



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**ALIMENTOS NO CONVENCIONALES CON BASE EN AGUACATE:
MERMELADA DE AGUACATE**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

PRESENTA

CASTILLO HERNANDEZ SAMANTHA

MÉXICO, D.F.

AÑO 2010





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE Profesor: **BENJAMIN RUIZ LOYOLA**_____

VOCAL Profesor: **FEDERICO GALDEANO BIENZOBAS**_____

SECRETARIO Profesora: **LUCIA CORNEJO BARRERA**_____

1er. SUPLENTE Profesor: **MARCO ANTONIO LEON FELIX**_____

2do. SUPLENTE Profesora: **PATRICIA SEVERIANO PEREZ**_____

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

LAB 4C EDIFICIO A, FACULTAD DE QUIMICA, UNAM

Y LAB 201 EDIFICIO B, FACULTAD DE QUIMCIA, UNAM

ASESOR DEL TEMA: BENJAMIN RUIZ LOYOLA

(Nombre y firma)

SUPERVISOR TÉCNICO: ORLANDO ABRAJAM VILLASEÑOR

(Nombre y firma)

SUSTENTANTE: SAMANTHA CASTILLO HERNANDEZ

(Nombre (s) y firma (s))

Agradecimientos

Durante este tiempo, buenos y malos momentos ayudaron a fortalecer mi carácter, me brindaron una perspectiva de la vida mucho más amplia y me han enseñado a ser más cautelosa pero sin dejar de ser auténtica.

Al finalizar esta etapa de mi vida, existen un grupo de personas a las que no puedo dejar de reconocer debido a que durante todo este tiempo estuvieron presentes de una u otra forma evitando que me perdiera en el proceso y que saliera exitosamente de esta experiencia...

*A **Dios**, por todo lo que me ha dado y por la existencia, por nunca dejarme sola y siempre escucharme, por las bendiciones y por darme la capacidad de amar incondicionalmente a otros.*

*A mis **Padres**, gracias por el amor y cariño que siempre he tenido en casa. Gracias por la enseñanza y guía, porque con su apoyo, aliento y estímulo he logrado conseguir esta meta....**Papi** tú haz sido sin duda uno de los principales precursores de este logro, nunca te desesperaste y siempre me has apoyado en todo y sobretodo en seguir con mis estudios, siempre has creído en mi y con tu ejemplo siempre me has guiado, eso me mantuvo firme.... **Mami** siempre has estado ahí, tu incondicional comprensión y completa dedicación me han ayudado a obtener este logro, gracias por tu gran guía en la vida y tu enseñanza como mujer, gracias por el amor y la comprensión, por escucharme y ayudarme siempre.*

*A mis **Hermanos** que complementan mi núcleo familiar y mi vida, gracias por sus cuidados y cariño, porque con su ayuda y apoyo me alentaron a lograr esta hermosa realidad.*

*A toda mi **Familia** en general por su apoyo y cariño incondicional, por cada momento.*

*A mis **Amiguís**, por su amistad, sin ustedes la Facultad no hubiera sido lo mismo... **Gaby** sin duda contigo he vivido los momentos más increíbles de esta etapa, gracias por la confianza, por el valor de la amistad y gracias por los mil momentos increíbles, indescriptibles e inolvidables, gracias por tu cariño y apoyo incondicional que me has dado siempre..... **Mireya** que increíble conocerte de casi toda la vida, gracias por tu gran amistad, por el cariño, por cada momento, por las risas y las lagrimas, por estar ahí, por mil cosas mas y porque sé que siempre estaremos ahí para apoyarnos.*

*A mis **Amix**, por su gran amistad y su gran apoyo porque las presiones siempre son más llevaderas si están acompañadas de momentos agradables y de personas que te permiten disipar la carga haciendo el trabajo más placentero....**Iliana** sería imposible olvidar todo lo que compartimos juntas, gracias por cada momento lleno de tantas y tantas risas que mantuvieron con alegría este camino, gracias por la confianza y por entenderme siempre.....**Luisa** gracias por tu increíble apoyo, por ser mi compañera y una*

gran consejera, por cada increíble momento que pasamos juntas y las aventuras, por escucharme siempre y por el cariño incondicional.

*A mi Asesor de Tesis, **Benjamín Ruiz Loyola** por su apoyo y asesoramiento científico y estímulo para seguir creciendo intelectualmente.*

*Al profesor **Federico Galdeano** por su predisposición permanente e incondicional en aclarar mis dudas y por sus substanciales sugerencias durante la redacción de la Tesis, por su amistad.*

*A la profesora **Lucía Cornejo** por su valiosa colaboración y sus observaciones críticas en la redacción del trabajo.*

*A la profesora **Adriana Mejía** por su fundamental ayuda y participación en el análisis microbiológico, por su gran enseñanza y amistad.*

*A **mis profesores y a la Facultad de Química**, por ser un soporte, por su enseñanza y por brindarme la oportunidad de crecer con experiencias entre personas inigualables que nunca olvidaré.*

INDICE

INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	
1. EI AGUACATE	2
1.1 Taxonómica del Aguacate	2
1.2 Razas y Variedades	3
1.3 Producción	4
1.4 Aguacate Hass	6
1.4.1 Índices de Calidad	
1.4.2 Índices de Cosecha	
1.4.3 Fisiopatías y Enfermedades	
1.5 Oscurecimiento del Aguacate	12
1.5.1 Prevención del Oscurecimiento	15
2. MERMELADA	17
2.1 Definición de Mermelada	17
2.2 Constituyentes de la Mermelada	20
2.2.1 Fruta	20
2.2.2 Pectina	20
2.2.2.1 Obtención de la pectina	
2.2.2.2 Tipos de pectina	
2.2.2.3 Geles de pectina de alto metoxilo	
2.2.2.4 Geles de pectina de bajo metoxilo	
2.2.3 Azúcar	27
2.2.3.1 Azúcar invertido	
2.2.4 Acido	30
2.2.5 Aditivos	31
2.2.5.1 Acido cítrico	
2.2.5.2 Antioxidantes	
2.2.5.2.1 BHA	
2.2.5.2.2 BHT	

2.3	Elaboración de la Mermelada	37
2.3.1	Preparación y reblandecimiento	
2.3.2	Ebullición con Azúcar	
2.3.4	Adición de pectina	
2.3.4.1	Formación del Gel	
2.3.4.2	Propiedades de las pectinas que determinan la formación del Gel.	
2.3.4.3	Prueba de la pectina	
2.3.5	Terminación de la mermelada	
2.3.6	Envasado y enfriado	
2.3.7	Almacenamiento	
2.4	Defectos en la elaboración de mermeladas	46
2.4.1	Mermelada poco firme	
2.4.2	Sinéresis	
2.4.3	Cambio de color	
2.4.4	Cristalización	
2.4.5	Desarrollo de Hongos y Levaduras	
3.	EL ANÁLISIS SENSORIAL	49
3.1	Utilidad del Análisis Sensorial	
4.	ANALISIS MICROBIOLÓGICO	53
	OBJETIVOS	56
	METODOLOGIA	57
1.	DIAGRAMA GENERAL	57
2.	DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA	58
2.1	Desarrollo del producto	58
2.2	Recepción de Materia prima	58
2.3	Determinación de la formulación para la elaboración de la Mermelada	58
2.3.1	Determinación de la concentración de fruto	
2.3.2	Determinación de la concentración de sacarosa	
2.3.3	Determinación de los Antioxidantes	
2.4	Elaboración de la mermelada	60

2.4.1 Diagrama de flujo para la elaboración de la mermelada	60
2.4.2 Fases en la elaboración de la mermelada	61
2.4.2.1 Preparación	
2.4.2.2 Proceso de Cocción	
2.4.2.3 Pruebas de gelificación	
2.4.2.4 Terminación de la mermelada	
2.4.2.5 Envasado y enfriado	
2.4.3 Determinación de la Calidad de la Mermelada	63
2.4.4 Caracterización del producto final	64
2.4.5 Determinación de Costos	65
2.4.6 Análisis Microbiológico	65
2.4.6.1 Preparación de la muestra	
2.4.6.2 Siembra Medios de cultivo	
2.4.6.3 Diagrama para el Análisis microbiológico	
2.4.6.4 Descripción del proceso	
2.4.7 Análisis Sensorial	68
2.4.8 Diseño de Envase y Etiqueta	68

RESULTADOS Y DISCUSION 69

1. Determinación de la formulación para la elaboración de la Mermelada	69
1.1 Determinación de la concentración de Fruto	69
1.2 Determinación de la concentración de Sacarosa	70
1.3 Determinación de los Aditivos	72
2. Elaboración de la mermelada	73
2.1 Preparación	73
2.2 Proceso de Cocción	74
2.3 Pruebas de gelificación	75
2.4 Terminación de la mermelada	75
2.5 Envasado	77
3. Determinación de la Calidad de la Mermelada	78
4. Caracterización del producto terminado	79
5. Análisis Microbiológico	81
5.1 Preparación de la muestra	
5.2 Siembra Medios de cultivo	
5.3 Cuenta en placa para Mesófilos Aerobios	

5.4 Cuenta en placa para Hongos y Levaduras

6. Análisis Sensorial	85
7. Costos de producción	93
8. Imagen del producto final	94
CONCLUSIONES	96
BIBLIOGRAFIA	98
ANEXO I	101
ANEXO II	102

INTRODUCCION

El Aguacate es uno de los muchos regalos que México ha dado al mundo. México es líder en producción de aguacate a nivel mundial, esto se debe a que puede proporcionar las exigencias del fruto como la temperatura y precipitación adecuada que son factores que causan incidencia en el cultivo y es un fruto que requiere de excesivo cuidado y manejo convirtiéndose en un problema para el sector agrícola.

Para el ser humano es importante el consumo de aguacate, ya que contiene una concentración de ácidos grasos no saturados que son indispensables para el organismo y que solo se pueden incorporar a través de la ingesta de algunos alimentos. Su sabor, textura y propiedades alimenticias han cautivado a innumerables paladares de todo el mundo desde hace 500 años, no solamente por su extraordinario sabor, peculiar consistencia, color y su asombrosa versatilidad culinaria además es conocido por todos que tiene un gran valor nutrimental en comparación con otras frutas y un alto valor calórico.

Al encontrar formas diferentes de consumo del fruto se puede disminuir el desperdicio de aguacate, ya que al ser éste un fruto frágil y de rápida descomposición, su comercialización resulta afectada por el tiempo, o lo cual este desarrollo implica el tema del aguacate desde sus características físicas, químicas, lugares de cultivo, puntos de venta hasta los beneficios para la salud.

ANTECEDENTES

I. El Aguacate

El aguacate, *Persea americana* es el nombre común con que se conoce a esta generosa planta de la familia *Lauraceae* (Barrientos Y López, 1998); deriva del náhuatl *ahuácatl*, que significa testículo, probablemente por la forma colgante del fruto. Recibe otros nombres como palta en Sudamérica, avocado en la lengua inglesa, *evocatier* en francés y *abacate* en portugués (Pamplona, 2004).

1.1 Taxonomía del Aguacate

El aguacate pertenece a la familia *Lauraceae* y en la actualidad el género *Persea* contiene alrededor de 85 especies (Barrientos y López, 1998). A continuación se muestra su taxonomía completa:

Superreino: Eucariota

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Lurales*

Familia: *Lauraceae*

Género: *Persea*

Especie: *Persea americana* (Mill) o *Persea gratissima* (Gaertn)

1.2 Razas y Variedades

La cuna del aguacate está situada en México, Guatemala y en la región antillana; de ahí que sean éstas, las 3 especies puras conocidas, por ello se encuentra clasificado en tres grupos ecológicos o razas según la altitud en la cual son cultivadas.

- 1.- La mexicana
- 2.- La guatemalteca
- 3.- La antillana

La **mexicana**, originaria de los valles de México con altura de 1 500 a 2 000 m.s.n.m.; es más tolerante al frío y más sensible a los suelos salinos que la Antillana. Los frutos son de pequeño tamaño y contienen un alto porcentaje en aceite.

La **guatemalteca** originaria de Guatemala con altura de 500 a 1 000 m.s.n.m. y presenta caracteres intermedios con respecto a las otras dos razas. Algunas variedades son: Nabal, Linda, Hass, Taylor, Benik y Hazzard.

La **antillana**, cuyo país de origen no ha sido precisado, con menos de 500 m.s.n.m. Produce frutos de hasta 2,5 Kg y poco contenido de aceite, su semilla es

grande y suelta. Algunas variedades antillanas son: Trapp, Waldin, Pollock, Princesa y Nelan (Moreno 2008).

1.3 Producción

México es el país líder en producción de aguacate a nivel mundial, con más de 93 mil hectáreas dedicadas a su cultivo de las cuales 80 % se ubica en el estado de Michoacán, seguido por los estados de Puebla, Estado de México, Morelos y Nayarit. Este producto tiene una gran importancia económica ya que el consumo de este fruto oscila de 8 a 10 kilogramos per capita en el país. (Asociación de productores de aguacate, 2002). Además 762 mil 300 toneladas son generadas anualmente.

El 80% de las plantaciones, en México, producen aguacate Hass. Las exportaciones mexicanas de este fruto representan alrededor del 23 por ciento del mercado internacional.

Por todo esto los mexicanos somos productores y consumidores naturales de aguacate; un fruto de pulpa suave que, además de formar parte esencial de nuestra cocina tradicional, proporciona beneficios a nuestra salud.

México además de ser el principal productor mundial de aguacate es también el exportador más importante con el 29% del total comercializado internacionalmente.

Tabla 1: Producción Nacional de Aguacate

Año	Sup. Sembrada (HA)	Sup. Cosechada (HA)	Producción (tON)	Rendimiento (tON/ha)	Pmr (\$/tON)	Valor producción (miles de pesos)
2004	56,790.87	55,747.67	494,111.47	8.86	6,019.64	2,974,371.28
2005	64,996.06	58,267.92	519,444.77	8.91	7,156.86	3,717,591.31
2006	66,371.13	60,398.88	592,727.66	9.81	7,719.03	4,575,282.01
2007	67,825.09	63,986.80	614,104.12	9.60	10,175.49	6,248,807.83
2008	70,110.70	64 572.10	612,339.75	9.48	10,075.19	6,169,437.40

Fuente: Anuario Estadístico, SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) 2008

A nivel nacional son 29 estados los que se dedican a la producción del aguacate, sin embargo, la explotación de aguacate a nivel comercial se practica solo en 16 Estados, entre los que participan Michoacán, Puebla, Chiapas, Estado de México, Veracruz, Jalisco, Nayarit, Morelos, Guanajuato, Guerrero , Sinaloa, entre otros. Michoacán es el gran productor nacional así como el mayor estado exportador (SAGARPA, 2003).

La exportación en fresco a los Estados Unidos esta creciendo en forma importante, al ampliarse las regiones exportadoras autorizadas e incrementarse a los estados de ese país a los que se permite su importación.

De acuerdo a la comisión Michoacana de Aguacate (COMA), se estima que en el año 2001, 13 empresas produjeron cerca de 75 000 toneladas de productos de aguacate como guacamole, pasta, mitades congeladas y aceite crudo, que

equivalen a unas 15 000 toneladas de aguacate fresco con un valor de 73. 7 millones de dólares (Pamplona, 2004).

En el mundo se produjeron en el año 2000 alrededor de 2.4 millones de toneladas de aguacate, volumen que creció en un 63 % desde 1980. México es el principal productor mundial de esta fruta con un 40 % del total y volúmenes que en los últimos años han variado entre las 850 y 907 mil toneladas. El segundo productor es EUA con el 7 % y Chile el tercero con 5 % que serian 120 mil toneladas. Otros países productores también son Indonesia, Perú y Brasil.

1.4 Aguacate Hass

El Aguacate Hass es una de las variedades mas cultivadas en México y de mayor importancia económica, el fruto es generalmente ovoide, de 10 centímetros de largo, tiene un peso entre 150 a 250 gramos, posee una epidermis gruesa, arrugada y quebradiza con pulpa verdosa, suave, untuosa y casi insípida, es climatérica, es decir, durante su maduración manifiesta una respiración acelerada después de haber alcanzado su madurez aproximadamente a los 14 días en promedio después de haber sido cosechados.

El árbol de este aguacate es sensible al frío y la humedad ambiental, por lo que se aconseja su establecimiento en regiones libres de heladas y de vientos calurosos y secos.

El Aguacate posee un contenido de aceite del 20 % y es uno de los frutos más ricos en grasas de gran valor nutritivo, proteínas, vitaminas y hierro, así como

en fibra vegetal. Además de disminuir los niveles de colesterol y triglicéridos de la sangre, es antianémico, protector de la mucosa digestiva y tonificante (Pamplona, 2004).

De acuerdo a investigadores de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro, el aguacate contiene 3 tipos de ácidos grasos en su composición: los saturados, los monoinsaturados y los poliinsaturados; de los cuales los monoinsaturados representan del 60 al 65%, y son ácidos grasos que ayudan a reducir el colesterol en la sangre y disminuyen problemas cardiovasculares (Espinosa, 2008).

Tabla 2: Valor nutrimental de 100g de porción comestible de Aguacate y otras Frutas

	Aguacate	Fresa	Guayaba	Piña
Energía (Kcal)	134	34	34	46
Energía (Kj)	560	142	142	192
Agua (g)	79	88	86	85
Proteína (g)	1.3	0.7	0.9	0.5
Grasa total (g)	13.8	0.5	0.6	0.1
AG saturados	2.9	Tr	0.17	Tr
AG MI	8.6	0.07	0.06	Tr
AG PI	1.7	0.26	0.25	Tr
Colesterol(mg)	0	0	0	0
Hidratos de carbono	1.3	7	6.7	11.5
Fibra (g)	2.4	2.2	3.7	1.2
Sodio (mg)	4	2	4	3
Potasio (mg)	320	150	290	250
Calcio (mg)	8	30	17	12
Magnesio(mg)	18	13	13	14
Fósforo (mg)	28	26	31	11
Hierro (mg)	0.3	0.7	0.6	0.35
Cobre(mg)	0.13	0.07	0.1	0.11
Cinc (mg)	0.3	0.09	0.55	0.15
Cloro (mg)	4	18	14	29
Manganeso (mg)	0.1	0.3	0.14	0.5
Selenio (mg)	Tr	Tr	0.6	Tr
Yodo (mg)	0	10	-	30
Vit. B1 (mg)	0.07	0.02	0.03	0.07
Vit. B2 (mg)	0.13	0.03	0.04	0.02
Folato (ug)	8	62	14	11
Niacina(mg E)	1	0.7	1.1	0.4
Vit. C (mg)	4	60	273	20
Pantotenato (mg)	0.78	0.34	0.15	0.16
Biotina (ug)	2.6	11	-	0.3
Vit. A (ug E)	19	1	22.5	3
Vit. D (ug)	0	0	0	0
Vit. E (mg)	2.27	0.2	1.12	0.1

O= ausente, (-) = ausencia de dato, Tr = trazas

Fuente: Mataix, 2003

1.4.1 Índices de Calidad

El tamaño (varía con la preferencia del consumidor); la forma (depende del cultivar); color de la piel o cáscara; ausencia de defectos tales como malformaciones, quemaduras de sol, heridas y manchado (raspaduras, daño por insecto, daño por uñas y cicatrices causadas por el viento), rancidez y pardeamiento de la pulpa; y ausencia de enfermedades, incluyendo antracnosis y pudrición de la cicatriz del pedúnculo.

1.4.2 Índices de Cosecha

El porcentaje de materia seca tiene un alto grado de correlación con el contenido de aceite y se usa como índice de madurez en California y en la mayoría de las áreas productoras de aguacate; el mínimo requerido de materia seca varía de 19 a 25%, dependiendo del cultivar (19,0% para 'Fuerte', 20,8% para 'Hass' y 24,2% para 'Gwen') (Postharvest Technology Research & Information Center, 2007).

Algunos cultivares se dejan en el árbol por períodos prolongados después que han adquirido la madurez fisiológica o de cosecha. El almacenamiento en el árbol puede dar lugar al desarrollo de sabores desagradables o rancidez debido a sobremaduración. Por ello se recomienda se controlen los siguientes factores:

1) Temperatura Óptima de Cosecha: 5-13°C (41-55°F) para aguacates verde-maduros, dependiendo del cultivar y de la duración a la baja temperatura.

Para aguacates con madurez de consumo se recomienda 2-4°C (36-40°F)

2) Humedad Relativa Óptima: Debe mantenerse entre 90-95%.

3) Tasa de Producción de Etileno: Los frutos de aguacate no adquieren madurez de consumo en el árbol y la producción de etileno comienza después de la cosecha y aumenta considerablemente con la maduración a más de 100µL C₂H₄/kg-h a 20°C (68°F).

Temperatura	5° C (41° F)	10°C (50° F)	20° (68°F)
mL CO ₂ / kg h	10 - 25	25 - 80	40 – 150

El tratamiento con 100 ppm de etileno a 20°C (68°F) por 48 horas (frutas de estación temprana), 24 horas (frutas de estación media) o 12 horas (frutas de estación tardía) induce la maduración de consumo en 3-6 días, dependiendo del cultivar y del estado de madurez fisiológica. Los indicadores de madurez de consumo incluyen ablandamiento de la pulpa y cambios del color de la piel del verde al negro en algunos cultivares como el Hass. Los aguacates maduros (blandos) requieren de cuidado en su manejo para minimizar los daños físicos.

1.4.3 Fisiopatías y Enfermedades

- Daño por Frío (Chilling Injury): Los principales síntomas externos en aguacates verde-maduros son picado (pitting) de la piel, escaldado y ennegrecimiento cuando se les mantiene a 0-2°C (32-36°F) por más de 7 días antes de transferirlos a las temperaturas para la maduración de consumo. Los aguacates expuestos a 3-5°C (37-41°F) por más de dos semanas pueden presentar obscurecimiento interno de la pulpa (pulpa grisácea, pulpa manchada, pardeamiento de los haces vasculares), problemas para madurar y aumento de la susceptibilidad al ataque de microorganismos patógenos. El momento en que el daño por frío comienza a desarrollarse y la severidad con que se presenta dependen del cultivar, región productora y estado de desarrollo (madurez fisiológica-madurez de consumo).
- Antracnosis (Anthracnose): Es causada por *Colletotrichum gloeosporioides* y aparece, cuando la fruta comienza a suavizarse, como manchas negras circulares, que se cubren de masas de esporas rosáceas en estadios más avanzados. La pudrición puede penetrar la pulpa e inducir pardeamiento y rancidez.
- Pudrición de la Cicatriz del Pedúnculo (Stem-end Rot): Es causada por *Botryodiplodia theobromae* y aparece como un pardeamiento oscuro o una coloración negra que se inicia en el pedúnculo y avanza hacia la punta

floral, finalmente cubre la fruta completa. *Dothiorella gregaria* es otra causa de pudrición de la cicatriz del pedúnculo en aguacates con madurez de consumo. Los métodos de control incluyen buena sanidad de la huerta, aplicación efectiva de fungicidas postcosecha, manejo cuidadoso para minimizar los daños físicos, enfriamiento inmediato a la temperatura óptima recomendada para el cultivar y la conservación de esta temperatura durante el mercadeo.

1.5 Oscurecimiento del Aguacate

El rápido oscurecimiento del Aguacate y varias frutas y verduras, el cual se hace presente de forma inmediata cuando se causa un daño físico a las células, es decir, cuando son peladas, cortadas o trituradas y sus tejidos se exponen al contacto con el oxígeno del aire, o como consecuencia de golpes o de los daños fisiológicos ocasionados en su almacenamiento, esta ocasionado por la polimerización de quinonas formadas por la oxidación de los compuestos fenólicos, es decir, fenoles simples o monohidratados los cuales son oxidados a polímeros de indol-quinona. Estos junto con otros compuestos como taninos y flavonoides también se encuentran involucrados en reacciones oxidativas (Astiasarán, 2000).

La enzima responsable de este oscurecimiento es la *O*-difenol-oxigeno-oxirreductasa, también llamada polifenoloxidasas. El control natural de la actividad de la polifenoloxidasas se produce fundamentalmente mediante la

compartimentalización de los sustratos. La enzima se encuentra en los plástidos y cloroplastos (en los vegetales superiores) y también en el citoplasma celular, mientras que los compuestos fenólicos que pueden servir de sustratos se acumulan en vesículas. Cuando se rompe la compartimentalización por un daño mecánico, como el triturado, corte o congelación y descongelación, la reacción de pardeamiento se puede producir.

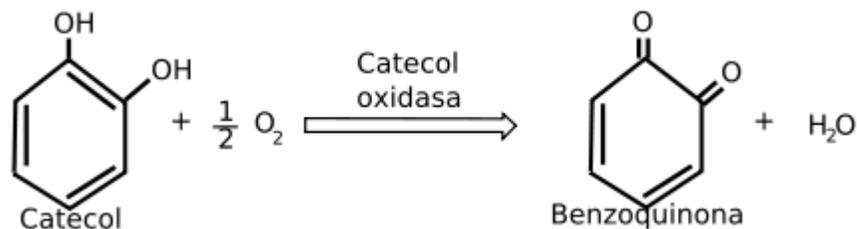
La **PFO** (E.C. 1.14.18.1) también conocida como tirosinasa o catecolasa, tiene un peso molecular de 34 000 Da y contiene un átomo de cobre por molécula. Este átomo de cobre puede ser removido perdiendo actividad de la enzima y recuperando la actividad por adición de Cu^{++} . El rango de actividad óptimo para la enzima se encuentra en valores de pH entre 5-7.

La **PFO** cataliza reacciones en la que el oxígeno es el aceptor de hidrógeno y el grupo fenol actúa como donador de hidrogeno. Esta enzima esta ampliamente distribuida en plantas y fue descubierta por primera vez en los champiñones. Es llamada tirosinasa, especialmente cuando se hace referencia a animales, ya que en ellos la tirosina es el principal sustrato. La enzima tiene dos actividades enzimáticas, una hidroxilando monofenoles y otra oxidando difenoles a quinonas (catecolasa). La forma de actuar de la enzima, con dos actividades distintas, ha sido apenas descubierta relativamente hace pocos años. La enzima cataliza dos reacciones porque en el estado nativo se encuentra en dos formas distintas, la llamada met-tirosinasa, que es activa solamente sobre monofenoles, y la oxi-

tirosinasa que es activa con monodenoles y difenoles. Estas formas se interconvierten entre ellas de forma acoplada al realizar la reacción. (Desrosier, 1991).

El pardeamiento enzimático es un conjunto complejo de reacciones, que se inicia por las reacciones catalizadas de forma enzimática. La primera de ellas, cuando el sustrato presente es un monofenol se transforma en difenol. La segunda, la transformación del difenol en quinona. A partir de la formación de la quinona, la reacción progresa de forma espontánea. Las quinonas se pueden convertir en trifenoles por reacción con el agua, y posteriormente oxidarse a hidroxiquinonas. Todas estas sustancias son muy reactivas, dando lugar a polímeros y reaccionando con otras sustancias presentes en el alimento, especialmente proteínas. Los productos finales, llamados melaninas, son de color muy oscuro, o negro, e insolubles en agua (Desrosier, 1991).

En este caso durante el oscurecimiento enzimático la primera etapa corresponde a la oxidación del catecol y la formación de la o-benzoquinona.



La o-benzoquinona sufre una oxidación posterior a hidroquinona la cual se polimeriza para la formación de los pigmentos café, es decir, la enzima cataliza la oxidación de ambos fenoles siendo específica para la posición orto del fenilo (Desrosier, 1991)

La catecolasa necesita de la presencia de oxígeno molecular para su actividad y es específica para la oxidación de fenoles monohidratados a o- fenol.

1.5.1 Prevención del Oscurecimiento

La prevención del oscurecimiento utiliza los mismos métodos que se aplican a la inhibición de cualquier enzima: inhibición o inactivación de la enzima, eliminación de los sustratos y o la combinación de los anteriores (Badui, 1990).

La inhibición de la enzima por los productos de la reacción se realiza por medio de distintas formas, entre las cuales tenemos las siguientes:

1. Tratamiento térmico con agua hirviendo o vapor (escaldado) con lo que se inactivan las enzimas.
2. Tratamiento con anhídrido sulfuroso o bisulfito.
3. Inmersión de las frutas en agua ligeramente acidulada, inmediatamente después de peladas o cortadas con lo que se evita el contacto con el oxígeno del aire y la penetración del mismo a los tejidos (Astiasarán, 2000).

Las reacciones de oscurecimiento se pueden frenar al mantener la compartimentización, además actuando sobre otros factores que afectan en la

Reacción:

- Evitando el contacto del oxígeno con la superficie de corte.
- Bajando la temperatura.
- Reduciendo el pH
- Desnaturalizando la enzima

Dorantes y colaboradores investigaron el efecto de 10 diferentes agentes para prevenir el oscurecimiento y encontraron que una de las mejores combinaciones para prevenir el oscurecimiento es el tratamiento con 1% de pirofosfato tetrasódico, 0,2% de cisteína a una actividad acuosa de 0,8 y pH 5,5 (Dorantes et al., 1998).

El sulfito y la cisteína, además de reaccionar con las quinonas reduciéndolas a difenoles, inactivan el enzima. Y otros compuestos reductores pueden actuar de varias formas, revertiendo la reacción de quinonas a fenoles o actuando directamente sobre el centro activo del enzima, transformando el cobre 2 en cobre 1, que se disocia más fácilmente.

Se ha encontrado que el ácido cítrico es sinérgico con el ácido ascórbico el cual posee ventajas en su capacidad contra el oscurecimiento y a la vez hacer uso de sus propiedades como antioxidante de la fracción lipídica. Elez y

colaboradores encontraron que la vida de anaquel de la pasta de aguacate, depende de la estabilidad oxidativa de la fracción lipídica, la adición de 100 ppm de α -tocoferol o 200 ppm de ácido ascórbico puede estabilizar los productos por al menos 24 semanas de almacenamiento en refrigeración (Elez-Martínez et al., 2005).

II. Mermelada

Mermelada es un término que proviene de Portugal, donde al membrillo le llaman marmelo y marmelada a la conserva elaborada con membrillo. Los ingleses lo adoptaron aplicándolo a todas las preparaciones elaboradas con frutas cítricas o acompañadas de otras frutas.

2.1 Definición de mermelada

Se entiende por mermelada de fruta al producto alimenticio obtenido por la cocción y concentración del jugo y de pulpa de fruta (en sus variedades aptas para el producto) sanas, limpias y con el grado de madurez adecuado ya sean frescas o conservadas, libres de partículas y de cáscara, adicionada de edulcorantes nutritivos y agua adicionada o no de ingredientes opcionales y aditivos permitidos, envasada en recipientes herméticamente cerrados y procesados térmicamente para asegurar su conservación (**NMX-F-131-1982**).

La mermelada es un producto semifluido o espeso el cual se obtiene por adición de pectina y ácido. Es habitual la adición de productos tales como pectinas de frutas, jarabe de almidón, y ácidos málico, cítrico o láctico (Astiasarán, 2000).

El contenido mínimo de fruta en una mermelada debe ser del 30 % en peso del producto terminado y los grados Brix como mínimo de 45°. Generalmente en la elaboración de una mermelada hay que añadir 45 partes de fruta y 55 partes de azúcar, y la adición de sólidos solubles se debe realizar hasta la obtención de 65 grados Brix.

Los grados Brix miden la cantidad de **sólidos solubles** presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales además de los compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta. Se determinan empleando un refractómetro calibrado y a 20 °C. Si la pulpa o jugo se hallan a diferente temperatura se podrá realizar un ajuste en °Brix, según la temperatura en que se realice la lectura.

La elaboración de mermelada es uno de los métodos más populares para la conservación de fruta. En este proceso se aumenta la concentración de sólidos solubles por adición, para obtener al final un producto que presente un color brillante y atractivo, reflejando el color propio de la fruta además de tener una

consistencia bien gelificada sin demasiada rigidez, de forma que pueda extenderse bien y debe tener un buen sabor afrutado.

Durante la elaboración de la mermelada resulta un poco difícil tener éxito en todos estos puntos mencionados, incluso cuando se emplean las condiciones necesarias debido a la variación que se puede encontrar en las materias primas. Para el caso de las frutas, estas difieren según sea su variedad, la estación del año y su grado de maduración. Incluso el tamaño y la forma de los contenedores durante la cocción, ya que influyen sobre el resultado final al variar la rapidez con que se evapora el agua durante la cocción. Antes de la elaboración es de gran importancia conocer los factores que pueden influir en la calidad de la mermelada que se prepara y después seleccionar los ingredientes asegurándose de tener todo organizado antes de iniciar la cocción.

Para el punto de vista de la tecnología alimentaria la propiedad más importante para un gel alimentario como es la mermelada es la consistencia, la cual es aportada por la aptitud de la pectina para formar un gel, el cual esta dado como el resultado neto de interacciones complejas entre el soluto y solvente. La influencia del agua como solvente, la naturaleza y magnitud de las fuerzas intermoleculares que mantiene la integridad del gel que permiten tener una gran capacidad de retención de agua se vera reflejado en la gelificación sin demasiada rigidez, de forma que pueda extenderse bien (Cervantes, 2005).

2.2 Constituyentes de la Mermelada

2.2.1 Fruta.

Lo primero a considerar es la fruta, que será tan fresca como sea posible e iniciando su maduración. Con frecuencia se puede utilizar una mezcla de fruta madura y algo verde. Por otro lado la fruta demasiado madura no resulta apropiada para preparar mermelada ya que la conserva no gelifica bien.

2.2.2 Pectina.

La fruta contiene en las membranas de sus células una sustancia natural gelificante parecida a la goma, que se denomina pectina; pectina deriva de la palabra griega "Pekos" que significa denso, espeso, coagulado.

La pectina es una macromolécula polisacárida, mayoritariamente presente en los tejidos vegetales, siendo las zonas mas ricas en pectina la pared celular y la lámina media de las plantas superiores. Son compuestos de naturaleza coloidal y elevado peso molecular. La cantidad y calidad de la pectina presente depende del tipo de fruta y de su estado.

Su extracción industrial se inicio a principios del siglo XX y ha adquirido una gran importancia, sobre todo en las industrias alimentarias, ya que son el principal agente gelificante usado para restituir a ciertos alimentos, una textura degradada por los tratamientos de conservación, para permitir su presentación bajo una forma apropiada a su buen mantenimiento y uso, ya que tienen la propiedad única de

formar geles extendibles en presencia de azúcar y ácido o también en presencia de iones calcio y son usadas principalmente en la producción de mermeladas.

2.2.2.1 Obtención de la pectina

Comercialmente, se derivan de desechos de frutas, particularmente de desechos de subproductos de la manufactura de jugos como de manzana y cítricos. Los procedimientos de fabricación se basan en una hidrólisis, separación y recuperación. Se hidroliza la protopectina en medio ácido diluido, en caliente, removiendo así, no solo la pectina sino también, otros productos tales como polisacáridos neutros y gomas. A continuación, las materias insolubles se separan por prensado y filtración. El extracto péctico transparente se precipita en alcohol. Posteriormente se purifica el coagulo fibroso obtenido por lavados sucesivos con solución hidroalcohólica. La pectina fibrosa se prensa, se seca bajo vacío, se muele y luego se criba. El grado de esterificación final, depende de la temperatura, del pH y de la duración del tratamiento ácido. Se puede obtener por lo tanto pectinas fuertemente metiladas o pectina débilmente metiladas.

La pectina se extrae mas fácilmente cuando la fruta se encuentra ligeramente verde, el proceso se ve favorecido por la presencia de ácido. Las proporciones correctas de pectina, ácido y azúcar son esenciales para tener éxito en la preparación de mermeladas.

Las propiedades y composiciones de las pectinas varían con la fuente de obtención, los tipos de procesado usados en su preparación y los tratamientos

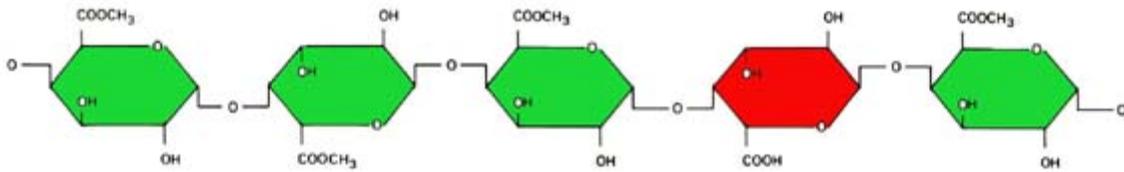
subsiguientes. Durante la extracción con ácidos débiles se produce una cierta despolimeración hidrolítica y también hidrólisis de los grupos metiléster. Por ello el término pectina denota una familia todavía mayor, conocida como de las sustancias pécticas.

El término pectina, sin embargo, se utiliza normalmente en un sentido genérico para designar las preparaciones de galacturonoglicanos hidrosolubles, con contenidos de grupos metiléster y grados de neutralización variables, que son capaces de formar geles.

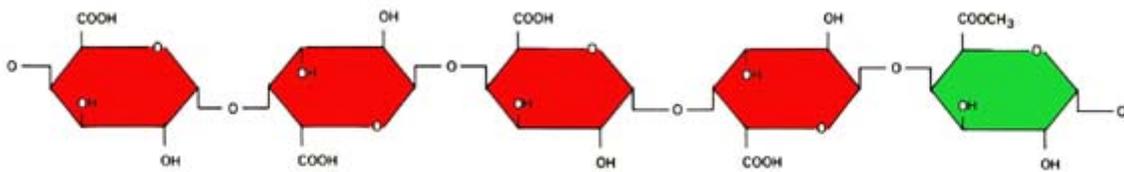
2.2.2.2 Tipos de pectina

Las pectinas están formadas fundamentalmente por largas cadenas de unidades de ácido galacturónico, que puede encontrarse como tal ácido, con el grupo carboxilo libre, o bien con el carboxilo esterificado por metanol (metoxilado). En las frutas, la mayoría de los grupos ácidos del ácido galacturónico están esterificados por metanol. Este metanol puede perderse con relativa facilidad por hidrólisis ácida o enzimática, dejando el grupo ácido libre. En función del porcentaje de restos de ácido galacturónico esterificado, las pectinas se clasifican como "de alto metoxilo", cuando este porcentaje es superior al 50%, y "de bajo metoxilo", cuando es inferior (Calvo, 2008).

Pectina de alto metoxilo



Pectina de bajo metoxilo



En las pectinas existen zonas en las que la continuidad de la cadena se rompe por la presencia de algunos restos de ramnosa, con ramificaciones de galactosa, arabinosa y xilosa. La proporción es de alrededor de una ramnosa por cada 40 galacturónicos, pero no se encuentran dispersas individualmente, sino agrupadas en algunas zonas, las llamadas "zonas peludas". Las "zonas peludas" de las pectinas están formadas por una cadena de ramnogalacturonano, con unidades alternas de ácido galacturónico y ramnosa, con ramificaciones sobre la ramnosa que pueden ser de cuatro tipos: Cadenas lineales de galactosa, cadenas ramificadas de arabinosa, cadenas lineales de galactosa con alguna ramificación de arabinosa y cadenas ramificadas de galactosa con alguna arabinosa.

En los vegetales, la pectina se encuentra en forma insoluble, la llamada "protopectina", que se solubiliza durante la maduración de las frutas y en la

extracción con ácido, formando la pectina soluble. En este proceso se pierden sobre todo las regiones ramificadas.

Las pectinas, como muchos otros polisacáridos, se hinchan muy rápidamente con el agua, y por eso cuando se añaden de golpe, y especialmente si se añade agua sobre el sólido, forman agregados difíciles de disolver. La solución es separar las partículas cuando se mezcla el polisacárido con el agua, con sistemas mecánicos o mezclando previamente con otro material no acuoso. Son relativamente inestables desde el punto de vista químico, especialmente a temperaturas elevadas. Su máxima estabilidad está en torno a pH 4. Pueden perder grupos metoxilo, hidrolizarse, y en medio neutro o alcalino romperse por beta-eliminación. Esto afecta muy negativamente a su viscosidad y capacidad de formación de geles (Calvo,2008).

2.2.2.3 Geles de pectina de alto metoxilo

La primera condición para obtener geles de pectina de alto metoxilo es que el pH sea bajo, para que los grupos ácidos, minoritarios, se encuentren fundamentalmente en forma no ionizada, y no existan repulsiones entre cargas. A pH 3-5, aproximadamente la mitad de los grupos carboxilo del ácido galacturónico se encuentran ionizados, pero por debajo de pH 2 el porcentaje es ya muy pequeño. Las cadenas de pectinas de alto metoxilo pueden entonces unirse a través de interacciones hidrofóbicas de los grupos metoxilo o mediante puentes de hidrógeno, incluidos los de los grupos ácidos no ionizados, siempre que exista un

material muy hidrófilo (azúcar) que retire el agua. En consecuencia, las pectinas de alto metoxilo formarán geles a pH entre 1 y 3.5, con contenidos de azúcar entre el 55% como mínimo y el 85% como máximo.

El grado de esterificación de las pectinas de alto metoxilo influye mucho sobre sus propiedades. En particular, a mayor grado de esterificación, mayor es la temperatura de gelificación. Por ejemplo, una pectina con un grado de esterificación del 75% es capaz de gelificar a temperaturas de 95°C, y lo hace en muy pocos minutos a temperaturas por debajo de 85°C. Por esto se llaman "pectinas rápidas". Son, por ejemplo, las que se utilizan en la fabricación de gomitas, que con una concentración muy elevada de azúcar, hasta el 80% de sólidos, forman geles que pueden desmoldarse al poco tiempo.

En cambio, una pectina con un grado de esterificación del 65% no gelifica a una temperatura de 75°C, y tarda alrededor de media hora en hacerlo a 65°C. Es lo que se llama una "pectina lenta". Además, las pectinas con un grado de esterificación mayor forman geles que son irreversibles térmicamente, mientras que los geles formados por pectinas de grado de esterificación menor son reversibles. Para cada tipo de pectina con un grado de metoxilación concreto existe una combinación óptima de concentración de azúcar y pH, aunque se pueden obtener geles dentro de un cierto rango de pH (Calvo, 2008).

2.2.2.4 Geles de pectina de bajo metoxilo

En el caso de las pectinas de bajo metoxilo, el mecanismo de formación de geles es totalmente distinto, ya que la unión entre cadenas se produce a través de iones de calcio, que forman puentes entre las cargas negativas. La estructura es semejante a la "caja de huevos" de Isogeles de alginato, pero algo menos ordenada, dada la presencia de grupos esterificados entre los galacturónicos sin esterificar. La concentración de calcio es importante hasta llegar a una cierta cantidad, que depende de cada tipo concreto de pectina, y que se conoce como "saturación de calcio". Suele estar en torno a las 500 ppm. Por encima, una mayor cantidad de calcio no tiene efecto, o incluso en algunos casos puede llegar a debilitar el gel. Esto no sucede en el caso de otros geles de este tipo, como es el de alginato. Las pectinas de bajo metoxilo forman geles de consistencia máxima con cantidades de calcio que oscilan de 20 a 100 mg por gramo de pectina. La presencia de azúcar reduce mucho la cantidad de calcio necesaria. Consecuentemente, a menor cantidad de azúcar presente en el producto, es necesario utilizar pectinas de metoxilo menor para obtener la misma consistencia (Calvo, 2008).

2.2.3 Azúcar.

El azúcar es el producto sólido cristalino, constituido esencialmente por sacarosa, obtenido de la caña de azúcar (*Saccharum spp*) o de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*), mediante procesos industriales apropiados.

El azúcar es un ingrediente esencial ya que desempeña un papel vital en la gelificación de la mermelada al combinarse con la pectina para formar un gel como resultado de la ebullición hasta alcanzar exactamente la concentración correcta. La concentración de azúcar en la mermelada cocida debe impedir tanto la fermentación como la cristalización. Resultan bastante estrechos los límites entre los que existe probabilidad de que fermente una mermelada porque contiene poca cantidad de azúcar, y aquellos en que pueda cristalizar porque contiene demasiada cantidad de azúcar. Por ello la mejor combinación para mantener la calidad y conseguir una gelificación correcta y un buen sabor suele obtenerse cuando el 60 por ciento del peso final de la mermelada procede al azúcar añadido. La mermelada resultante contendrá un porcentaje de azúcar superior a este debido a los azúcares naturales presentes en la fruta. Cuando la cantidad de azúcar añadida es inferior al 60 por ciento puede fermentar la mermelada y si es superior al 65 por ciento existe el riesgo de que cristalice parte del azúcar durante el almacenamiento. Como orientación con la mayoría de la fruta se obtendrá 4.5kg de mermelada por cada 2.75kg de azúcar utilizada; este rendimiento se puede comprobar mediante las pruebas de concentración de azúcar (Southgate, 1992).

Tanto el azúcar refinado de caña como el azúcar de remolacha son apropiados para la elaboración de mermeladas; no existen diferencias en la calidad de conservación alcanzada con cualquiera de las mismas. Para las conservas se fabrica una azúcar especial, de cristales grandes; sin embargo no es un ingrediente esencial ya que el azúcar granulado es bastante apropiado. Otra alternativa es el uso de azúcar en terrones. La ventaja del azúcar para conservas y del azúcar en terrones es que producen menos espuma. (Southgate, 1992)

El azúcar empleado generalmente es conocida como azúcar blanco cristalizado, el cual tiene un color blanco ligeramente amarillento y es completamente soluble en agua con más del 99.7 % de su composición como sacarosa pura.

Factores importantes a considerar al seleccionar los azúcares.

1. Polarización: las cifras de polarización directa están comprendidas entre 99.75 % y 99.9 %.
2. Cenizas: Las cifras de cenizas varían normalmente entre 0.001 y 0.026 %, indicando la cantidad de sales minerales presentes. A los cristales de azúcar más grandes corresponden a contenidos más bajos de cenizas. Como regla general, los azúcares de remolacha tienen un contenido más alto en ceniza que los azúcares de caña, debido a que sales de calcio y

potasio se incorporan a la planta durante el tratamiento con cal. Las sales de calcio y potasio aumentan la temperatura y algunas veces son las responsables de decoloraciones durante la cocción.

3. Humedad: el límite de humedad es del 0.0 a 0.1 %. Los azúcares con alto contenido de humedad se conservan mal porque tiene tendencia a exudar.
4. Valor de pH: el pH de los azúcares debe encontrarse preferentemente, en el lado ácido del pH 7, pero puede variar desde 6 a 7.2.

2.2.3.1 Azúcar invertido

Durante la fase de cocción la sacarosa sufre un cambio químico. Los azúcares de remolacha son no reductores. Sin embargo cuando se hierven con ácido o se tratan con algunas enzimas, la sacarosa se convierte en azúcares reductores, es decir, en partes iguales de dextrosa y levulosa y se conoce entonces como azúcar invertido. La sacarosa tiene un peso molecular de 342 y el azúcar invertido de 360, siendo la diferencia de 18 el peso molecular del agua.

Durante el proceso de inversión, una molécula de agua se incorpora en los azúcares; esta es la razón porque 95 partes de sacarosa producen 100 partes de azúcar invertido. El grado de inversión está influenciado por tres factores:

1. Concentración de iones hidrógeno (pH) de la mezcla.
2. Temperatura de cocción
3. Tiempo de cocción.

El azúcar invertido retarda o impide la cristalización de la sacarosa en la mermelada resultando por lo tanto, esencial para la buena conservación del producto el mantener un equilibrio entre la sacarosa y el azúcar invertido. Una baja inversión puede provocar cristalización del azúcar de remolacha y una elevada o total inversión, la granulación de la dextrosa. Como norma, la cantidad de azúcar invertido en una mermelada debe ser menor que la cantidad de sacarosa presente. El porcentaje óptimo de azúcar invertido esta comprendido entre el 35 y el 40 % del azúcar y total en la mermelada. Como las frutas difieren en la acidez, el mantener cifras estables de azúcar invertido crea dificultades en el control de la reducción. La acidez del fruto se puede regular y mantener en una posición óptima o alrededor de pH 3. La baja acidez se eleva por adición de ácido o azúcar preinvertido de alta acidez, regulándola mediante el empleo de sales tampón.

2.2.4 Ácido.

Anteriormente se ha discutido la influencia de los ácidos sobre la formación del gel y la inversión del azúcar, además el ácido es importante no solamente para estos factores sino también para conferir brillo al color de la mermelada pudiendo mejorar el sabor y ayudar a evitar la cristalización del azúcar.

Si todas las frutas tuviesen idéntico contenido de pectina y ácido, la preparación de mermelada seria una tarea simple, con poco riesgo de incurrir a fallos; sin embargo, el contenido de ácido y de pectina varia entre las distintas

clases de frutas. En consecuencia, se puede añadir ácido tartárico o ácido cítrico en mermeladas de fruta con bajo contenido de ácido. (Southgate, 1992).

El ácido debe añadirse antes de cocer la fruta ya que ayuda a extraer la pectina. El valor de pH en las frutas varía entre pH 2.6 y pH 4.1. La baja acidez de un fruto se eleva por la adición de ácidos. La cantidad a emplear varía entre el 0.1 y 0.2 % del peso total de la mermelada. En los casos de excesiva acidez se pueden usar sales tampón como carbonato de calcio.

2.2.5 Aditivos.

De acuerdo al Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación (EUFIC por sus siglas en inglés), se define aditivo alimentario como cualquier sustancia que, normalmente, no se consume como alimento en sí, ni se use como ingrediente característico en la alimentación, independientemente de que tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada a los productos alimenticios, con un propósito tecnológico en la fase de su fabricación, transformación, preparación, tratamiento, envase, transporte o almacenamiento tenga, o pueda esperarse razonablemente que tenga, directa o indirectamente, como resultado que el propio aditivo o sus subproductos se conviertan en un componente de dichos productos alimenticios. Los aditivos cumplen varias funciones útiles en los alimentos, debido a que los alimentos están sometidos a muchas condiciones ambientales que pueden modificar su composición original, como los cambios de temperatura, la

oxidación y la exposición a microorganismos. Los aditivos alimentarios tienen un papel fundamental a la hora de mantener las cualidades y características de los alimentos que exigen los consumidores, y hacen que los alimentos continúen siendo seguros, nutritivos y apetecibles en su proceso desde el "campo a la mesa". El uso de aditivos está estrictamente regulada, y los criterios que se tienen en cuenta para su uso es que tengan una utilidad demostrada, sean seguros y no induzcan a error al consumidor.

La "Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios" (GSFA, Codex STAN 192-1995) establece las condiciones en las que se pueden utilizar los aditivos alimentarios autorizados en todos los alimentos.

2.2.5.1 *Acido cítrico (E'330)*

El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarboxílico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Su fórmula química es $C_6H_8O_7$. Es un buen conservador y antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo en el envasado de muchos alimentos como conservas enlatadas.

El ácido cítrico es obtenido principalmente en la industria gracias a la fermentación de azúcares como la sacarosa o la glucosa, realizada por un microorganismo llamado *Aspergillus niger*. El proceso de obtención tiene varias fases como la preparación del sustrato de melaza, la fermentación aeróbica de la sacarosa por el aspergillus, la separación del ácido cítrico del sustrato por

precipitación al añadir hidróxido de calcio o cal apagada para formar citrato de calcio. Después se añade ácido sulfúrico para descomponer el citrato de calcio. La eliminación de impurezas se realiza con carbón activado o resinas de intercambio iónico, se continúa con la cristalización del ácido cítrico, el secado o deshidratación y el empaquetado del producto. El uso del ácido cítrico en la industria de conservas de frutas se debe a sus principales funciones como la disminución del pH; al actuar como quelante; prevenir la oxidación enzimática, la degradación del color y resaltar el sabor (Codex Alimentarius, 2009).

2.2.5.2 Antioxidantes

La oxidación de las grasas es la forma de deterioro de los alimentos más importante después de las alteraciones producidas por microorganismos. La reacción de oxidación es una reacción en cadena, es decir, que una vez iniciada, continúa acelerándose hasta la oxidación total de las sustancias sensibles. Con la oxidación, aparecen olores y sabores a rancio, se altera el color y la textura, y desciende el valor nutritivo al perderse algunas vitaminas y ácidos grasos poliinsaturados. Además, los productos formados en la oxidación pueden llegar a ser nocivos para la salud.

Hay dos categorías principales de ranciedad, la oxidante y la hidrolítica. En las deterioraciones de grasas y aceites casi siempre esta presente la rancidez oxidante influenciada por el aire, la luz, el calor y otros factores (Desrosier, 1991).

La vida de anaquel del aguacate esta severamente determinada por el proceso oxidativo, el cual afecta tanto las fracciones acuosas como las lipídicas. Por un lado se encuentran las reacciones de obscurecimiento y por otro lado suceden cambios en la fracciones lipídicas como consecuencia de la autooxidación, de esta manera el aguacate es sensible a procesos oxidativos dando como resultado rancidez y la producción subsecuente de sabores indeseables y la pérdida de características importantes. Los procesos de autooxidación implican mayor actividad en el aguacate debido a la baja concentración de antioxidantes naturales que presenta, incrementando así el proceso de fotooxidación.

Los tocoferoles son antioxidantes naturales formados por anillos aromáticos insaturados con un grupo hidroxilo que actúa como donador de hidrogeno lo cual retrasa la formación de radicales libres durante la etapa inicial del proceso oxidativo y por ello se ha comprobado que estabiliza la fracción lipídica en el aguacate (Elez-Martinez et al., 2005).

Los antioxidantes pueden actuar por medio de diferentes mecanismos:

- Deteniendo la reacción en cadena de oxidación de las grasas.
- Eliminando el oxígeno atrapado o disuelto en el producto, o el presente en el espacio que queda sin llenar en los envases, el denominado espacio de cabeza.
- Eliminando las trazas de ciertos metales, como el cobre o el hierro, que facilitan la oxidación.

2.2.5.2.1 BUTIL-HIDROXI-ANISOL (BHA) E-320

Este antioxidante sintético se utilizó inicialmente en la industria petrolífera. Desde los años cuarenta se utiliza como aditivo alimentario. Solamente es soluble en grasas y no en agua. Resulta muy eficaz en las grasas de fritura, ya que no se descompone o evapora, como hacen los galatos o el BHT, pasando al producto frito y protegiéndolo. Se utiliza para proteger las grasas utilizadas en repostería, fabricación de galletas, sopas deshidratadas, etc. Su seguridad ha sido discutida extensamente. No tiene acción mutagénica, pero es capaz de modular el efecto de ciertos carcinógenos sobre animales de experimentación, potenciando o inhibiendo su acción, en función del carcinógeno de que se trate. Esto puede estar

relacionado con su actividad sobre las enzimas hepáticas encargadas de la eliminación de sustancias extrañas al organismo, que activan o destruyen a ciertos carcinógenos. El BHA a dosis elevadas provoca, en la rata, la proliferación anormal de células en ciertos puntos de su tubo digestivo, y lesiones neoplásicas con dosis aún más altas, por un mecanismo no bien conocido. Las diferencias anatómicas hacen que esto no sea extrapolable a la especie humana, aunque la proliferación anormal de células se ha demostrado también en el esófago de monos tratados con BHA. Su utilización está autorizada en la mayoría de los países (CE y USA entre ellos), pero no en otros, por ejemplo Japón. Usualmente se utiliza combinado con otros antioxidantes, especialmente con el BHT, ya que potencian mutuamente sus efectos.

2.2.5.2.2 BUTIL-HIDROXI-TOLUENO (BHT) E 321

Es un antioxidante sintético procedente de la industria petrolífera reciclado usado como aditivo alimentario. Se utiliza prácticamente siempre mezclado con el BHA y tiene las mismas aplicaciones y las mismas limitaciones legales. Esta sustancia no es mutagénica, pero como el BHA, es capaz de modificar la acción de ciertos carcinógenos. Se elimina en la orina combinado a otras sustancias, por una vía metabólica común a muchos otros compuestos extraños al organismo. El BHT a dosis muy altas, produce lesiones hemorrágicas en ratas y ratones, pero no en otras especies animales. Esto puede ser debido

fundamentalmente a que interfiere con el metabolismo de la vitamina K, a cuya carencia son especialmente sensibles estos roedores.

2.3 Elaboración de la Mermelada

2.3.1 *Preparación y reblandecimiento*

La fruta debe ser preparada igual que en cualquier otro proceso culinario, es decir eliminación de hojas, tallos y huesos.

Este proceso de cocción es importante para romper las membranas celulares de la fruta y extraer toda la pectina. Si es necesario se añadirá agua para evitar que se queme el producto y algunas frutas precisan la adición de una cantidad extra de ácido. La cantidad de agua dependerá de lo jugosa que sea la fruta, de la relación de la cantidad de fruta que se está utilizando con la fuente de

calor. También depende del recipiente usado en la elaboración, ya que si el recipiente es ancho y poco profundo permitirá una rápida evaporación por lo que necesitará mas agua que en un recipiente mas profundo.

La fruta se calienta hasta que comience a hervir, después se mantiene a ebullición a fuego lento con suavidad hasta que el producto quede reducido a pulpa. Aquellas frutas a las que debe añadirse agua deberán hervir hasta perder un tercio aproximadamente de su volumen original antes de añadir el azúcar. Las frutas que se deshacen con facilidad no precisan agua extra durante la cocción. Cuanto más madura sea la fruta menos agua se precisa para reblandecerla y cocerla.

2.3.2 Ebullición con Azúcar

Cuando se haya disuelto todo el azúcar la mermelada deberá hervir y se mantendrá la ebullición hasta alcanzar el punto de gelificación. El tiempo de ebullición depende del tipo y de la cantidad de fruta; si la fruta se ha cocido bien antes de la incorporación del azúcar, no será necesario que la mermelada endulzada hierva más de 3-20 minutos. Si la incorporación de azúcar se realiza demasiado pronto, de forma que la fruta tenga que hervir demasiado tiempo con el azúcar, el color y el sabor de la mermelada pueden afectarse. La cocción es lenta antes de añadir el jarabe de sacarosa y muy rápida y corta posteriormente.

La cocción de la mezcla es la operación que tiene mayor importancia sobre la calidad de la mermelada. El tiempo de cocción depende de la variedad y textura de la materia prima. Al respecto un tiempo de cocción corto es de gran importancia para conservar el color y sabor natural de la fruta y una excesiva cocción produce un oscurecimiento de la mermelada debido a la caramelización de los azúcares.

La cocción se finaliza cuando se obtiene el porcentaje de sólidos solubles deseados, comprendido entre 65 – 68 %. Para la determinación del punto final de cocción se toman muestras periódicas hasta alcanzar la concentración correcta de azúcar y de esta manera obtener una buena gelificación.

2.3.4. Adición de pectina

Las frutas que carecen de pectina pueden servir para preparar mermeladas de forma satisfactoria si se les añade pectina. La pectina extra puede incorporarse mediante alguno de los siguientes procedimientos:

1. Las frutas con bajo contenido de pectina pueden combinarse con frutas que son ricas en pectina, así la falta de pectina de la fruta principal es suplementada por la contenida en la segunda.
2. También puede añadirse zumo de fruta rico en pectina en forma de una reserva de pectina. La mayoría de las frutas que son pobres en pectina carecen también de ácido, por lo que resulta beneficiosa la adición de zumo de fruta rico en ambos ingredientes. De esta manera se pueden añadir unos 50- 100 mL de reserva de pectina por cada 450 gramos de fruta (Southgate, 1992).

2.3.4.1 Formación del Gel

La elaboración de la mermelada se basa en las leyes que gobiernan la formación del gel, siendo el azúcar, la pectina y el ácido los principales factores que contribuyen a la formación.

Un gel es una red tridimensional continua de moléculas o partículas de la misma manera que son los cristales, las emulsiones o los agregados moleculares, que engloba un gran volumen de la fase líquida continua, de forma muy similar a como lo hace una esponja. En muchos alimentos, el gel está constituido por moléculas de un polímero o por fibrillas formadas a partir de moléculas de polímeros unidas en las zonas de unión por enlaces de hidrógeno, asociaciones hidrofóbicas (fuerzas de Van der Waals) fuerzas iónicas o enlaces covalentes; y la fase líquida es una solución acuosa de solutos de bajo peso molecular y porciones de las cadenas de polímeros.

Los geles poseen características tanto de los sólidos como de los líquidos cuando las moléculas de polímero y las fibrillas formadas a partir de ellas interactúan a lo largo de unas porciones de sus cadenas para formar zonas de unión, así, la red tridimensional es una solución fluida que cambia para ser un material que posee estructura del tipo de la esponja y que puede mantener su forma. La estructura de la red tridimensional ofrece una resistencia significativa a las fuerzas aplicadas sobre ellas comportándose en ciertos aspectos como sólido elástico. Sin embargo, la fase continua líquida, en la que las moléculas son completamente móviles hacen que el gel sea menos rígido que un sólido ordinario, lo que hace que se comporte en ciertos aspectos como un líquido viscoso. La consecuencia de todo esto es que un gel es semisólido viscoelástico, lo que

significa que la respuesta de un gel hacia las fuerzas que se aplican sobre el es en parte característico de un sólido elástico y en parte característico de un sólido viscoso (Southgate, 1992).

A pesar de que los materiales del tipo de los geles o bálsamos pueden ser formados por altas concentraciones de partículas para formar un verdadero gel las moléculas del polímero o los agregados de moléculas deben encontrarse primero en solución y después salir parcialmente de la solución en las zonas de unión para formar la estructura de la red tridimensional del gel. En general si las zonas de unión crecen todavía después de la formación del gel, la red se va haciendo más compacta y la estructura se contrae, el resultado es el fenómeno conocido como sinéresis, la cual se identifica por la aparición de líquido en la superficie del gel.

2.3.4.2 Propiedades de las pectinas que determinan la formación del gel

Las soluciones de pectina gelifican cuando se encuentra presente también la cantidad suficiente de ácido y azúcar. Puesto que el pH de la solución de pectina disminuye los grupos carboxilato altamente hidratados. Como resultado de ello, las moléculas de polímero pueden asociarse a lo largo de porciones de su longitud formando zonas de unión y por tanto una red de cadenas que atrapa la solución acuosa de las moléculas de sodio. La formación de zonas de unión es favorecida por la presencia de una alta concentración de azúcar, que compite por el agua de hidratación y reduce la solvatación de las cadenas, permitiendo así que interaccionen entre ellas (Southgate, 1992).

El grado de metilación no es la única propiedad determinante de la capacidad de las pectinas para formar geles, que depende también de otras circunstancias tales como el tamaño de la molécula, el cual es bastante difícil de determinar; las pectinas comerciales se evalúan en términos de “grados de pectina” por lo que se entiende el número de partes de azúcar por cada una de pectina, que formara un gel de una dureza adecuada bajo condiciones estudiadas.

La continuidad de la red de pectina y la densidad de sus fibras están determinadas por la concentración de pectina. Una concentración más alta hace que las fibras sean mas compactas. Se admite hoy que para que se forme un gel adecuado se precisa de un cociente ácido péctico-azúcar adecuado. El resultado de las numerosas investigaciones realizadas en este campo demuestra que conviene ajustar la acidez y la cantidad de pectina para que se requiera menos azúcar. Sin embargo la rigidez de esta estructura es determinada por la concentración de azúcar y la acidez. El ácido endurece las fibras de la red, pero si la acidez es mas alta de la debida, afecta su elasticidad y resulta una mermelada dura o bien destruye la estructura, debido a la descomposición de la pectina o a su hidrólisis. Una acidez baja provoca fibras débiles, que no son capaces de soportar el azúcar y da lugar a una mermelada poco firme (Southgate, 1992).

La formación del gel tiene lugar solamente dentro de cierto límite en la concentración de iones hidrógeno, la acidez óptima para mermeladas es alcanzada a un pH 3. Al aumentar o disminuir este pH óptimo, la firmeza cae. Por encima del pH 3.4 ninguna formación de gel ocurre dentro de un límite normal de sólido soluble. La concentración óptima de azúcar esta situada alrededor del 67.5

por 100; sin embargo, es posible elaborar mermeladas con un contenido elevado de pectina y ácido, comprendiendo menos del 60 por 100 de azúcar.

El incremento de la acidez en un 0.1 a 1.7 % permite ahorrar casi un 20 % de azúcar, igual sucede con la pectina: dentro de ciertos límites (0.5 - 1.5% de pectina), cuanto mayor sea el porcentaje de pectina en la fruta menor es la cantidad de azúcar requerido para formar el gel.

2.3.4.3. Prueba de la pectina

Generalmente para la preparación de una mermelada se debe conocer de la fruta la proporción de pectina que se debe tener para elaborar una mermelada que gelifica bien, aunque si no se tiene seguridad sobre la pectina que contiene la fruta, se puede realizar una prueba para constituir la orientación útil indicando la cantidad y no la calidad de pectina presente y no es afectada por la cantidad de ácido que contiene la fruta.

La prueba se realiza cuando la fruta ha sido hervida a fuego lento hasta que se ha reblandecido la piel, Si la fruta contiene abundante pectina se forma un coágulo transparente como de jalea, si el contenido de pectina es moderado, el coágulo de jalea no es muy consistente y puede romperse en dos o tres pedazos; si es muy escaso el contenido de pectina de la fruta, el coágulo se rompe en múltiples trozos pequeños.

2.3.5 Terminación de la mermelada

Cuando se alcanza el punto de gelificación se retira de inmediato la mermelada de la fuente de calor y se retira con cuidado la espuma presente en la superficie de la conserva. Inmediatamente después de cocida la mermelada y retirada la espuma se verterá en frascos limpios y estériles. La mermelada debe dejarse reposar en el recipiente antes de vaciar en los frascos, hasta formar una película en la superficie, este corto periodo de reposo permite que se espese el líquido e impide que los trozos de fruta suban hasta la superficie de la mermelada al distribuirse en frascos.

Poco antes de terminar la cocción se añade el resto de los componentes deseados. A escala industrial, el proceso de cocción que se prolonga en total por espacios de 15-30 minutos, suele llevarse a cabo al vacío en instalaciones cerradas, recuperándose los compuestos aromáticos volátiles, que se vuelven a añadir en forma concentrada la mayoría de las veces antes del envasado en caliente.

La cocción al vacío hace disminuir considerablemente tanto la temperatura como el tiempo de procesamiento. Sin embargo la ventaja de la mejor conservación de color y aroma por este procedimiento se ve contrarestanda por la falta de inversión de la sacarosa y la escasa caramelización, reacciones que determinan el sabor característico de la mermeladas cocidas en ollas abiertas (Astiasarán, 2000).

2.3.6. Envasado y enfriado

El llenado se realiza hasta el ras del envase, el producto envasado debe ser enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro del envase. Al enfriarse el producto, la mermelada se contrae dentro del envase, lo que viene a hacer su formación del vacío, que viene a ser un factor muy importante para la conservación del producto. El enfriado se realiza con chorros de agua fría, que a la vez nos va a permitir realizar la limpieza exterior de los envases por residuos de mermelada (Coronado, 2001).

La conservación de la calidad de la mermelada también depende de su cierre y almacenamiento. El tipo de tapa empleada es muy importante. Tan pronto como la mermelada se ha distribuido en tarros, su superficie será cubierta con un disco encerado que se adapte perfectamente a la superficie sin sobrepasar del borde del frasco. El disco será alisado para eliminar todo el aire, cerrando la superficie de la mermelada e impidiendo el posible crecimiento de mohos.

Existen dos opciones para cerrar bien el frasco; cerrar los frascos, tan pronto como la mermelada se ha envasado y se ha colocado los discos encerados mientras la mermelada permanece aun muy caliente; otra alternativa consiste en dejar que se enfríe totalmente la mermelada una vez colocados los discos encerados y después colocar las tapas sobre los tarros. (Southgate, 1992)

Para cerrar los frascos se pueden emplear tapas de rosca aunque resulta esencial que se cierren herméticamente tan pronto como la conserva se reparta en los frascos de forma que el contenido permanezca estéril. La temperatura de la mermelada debe ser superior a 77°C y mejor superior a 82°C cuando se aplica

sobre el frasco este tipo de cierre. También se utilizan tapas de celulosa y bandas elásticas en algunos casos.

2.3.7 Almacenamiento

La mermelada se almacenará en un lugar fresco y oscuro para que conserve su color. El almacén debe ser ventilado, seco y sin roedores ni insectos. Si la mermelada se almacena en ambientes húmedos o mal ventilados puede fermentar o enmohecerse. En condiciones de sequedad extrema la mermelada puede contraerse excesivamente y si ha de almacenarse en una zona con calefacción central se usarán tapas que cierren herméticamente. La mayoría de las mermeladas que se han preparado cocido y envasado correctamente se mantendrán en buenas condiciones durante 12 meses. (Southgate, 1992)

2.4 Defectos en la elaboración de mermeladas

La fabricación de un producto que esta sujeto a un número elevado de factores variables como es la mermelada, será también vulnerable a sufrir un número elevado de errores. Es prudente apoyarse del diagnóstico de factores como contenido de sólidos solubles, acidez libre, valor de pH, porcentaje de inversión, grado de gelatinización, color y sabor (Coronado, 2001).

2.4.1 Mermelada poco firme

1. La cocción prolongada causa la hidrólisis de la pectina dando lugar a un producto de consistencia como de jarabe.
2. una acidez demasiado alta tiene un efecto similar, rompe el sistema reticular de la mermelada causando sinéresis.
3. una acidez demasiado baja perjudica a la capacidad de gelatinización de la pectina y frecuentemente impide la formación del gel.
4. La fruta contiene tampones en forma de sales minerales naturales. Estas sales retrasan y si se encuentra en proporciones elevadas, impiden por completo la gelatinización.
5. La carencia general de pectina en la fruta o pulpa de fruta.
6. Demasiado azúcar en relación a la pectina. Fórmula mal equilibrada
7. Un excesivo enfriamiento antes del envasado origina el fenómeno referido frecuentemente como “ruptura del gel” (Coronado, 2001).

2.4.2 Sinéresis

Contracción que experimentan ciertos geles en reposo por separación del medio de dispersión (Coronado, 2001).

Causas:

1. Acidez demasiado elevada
2. Deficiencia de pectina
3. Exceso de agua

4. Exceso de azúcar invertido

2.4.3 *Cambio de color*

Causas:

1. Cocción prolongada, causa la caramelización del azúcar o afecta a la clorofila que se vuelve parda.
2. Insuficiente enfriamiento después del envasado.
3. Contaminación con metales: Los fosfatos de magnesio y potasio, los oxalatos u otras sales insolubles de estos metales producen enturbiamiento. El estaño y el hierro producen obscurecimiento.
4. Causas biológicas: daños mecánicos o madurez excesiva causa obscurecimiento (Coronado, 2001).

2.4.4 *Cristalización*

Causas:

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

4. La permanencia de la mermelada en los intercambiadores de calor después de haberse hervido da lugar a una inversión excesiva, provocando la granulación de la dextrosa (Coronado, 2001).

2.4.5 Desarrollo de hongos y levaduras

Causas

1. Humedad excesiva del almacén donde se guarda la mermelada.
2. Contaminación anterior al cierre de tarros.
3. Bajo contenido en sólidos solubles del producto (límite peligroso: 65%)
4. Contaminación de las películas o membranas utilizadas como tapas de los tarros.
5. Mermelada poco firme (Coronado, 2001).

III. El Análisis sensorial

Los métodos utilizados para evaluar calidad son:

- 1) Escalas objetivas basadas en instrumentos de medición
- 2) Métodos subjetivos basados en el juicio humano (análisis sensorial)

Cuando la seguridad e higiene de un alimento está garantizada, lo satisfactorio de sus propiedades organolépticas pasa a ser el criterio más

importante, el que determina la elección y, más aún, la fidelidad de un consumidor hacia un producto o marca.

La calidad como aceptabilidad por parte del consumidor de un determinado producto está integrada por distintos aspectos recogidos por los sentidos: vista (color y defectos), olfato (aroma y flavor), tacto (manual y bucal), oído (tacto y durante la masticación) y gusto (sabor).

Todos los aspectos de la calidad, tanto externos como internos, son contemplados y valorados por el consumidor a la hora de decidir sobre la adquisición de un producto para consumo en fresco.

Cuando hacemos referencia a la calidad desde el punto de vista del consumidor, su medida se hace menos tangible y cuantificable (Mondino y Ferratto, 2008).

El análisis sensorial se transforma, en este caso, en una herramienta de suma utilidad, dado que permite encontrar los atributos de valor importantes para los consumidores, que sería muy difícil de medir de otra manera.

El análisis sensorial existe desde los comienzos de la humanidad, considerando que el hombre eligió sus alimentos, buscando una alimentación estable y agradable. Sin embargo el surgimiento como ciencia es reciente, siendo establecida y aceptada como tal en la actualidad.

Sus usos son numerosos, y su utilidad indiscutida según muchos autores, especialmente hoy en día donde la calidad ha pasado a ser el factor muchas veces decisivo en la elección de alimentos. Sin embargo puede presentar algunas limitantes dado que las preferencias de los consumidores varían ampliamente según las perspectivas culturales o demográficas, de un consumidor a otro dentro

de un grupo cultural o demográfico o incluso en el mismo consumidor dependiendo de muchos factores como el humor o el uso que le intenta dar al producto.

La calidad en frutas y hortalizas abarca atributos sensoriales, los cuales pueden ser percibidos por los sentidos humanos y atributos ocultos como los relativos a la nutrición y seguridad. La importancia relativa de los diferentes atributos de la calidad puede ir cambiando a medida que el producto va pasando por distintos estadios desde la cosecha hasta el consumidor (Mondino y Ferratto, 2008).

Es decir que la calidad en frutas y hortalizas puede ser medida a través de:

a) *Aspectos sensoriales*: es decir aquellos que pueden percibir nuestros sentidos.

Visuales: es uno de los aspectos más importante que caracterizan a la calidad. La expresión "la primera impresión entra por los ojos" es muy válida para los productos frutihortícolas. Es muy importante el *tamaño, la forma, el brillo, el color y la ausencia de defectos visuales*. Hace también a los aspectos visuales la presentación del producto como su envase, marca, etc.)

Táctiles y auditivos: la textura de un producto es un atributo complejo percibido como sensaciones por los labios, la lengua, los dientes, el paladar y los oídos. La firmeza o terneza de un producto están relacionadas con la mayor o menor dificultad para desgarrar los tejidos y masticarlos.

Olfatorios: el aroma de los productos frutihortícolas es un componente muy importante de la calidad y es producido por numerosos compuestos.

Gusto: son los 4 gustos básicos: dulce, amargo, ácido y salado.

b) Nutricionales

c) Inocuidad: un alimento debe estar libre de contaminantes químicos (plaguicidas, metales pesados, etc.); biológicos (hongos, bacterias, parásitos animales, etc.) y físicos (vidrios, metales, etc.).

d) Servicio: no está relacionado a la fruta en si misma, sino a los servicios que la complementan para satisfacer más adecuadamente a los consumidores como envasado en tamaño familiar, cortados y listos para consumir, con recomendaciones de consumo, fiscalización y certificación del producto (aseguramiento de la calidad).

e) Costo de uso: relación precio y beneficio de uso, es decir, rendimiento, vida poscosecha, seguridad (Mondino y Ferratto, 2008).

3.1 Utilidad del análisis sensorial

1. Caracterización hedónica de productos realizando estudios de consumidores y obteniendo el grado de aceptación de los mismos.
2. Comparación con los alimentos competidores del mercado con un propósito claro: marcar las preferencias del consumidor.
3. Establecimiento de criterios de calidad: desarrollo de un perfil sensorial.
4. Control del proceso de fabricación
5. Verificación del desarrollo del producto.

6. Vigilancia del producto integrando aspectos como la evaluación de su homogeneidad, su vida útil comercial y la posibilidad de exportarlo fuera del lugar de origen, conservando íntegras sus cualidades sensoriales.
7. Medición de la influencia del almacenamiento: temperatura, tiempo de elaboración y condiciones de apilamiento.

IV. Análisis Microbiológico

La microbiología de los alimentos estudia los métodos para limitar la alteración y el crecimiento de los microorganismos causantes de deterioro y enfermedades durante el proceso de almacenamiento.

Los microorganismos son factores importantes de nuestros alimentos, debido a que son ubicuos en nuestro ambiente, pudiéndose encontrar en el agua, aire y especialmente en los alimentos. Los alimentos frescos, la mayoría de los preparados e incluso algunas veces alimentos preservados se contaminan por

microorganismos. Una gran variedad de microorganismos son capaces de colonizar y crecer en los alimentos. Muchos alimentos proporcionan un medio apto para el crecimiento de los microorganismos y el crecimiento de los mismos produce una reducción en la calidad y disponibilidad de los mismos (Brock, 2003).

Las características químicas y físicas de los alimentos determinan su grado de susceptibilidad a la actividad microbiana, dependiendo de su contenido de nutrientes, disponibilidad de agua y pH (Brock, 2003).

Los productos en conserva forman parte de uno de los tres grandes grupos en que se dividen los alimentos (crudos, estabilizados y conservados). Las características principales exigibles en una conserva son la Inocuidad para el consumidor y el Mantenimiento inalterable de sus características organolépticas durante largos periodos de tiempo, así, para lograr la inocuidad de una conserva, será suficiente con utilizar un tratamiento térmico elevado sin que de lugar a que los caracteres organolépticos del producto envasado sufran una modificación sensible. Por esta causa, se suele tener en cuenta dos conceptos respecto a la esterilidad de las conservas:

- 1) Esterilidad biológica: en la cual existe una ausencia total de microorganismos y sus toxinas, así como la inactivación absoluta de enzimas celulares y microbianas.
- 2) Esterilidad comercial: en la cual no deben existir formas vegetativas, esporas ni microorganismos capaces de alterar el producto.

La denominación de conservas se refiere a aquellos productos que, generalmente esterilizados, permanecen sin contaminarse a temperatura ambiente durante

largos periodos de tiempo. Según el tipo de alimento, las conservas tienen una vida útil que puede variar entre 6 meses y varios años (Pascual, 2000).

Estas conservas durante su elaboración han sido preparadas en recipientes de vidrio que tienen cierre hermético y han sido sometidas a un tratamiento que debe garantizar la destrucción de todas las formas bacterianas vegetativas o esporuladas de cualquier microorganismo.

De acuerdo con el valor de pH del producto envasado, las conservas se clasifican en Conservas no acidas, de pH superior a 4.5 y Conservas ácidas de pH inferior a 4.5, las cuales se someten, generalmente a un tratamiento térmico que gira alrededor de los 100°C, temperatura suficiente para destruir la flora acidófila (bacterias, levaduras y mohos) (Pascual, 2000).

En las conservas de pH inferior a 4.5, no se puede desarrollar ninguna especie del genero *Clostridium*. Por esta razón, la tecnología utilizada para la elaboración de este tipo de conservas exige una esterilización que asegure la destrucción necesaria de las formas vegetativas de la flora acidófila.

Para conocer si existen problemas de alteración en la conserva se puede realizar un control de Esterilidad el cual consiste en comprobar si el alimento conservado alberga microorganismos revivificables y en caso positivo, determinar su naturaleza para poder explicar la falta de estabilidad.

OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar una mermelada con base en pulpa de Aguacate.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Encontrar las mejores condiciones para la elaboración de la mermelada de Aguacate.
- Encontrar los aditivos específicos, por ejemplo, los antioxidantes que inhiban el proceso de oxidación del aguacate y que permitan la mejor obtención del producto manteniendo las características peculiares del fruto.
- Realizar pruebas sensoriales para determinar las características óptimas del producto final dirigido al consumidor.

METODOLOGIA

1. Diagrama General

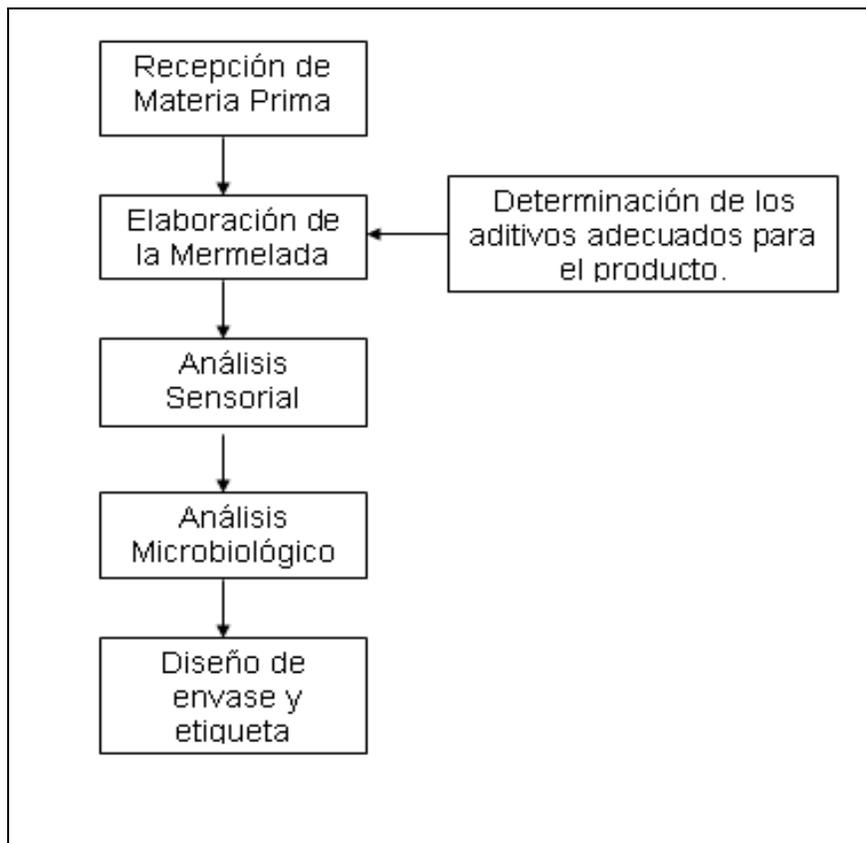


Figura 1: Diagrama General de la Investigación

2. Descripción de la Metodología

Desarrollo del producto

El desarrollo del producto implica la investigación en el tema de las mermeladas y del aguacate. Así como la mejor formulación en función de los ingredientes y aditivos que permitan la obtención de un producto de calidad.

La obtención del Aguacate Hass fue por medio de la tienda de autoservicio Mega Comercial, ubicada en Miguel Angel de Quevedo esquina Cerro del Agua, la cual obtiene el lote del fruto a partir de los productores de Aguacate Hass en el estado de Michoacán.

Recepción de Materia Prima

- Aguacate de la variedad tipo Hass y se encuentre en las condiciones de maduración adecuadas para su consumo. El fruto debe tener un peso entre 150 a 400 gramos, piel gruesa, arrugada y quebradiza
- Agua de acuerdo a **NOM-127-SSA1-1994**
- Azúcar de acuerdo a **NMX-F-003-SCFI-2004, CODEX STAN 212-1999**
- Aditivos: solo los permitidos por el *Codex Alimentarius*, teniendo en cuenta que los niveles deben ser tan bajos como sea tecnológicamente posible.

Determinación de la formulación para la elaboración de la mermelada

En la **Figura 2** se muestra el diagrama de elaboración de la mermelada. En la parte experimental se buscan las mejores condiciones para elaborar la

mermelada, algunos de los factores importantes durante el proceso de su elaboración es el monitoreo de los controles como la temperatura, los grados Brix, y la adecuada formulación, para lo cual se realizaron varias pruebas para conocer la proporción de fruto-azúcar-aditivos adecuadas que nos permitieran una mejor consistencia y un mejor aspecto general. Se tomo como base la proporción de la literatura 45 % Fruta y 55 % Azúcar.

2.3.1 Determinación de la concentración de fruto

Determinado por medio de formulaciones con Aguacate Hass en concentraciones entre 35 y 45 %.

2.3.2 Determinación de la concentración de Sacarosa

Determinado por medio de varias formulaciones con sacarosa y jarabe de sacarosa en concentraciones entre 55 y 65 %.

2.3.3 Determinación de los Antioxidantes

Elección de los antioxidantes que se podrían utilizar y pruebas en varias formulaciones. Se realizaron pruebas con metabisulfito, BHA y BHT.

2.4 Elaboración de la Mermelada

2.4.1 Diagrama de Flujo para la Elaboración de la Mermelada

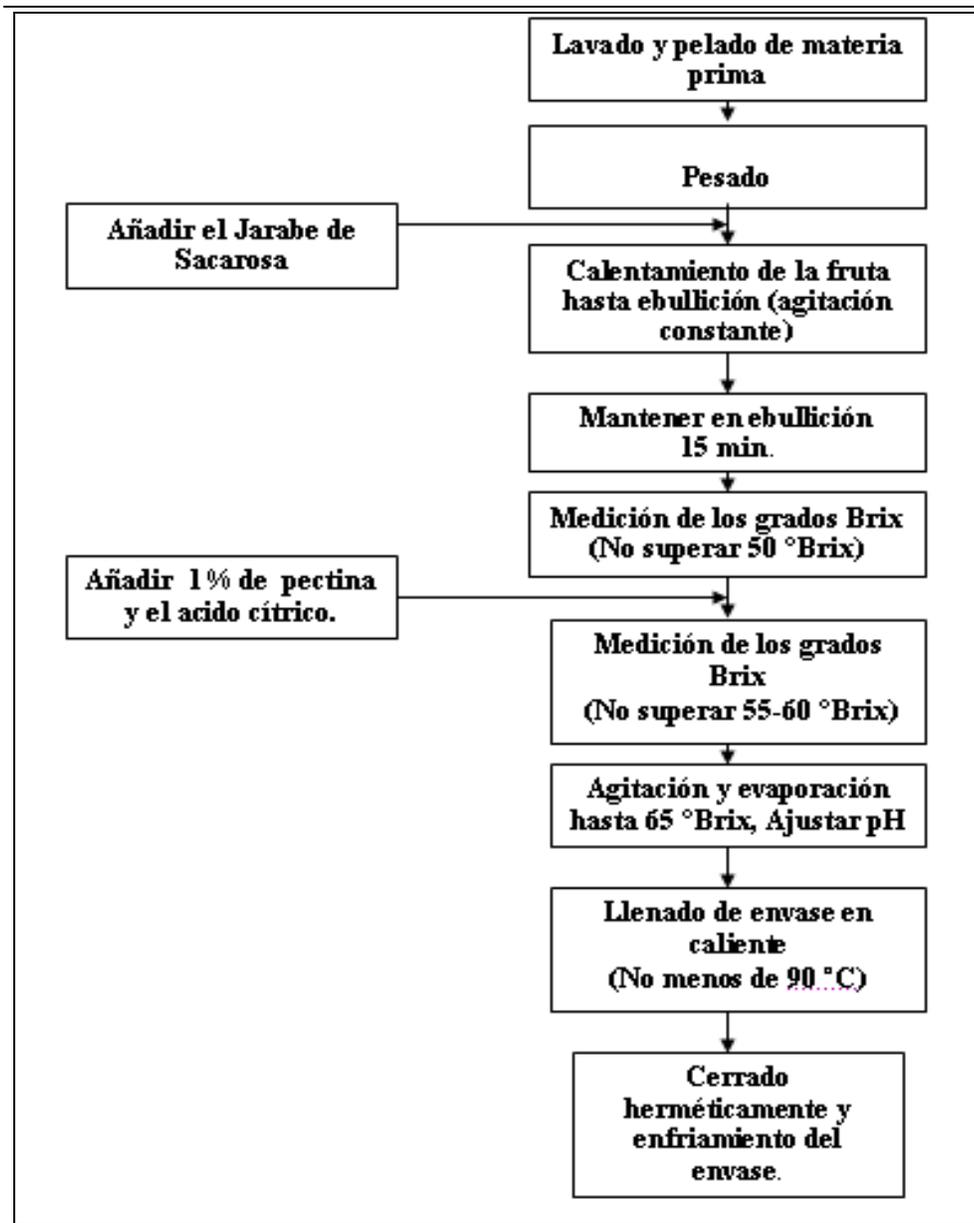


Figura 2: Diagrama del proceso de Elaboración de Mermelada

2.4.2 Fases en la elaboración de la mermelada

2.4.2.1. Preparación

Se retira la cáscara y la semilla del Aguacate. La fruta se corta en trozos y se agrega el jarabe de sacarosa. El jarabe de sacarosa se prepara con anterioridad y se añade a la fruta, la mezcla es llevada a ebullición. Realizar la determinación de los grados Brix del Fruto.

2.4.2.2 Proceso de Cocción

Cuando se haya disuelto todo el azúcar la mermelada deberá hervir y se mantendrá la ebullición hasta alcanzar el punto de gelificación. El tiempo de ebullición será de 15 minutos y posteriormente se hace la lectura de los grados Brix. La cocción es lenta antes de añadir el jarabe de sacarosa y muy rápida y corta posteriormente.

La cocción se finaliza cuando se obtiene el porcentaje de sólidos solubles deseados, comprendido entre 65 – 68 %. Para la determinación del punto final de cocción se toman muestras periódicas hasta alcanzar la concentración correcta de azúcar y de esta manera obtener una buena gelificación.

Durante este proceso de cocción se realiza el monitoreo de la Temperatura, grados Brix y pH de la mermelada.

2.4.2.3 Pruebas de gelificación

- **Ensayo del copo:** Se realiza con ayuda de una cuchara tomando una pequeña cantidad y mantenerla sobre el recipiente, haciendo girar lentamente la cuchara para enfriar la mermelada adherida. Cuando la mermelada se ha enfriado ligeramente, dejar gotear desde el borde de la cuchara, si ha hervido lo suficiente comenzará a gelificar ligeramente sobre la cuchara y se unirán las gotas del borde de la cuchara para formar pequeños copos que caerán desde la cuchara al interior del recipiente.
- **Ensayo de la lámina fría:** se conoce también como prueba del platillo, se coloca una pequeña porción de mermelada sobre una lamina fría y se mantiene durante un minuto. Si la mermelada ha hervido de forma suficiente se formará una piel sobre la superficie de la muestra que se arrugará cuando la mermelada es comprimida ligeramente con el extremo de un dedo. Mientras se realiza el ensayo la mermelada no deberá hervir ya que puede cocer hasta superar el punto de gelificación.

2.4.2.4 Terminación de la mermelada

Poco antes de terminar la cocción se añade el ácido cítrico, cuando se alcanza el punto de gelificación se retira de inmediato la mermelada de la fuente de calor, se deja reposar en el recipiente antes de vaciar en los frascos.

2.4.2.5 Envasado y enfriado

El llenado se realiza en caliente a una temperatura no menor a los 85°C, se realiza hasta el ras del envase, se coloca inmediatamente la tapa y se procede a voltear el envase. En esta posición permanece por un tiempo de 3 minutos y luego se voltea cuidadosamente, se enfría rápidamente bajo el chorro de agua fría para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro del envase.

2.4.3 Determinación de la Calidad de la Mermelada

- Preparación de la muestra: Pesar con exactitud 20 g. de la muestra. Colocar en un Erlenmeyer de 250 mL. Diluir con aproximadamente 80 mL de agua destilada y hervir suavemente cubriendo el matraz con un vidrio de reloj. Restituir ocasionalmente las perdidas por vaporización añadiendo la cantidad oportuna de agua. Filtrar con papel filtro y transferir el contenido a un frasco con rosca y guardar para los análisis siguientes.
- Acidez titulable: Medir exactamente 10 mL. Colocar en un Erlenmeyer de 250 mL. Agregar 2 mL de fenofaleina al 1% (solución de fenofaleina 1% en etanol de 95 % v/v), y titular con NaOH 0.1 N hasta color rosa débil pero persistente. Expresar los resultados en % en ácido cítrico.
- pH: Añadir un volumen adecuado a un vaso de precipitados y medir pH en un potenciómetro con electrodo de CALOMEL previamente calibrado. Se determinó por medio de un potenciómetro de CALOMEL.
- Determinación de los Azúcares reductores: Un control frecuente y sistemático del porcentaje del azúcar invertido en mermelada es una

medida de seguridad necesaria para tener una calidad uniforme. Se determina por el método volumétrico Lane & Eynon.

- Determinación de sólidos solubles: Usando el método refractométrico, se determina ordinariamente sobre la muestra triturada o sobre el jarabe con ayuda de un refractómetro, Se colocan dos o tres gotas sobre el prisma del refractómetro y se realiza la lectura a 20°C.

2.4.4 Caracterización del producto final

Se realiza por medio de un Análisis proximal de 100g de Mermelada de Aguacate

- Humedad (NOM-116-SSA1-1994)
- Cenizas (NMX- F-615- NORMEX-2004)
- Grasa (NMX-F-615-NORMEX-2004)
- Proteína (% Nitrógeno total x 6.25 USP 28-NF 23, (2005),p 2321)
- Fibra (Cruda NMX-F-613-NORMEX-2003)
- Hidratos de Carbono asimilables, calculados por diferencia.
- Contenido energético (obtenido por cálculo)

2.4.5 Determinación de Costos

Se realizó una investigación sobre los costos de las materias primas para la elaboración de la Mermelada de Aguacate, así como el proceso de envasado y etiquetado.

2.4.6 Análisis Microbiológico

- Recuento de Mesófilos Aerobios por cuenta en placa.
- Recuento de Hongos y Levaduras por cuenta en placa.

Las placas se incubarán bajo respectivas condiciones de acuerdo a cada microorganismo. Posteriormente las colonias contadas se multiplican por el factor de dilución de la placa dando así por ejemplo el número de colonias de Mesófilos aerobios por gramo de alimento.

2.4.6.1 Preparación de la Muestra

El análisis microbiológico se inicia con el muestreo. La muestra representativa constituida por un conjunto de unidades cuyo análisis pueda reflejar con la máxima fiabilidad el estado del lote del que procede.

2.4.6.2 Medios de Cultivo

Los medios utilizados para el análisis microbiológico deben ser muy nutritivos para que resulte posible el crecimiento del mayor número de microorganismos y posteriormente se realice la cuenta en placa. Se utilizan los medios Agar Plate count y Agar Dextrosa Sabouraud. Las disoluciones se realizan con Solución Salina 0.085%.

2.4.6.3 Diagrama para el Análisis microbiológico

Para el recuento de microorganismos por cuenta en Placa se parte de una serie de diluciones decimales de la muestra del alimento. Un mililitro de cada dilución se siembra en masa utilizando placas de Petri estériles con Agar a temperado para cada microorganismo respectivamente.

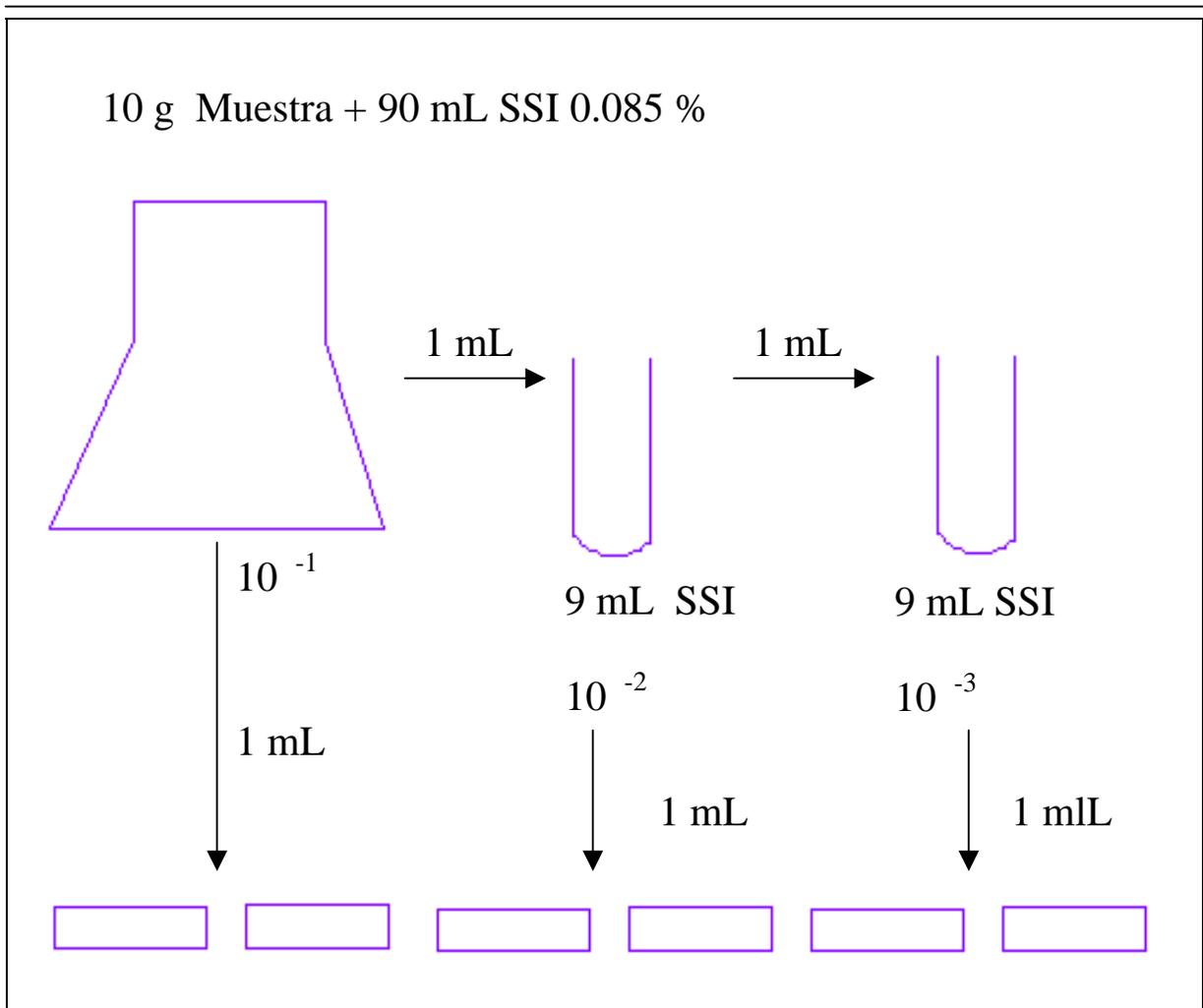


Figura 3: Diagrama de muestreo para el Análisis Microbiológico

2.4.6.4 Descripción del Proceso

1. Pesar 10 g de la muestra correspondiente a cada lote de Mermelada de Aguacate y colocarlos en un Matraz Erlenmeyer de 250 mL que contiene 90 mL de Solución Salina Isotónica previamente esterilizados, agitar y dejar sedimentar. Esta primera solución corresponde a la dilución madre 10^{-1} de la cual se partirá para realizar las siguientes diluciones.
2. Tomar con una pipeta volumétrica esterilizada 1 mL de la solución madre y vaciarlos a un tubo de ensaye que contiene 9 mL de Solución Salina Isotónica previamente esterilizados y agitar. Esta segunda solución corresponde a la dilución 10^{-2} de la cual se partirá para realizar la siguiente dilución.
3. Tomar con una pipeta volumétrica esterilizada 1 mL de la dilución 10^{-2} y vaciarlos a un tubo de ensaye que contiene 9 mL de solución Salina Isotónica previamente esterilizados y agitar. Esta tercera solución corresponde a la dilución 10^{-3} .
4. Para cada dilución correspondiente se realizará una prueba de Cuenta en Placa por duplicado, vaciando con ayuda de 1 pipeta volumétrica esterilizada 1 mL de cada dilución en cada caja Petri correspondiente a cada medio específico para cada microorganismo a determinar. Realizar un control para cada medio de cultivo.

5. Llevar a Incubación a las condiciones correspondientes a cada microorganismo que se desea determinar; Mesófilos aerobios 5 días / 32° C, Hongo y Levaduras 7 días / 25° C.

2.4.7 Análisis Sensorial

Aplicación de pruebas de nivel de agrado a consumidores, en este caso, 100 estudiantes, profesores y personal que labora en la Facultad de Química, UNAM. Se realizó la prueba utilizando una escala hedónica, estructurada. (Cuestionario en Anexo I)

1) Prueba de nivel de agrado: la prueba consiste en probar la muestra de mermelada de aguacate proporcionada e indicar en la escala hedónica el nivel de agrado

2) Aceptación por Atributos: es la segunda parte de la evaluación sensorial y consiste en la evaluación por atributos, indicando en cada escala el nivel de agrado del atributo asignado, teniendo como 1 la menor calificación y 5 como la mayor.

2.4.8 Diseño de envase y etiqueta

A partir de los resultados del análisis sensorial y con la asesoría de Myriam Rubio, estudiante de Diseño Gráfico, se realizó el diseño del envase y etiqueta. Es importante verificar que el envase a usar deba presentar una adecuada integridad y limpieza, y es de gran importancia elegir el envase de acuerdo a las condiciones de resistencia a la humedad y a la temperatura de manera que puedan garantizar el manejo correcto y la conservación del producto.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Determinación de la Formulación para la elaboración de la mermelada

1.1 *Determinación de la concentración de Fruto*

Para esta determinación se realizaron varias pruebas con 55, 45 y 35 % de fruto, en etapa de maduración, estos factores fueron clave importante en la consistencia y el sabor del producto final. La **Figura 4** indica que al disminuir la concentración de fruto hasta un 35 % el valor de los atributos aumentó. Para esta concentración (35 %) esta relación inversa fue la que se ajusto de mejor manera al desarrollo de la formulación y a la obtención de un producto de mejores características.

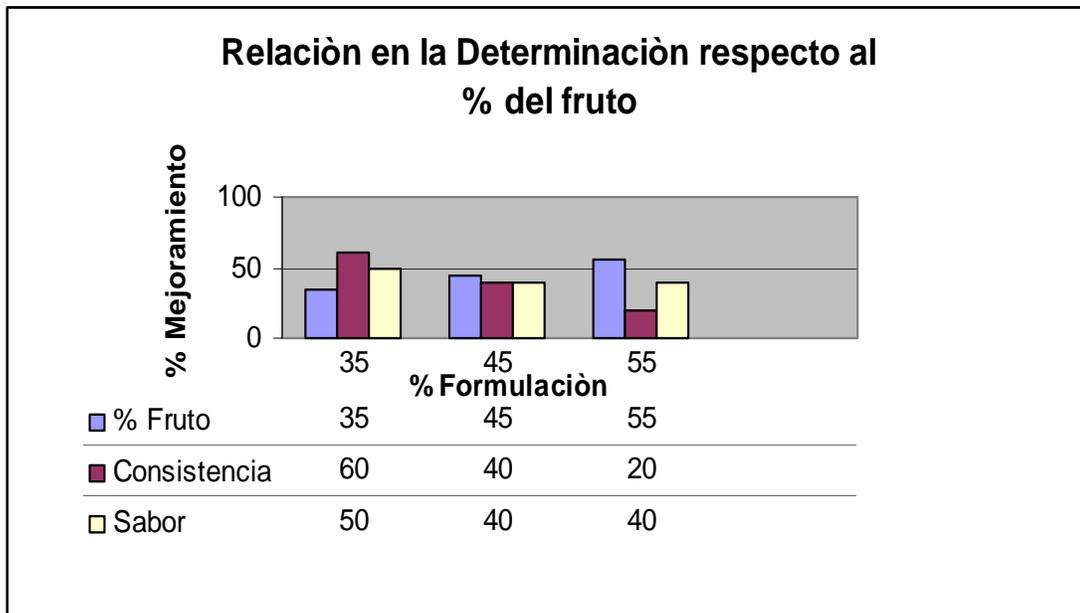


Figura 4: Resultados de las pruebas más representativas de la concentración de fruto en el desarrollo de la formulación.

1.2 Determinación en la concentración de Sacarosa

Para esta determinación se realizaron varias pruebas con sacarosa en concentraciones del 45, 35 y 65 %. Al existir la presencia de cristales de sacarosa en el producto final, se optó por el uso de un Jarabe de Sacarosa en concentraciones de 55 y 65 %. Estas distintas concentraciones fueron factores importantes en el desarrollo de la formulación. La **Figura 5** muestra que la mejor concentración que permite una mejor consistencia en el producto final es a 35 % de fruto.

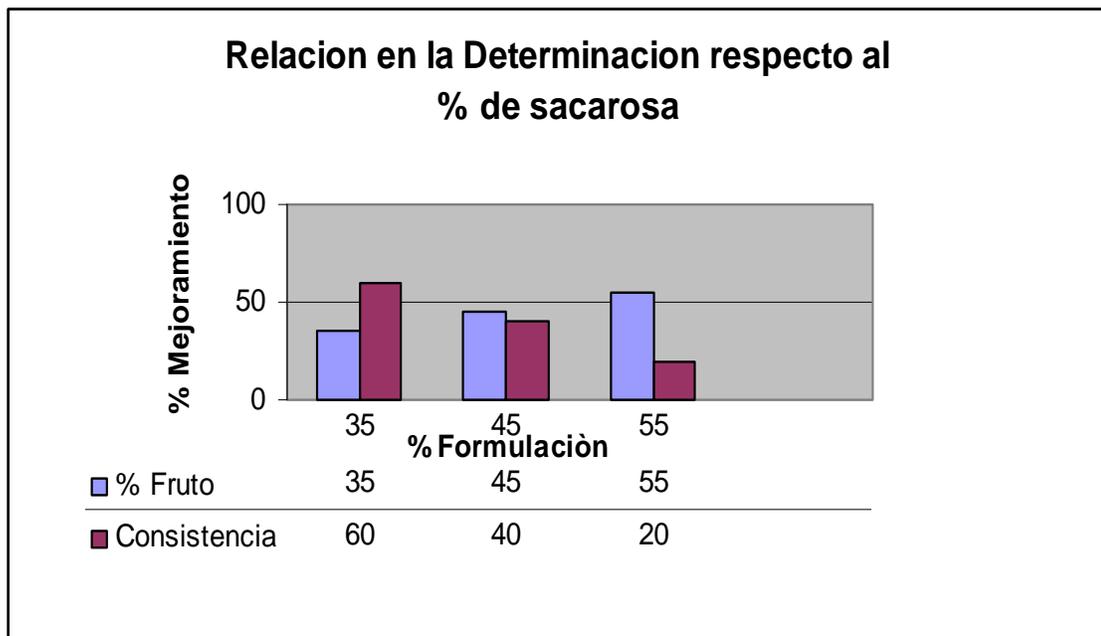


Figura 5: Resultados de las pruebas más representativas de la concentración de sacarosa en el desarrollo de la formulación.

Tabla 3: Pruebas Representativas de Proporción Fruto-Azúcar

Prueba	% Fruto	% Azúcar	Características
1	55 (Fruto inmaduro)	55	Consistencia pastosa Presencia de cristales de azúcar Olor desagradable Notas herbáceas
2	45 (Fruto en etapa de madurez)	55 (Jarabe de Sacarosa)	Consistencia pastosa Formación deficiente del gel. Sabor fruto cocido
3	35 (Fruto en etapa de madurez)	65 (Jarabe de Sacarosa)	Buena gelificación Sabor agradable

El primer factor a considerar para la formulación fue lo relacionado con la concentración de azúcar; se utilizó jarabe de sacarosa el cual permitió obtener una mayor solubilidad de la sacarosa y complementó la cantidad de agua necesaria para la gelificación, no obstante fue difícil determinar la cantidad de agua necesaria para disolver la cantidad de sacarosa, y por ello en algunas pruebas se obtuvieron muestras con falta de consistencia en el gel por exceso de agua, con todo esto se tuvo que reformular disminuyendo la cantidad de agua y concentrando el jarabe con el fin de llegar a la concentración de sólidos en un menor tiempo.

Es por ello que la formulación elegida (**Tabla 5**) está constituida por los factores necesarios que contribuyen a lograr las mejores características en el producto, como el uso del jarabe de sacarosa que permitió evitar la presencia de

cristales de sacarosa en el producto, los cuales eran notables en el paladar e indeseables al momento de la degustación de la mermelada.

Tabla 5: Formulación obtenida para la elaboración de la Mermelada

Ingrediente	Porcentaje (%)
Aguacate	35
Sacarosa	65
Pectina	1
Acido cítrico	0.3
BHA y BHT	0.015

La **Tabla 5** nos muestra la formulación final, la cual fue seleccionada en base a los buenos resultados obtenidos en los atributos de consistencia y sabor. De acuerdo a la concentración de fruto se observa que no se encuentra dentro de los parámetros de la definición de mermelada de acuerdo a la norma NMX-F131-1982, ya que esta indica que se debe encontrar por arriba del 55 % de fruta, sin embargo la calidad de la pectina y ácido si están dentro de la definición.

1.3 Determinación de los Aditivos

La cantidad de pectina necesaria fue de 1 %. Debido a la pequeña cantidad de pectina presente en el aguacate se tuvo que considerar como nula.

La cantidad de ácido cítrico fue dependiente del pH después de agregar pectina. Siendo esta correspondiente al valor 0.3 % expresada como ácido cítrico.

Es importante hacer notar que fue necesario utilizar una mezcla de antioxidantes BHT y BHA (Antox 60) para evitar la rancidez oxidativa en el producto durante el proceso de cocción.

2. Elaboración de la Mermelada

La elaboración de la mermelada se elaboró siguiendo el diagrama del proceso señalado en la **Figura 2**. Durante el proceso fue necesario el monitoreo de los controles como los grados Brix, la temperatura y el pH. En los cuales los grados Bx siempre se mantuvieron no mayor a 65 %, la temperatura a 91° C y el pH se ajusto a un valor de 4.

2.1 *Preparación*

De acuerdo a las fases de la elaboración de la mermelada descritos anteriormente en la metodología. En esta etapa fue importante conocer los ° Bx iniciales del fruto el cual se muestra en la **Tabla 6**.

Tabla 6: Control inicial

°Brix del Aguacate
2° Bx

Como la concentración de sólidos solubles del fruto es baja, la adición de sacarosa mas la pectina fueron elementos claves en la consistencia del gel que conforma la textura de la mermelada.

2.2 *Proceso de Cocción*

Para el proceso de Cocción se mantuvo el monitoreo de los controles para esta etapa, los cuales son factores importantes ya que influyen en las características del producto terminado. Estos controles se muestran en la **Tabla 7**.

Tabla 7: Controles durante el proceso de Cocción

Tiempo	Temperatura
15 min.	83°C

Es importante resaltar que la cocción fue la fase más importante y delicada del proceso de fabricación de la mermelada ya que en ella se permite el ablandamiento de los tejidos de la fruta a fin de hacerla capaz de absorber la sacarosa y la eliminación por evaporación del agua necesaria hasta alcanzar un contenido de sólidos solubles, además evitó el obscurecimiento enzimático por acción de la temperatura sobre la enzima.

Por ello, se puede decir que el proceso de cocción es parte esencial en la elaboración de la mermelada, y al ser obvio que no existe la posibilidad de reemplazarlo, fue necesario mejorarlo con ayuda de algunos de los factores que

se mencionaron anteriormente como es el caso del uso del jarabe de sacarosa en la formulación, así al tener en la etapa inicial un valor de grados Brix alto, no fue necesario un largo tiempo de concentración y con ello un menor tiempo de cocción.

2.3 Pruebas de Gelificación

- Ensayo del copo: Se realizó como lo describe la metodología anterior y se obtuvo la formación de pequeños copos de gel producto de una buena gelificación.
- Ensayo de la lámina fría: Se realizó como lo describe la metodología anterior y se obtuvo la formación de una membrana sobre la superficie de la muestra, la cual es notable cuando el gel es comprimido.

2.4 Terminación de la mermelada

Finalmente se logró obtener la mermelada de aguacate que reúne las características aptas para su consumo. Esto se logró ya que el nivel de acidez es de 0.6% en ac. Cítrico, 65° Bx y un pH 4.



Figura 6: Mermelada de Aguacate

En cuanto a la elaboración de la mermelada en pequeña escala se puede decir que los procesos son similares a los industriales pero con un volumen menor, lo que facilita tener mayor control de los ingredientes, a diferencia de una producción industrial. Por otra parte las cantidades de materia prima deberán ser mayores, lo que obliga a una promoción mayor que en el caso del proceso artesanal. Sin embargo, un buen proceso artesanal requiere también de una planificación en términos de materias primas e insumos, por lo que no es muy grande la diferencia.

2.5 Envasado

Para el envasado se emplearon frascos de vidrio de uso doméstico, adecuado para almacenar productos alimenticios de capacidad de 150g.



Figura 7: Frasco de vidrio usado para el envase del producto.

El envasado fue realizado en frascos de vidrio al alto vacío con cierre hermético.

3. Determinación de la calidad de la mermelada

El análisis químico del producto se realizó según lo descrito en la metodología anteriormente. Los datos obtenidos del análisis se muestran a continuación.

Tabla 7: Datos obtenidos en el Producto final.

°Brix	Acidez	pH
65° Bx	0.6 % ácido cítrico	4

Dentro de los criterios de calidad que cumple el producto terminado se encuentra que la mermelada se conserva con las características químicas y físicas de color, olor y sabor. Su consistencia se mantiene semisólida, en función de su gelificación, el gel es firme con ligera tendencia a fluir, no gomoso ni excesivamente elástico o viscoso, el gel no presenta defectos y los controles que determinan la calidad del producto se encuentra dentro de los criterios permitidos.

4. Caracterización del producto terminado

El análisis proximal del producto fue realizado en el departamento de Control Analítico de la Facultad de Química de la UNAM.

El análisis de 100 g de mermelada de Aguacate se presenta a continuación:

Tabla 8: Análisis Proximal Mermelada de Aguacate

Determinación	Resultado	Método
Humedad	36.7 g	NOM – 116-SSA1-1994
Cenizas	5.9 g	NMX – F- 066-S- 1978
Grasa	1.8 g	NMX-F-615-NORMEX-2004
Proteína	18.4 g	% Nitrogeno total x 6.25 USP 28-NF 23, (2005), p. 2321. Determinación de nitrogeno Metodo 461
Fibra	3.0 g	NMX-F-613-NORMEX-2003
Carbohidratos	54.3 g	Calculado por diferencia
Azúcares Reductores Totales	53.7 g	AOAC Official Method 925.35
Contenido Energético	1052 KJ (251 kcal)	Obtenido por Cálculo

Como criterio de calidad se puede decir que la mermelada no presenta defectos en la formación del gel ni tampoco se presenta el defecto de cristalización debido a que la cantidad de azúcar invertido en la mermelada es de 57.7 % y este se encuentra en menor cantidad que la sacarosa presente

De acuerdo al análisis nutricional del producto se obtiene que la mermelada es una fuente calórica de fácil absorción, su aporte energético es a partir del azúcar y la fruta, aunque debido a la cocción prolongada se provocan pérdidas significativas en el contenido de vitaminas termolábiles como la vitamina C y Tiamina. Su aporte calórico en 100 g es de 251 kcal, de las cuales los hidratos de carbono aportan el 72.8 %, las proteínas aportan el 24.6 % y un 2.4 % aportado por los lípidos.

Mermelada de Aguacate	
Tamaño de la porción	21 g
Porciones por envase	7.14 aproximadamente
	Por Porción
Contenido Energético	220.5 KJ (52.71 kcal)
Proteínas	3.8 g
Grasas	0.37 g
Hidratos de carbono totales	11.4 g

Figura 8: Tabla Nutricional de Mermelada de Aguacate

El consumo de un producto de este valor calórico como lo es la mermelada puede ser consumido en todas las etapas de la vida, para cubrir el aporte

energético vigilando no exceder el 10 % de hidratos de carbono simples en la dieta, así en cantidades controladas, puede consumirse también en pacientes con demandas energéticas incrementadas y en aquellos cuya patología limita el consumo de proteínas, como un recurso para ayudar a cubrir el aporte energético como en hepatopatías, insuficiencia renal crónica y enfermedad de Parkinson.

En el caso de personas que se encuentran en tratamientos de obesidad, resistencia a la insulina, intolerancia a la glucosa, pacientes con problemas en el metabolismo de hidratos de carbono como en diabetes, síndrome de Cushing, hipoglucemia reactiva, hipotiroidismo o en la hipertrigliceridemia, el riesgo es mínimo si se consume la porción recomendada, por ello se deben fomentar los buenos hábitos alimentarios, y en este caso debe controlarse su ingesta en todas las etapas de la vida.

5. Análisis Microbiológico

Se realizó el análisis microbiológico siguiendo los pasos de la metodología descrita anteriormente. El aire circulante se mantuvo estéril de manera que al abrir el envase, la aspiración del aire exterior que se da por el vacío interior del envase, no genere contaminaciones

5.1 Preparación de la muestra

La toma de muestras se realizó a partir de muestra homogénea de Mermelada de Aguacate. Seleccionando así 2 lotes:

Lote 1: muestra proveniente de un frasco de mermelada abierto anteriormente a la cual se llamo “*mermelada manipulada*”.

Lote 2: muestra proveniente de un frasco de mermelada nuevo a la cual se le llamo “mermelada nueva”.

5.2 Siembra en Medios de Cultivo

Se realizaron las diluciones indicadas en la metodología y posteriormente se sembró en medios de cultivo para cuenta en placa. La siembra se realizó en placas de Agar Plate Count para la determinación de Mesófilos aerobios y en Agar Dextrosa Sabouraud para la determinación de Hongos y Levaduras.



Figura 9: Placas de Agar Plate Count en el recuento de Mesófilos aerobios

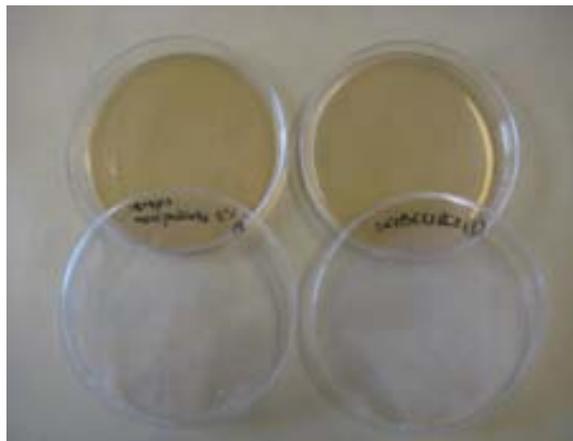


Figura 10: Placas de Agar Dextrosa Sabouraud en el recuento de Hongos y Levaduras

5.3 Cuenta en Placa Mesófilos Aerobios

Dilución	Crecimiento (UFC/ ml)				Control
	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs	
10 ⁻¹	-	-	-	-	-
10 ⁻¹	-	-	-	-	-
10 ⁻²	-	-	-	-	-
10 ⁻²	-	-	-	-	-
10 ⁻³	-	-	-	-	-
10 ⁻³	-	-	-	-	-

Figura 11: Recuento de MESOFILOS AEROBIOS en placas de Agar Plate count para el Lote 1: **Mermelada manipulada**, después de incubación a 31°C durante 5 días.

Dilución	Crecimiento (UFC/ ml)				Control
	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs	
10 ⁻¹	-	-	-	-	-
10 ⁻¹	-	-	-	-	-
10 ⁻²	-	-	-	-	-
10 ⁻²	-	-	-	-	-
10 ⁻³	-	-	-	-	-
10 ⁻³	-	-	-	-	-

Figura 12: Recuento de MESOFILOS AEROBIOS en placas de Agar Plate count para el Lote 1: **Mermelada nueva**, después de incubación a 31°C durante 5 días.

5.4 Cuenta en Placa para Hongos y Levaduras

Dilución	Crecimiento (UFC/ ml)				
	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs	Control
10 ⁻¹	-	-	-	-	-
10 ⁻¹	-	-	-	-	-
10 ⁻²	-	-	-	-	-
10 ⁻²	-	-	-	-	-
10 ⁻³	-	-	-	-	-
10 ⁻³	-	-	-	-	-

Figura 13: Recuento de HONGOS Y LEVADURAS en placas de Agar Dextrosa Sabouraud para el Lote 1: **Mermelada nueva**, después de incubación a 31°C durante 5 días.

Dilución	Crecimiento (UFC/ ml)				
	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs	Control
10 ⁻¹	-	-	-	-	-
10 ⁻¹	-	-	-	-	-
10 ⁻²	-	-	-	-	-
10 ⁻²	-	-	-	-	-
10 ⁻³	-	-	-	-	-
10 ⁻³	-	-	-	-	-

Figura 14: Recuento de HONGOS Y LEVADURAS en placas de Agar Dextrosa Sabouraud para el Lote 1: **Mermelada nueva**, después de incubación a 31°C durante 5 días.

Los resultados obtenidos en las **Figuras 11- 14** muestran que no hay crecimiento microbiano y por ello no se puede reportar el numero de UFC/ g de alimento. La mermelada representa la calidad necesaria para cumplir con la NOM-092-SSA1-1994 y su consumo es apto antes, y después de abrir el envase. Por su bajo A_w , no existen condiciones necesarias para que ningún microorganismo se desarrolle por ello no fue necesario adicionar a la mermelada otro tipo de conservador, además el ácido cítrico además de ser un agente acidulante funciona también como conservante.

6. Evaluación Sensorial

Se realizó una prueba sensorial de nivel de agrado con ayuda de un cuestionario (Anexo 1) que se aplicó a 100 personas que se encontraban en la Facultad de Química UNAM el jueves 13 de noviembre entre las 10 am y 12 pm.

1) Aceptación global

Nivel de Agrado

Los resultados mostrados en la **Figura 15** indican que para la mayoría de la población, en este caso jóvenes, el nivel de agrado para la mermelada de aguacate es de gusto moderado con tendencia a un nivel mas alto de la escala hedónica, por lo cual se puede seguir mejorando el producto sobre la formulación hasta colocarse en un nivel de agrado mayor para los consumidores, lo cual también es dependiente de que la población de consumidores conozca más el

producto y se familiarice con el consumo de este, ya que se sabe que la mayor forma de consumo de Aguacate se realiza en forma de fruto fresco y hoy en día no se encuentra en el mercado una variedad de productos industrializados que provengan de aguacate o que estén hechos con base en este fruto

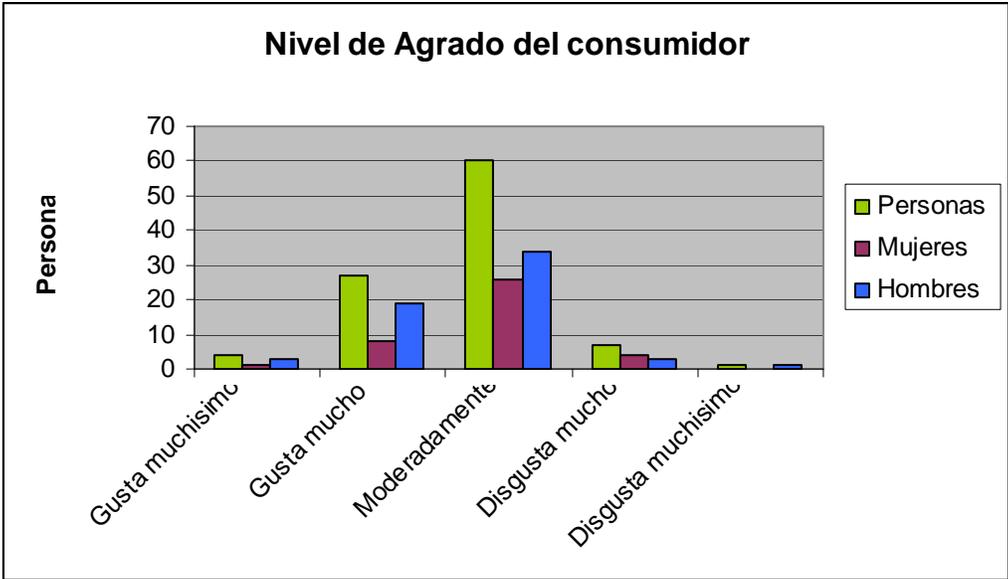


Figura 15: Datos obtenidos de la Prueba Nivel de Agrado para una Aceptación global del producto.

Es importante mencionar que de la población a la cual se le realizó la prueba de nivel de agrado el 40 % de la población corresponde a mujeres y el 60 % de la población corresponde a hombres, del 60% de la población de hombres el 3 % corresponde al nivel de agrado para gusta muchísimo, el 19 % corresponde a gusta mucho, el 34 % corresponde a gusto moderado, el 3 % corresponde a disgusta mucho y el 1 % corresponde a disgusta muchísimo.

Por otro lado, del 40 % de la población de mujeres, el 1 % corresponde a gusta muchísimo, el 8 % corresponde a gusta mucho, el 26 % corresponde a gusta

moderadamente, el 4 % corresponde a disgusta mucho y el 1 % corresponde a disgusta muchísimo.

2) Aceptación por Atributos

A continuación se describen los resultados obtenidos para cada atributo asignado, teniendo como 1 la menor calificación y 5 como la mayor.

a) Color

Para el caso del Atributo Color (**Figura 16**) el nivel de agrado en los consumidores se encuentra en un valor de 3 en la escala del 1 al 5, lo cual indica que aunque no es un color de excesivo agrado tampoco se considera indeseable por el consumidor. Este atributo resulta difícil de estandarizar, ya que es afectado por diversas causas que van desde el estado de maduración del fruto, ya que mientras mas inmaduro se encuentra el fruto como materia prima, mas fuerte resulta el tono verde de la mermelada, y además, también es un factor que se ve afectado por el tiempo de cocción durante el proceso de elaboración de mermelada.

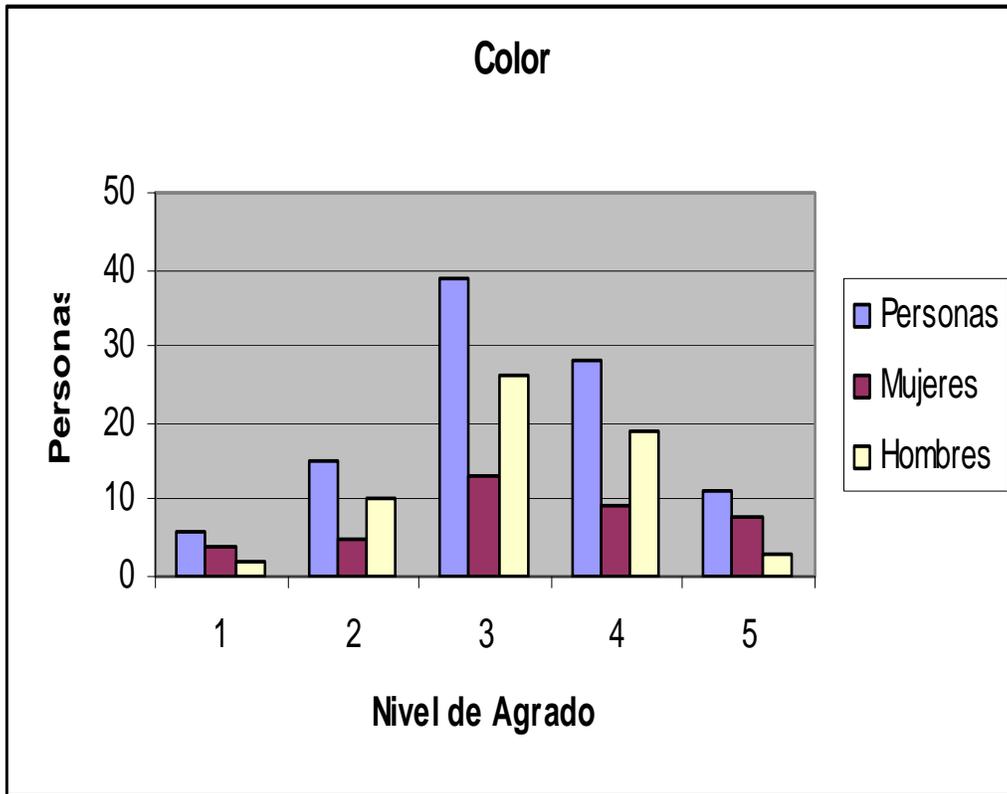


Figura 16: Datos obtenidos de la prueba de Nivel de Agrado para el Atributo de Color

b) Aroma

Para el caso del atributo Aroma u Olor (**Figura 17**) el nivel de agrado en los consumidores se encuentra entre un valor de 3 y 4 en las escala del 1 al 5, lo cual podría indicar ser una característica indefinida en la mermelada de aguacate. Este atributo resulta difícil de calificar ya que la percepción en cada consumidor puede ser muy diferente y no se tiene un perfil de aroma para el producto, proveniente del fruto, la sacarosa y componentes no deseados formados durante la cocción como podría ser la rancidez oxidativa o incluso notas oleosas.

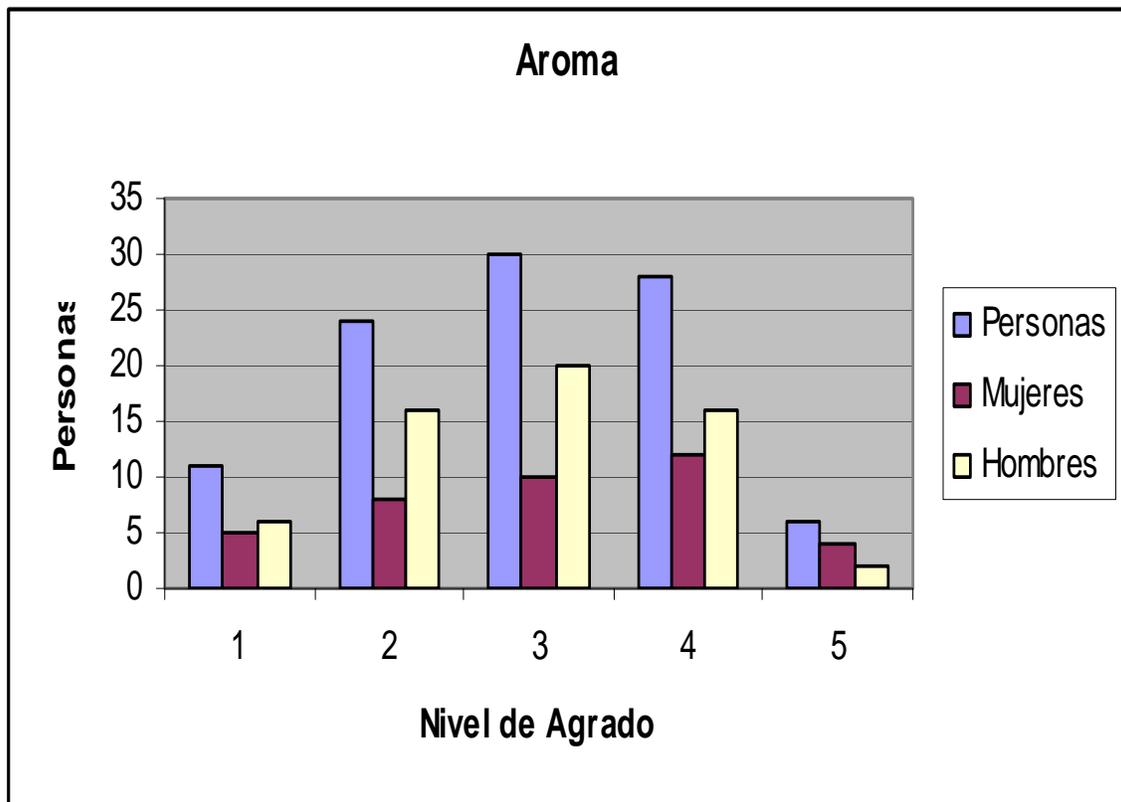


Figura 17: Datos obtenidos para la prueba de Nivel de agrado para el Atributo de Aroma

c) Sabor

Para el caso del atributo Sabor (**Figura 18**) el nivel de agrado en los consumidores se encuentra en un valor de 3 en la escala del 1 al 5, lo cual indica que es de agrado moderado para la población de consumidores. Aunque el valor asigna 3, en la grafica 4 se puede apreciar que para la gran mayoría de la población la mermelada tiene un sabor agradable, lo cual puede ser un indicativo de que el producto si seria consumido como una nueva forma de consumo del fruto

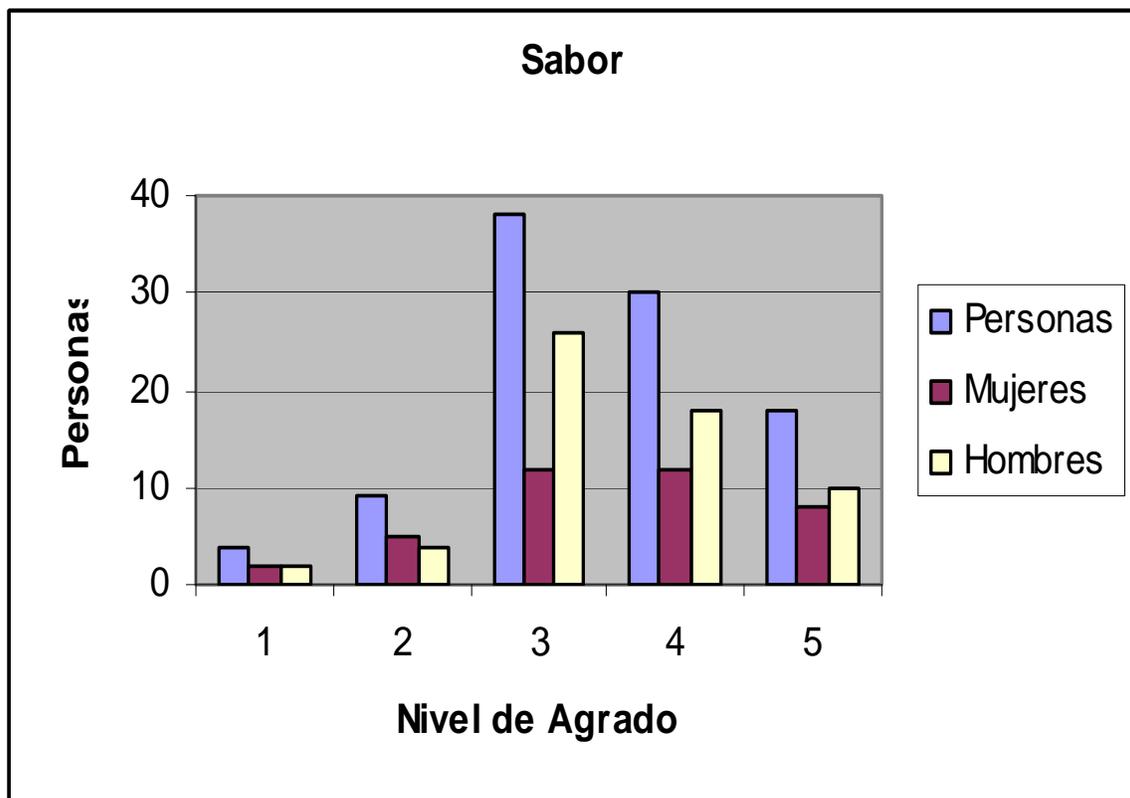


Figura 18: Datos obtenidos para el Nivel de Agrado para el Atributo de Sabor

d) Textura

Para el caso del atributo de Textura (**Figura 19**) el nivel de agrado en los consumidores se encuentra en un valor de 4 en la escala del 1 al 5, lo cual indica que la consistencia del gel que forma la mermelada es adecuada y agradable en el paladar. Este atributo es una consecuencia directa de una buena manipulación durante el proceso de elaboración con respecto a la formulación, ya que al tener una buena gelificación indica que la pectina actuó correctamente y por ende la acidez es la adecuada y también la cantidad de azúcar.

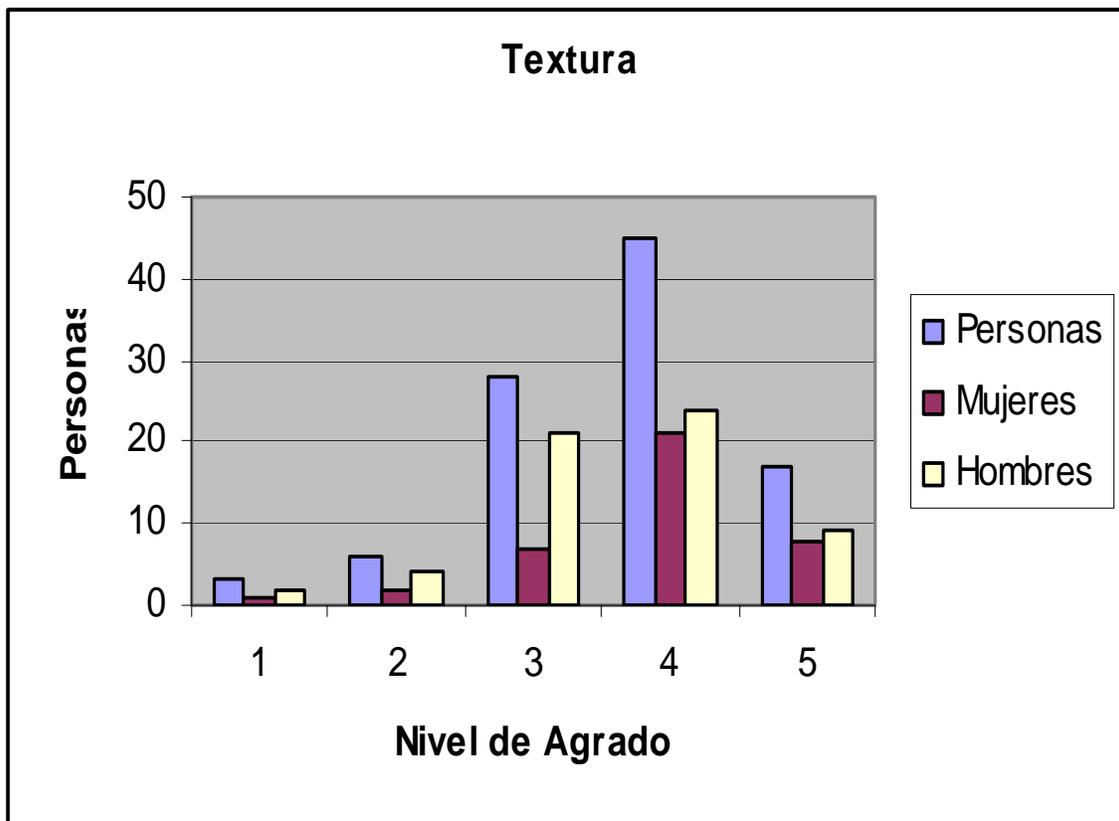


Figura 19: Datos obtenidos para el Nivel de Agrado para el Atributo de Textura

e) Apariencia General

Para el caso de la Apariencia general (**Figura 20**) el nivel de agrado en los consumidores se encuentra en un valor de 4 en la escala del 1 al 5, lo cual es una gran calificación para un atributo tan importante, ya que este engloba la mayoría de las percepciones organolépticas de un alimento, aspecto importante para consumir un alimento, pues no solo la ingesta de los alimentos se realiza por el valor nutritivo que representan sino por el gusto, deseo y antojo que nace cuando están presentes. Obviamente para colocarnos como un producto excelente y de preferencia se debería de ajustar nuevamente todos los factores para la elaboración de la mermelada y así lograr llegar a un valor más alto en la escala de nivel de agrado para cualquier sector de la comunidad.

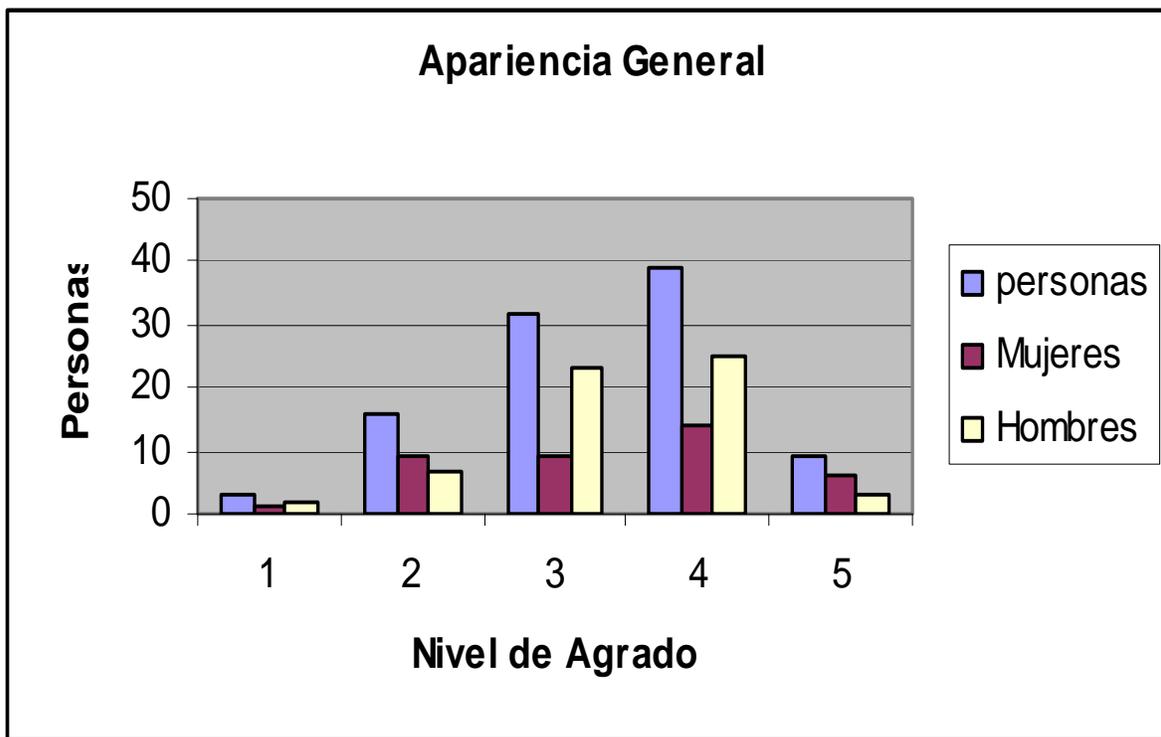


Figura 20: Datos obtenidos para el Nivel de Agrado para la Apariencia Genera

7. Costos de Producción

En la **Tabla 9** se muestra la formulación y el costo de las materias primas. A partir del costo de las materias primas y la cantidad de estas utilizadas en los productos se obtuvo el costo del lote, 460 g, y el costo por kilogramo del producto.

Tabla 9: Formulación y Costo del producto terminado

**Producto: Mermelada de Aguacate
Lote 100 Kg**

Ingredientes	g	Fòrmula porcentual (%)	Costo por Kg Mat. Prima (Pesos \$)	Costo/Lote (Pesos \$)	Costo/Kg de Producto (Pesos \$)	Costo por 150 g de producto
Aguacate Fresco	87.50	19.30	\$38.00	3325.00	33.25	
Pectina	2.50	0.55	\$200.00	500.00	5.00	
Agua	200.00	44.12	\$0.40	80.00	0.80	
Sacarosa	162.50	35.85	\$8.50	1381.25	13.81	
Acido cítrico	0.75	0.16	\$30.00	22,50	0.23	
BHA y BHT	0.04	0.01	\$232.64	2.32	0.02	
Total	453.29	99.99		\$5311.07	\$53.11	\$7.96

Este costo de materia prima representa el valor monetario de la obtención de cada materia prima y en conjunto generan el costo de la Mermelada de Aguacate, teniendo un estimado de \$ 53.11 el Kg de mermelada. Es importante mencionar que la producción de mermelada implica otros insumos cuantificables

relacionados con la producción y los gastos indirectos que son usados durante la producción pero no son identificables comúnmente en el producto terminado, los cuales para este caso no fueron cuantificados.

8. Imagen del Producto Final

La imagen del producto se realizó para la presentación de Mermelada de Aguacate en un frasco con 150 g de producto.



Figura 21: Imagen del producto

La etiqueta del producto fue realizada bajo las especificaciones de la **NOM-051-SCFI-1994**.



Figura 22: Etiqueta del Producto final

CONCLUSIONES

Se logró el objetivo de desarrollar una mermelada de aguacate de agradable sabor para el consumidor y junto con una buena campaña publicitaria para difusión y conocimiento del producto, podría colocarse como un producto de preferencia y como la demanda de aguacate por otros países es tan grande, éste producto podría ajustarse a las legislaciones necesarias para su exportación

Hoy en día la tecnología alimentaria nos presenta una gran gama de alternativas para producir cualquier alimento manteniendo cada uno de los factores que influyen en ella, así, para una mermelada, la consistencia del producto final depende de la materia prima en general, del proceso al que ésta sea sometida y del tiempo empleado en su procesamiento.

Las condiciones escogidas para la elaboración de la mermelada de Aguacate resultaron ser las más aptas para generar un producto de buena calidad, tanto los procesos desde el tratamiento térmico hasta el envasado al alto vacío en frascos de vidrio y la elaboración de una imagen correspondiente en conjunto generaron satisfactoriamente un producto que atrae la atención de cualquier consumidor.

Debido a su composición, la mermelada de Aguacate es una fuente calórica de fácil absorción con un aporte calórico de 251 kcal por cada 100g de mermelada.

La mermelada de Aguacate se encuentra dentro de los límites de inocuidad microbiológica para consumo humano, por lo tanto cumple con la NOM-092-SSAI-1994 y NOM-111-SSA1-1194.

De acuerdo a la Evaluación Sensorial, la aceptación de la mermelada de Aguacate por los consumidores es de gusto moderado y los atributos de color, sabor, textura y aroma se encuentran dentro de las preferencias del consumidor.

La idea de generar nuevos productos a base de aguacate es de gran agrado para varios consumidores considerando que es una alternativa de apoyo para el sector agrícola, lo cual tendría una importancia significativa para el país.

Con el desarrollo de este producto se tendrá un mejor aprovechamiento de la producción de aguacate y mayor versatilidad para el consumo del alimento.

Con el desarrollo de la mermelada de aguacate surge una nueva manera de consumo para el aguacate, el Chutney de Aguacate.

BIBLIOGRAFIA

1. Astiasarán Iciar, Martínez Alfredo, **Alimentos composición y propiedades**, (España: McGraw-Hill interamericana, 2000), 202-203.
2. Anzaldúa, Morales, **La evaluación Sensorial de los alimentos en la Teoría y la Práctica**. (Acribia 2005) 82
3. Badui, D.s. **Química de los alimentos**, (México: Alhambra Mexicana, tercera edición, 1996)
4. Coronado Myriam, Hilario Roaldo, **Elaboración de mermeladas: Procesamiento de alimentos para pequeñas y micro empresas agroindustriales**. (Perú: CIED centro de investigación educación y desarrollo, 2001) 16-20
5. Chimal Frías Blanca del Carmen , Leonardo Morales Cerda et al, "Caracterización sensorial e instrumental de aguacate Hass con madurez fisiológica " **Instituto Tecnológico de Celaya, Depto. de Ing. Bioquímica**
6. Desroisier Norman, **Conservación de Alimentos**, (México: Compañía Editorial Continental, 1991)
7. Elez-Martinez, Pedro, Soliva-Fortuny, Robert, G, Shela y Martin-Belloso, Olga, **Natural Antioxidants Preserve the Lipid Oxidative Stability of Minimally Processed Avocado Purée**, Journal of food Science, volume 70, issue 5, 325-329, 2005.
7. Mataix José, **Tabla de composición de alimentos**, Instituto de Nutrición y Tecnología de alimentos, (España: 2003), 127, 469
8. Mondito Ma Cristina, Jorge Ferratto, "El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor" **Revista Agro mensajes** 18 (Abril 2008)
9. Pamplona Jorge, **Salud por los alimentos**, (España: Editorial Safeliz, 2004), 24
10. Pascual M^a del Rosario, Calderón Vicente, **Metodología Analítica para Alimentos y Bebidas**, (España: Editorial Díaz de Santos, 2000) 367-379
11. Pedro Elez-Martinez, Robert Soliva-Fortuny, Shela Gorinstein " Natural Antioxidants Preserve the Lipid Oxidative stability of Minimally Processed avocado Puree" **Journal of food science** 70 (May 2005)
12. Pokorny Jan, Yanishlieva Nedyalka, Gordon Michel, **Antioxidantes de los alimentos**, (España: editorial Acribia, 2005)
13. Southgate David, "Mermeladas", en **Conservación de frutas y hortalizas**, (España: Editorial Acribia, 1992) 27

14. Kersstap, Nicanor et al, "Desarrollo de una mermelada de nopal (*Opuntia ficus indica*) rica en fibra y baja en calorías" **Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Laboratorio de Cacología del Jardín botánico de la Universidad Nacional Autónoma de México.**

15. Norma Mexicana NMX-F-131-1982 Alimentos para Humanos. Frutas y Derivados. Mermelada de Fresa

16. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994 Método para la cuenta de Bacterias Aerobias en placa.

17. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994 Método para la cuenta de Mohos y Levaduras.

19. Norma Oficial Mexicana NOM- 051-SCFI-1994 Especificaciones Generales de Etiquetado para Alimentos y Bebidas No Alcohólicas preenvasados.

18. CODEX STAN 192-1995 Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios

SITIOS EN WEB

APROAM (Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapan Michoacán), **Producción de Aguacate**, 2008. [en línea, disponible en: <http://www.aproam.com/CULTIVO/produccion.htm>; Internet, accesado el 20 de agosto de 2008)

Acido Cítrico, Proceso de obtención Dirección de Industria Alimentaria - S.A.G.P. y A, Revista Alimentos Argentinos N° 12 (en línea disponible en <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/alimentos/inicio.htm>; Internet accesado el 30 de Marzo de 2009)

Barrientos y López, **Historia y genética del aguacate**, (en línea disponible en http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX_1998/cicit; Internet accesado el 26 de Abril del 2009)

Calvo Miguel, **Pectinas** (en línea, disponible en <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/pectinas.html>; Internet accesado el 24 de agosto de 2008)

Características físicas y químicas de la pectina (en línea disponible en http://descargas.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/01383875355804721199802/002339_2.pdf; Internet; accesado el 15 de agosto de 2008)

Dorantes, **Effect of anti-browning compounds on the quality of minimally processed avocados / Efecto de inhibidores del pardeamiento en la calidad de aguacates mínimamente procesados**, 73 Food Science and Technology International, Vol. 4, No. 2, 107-113, 1998 (en línea, disponible en: <http://fst.sagepub.com/cgi/content/abstract/4/2/107>; Internet; accesado el 25 de agosto de 2008)

El cultivo del aguacate (en línea disponible en http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/aguacate2.htm; Internet; accesado el 16 de agosto de 2008)

Espinosa Julieta, **Oro verde para la salud** (en línea, disponible en <http://www.uaq.mx/fcps/tribuna/328/cie02.htm>; Internet; accesado el 16 de agosto de 2008)

Moreno, Barbara, **Estudio Monográfico del Aguacate (Persea americana Mill.)**, Facultad de Química, UNAM, 2008);Internet, accesado el 21 de agosto de 2008)

Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 1980.

Proceso de obtención de aguacate en polvo (en línea disponible en <http://www.wipo.int/pctdb/fr/ia.jsp?ia=MX2006%2F000012&IA=MX2006%2F000012&DISPLAY=CLAIMS>; Internet accesado el 24 agosto de 2008)

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación), **Normas de Aguacate**, 2007.(en línea, disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/pages/comp/norma/aguac.htm>; Internet; accesado el 14 de abril de 2009)

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) **Anuario estadístico**, 2008. (en línea, disponible en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>; Internet; accesado el 25 de agosto de 2008)

ANEXO I

 **Cuestionario Prueba Sensorial** 

PRUEBA SENSORIAL
ESCALA HEDÓNICA Y ESTRUCTURADA NIVEL DE AGRADO
PRODUCTO: MERMELADA DE AGUACATE

NOMBRE: _____ SEXO: _____ EDAD: _____
_____ años

1. Pruebe la muestra e indique con una X sobre la escala su nivel de agrado.
2. Indique con una X, sobre cada escala numérica, que tanto le agrada la característica que se le indica, tomando 1 como la menor calificación y 5 como la máxima.
3. Con respecto a la pregunta a su derecha y si gusta haga algún comentario. Gracias.

Parte 1 ←

Gusta muchísimo	_____
Gusta mucho	_____
Modestamente	_____
Disgusta mucho	_____
Disgusta muchísimo	_____

Parte 2

<p>COLOR</p> <p>←----- ----- ----- ----- -----→</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>TEXTURA (en boca)</p> <p>←----- ----- ----- ----- -----→</p> <p>1 2 3 4 5</p>
<p>AROMA</p> <p>←----- ----- ----- ----- -----→</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>APARIENCIA GENERAL</p> <p>←----- ----- ----- ----- -----→</p> <p>1 2 3 4 5</p>
<p>SABOR</p> <p>←----- ----- ----- ----- -----→</p> <p>1 2 3 4 5</p>	

Parte 3.

¿Cuánto pagaría por el producto en un frasco de 250g? _____

Figura 24: Cuestionario aplicado durante la Evaluación Sensorial.

ANEXO II

Preparación de Medios

❖ Solución Salina 0.085 %

Composición:

Agua Destilada	200 ml
NaCl	1.7 g

Se disuelve el Cloruro de sodio en un matraz con 50ml de agua destilada, posteriormente se afora hasta completar el volumen y se agita. La solución se reparte a razón de 9 ml en 6 tubos de 160 x 16 milímetros. Esterilización a 115° C durante 30 minutos.

❖ Agar Plate Count

Merck KGaA

Este medio es favorable al crecimiento de Mesófilos aerobios.

Composición:

Peptona de caseína	50 g/L
Extracto de levadura	2.5 g/L
D(+) Glucosa	2.5 g/L
Agar Agar	14.0 g/L

pH 7.0 0.2 a 25 C

Se disuelve el medio en un matraz Erlenmeyer de 500 ml con agua destilada por calentamiento suave y agitación. Esterilización a 115° C durante 30 minutos. El medio se reparte en 12 cajas Petri de plástico y se deja enfriar.

❖ **Agar Dextrosa Sabouraud**

Becton Dickinson de Mexico SA de CV

Este medio es favorable al crecimiento de Hongos y Levaduras.

Composición:

Agar	15.0 g
Dextrosa	40.0 g
Peptona	5.0 g
Peptona de caseína	5.0 g

pH 5.6 0.2 a 25° C

Se disuelve el medio en un matraz Erlenmeyer de 500 ml con agua destilada por calentamiento suave y agitación. Esterilización a 115° C durante 30 minutos. El medio se reparte en 12 cajas Petri de plástico y se deja enfriar.