No. 8 Puntos de venta

Es importante conocer la opinión del consumidor sobre los establecimientos en los que les gustaría adquirir el producto y por facilidad de adquisición, casi el 80% prefiere las tiendas de autoservicio, como tiendas Wal-Mart, Soriana etc. (Gráfico No. 8).

3.3. OBJETIVO PARTICULAR 2

3.3.1 Determinación de la concentración de las pulpas

Para esta actividad se utilizó el programa Minitab, realizando un diseño de mezclas de retículo simple de las pulpas de tuna y nopal, obteniendo las proporciones de pulpas mostradas en la Tabla No.15.

PROTOTIPO	[TUNA]	[NOPAL]
31	100%	0%
11	75%	25%
21	50%	50%
31	25%	75%
51	0%	100%

Tabla No. 15 Prototipos para la selección de mezcla de pulpas.

3.3.2 Análisis sensorial y selección del prototipo

Se realizó la evaluación sensorial con 18 jueces semientrenados de la FESC campo 1, de las 5 formulaciones obtenidas adicionando azúcar y una concentración fija del 5% de la cáscara de tuna. El cuestionario para la evaluación sensorial se muestra en la Figura No. 9 (2.3.3.1 selección de mezcla de pulpas) en el cual los atributos sensoriales a evaluar fueron el sabor y el olor.

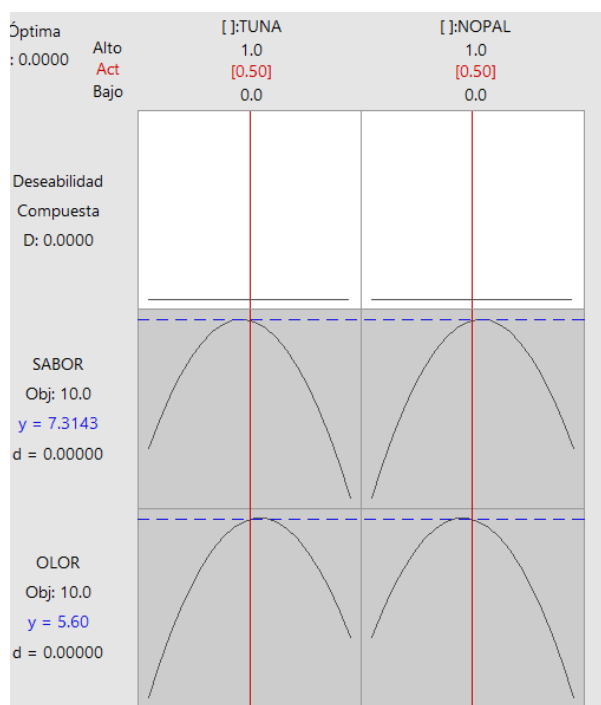


Figura No. 17 resultados minitab

El análisis de los resultados arrojados por el diseño de mezclas, son resultados que optimizan el análisis de datos, se utilizó un nivel de confianza del 95% reportando la mezcla elegida (Prototipo 21) para obtener los puntos más altos en las gráficas de atributos de sabor y olor. (Figura No.17)

3.4 OBJETIVO PARTICULAR 3

3.4.1 Desarrollo de prototipos de mermelada.

Se realizó la reducción del azúcar en la formulación de la mermelada mencionado en el Capítulo 2, (reducción de 25%) asimismo se determinó las concentraciones de chía y pectina tomando en cuenta la teoría, una mermelada tradicional contiene 1% de pectina por consiguiente se propuso tomar como un valor máximo del 2% y un mínimo del 0%, para ambas variables, a partir de estos datos se realizó un diseño de mezclas de retículo simple en el programa Minitab obteniendo los prototipos que se muestran en la Tabla No. 16.

INGREDIENTE	PROTOTIPO 1	PROTOTIPO 2	PROTOTIPO 3	PROTOTIPO 4	PROTOTIPO 5
Pulpas	61.7%	61.7%	61.7%	61.7%	61.7%
Cáscara de tuna	5%	5%	5%	5%	5%
Pectina	0%	0.5%	1%	1.5%	2%
Chía	2%	1.5%	1%	0.5%	0%
Sorbato de potasio	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
Azúcar	30.9%	30.9%	30.9%	30.9%	30.9%

Tabla No. 16 Prototipos de mermeladas reducidas en azúcar con concentraciones de chía y pectina

3.4.2. Selección de la mermelada.

Se aplicó la encuesta presentada en la Figura No.10 (Cap.2) a 50 jueces semientrenados, alumnos de la carrera de I.A. de la FESC campo 1, se analizaron con el programa de Minitab, utilizando un nivel de confianza del 95% y se obtuvieron las gráficas que se muestran en la Figura No. 18, el prototipo elegido fue el 1, (100% de chía y 0% de pectina) el cual obtiene los puntos más altos en las curvas de los atributos, (aparición, color, olor, sabor, consistencia) aunque el único atributo que se ve afectado es el olor, ya que no se obtiene el punto más alto de la gráfica, sin embargo, el atributo del olor no presenta una significancia tan alta respecto a los otros atributos.

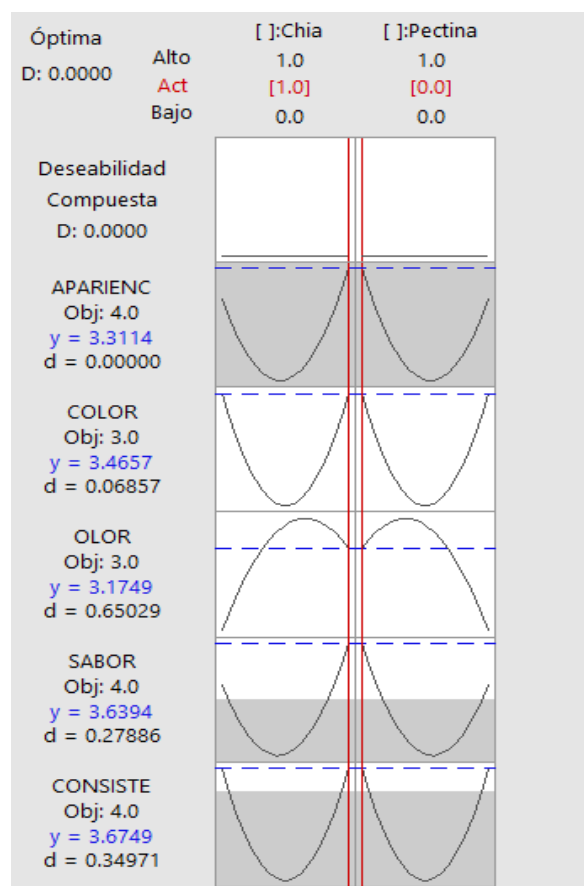


Figura No. 18 resultados minitab

3.5. OBJETIVO PARTICULAR 4

3.5.1. Estandarización del diagrama de proceso

Los prototipos fueron elaborados en base al diagrama de proceso teórico, mostrado en el Capítulo 1, Figura No. 7, pero al ser prototipos con diferente formulación, los tiempos de calentamiento, mezclado, adición de ingredientes y temperaturas fueron diferentes, ya que la chía y la pectina influyeron notablemente. Se estandarizaron las condiciones de proceso de acuerdo al prototipo seleccionado. (Figura No. 19)

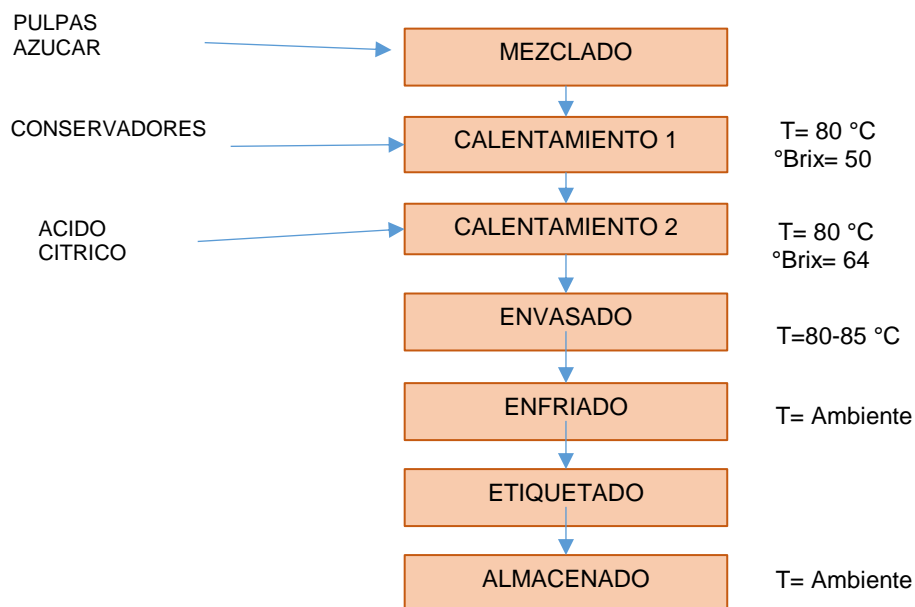


Figura No. 19 Diagrama de proceso estandarizado.

3.5.2 Determinación de propiedades físicas y fisicoquímicas de la mermelada.

MATERIA PRIMA	PARAMETRO	EXPERIMENTAL (promedio)	BIBLIOGRAFICO (Filardo, et al. 2010), (Rauch, 1990).	MERMELADA TUNA Y CÁSCARA DE TUNA (López et al. 2011)	% C.V. DE DATOS EXPERIMENTALES
Mermelada	pH	3.96	Menor a 4.6	Menor a 4.6	0.008
	Acidez	0.9%	1%	1.2%	0.006
	°Brix	64	60-65	66	0

Tabla No. 17 Resultados físicos y fisicoquímicos.

Según la NMX-F-131-1982 las mermeladas debe tener un pH menor a 4.6 y en la Tabla No. 17 se registra un pH experimental de 3.96, el cual es adecuado para la elaboración de la mermelada. El valor bajo en el pH se debe a los ácidos presentes en los frutos, así como la adición del ácido cítrico los cuales proporcionan el sabor característico de la mermelada y en el proceso térmico de los alimentos es un punto de control crítico para impedir el crecimiento de microorganismos (Filardo, et al. 2010).

El valor obtenido de acidez en la mermelada fue de 0.9% y según la FAO el gel se forma cuando la mezcla alcanza los 65 °Brix y una acidez de 1%, para un sabor aceptable se recomienda un valor máximo del 0.8% de acidez titulable en una mermelada (Filardo, et al. 2010), pero la mermelada de tuna, nopal, cáscara de tuna y chíá, se considera de sabor agridulce, por lo que el dato obtenido en acidez es aceptable aunque no concuerde con el valor reportado según López, pero si es cercano al valor reportado por Filardo, por lo que la elaboración de la mermelada fue adecuada y se refleja en un producto final de buena calidad, ya que la mayoría de las mermeladas producidas industrialmente tienen un valor 65-68.5 °Brix (Rauch, 1990).

3.5.3 Determinación de análisis químico proximal de la mermelada.

MATERIA PRIMA	PARAMETRO	EXPERIMENTAL (promedio) (%)	BIBLIOGRAFICO (%) Jiménez (2013)	MERMELADA DE TUNA Y CÁSCARA DE TUNA (López et al. 2011)	% C.V.
Mermelada	Azúcares reductores	8.18	----	12.06	0.004
	Azúcares totales	43.16	41-49	38.17	0.008
	Fibra	7.16	4.05	4.35	0.02
	Cenizas	1.38	1.37	1.36	0.08
	Pectina	3.45	----	----	2.18

Tabla No. 18 Resultados del análisis químico proximal.

Según Jiménez (2013) los azúcares totales de una mermelada reducida en azúcar van de 41% a 49%, el resultado obtenido es de 43.16% por consiguiente, es un valor dentro del rango teórico (Tabla No.18). El contenido de azúcares que se cuantifican son los azúcares provenientes de las frutas (glucosa, fructosa y sacarosa) como lo

que se agrega de sacarosa, esta sacarosa se desdobra durante el calentamiento y el medio ácido presentes en la elaboración de la mermelada.

Además el valor de fibra en una mermelada de tuna con cáscara de tuna es de 4.05% según Orozco (2011), considerándose un valor alto comparado con una mermelada tradicional de fresa que contiene un valor de 2.6% de fibra, según López, el contenido de fibra en una mermelada elaborada con tuna y cáscara de tuna fue de 4.35%, mientras que el resultado obtenido en la mermelada de tuna, nopal, chía y cáscara de tuna fue de 7.16% siendo 2.8 veces mayor al valor de fibra en una mermelada tradicional, este resultado fue elevado por la adición de nopal y de chía, lo cual permite concluir que la mermelada es un alimento funcional según la definición que presenta la FAO/OMS en el programa CX/GP 05/22/7, en la que describe el alimento funcional como alimento modificado o ingrediente alimentario con efecto beneficioso sobre la salud. Además de su valor nutricional, tiene como objetivo reducir el riesgo de enfermar.

Según Orozco (2011), el valor de cenizas en la mermelada es de 1.37%, mientras que el valor obtenido fue 1.38%, existiendo una diferencia de 0.01% entre ambos datos, según Mancheno (2011), las cenizas permiten establecer el grado de limpieza que se tuvo con las materias primas, conocer si se tuvo adulteraciones en el producto donde se ha adicionado sal, carbonatos alcalinos, etc. Mientras que a los consumidores se les ofrece una fuente de minerales.

El contenido de pectina de la mermelada fue de 3.45%, el cual se encuentra dentro del rango que maneja la normatividad siendo el valor máximo del 4.5% (NMX-F-131-1982). Este contenido se debe a la pectina proveniente de los frutos, el mucílago del nopal y el contenido de pectina de la chía, ya que no se agregó pectina como tal.

3.5.4 Análisis microbiológico.

Microorganismos	Mermelada elegida (UFC/g)	NMX-131-1982 Mermelada de fresa (UFC/g)
Mesófilos aerobios	0/1000	50/1000
Coliformes totales	< 0/1000	< 10/1000
Hongos y levaduras	0/1000	20/1000

Tabla No. 19 Resultados y normatividad de análisis microbiológicos

Los mesófilos aerobios no presentaron crecimiento ya que las condiciones óptimas de proliferación no eran aptas, la concentración de azúcares, la presencia del conservador y la falta de oxígeno son causas evidentes de la ausencia de estos

microorganismos, mientras que los resultados negativos en coliformes totales, reportan el empleo de materias primas de buena calidad microbiológica, así como el adecuado empleo de Buenas Prácticas de Manufactura y por último la óptima temperatura de calentamiento durante la elaboración de la mermelada. Por último los hongos y levaduras crecen cuando el alimento estuvo en contacto con fuentes de contaminación durante su elaboración, al no haber desarrollo de este tipo de microorganismos, se concluye que la mermelada no fue contaminada.

3.6 OBJETIVO PARTICULAR 5

3.6.1 Selección de envase según la NOM-130-SSA1-1995



Figura no. 20 Envase seleccionado para la mermelada

El envase fue seleccionado de acuerdo a las características del producto, es un material que no mantiene ninguna interacción química con su contenido, no altera el color ni el sabor del producto, permite transparencia que permite ver el producto, es un material impermeable y soporta temperaturas altas y por la tapa de aluminio que se adapta al tarro, permite el cierre hermético del frasco y por último son envases que se pueden reutilizar y reciclar, siendo un envase que proporciona beneficio al medio ambiente (Figura No. 20).

3.6.2 Diseño de la etiqueta según la NOM-051-SCFI/SSA1-2010(2015).

<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Información Nutricional</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Tamaño por porción: 10g</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Porciones por envase: 10</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Cantidad por porción</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Energía (Calorías) 201 KJ (480 Cal)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Energía de grasa (Calorías de grasa) 147 KJ (35 Cal)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">% Valor Diario*</td> </tr> <tr> <td>Grasa Total 4g</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Ácidos Grasos Saturados 2g</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Ácidos Grasos Trans 0g</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Ácidos Grasos Monoinsaturados 1g</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Coolesterol 0mg</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Sodio 15mg</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Carbohidratos Totales 5g</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Azúcares 5g</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Proteína 1g</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">* Porcentaje de Valores Diarios basados en una dieta de 2000 KJ (2000 Calorías)</td> </tr> </table>	Información Nutricional		Tamaño por porción: 10g		Porciones por envase: 10		Cantidad por porción		Energía (Calorías) 201 KJ (480 Cal)		Energía de grasa (Calorías de grasa) 147 KJ (35 Cal)		% Valor Diario*		Grasa Total 4g	6%	Ácidos Grasos Saturados 2g	10%	Ácidos Grasos Trans 0g	0%	Ácidos Grasos Monoinsaturados 1g	2%	Coolesterol 0mg	0%	Sodio 15mg	1%	Carbohidratos Totales 5g	2%	Azúcares 5g	2%	Proteína 1g	2%	* Porcentaje de Valores Diarios basados en una dieta de 2000 KJ (2000 Calorías)		<p>Mermelada</p> <p>Producto con alto contenido fibroso, reducido en azúcares.</p> <p>Puede ser ingerido por el público en general.</p> <p>Estilo gourmet</p> <p>Sin conservadores.</p> <p>Cont. 300 g</p>
Información Nutricional																																			
Tamaño por porción: 10g																																			
Porciones por envase: 10																																			
Cantidad por porción																																			
Energía (Calorías) 201 KJ (480 Cal)																																			
Energía de grasa (Calorías de grasa) 147 KJ (35 Cal)																																			
% Valor Diario*																																			
Grasa Total 4g	6%																																		
Ácidos Grasos Saturados 2g	10%																																		
Ácidos Grasos Trans 0g	0%																																		
Ácidos Grasos Monoinsaturados 1g	2%																																		
Coolesterol 0mg	0%																																		
Sodio 15mg	1%																																		
Carbohidratos Totales 5g	2%																																		
Azúcares 5g	2%																																		
Proteína 1g	2%																																		
* Porcentaje de Valores Diarios basados en una dieta de 2000 KJ (2000 Calorías)																																			

Figura No. 21 Etiqueta para la mermelada de tuna adicionada de nopal y chía.

El diseño de la etiqueta se realizó según la NOM-051-SCFI/SSA1-2010, en la Figura No. 21 se muestran los componentes que contiene la mermelada de tuna adicionada de nopal y chíá, presentación de 300 gramos, así como la información nutrimental que se obtuvo de las actividades realizadas en el objetivo particular 4 (Cap.3), el nombre de la marca “TUNIA” significa “TU” por la tuna, “N” por el nopal y “IA” por la chíá. La imagen hace referencia al nopal y a la tuna, esto provoca que el producto sea fácil de distinguir y de asociar con las materias primas que se usaron para su elaboración, por último el color utilizado es verde brillante, color característico del nopal y la tuna.

El porcentaje del aporte calórico de grasa, azúcares, proteína y totales, se calculó con la siguiente ecuación.

$$\text{Kcal} = (\text{g azúcares} \times 4) + (\text{g grasa} \times 4) + (\text{g proteína} \times 4)$$

$$\text{Kcal} = (43.16 \times 4) + (0 \times 4) + (0 \times 4)$$

$$\text{Kcal} = 172.64$$

Las calorías que una mermelada tradicional de fresa aporta son de 246 kcal por una ración de 100 gramos, mientras que una mermelada reducida en azúcar, aporta 174 kcal por una ración de 100 gramos, la mermelada de tuna, nopal, chíá y cáscara de tuna, aporta 172.64 kcal por ración de 100 gramos, este valor comprueba que el producto final, es apto para personas con diabetes, sobrepeso y personas que cuidan el número de calorías que consumen.

3.6.3. Determinación del precio de la mermelada.

	PRECIO (\$)
<i>Mermelada (Formulación)</i>	1.46
<i>Envase hexagonal de vidrio</i>	13.77
<i>Gastos operativos</i>	12
<i>Ganancia de TUNIA</i>	10
<i>Precio unitario</i>	35.22
<i>Precio a publico</i>	45-55

El precio unitario de la mermelada de tuna, nopal, chíá y cáscara de tuna, se calculó tomando en cuenta los ingredientes integrados en la formulación de la mermelada, sumando el precio del envase hexagonal de vidrio, los gastos operativos (gas, luz, mano de obra, etc.) y la ganancia para la empresa “TUNIA”, los establecimientos que

tendrán el producto a la venta, podrán utilizar un precio de entre los 45 a 55 pesos por frasco, precio que concuerda con el Gráfico No. 7 y manejando un rango de ganancia máximo del 56.78%.

3.7. OBJETIVO PARTICULAR 6

3.7.1. Prueba sensorial de aceptación de prototipo final.

Aceptación de la mermelada.

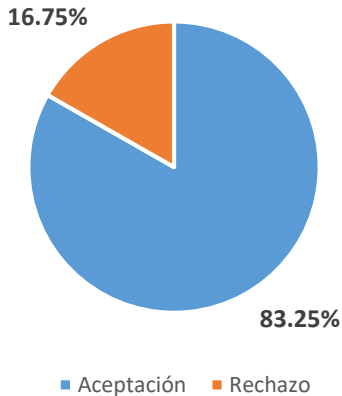
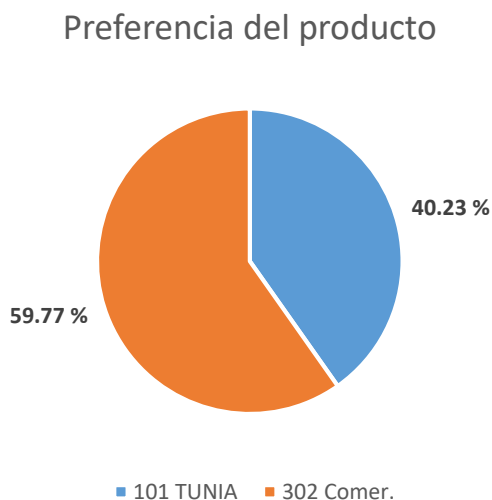


Gráfico No. 9 Aceptación del producto

Se realizó una prueba sensorial de aceptación a 50 jueces consumidores elegidos al azar en el centro comercial “Mundo E”, con la finalidad de conocer la aceptación de la mermelada con respecto a una mermelada tradicional de zarzamora marca McCormick.

El 83.25 % de los consumidores, aceptaron la mermelada de tuna, nopal, chía y cáscara de tuna, mientras que el 16.75 % de los consumidores la rechazaron, dando como argumento el disgusto por el contenido de nopal en un producto dulce, pero el porcentaje de consumidores que aceptaron el producto es alto, por lo que la venta del producto sería beneficioso (Gráfico No. 9).



La preferencia de la mermelada de tuna, nopal, chíá y cáscara de tuna, fue de 40.23%, mientras que la mermelada de zarzamora fue de 59.77%, aunque el valor de la mermelada de zarzamora es elevado comparado con la mermelada de tuna, no es una diferencia que permita concluir que el producto no será competitivo con los productos que ya se encuentran en el mercado (Gráfico No. 10).

Gráfico No. 10 Preferencia de la mermelada.

CONCLUSIONES

El mejor tratamiento de la materia prima durante el escaldado para la conservación de color verde del nopal, la tuna y la cáscara de la tuna, fue con hidróxido de calcio a T= 60 °C por 2 minutos.

La capacidad de retención del agua de la chíá, permite explicar la funcionalidad de gelificación que presenta en la mermelada.

Con respecto al análisis físico, fisicoquímico y químico del nopal, la tuna y la cáscara de tuna, se utilizaron materias primas con un porcentaje óptimo en su composición química, aportando al producto nutrientes y así obtener un producto funcional.

El estudio de mercado arrojó que es viable la elaboración de la mermelada, ya que los consumidores están dispuestos a adquirir el producto en establecimientos de autoservicio.

La mezcla de pulpas seleccionada para la elaboración de la mermelada fue 50% pulpa de tuna y 50% pulpa de nopal, la cual proporciona un sabor agradable.

La concentración de chíá (2%) y la presencia del mucilago de nopal, otorgaron la funcionalidad de espesamiento y gelificación a la mermelada, por lo cual, la adición de 2% de chíá y 0% de pectina fue seleccionada para la elaboración de la mermelada, ya que está obtiene los puntos más altos en las curvas de atributos.

La mermelada de tuna, nopal, chía y cáscara de tuna, aporta mayor beneficio comparándola con mermeladas que se encuentran en el mercado, ya que el valor de fibra es 2.8 veces más alto, como resultado, la mermelada fue aceptada por los consumidores, ya que es un producto innovador y saludable.

Se diseñó una etiqueta colorida y un nombre llamativo y fácil de asociar con las materias primas que se usaron en la elaboración de la mermelada, respecto al precio, es competitivo con los productos gourmet del mercado y genera un margen de ganancia alto.

Como resultado de este proyecto, se obtiene una alternativa para el aprovechamiento integral de la tuna mediante el desarrollo de un alimento funcional, siendo rentable desde el punto de vista económico.

BIBLIOGRAFÍA

- **A.O.A.C** (Official Methods of Analysis Association of Official Analytical
- **Aranceta**, Bartrina, J., & Pérez, Rodrigo, C. (2006). Frutas verduras y salud. España: Elsevier Masson.
- **BaduÍ**, D. S. (2006). Química de los alimentos. (3ra ed.). México: Pearson Educación.
- **Calvo** Miguel, Bioquímica de los alimentos <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/pigmentos/clorofila.html> en línea
- Chemist), (1990). 14 TH. Williaw Horwitz (ed). Washington D.C., U.S.A.
- **Coronado**, T. M., & Hilario, R. R. (2001). Elaboración de mermeladas. Procesamiento de alimentos para la pequeño y micro empresa agroindustriales. Perú: CIED.
- **Czinkota**, M. R., & Kotabe, M. (2001). Administración de la mercadotecnia (Segunda ed.). México: Thomson Learning.
- **FAO**. (2005). Food and agricultural organization. Recuperado el 11 de Mayo de 2012, de Base de datos de producción mundial y ocmercio internacional de frutas y vegetales.: www.fao.org/faostat
- **Fideicomiso** de riesgo compartido, 2017 <https://www.gob.mx/firco>
- **Filardo**, K. S., Peña, R. M., Scheinvar, L., Cruz, M. B., Juárez, J., & Zúñiga, E. A. (Enero/Febrero de 2006). Validación de una mermelada elaborada con xoconostle (*Opuntia matudae*). Industria Alimentaria , 18-219.
- **González S.** (2010). "En China explotan mejor el nopal; en México, productores apenas sobreviven". Periódico La Jornada. México.
- **Hernández**, E., (2005). "Evaluación Sensorial". Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, UNAD. Bogotá, Colombia. <http://hdl.handle.net/10915/45660>
- **Lambin** Jean Jacques 1995 DIRECCION DE MARKETING: GESTION ESTRATEGICA Y OPERATIVA DEL MERCADO primera edición mc Graw hill
- **López** Orozco, melva, Mercado Flores, Juan, Martínez Soto, Gerardo Magaña Ramírez, José Luis, Formulación de una mermelada a partir de pulpa y cáscara de tunas (*Opuntia spp.*) elaborada a nivel planta piloto. Acta Universitaria en línea.
- **Mancheno**, M. G. (2011). Desarrollo de un prototipo de mermelada light de frutilla ecológica utilizando sucralosa (Splenda) como edulcorante no calórico. Tesis Lic. Bioquímico Farmacéutico. Escuela Politécnica de Chimbarazo, Ecuador.

- **Martínez, R. Rodríguez, C. (2002).** Influencia de la alimentación en el comportamiento humano a través de la historia.
- **Melva López Orozco, J. M. (2011).** Formulación de una mermelada a partir de pulpa y cáscara de tunas (*Opuntia* spp) elaborada a nivel planta piloto. 21 (2), 31-36.
- **Meraz-Maldonado, N., S. Valle-Guadarrama, J. Hernández-Morales, S. Anaya-Rosales, J. C. Rodríguez-Maciél, and G. Leyva-Ruelas. 2012.** Quality of three sizes of prickly pear cactus stems (*Opuntia ficus indica* L. 'Atlixco'). Afr. J. Agric. Res. 7: 4512-4520.
- **NMX-F-066-S-1978.** DETERMINACIÓN DE CENIZAS EN ALIMENTOS. FOODSTUFF DETERMINATION OF ASHES. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.
- **NMX-F-090-S-1978.** DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA EN ALIMENTOS. FOODSTUFF DETERMINATION OF CRUDE FIBER. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.
- **NMX-F-131-1982.** Alimentos para humanos. Frutas y derivados. Mermelada de fresa.
- **NMX-F-317-S-1978.** DETERMINACIÓN DE pH EN ALIMENTOS. DETERMINATION OF pH IN FOODS. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.
- **NMX-F-347-S-1980** FRUTAS Y DERIVADOS. DETERMINACIÓN DE PECTINA. FRUITS AND DERIVATIVES. DETERMINATION OF PECTINE. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.
- **NMX-F-428-1982.** ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (MÉTODO RÁPIDO DE LA TERMOBALANZA). FOODS. DETERMINATION OF MOISTURE (THERMOBALANCE RAPID METHOD). NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.
- **Nobel, (1999).** “Biología ambiental”. Estudio FAO Producción y Protección vegetal, Roma.
- **NOM-003-SCT-2000.** Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- **NOM-130-SSA1-1995:** Especificaciones sanitarias para alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico.
- **NORMA DEL CODEX PARA LAS CONFITURAS, JALEAS Y MERMELADAS (CODEX STAN 296-2009)**

- **NOM-051-SCFI/SSA1-2010**, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria
- **NOM-086-SSA1-1994**, BIENES Y SERVICIOS. ALIMENTOS Y BEBIDAS NO ALCOHOLICAS CON MODIFICACIONES EN SU COMPOSICION. ESPECIFICACIONES NUTRIMENTALES.
- **NOM-092-SSA1-1994**, BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA.
- **NOM-111-SSA1-1994**, BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS EN ALIMENTOS.
- **NOM-113-SSA1-1994**, BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA CUENTA DE MICROORGANISMOS COLIFORMES TOTALES EN PLACA.
- **Pedrero, F. D.** (1989). Evaluación Sensorial de los alimentos. México: Alhambra México.
- **Pérez, M. R.,** Rodríguez, M. y Martínez, M. C. 1999. Elaboración de vinagre de tuna amarilla «Naranjona» o «Pico Chulo». pp. 68-69. In: Aguirre, J. R. y Reyes, J. A. Memoria. VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. San Luis Potosí, México.
- **Rauch, G. H.** (1990). Fabricación de mermelada. Zaragoza, España: Acribia. Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre- envasadas- Información comercial y sanitaria.
- **Richard, C., McDowell, D., & Kirman, M. J.** (2004). "Manual del envasado de alimentos y bebidas". Madrid (España): AMV Ediciones, Mundi Prensa.
- **Rodríguez-Félix, A. y Cantwell, M.** 1988. Developmental changes in composition and quality of prickly pear cactus cladodes (nopalitos). Plant Foods Hum. Nutr. 38: 83-93.
- **Rodríguez-Félix, A., and M. Cantwell.** 1999. Developmental changes in composition and quality of prickly pear cactus cladodes (nopalitos).
- **Rojas Hidalgo E:** La fibra dietética. Rojas Hidalgo E, editor. Los carbohidratos en nutrición humana. Madrid. Aula Médica, 1994
- **Saénz H. C.** (2004). "Compuestos funcionales y alimentos derivados de Opuntia spp". In: Esparza F. G., R. D. Váldez C., y G. Méndez S. El Nopal. Tópicos de Actualidad. Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma de Chapingo

- **Sáenz, C. y Berger, H. (2006).** “Utilización Agroindustrial del Nopal”. Ed. Food & Agriculture Org.
- **Sáenz, C., Rodríguez-Félix, A., Sepúlveda, E. y Montoya, L. C.** 2000. Informe Proyecto «Innovación de Tecnologías en el procesamiento de nopal y tuna». Universidad de Chile–Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Convenio CONICYT (Chile)–CONACYT (México).
- **Sáenz, C., Sepúlveda, E., Albornoz, N. y Pak, N.** 1999. Vegetal soup cladodes (*Opuntia ficus-indica*) with cactus dietary fiber addition. 10th World Congress on Food Science and Technology. Sidney, Australia.
- **Salvadori, Viviana Olga** 2015 CIELAB *Color measurement from digital images*
- **Sawaya, W. N., Khatchadourian, H. A., Safi, W. M. y Al-Hammad, H. M.** 1983. Chemical characterization of prickly pear pulp, *Opuntia ficus-indica*, and the manufacturing of prickly pear jam. *J. Food Technol.* 18:183-193.
- **Sepúlveda, E. y Sáenz, C.** 1988. Industrialización de la tuna (*Opuntia ficus-indica*). I. Aceite de la semilla. *Alimentos* 13:35-38.
- **Sepúlveda, E. y Sáenz, C.** 1990. Chemical and physical characterist
- **Sepúlveda, E. y Sáenz, C.** 1999. Tuna anaranjada cultivada en Chile: caracterización del fruto y de la pulpa. pp. 8-9. In: VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. San Luis Potosí, México.
- **Silva Sánchez, C. A.** (2015). Evaluación técnica comercial del aprovechamiento de la semilla de chía (*Salvia hispanica*) para la elaboración de productos alternos (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito.
- **Sudzuki, F., Muñoz, C y Berger, H.** 1993. El cultivo de la tuna (Cactus Pear). Departamento de Reproducción Agrícola. Universidad de Chile.
- **Villavicencio Garduño, L. A., & González Barragán, E. T.** (2010). Aprovechamiento del xoconostle mediante la elaboración de un duce típico sabor fresa con chile. UNAM, Ingeniería en Alimentos, México.