



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**DESARROLLO DE UN SORBETE DE JAMAICA Y
CHÍA REDUCIDO EN CALORÍAS, ADICIONADO CON
FIBRA**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA EN ALIMENTOS

PRESENTA:

ALEJANDRA RODRÍGUEZ MENDOZA

ASESORA: I.B.Q LETICIA FIGUEROA VILLARREAL.

COASESORA: I.A EVA TERESA GONZÁLEZ BARRAGÁN

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2019.



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO



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

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

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

Desarrollo de un sorbete de jamaica y chía reducido en calorías, adicionado con fibra.

Que presenta la pasante: Alejandra Rodríguez Mendoza

Con número de cuenta: 309279224 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería en Alimentos

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

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 02 de Abril de 2018.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal	
VOCAL	M. en C. Julieta González Sánchez	
SECRETARIO	Dra. Virginia Agustina Delgado Reyes	
1er. SUPLENTE	I.A. Alberto Solís Díaz	
2do. SUPLENTE	Dra. María Elena Pahua Ramos	

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

LMCF/cga*

Agradecimientos

A mis padres por darme las fuerzas y las ganas de ser alguien en la vida, por apoyarme en todo momento y nunca dudar de mí, por la valiosa educación que me dieron.

A ti mamá por apoyarme incondicionalmente y forjarme como la mujer que hoy soy, te agradezco infinitamente porque sin ti el camino no sería el mismo.

A ti papá por ser mi más grande ejemplo a seguir, por siempre mostrarme que por más difícil que sea el camino, si se puede.

A mi compañero de vida, Víctor, sin ti el camino no hubiera sido tan bonito, no fue fácil pero valió cada segundo, gracias por tu apoyo, comprensión y cariño, por sacarme de todos los baches y por seguir animándome a superarme, te amo infinitamente.

A mi hija, mi pequeña Aylin, eres el motor mas grande en mi vida, gracias por mostrarme las cosas importantes en la vida, te amo.

A mis hermanas Tania y Brenda, mis ingenieras favoritas, siempre serán un ejemplo para mí, gracias por apoyarme en todas mi decisiones y estar en todo momento.

A toda mi familia que siempre me ha apoyado, los quiero.

A mis amigos Ame, Alfred, Viri, Kari, Omar, Aarón, que hubiera sido sin ustedes la universidad, gracias por cada momento que pasamos juntos y gracias por seguir aquí.

A mis asesoras, la profesora Eva Teresa González, gracias por apoyarme en este proyecto, por brindarme sus conocimientos y seguir en mi camino después de tanto tiempo, es un gran ejemplo a seguir, a la profesora Leticia Figueroa por todos sus conocimientos, consejos y por apoyarme hasta el final.

A todos los docentes que aportaron a mi formación, gracias por compartir todos sus conocimientos.

A la UNAM por abrirme sus puertas y formarme como profesional.

Por mi raza hablará el espíritu.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES	4
1.1 Alimentos funcionales	4
1.2 Helado	6
1.2.1 Generalidades	6
1.2.2 Clasificación	7
1.2.3 Componentes básicos del helado	8
1.2.4 Proceso de elaboración.....	11
1.3 Materias primas utilizadas en la elaboración del sorbete	13
1.3.1 Flor de jamaica.....	13
1.3.2 Semilla de chía.....	15
1.3.3 Sustitutos de azúcar.....	17
1.3.4 Estabilizantes	23
1.3.5 Fibras dietarías	25
1.4 Evaluación sensorial.....	29
1.4.1 Tipos de jueces.....	29
1.4.2 Entrenamiento de jueces.....	31
1.4.3 Tipos de pruebas.....	33
1.4.4 Nuevas metodologías.....	37
1.5 Mercadotecnia.....	39
1.5.1 Mercados	39
1.5.2 Estudio de mercado.....	40
1.5.3 Atributos del producto.....	41
1.6 Desarrollo de productos.....	45
1.6.1 Definición.....	45
1.6.2 Metodología del desarrollo de productos.....	46
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	51
2.1 Objetivos.....	51
2.2 Cuadro metodológico.....	52
2.3 Descripción de la metodología experimental.....	53

2.3.1 Actividades preliminares.....	53
2.3.1. Objetivo 1. Estudio de mercado.....	58
2.3.3 Objetivo 2. Elaboración de prototipos y evaluación de características físicas	59
2.1.4 Objetivo 3. Evaluación sensorial descriptiva de prototipos seleccionados	66
2.3.5 Objetivo 4. Determinación de composición química.....	68
2.3.6 Objetivo 5. Análisis microbiológico	68
2.3.7 Objetivo 6. Evaluación sensorial afectiva.....	71
2.3.8 Objetivo 7. Selección de envase, diseño de etiqueta y costo de producción	72
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	74
CONCLUSIONES.....	99
RECOMENDACIONES	100
REFERENCIAS	101

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Formulación típica del helado (Clarke, 2004).....	7
Tabla 2. Formulación típica de sorbetes (Clarke, 2004)	8
Tabla 3. Composición química del jarabe de agave (NMX-FF-110-SCFI-2008).....	20
Tabla 4. Técnicas para el análisis de la flor de jamaica.....	53
Tabla 5. Técnicas para el análisis de la semilla de chía.	54
Tabla 6. Formulación de concentrado de jamaica.	61
Tabla 7. Formulación inicial (base) del sorbete de jamaica.	61
Tabla 8. Materias primas utilizadas en la elaboración del sorbete de jamaica.	61
Tabla 9. Factores y niveles del diseño experimental.....	62
Tabla 10. Prototipos de sorbete de jamaica.....	62
Tabla 11. Parámetros físicos a evaluar en el sorbete y proceso de elaboración.....	64
Tabla 12. Atributos sensoriales a evaluar.	66
Tabla 13. Técnicas de AQP de producto final.	68
Tabla 14. Análisis fisicoquímicos del producto final.....	68
Tabla 15. Especificaciones sanitarias microbiológicas para sorbetes.	69
Tabla 16. Límite máximo permisible de hongos y levaduras.	69
Tabla 17. Costos de la materia prima para la elaboración del sorbete.	73
Tabla 18. Resultado análisis químico proximal de flor de jamaica (Ortiz, S., 2008).....	74
Tabla 19. Resultado análisis químico de la chía (Jiménez et al., 2013).....	75
Tabla 20. Sorbetes comercializados en supermercados.	76
Tabla 21. Resultado de evaluación física de prototipos.....	81
Tabla 22. Resultados de análisis de tamaño de burbuja, tabla ANOVA	82
Tabla 23. Resultados de análisis de tamaño de cristal, tabla ANOVA	82
Tabla 24. Resultados de análisis de punto de fusión, tabla ANOVA	83
Tabla 25. Prototipos seleccionados de la evaluación de parámetros físicos.....	85
Tabla 26. Resultados de overrun de prototipos seleccionados.	85
Tabla 27. Formulación del sorbete final.....	87
Tabla 28. Resultados AQP del sorbete de jamaica.	88
Tabla 29. Resultados fisicoquímicos del sorbete de jamaica.....	90
Tabla 30. Resultados microbiológicos del sorbete de jamaica.	91
Tabla 31. Información nutrimental del sorbete de jamaica.	96
Tabla 32. Costo directo del sorbete de jamaica	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Encuesta investigación de mercado.....	59
Figura 2. Diagrama de proceso de la elaboración del sorbete de jamaica.....	60
Figura 3. Diagrama de proceso para la elaboración de los 8 prototipos.....	63
Figura 4. Cuestionario de evaluación sensorial descriptiva.....	67
Figura 5. Cuestionario de aceptación.....	72
Figura 6. Cuidado de la alimentación.....	76
Figura 7. Interés en el beneficio que se busca en los productos alimenticios.....	77
Figura 8. Beneficio que busca el consumidor.....	78
Figura 9. Importancia en la reducción de azúcar.....	78
Figura 10. Productos que el consumidor ha de dejado de consumir.....	79
Figura 11. Propiedades que el consumidor atribuye a la semilla de chía.....	80
Figura 12. Interés en comprar el sorbete de jamaica.....	80
Figura 13. Tamaño del envase que prefiere el consumidor.....	81
Figura 14. Efecto texturizante (fibra).....	83
Figura 15. Prototipo con inulina (Plan 2.5).....	84
Figura 16. Prototipo con texturizante comercial (Plan 2.5).....	84
Figura 17. Efecto algarrobo en punto de fusión.....	84
Figura 18. Grafico radial de perfil sensorial de los prototipos C, D y sorbete tradicional. ..	86
Figura 19. Resultado encuesta. Grado de aceptación.....	92
Figura 20. Resultado encuesta. Precio que pagaría el consumidor.....	93
Figura 21. Resultados encuesta. Propuesta del consumidor para mejora del sorbete.....	94
Figura 22. Envase de sorbete.....	94
Figura 23. Etiqueta del sorbete.....	95
Figura 24. Leyendas en etiqueta del sorbete.....	96
Figura 25. Nombre, imagen y especificaciones en etiqueta del sorbete.....	96
Figura 26. Marca comercial.....	96
Figura 27. Información nutrimental en etiqueta.....	97
Figura 28. Información nutrimental frontal de la etiqueta.....	97
Figura 29. Ingredientes, lugar de elaboración y dependencia en etiqueta.....	97

RESUMEN

En el presente trabajo se explica la metodología del desarrollo de un sorbete funcional, el cual se elaboró con extracto de flor de jamaica, se adicionó con chía debido a sus características nutricionales y fibra dietética, así mismo se redujo el contenido calórico sustituyendo la adición de azúcar por jarabe de agave y estevia.

Mediante un estudio de mercado se demostró la viabilidad del producto y se determinó que el mercado meta son personas adultas de entre 20 y 30 años de edad. Se llevó a cabo un experimento en donde se evaluó el punto de fusión, tamaño de cristal, tamaño de burbuja y overrun a 8 prototipos de sorbetes variando el tipo de fibra dietética adicionada (mezcla de fibras e inulina), concentración de CMC (0.3%, 0.15%) y adición de goma de algarrobo (con y sin) para la elección de los prototipos de mejores resultados, en donde se eligieron dos prototipos con las mejores características de tamaño de burbuja, punto de fusión y overrun. Posteriormente se evaluaron sensorialmente para obtener sus perfiles sensoriales y elegir el prototipo con las características deseadas dando como resultado un sorbete con inulina como fibra adicionada, goma de algarrobo y 0.15% de carboximetilcelulosa. Se realizaron los análisis químicos y fisicoquímicos de humedad (84.91%), cenizas (0.44%), proteínas (0.65%), fibra (3.08%), carbohidratos (10.27%), lípidos (0.65%), acidez (0.0283 g de ac. Malico/100g de producto) y pH (1.65). Se analizó el sorbete microbiológicamente de acuerdo a la normatividad mexicana respecto a coliformes totales, bacterias aerobias y mohos y levaduras confirmando la calidad sanitaria del sorbete.

Se eligió un envase de cartón encerado de 100 ml y se elaboró el etiquetado de acuerdo a normatividad mexicana, obteniendo así un producto funcional con ingredientes de alto valor nutricional que conjuntamente ayudaron a obtener un sorbete de textura y sabor agradable.

INTRODUCCIÓN

La nueva tendencia en la industria alimenticia busca la mejora en la formulación de productos que representen un beneficio directo sobre la salud del consumidor, ya que en los últimos años ha incrementado el interés de los consumidores por adquirir productos alimenticios más sanos (González *et al*, 2012). Los alimentos funcionales están definidos como aquellos alimentos que contiene un componente o nutriente con actividad selectiva beneficiosa, lo que le confiere un efecto fisiológico adicional a su valor nutricional (Madrigal y Sangronis, 2007).

De acuerdo a la Secretaria de Salud en nuestro país destacan enfermedades como el sobrepeso y la obesidad, y como consecuencia de éstas la diabetes. Uno de los factores que impulsan el desarrollo de estas enfermedades son los hábitos alimenticios y los cambios en los estilos de vida actual, donde predomina el sedentarismo y el consumo de alimentos altos en niveles calóricos. Es por eso que en este trabajo se desarrolló un sorbete funcional de flor de jamaica y chíá, con un menor contenido calórico y de azúcar al de un sorbete tradicional, que además aporte fibra dietética, la cual previene algunas patologías como la diabetes, alto colesterol y desordenes gastrointestinales (Cañas *et al.*, 2011).

Los sorbetes son el producto resultante de congelar una mezcla debidamente pasteurizada y homogenizada de diversos productos con agua, al cual se le añade frutas o su equivalente en zumos naturales o concentrados y espesantes (Madrid y Cenzano, 2003).

La jamaica" o "flor de jamaica" (*Hibiscus sabdariffa L.*), como se conoce popularmente en México se ha utilizado ampliamente en la medicina tradicional mexicana ya que se le atribuyen algunas propiedades como antihipertensivo y diurético (Alarcón *et al.*, 2011). La flor de jamaica es considerada una buena fuente de nutrientes, debido a su composición. Los cálices se emplean en la elaboración de bebidas refrescantes o infusiones

calientes, como jaleas, mermeladas, salsas, dulces, conservas, vinos de mesa, gelatinas, helados, entre otros (Ortiz, 2008).

El sorbete de jamaica fue adicionado con chía, dado que se caracterizan por aumentar el valor nutricional (Svec *et al.*, 2015). Las semillas de chía (*Salvia hispanica L.*) se caracteriza por ser fuente de ácidos grasos no saturados (Jiménez *et al.*, 2013), así como de antioxidantes, proteínas y minerales (calcio, hierro, zinc, fósforo, magnesio) (Svec *et al.*, 2015), además de que el mucílago de la semilla de chía es considerado fibra dietética, y puede ser usado en aplicaciones tecnológicas como espesante y formador de gel (Campos *et al.*, 2016).

El azúcar fue sustituido por jarabe de agave y stevia; el jarabe de agave es la sustancia dulce natural producida por hidrólisis de los fructanos almacenados en la planta de maguey, se ha popularizado por su capacidad prebiótica e índice glucémico bajo, respecto a otros jarabes y mieles naturales (Mellado y López, 2013), y la stevia rebaudiana es una planta, miembro de la familia de las asteráceas, conocida como “hoja dulce”, es uno de los edulcorantes con el sabor más parecido al azúcar que no aporta calorías (Duran *et al.*, 2012). Se adicionó fibra dietética por sus beneficios prebióticos y para mejorar la textura del sorbete. La denominación de fibra dietética se aplica a aquellas sustancias de origen vegetal, en su mayor parte hidratos de carbono, no digeridas por las enzimas humanas y con la peculiaridad de ser parcialmente fermentadas por bacterias colónicas (Silveira *et al.*, 2003). Los estabilizantes son un grupo de ingredientes usados en la elaboración de helados en bajas concentraciones y son usualmente polisacáridos o gomas (Clarke, 2004) por lo que se usó carboximetilcelulosa sodica (CMC) y goma de algarrobo, para impartir suavidad y textura al sorbete.

El propósito de estas variantes es ofrecer una alternativa saludable de postre para que el consumidor pueda hacerlo parte de su dieta diaria.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

1.1 Alimentos funcionales

Las tendencias mundiales de la alimentación en los últimos años indican un interés de los consumidores hacia los alimentos, que además del valor nutritivo aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano. Estas tendencias de alimentación generaron una nueva área de desarrollo en las ciencias de los alimentos y de la nutrición que corresponde a la de los alimentos funcionales (Alvídrez *et al.*, 2002).

El concepto de los alimentos funcionales nació en Japón en los años 80s, las autoridades sanitarias japonesas pensaron en mejorar la calidad de vida, para controlar los crecientes gastos en salud pública, generados por una expectativa de vida mayor por parte de la población, (Valenzuela *et al.*, 2014), fue así como se introdujo este nuevo concepto de alimentos encaminados a mejorar con su consumo la salud de la población (Silveira *et al.*, 2003).

Actualmente se engloban bajo el nombre de FOSHU abreviatura del inglés “Food with Specific Health Uses”, alimentos para uso específico de salud (Valenzuela *et al.*, 2014) y están definidos como aquel alimento que contiene un componente, nutriente o no nutriente, con actividad selectiva relacionada con una o varias funciones del organismo, con un efecto fisiológico añadido por encima de su valor nutricional y cuyas acciones positivas justifican que pueda reivindicarse su carácter funcional (fisiológico) o incluso saludable (Silveira *et al.*, 2003), otros autores también los definen funcionales porque se le han removido aquellos componentes del alimento que pueden tener un efecto perjudicial en la salud, como por ejemplo la remoción de componentes alérgenos, irritantes, hipercalóricos, entre otros (Valenzuela *et al.*, 2014). Algunas de las principales funciones de este tipo de alimentos son las relacionadas con un óptimo crecimiento y desarrollo, la función del sistema

cardiovascular, los antioxidantes, el metabolismo de xenobióticos, el sistema gastrointestinal, entre otros (Alvídrez *et al.*, 2002).

Existen diferentes tipos de alimentos funcionales los cuales se dividen en probióticos, prebióticos y simbióticos.

Probióticos: se caracterizan por contener microorganismos vivos, el yogur y otros derivados lácteos fermentados son los principales productos de este grupo (Silveira *et al.*, 2003). Por definición los probióticos son “un suplemento alimenticio microbiano vivo que es beneficioso para la salud” (Gibson, 2007).

Algunos de los mecanismos más relevantes por los cuales los probióticos ejercen sus acciones beneficiosas, son la producción de lactasa, la modificación del pH intestinal, la producción de sustancias antimicrobianas, la competición con microorganismos patógenos por sus receptores, lugares de unión y nutrientes precisos para su desarrollo, el estímulo del sistema inmune y la generación de citoquinas (Silveira *et al.*, 2003).

Prebiótico: es un ingrediente alimentario no digerible que afecta beneficiosamente al huésped mediante la estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de una o un número limitado de bacterias en el colón, que pueden mejorar la salud del huésped (Gibson, 2007).

Las principales acciones de los prebióticos ocurren a nivel gastrointestinal, debido a su configuración β (llegan al colon sin ser digeridos), ahí son fermentados por las bacterias colónicas, lo que condiciona la selección de la flora de bifidobacterias (Silveira *et al.*, 2003).

Los carbohidratos de la dieta tales como la fibra, son prebióticos pero los más relevantes son los oligosacáridos no digeribles, debido a su metabolismo selectivo. En particular la ingestión de fructooligosacáridos (FOS) se ha demostrado que estimula las bifidobacterias en el intestino inferior (Gibson, 2007).

Simbióticos: así es como se le denomina a la asociación de un probiótico con un prebiótico, por lo que se dice que dicha asociación proporciona efectos sinérgicos. Un ejemplo son los preparados lácteos ricos en fibra fermentados por bifidobacterias. (Silveira *et al.*, 2003).

1.2 Helado

1.2.1 Generalidades

La naturaleza humana, se ve atraída hacia los alimentos ricos en sabor y sensaciones, de esta manera, los postres constituyen un tipo de alimento altamente demandado por los consumidores de productos azucarados. Uno de estos postres lo constituye el helado, el cual cuenta con un sabor agradable al paladar y al mismo tiempo proporciona sensaciones de frescura, es catalogado como uno de los postres más importantes a nivel mundial, dado su alto consumo (González *et al.*, 2012).

De acuerdo a la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-036-SSA1-1993, el helado es un alimento producido mediante la congelación con o sin agitación de una mezcla pasteurizada compuesta por una combinación de ingredientes lácteos pudiendo contener grasas vegetales, frutas, huevo y sus derivados, saborizantes, edulcorantes y otros aditivos alimentarios. El sorbete, es definido como el producto que cumple con la definición de helado, excepto en que su contenido de grasa, sólidos no grasos y sólidos totales son inferiores a los del helado. Físicoquímicamente el helado es una dispersión coloidal que consiste de una emulsión-espuma congelada que se mantiene homogénea durante su almacenamiento, que consta de una fase dispersa (con tres principales componentes estructurales: burbujas de aire, cristales de hielo y glóbulos de grasa emulsionados y dispersados) que se encuentra inmersa en una fase continua (fase líquida de alta viscosidad con azúcares, proteínas e hidrocoloides disueltos en agua no congelada, fase denominada suero (Pintor y Totosaus, 2013).

1.2.2 Clasificación

Existen diferentes clasificaciones dada su composición, ingredientes, envasado, etc. La clasificación básica de los helados es:

- Helados de agua (sorbetes): como base principal tienen agua y se presentan en estado sólido y granizados.
- Helados de leche: su base principal es la leche u otros productos lácteos (Madrid y Cenzano, 2003).

El helado también se puede clasificar de acuerdo a su calidad, categorizándolos como de primera calidad, estándar o económico; el helado de primera calidad es generalmente hecho con ingredientes de alta calidad y tiene una cantidad relativamente alta de grasa láctea y la mínima cantidad de aire, por lo que resulta de un costo mayor, mientras que el helado económico está hecho de ingredientes más baratos, por ejemplo grasa vegetal y contiene más aire. Sin embargo, estos términos no están definidos legalmente en el mercado, y la calidad puede ser similar a un helado estándar de otro (Clarke, 2004), en la Tabla 1 y 2 se presenta las formulaciones típicas del helado y sorbete de calidad estándar.

Tabla 1. Formulación típica del helado (Clarke, 2004).

Ingredientes	Contenido (%)
Grasa	7-15
Proteína de leche	4-5
Lactosa	5-7
Otros azúcares	12-16
Estabilizantes	0.5
Sólidos totales	28-40
Agua	60-72

Tabla 2. Formulación típica de sorbetes (Clarke, 2004)

Ingredientes	Contenido (%)
Azúcar	14-25
Estabilizantes	0.5
Ácido cítrico	0.5
Sólidos totales	15-25
Agua	75-85

1.2.3 Componentes básicos del helado

- *Agua*, es el principal componente de sorbetes y granizados, se utiliza para la dispersión del resto de los ingredientes de la formulación, por lo que es el principal componente de la fase continua (Pintor y Totosaus, 2013). En general es un componente con una proporción alta en los helados (típicamente de 60-72%) y en sorbetes (75%-85%). El agua sirve como medio para todos los ingredientes ya sean disueltos o dispersos. Durante la congelación y endurecimiento la mayoría del agua se convierte en hielo (Clarke, 2004).
- *Leche*, es un ingrediente básico en muchos tipos de helados, pero además de la leche como base de helados se utilizan derivados lácteos como la leche desnatada, nata, mantequilla, leche concentrada, condensada o evaporada, leches fermentadas, leche en polvo, suero en polvo, entre otros (Madrid y Cenzano, 2003).

Las proteínas de la leche de vaca tienen dos importantes funciones en el helado, pueden estabilizar la fase continua de la emulsión y de espumas, y contribuye con el sabor lácteo característico (Clarke, 2004).

- *Azúcares*, son usados en todos los tipos de helados y sorbetes, se usa una gran gama de moléculas como la glucosa, fructosa, sacarosa y

lactosa (Clarke, 2004). Los azúcares aportan el sabor dulce y un aporte energético importante, la sacarosa es el azúcar más utilizado en los helados (Madrid y Cenzano, 2003).

Además los azúcares disminuyen el punto de congelación de la fase acuosa, e incrementan la viscosidad, mejorando la textura y palatabilidad del helado. Los azúcares también disminuyen la dureza de los helados, al coadyuvar determinan el tamaño final de los cristales de hielo modificando el contenido de agua disponible en el sistema (Pintor y Totosa, 2013).

En la actualidad existen muchas personas que son afectadas por el tipo de edulcorante utilizado, esto en función de ciertas afecciones que puede sufrir el individuo, como las personas que sufren de obesidad o de diabetes mellitus. Es por esto, que la industria alimentaria busca producir helados que puedan ser consumidos por los individuos con este tipo de enfermedades y se han desarrollado productos con edulcorantes que puedan proporcionar el mismo poder endulzante que la sacarosa pero bajo en calorías. Pero el uso de sustitutos de la sacarosa puede tener un efecto significativo en las propiedades físicas, químicas y sensoriales de los helados (González *et al.*, 2012).

- *Frutas y zumos, y saborizantes*, su principal función es dar aspecto, olor y sabor que caracteriza a el helado (Madrid y Cenzano, 2003).

Los saborizantes utilizados en la fabricación de los helados por lo general se usan en forma de soluciones de compuestos de aroma y sabor, algunas son moléculas solubles o insolubles en agua, lo que afecta la percepción del sabor en el helado, los saborizantes solubles en agua están presentes en toda la matriz del helado y son liberados rápidamente al momento del consumo, mientras que los sabores insolubles en agua, son liberados lentamente. (Clarke, 2004).

La fruta se utiliza en helados como pulpa o trozos de fruta, lo que proporciona sabor, y como contraste de textura, se utilizan una amplia gama de frutas para la elaboración de helados como lo son las fresas, manzanas y frutas tropicales (Clarke, 2004).

- *Grasa*, juega un papel esencial en el helado, ya que disminuye el derretimiento, estabiliza y promueve la incorporación y dispersión de aire, incrementa la viscosidad, imparte el aroma y favorece la formación de cristales de hielo (Pintor y Totosaus, 2013).
- *Aditivos*, en los helados los aditivos se utilizan por economía, conservación y mejora, realizando la sustitución de algunos ingredientes como las grasas, leche en polvo, proteína, entre otras (Madrid y Cenzano, 2003).

Se pueden clasificar de acuerdo a su uso, por lo que tendríamos los aditivos para modificar las características organolépticas (colorantes, agentes aromáticos, potenciadores del sabor, edulcorantes artificiales), aditivos que mejoran las características físicas (estabilizantes, emulgentes, espesantes, gelificantes, etc), aditivos que evitan alteraciones químicas y biológicas (conservadores, antioxidantes) y aditivos mejoradores (reguladores de pH, acidulantes, alcalinizantes y neutrillizantes) (Madrid y Cenzano, 2003).

En conjunto, los emulsificantes y estabilizantes determinan las propiedades reológicas del producto (Posada *et al.*, 2012). El objetivo de estos hidrocoloides es dar suavidad, cuerpo y textura en los helados, retardando o reduciendo el crecimiento de cristales de hielo durante el almacenamiento, especialmente durante los periodos de fluctuación, impartiendo uniformidad y resistencia al derretimiento. También incrementan la viscosidad de la mezcla, promueven la incorporación de aire y estabilizan al sistema contra la separación de fases, ligando el agua libre (Pintor y Totosaus, 2013).

- *Colorantes*, tienen una gran influencia en la percepción del consumidor del sabor y su calidad. Los colorantes se adiciona para dar color a productos que prácticamente no lo tienen, para reforzar colores ya presentes y para garantizar la uniformidad del color entre diferentes lotes (Clarke, 2004).
- El *aire*, es otro componente indirecto que conforma la estructura del helado, formando un alimento que es una emulsión y una espuma a la vez, este aire se encuentra en forma de burbujas microscópicas o células, y estas burbujas de aire tienen que estar formadas adecuadamente y estabilizadas durante la fabricación (Abrate, 2017). Cuanto, más alto es el contenido de sólidos en el helado, más cantidad de aire es incorporado durante el batido-congelado. En los helados el porcentaje de rendimiento u overrun, es la manera de medir el aire que se introdujo durante el batido (Pintor y Totosaus, 2013). El control de la incorporación de aire en el helado es crítico para la calidad del producto y la estabilidad, por lo que el proceso de incorporar el aire en el helado y la reducción del tamaño de las burbujas de aire, en general requiere determinado esfuerzo de corte durante el proceso de congelado (Abrate, 2017).

1.2.4 Proceso de elaboración

El mercado de este postre no es controlado solamente por la cantidad que se produce, sino por la calidad. Un helado de calidad óptima es aquel que presenta una textura suave y cremosa, lo cual es logrado a partir del contenido de grasa y del tamaño de cristal de hielo formado durante el proceso respectivamente. En la actualidad, se considera que la calidad está principalmente ligada al tamaño de los cristales, el cual debe tener un valor medio entre 45 - 55 μ m (González *et al.*, 2012).

El proceso de elaboración del helado consta de seis pasos básicos los cuales influyen en la calidad del producto final (Pintor y Totosaus, 2013).

Mezclado de ingredientes. El mezclado de los ingredientes tiene por objeto dispersar e hidratar los ingredientes que conforman la base para el helado (Pintor y Totosaus, 2013). Los ingredientes son agregados en cantidades específicas y en un orden especial, para optimizar el mezclado primero son agregados los ingredientes líquidos agitando y calentando, posteriormente los ingredientes sólidos son adicionados (Clarke, 2004). Si existen componentes proteicos son los primeros en ser disueltos, posteriormente se agrega la grasa, emulsificantes, estabilizantes, y por último los azúcares (Pintor y Totosaus, 2013). Los ingredientes deben ser dispersos y disueltos de manera eficaz, y se debe asegurar que los ingredientes sensibles al calor no se dañen (Clarke, 2004).

Homogenización. Es el proceso responsable de la formación de la emulsión a través de movimientos mecánicos y temperaturas para la adecuada distribución de los compuestos, disminuyendo el tamaño y dispersando los glóbulos de grasa rodeados con una película proteica interfacial, para obtener una emulsión estable (Pintor y Totosaus, 2013)

Pasteurización. Es el proceso que mantiene el control biológico del helado, destruyendo bacterias patógenas que son adquiridas durante la manipulación de los ingredientes (Pintor y Totosaus, 2013). De acuerdo a la NOM-036-SSA1-1993 las mezclas para helados, sorbetes y bases o mezclas de crema y leche o grasa vegetal se deben someter a una temperatura de 68.5°C durante un tiempo de 30 minutos, o a una temperatura de 79,4°C durante un tiempo mínimo de 25 segundos, o someterlas a otra relación de tiempos y temperaturas cuyo efecto sea el mismo, y una vez alcanzados, las temperaturas y tiempos señalados se enfriará bruscamente a 4°C.

Maduración de mezcla. La mezcla, es enfriada para su reposo, con el fin de que se terminen de hidratar las proteínas de leche y estabilizantes, aumentando la viscosidad de la base para helado, mejorando la textura y calidad del helado (Pintor y Totosaus, 2013).

Batido-congelación. El agua libre de la base de helado se congela en este proceso. La mezcla se convierte en helado durante la congelación y batido, para generar los cristales de hielo y las burbujas de aire. La aireación simultánea con la congelación y el batido ha sido la base de la producción de helados desde su invención, tanto en la industria como en los fabricantes de helados artesanales (Clarke, 2004).

Solamente del 30 al 70 % del agua es congelada en este paso del proceso (Pintor y Totosaús, 2013), para evitar una textura indeseada debido a la formación de grandes cristales de hielo después de que la base es aireada y enfriada, se pasa a congeladores de -18 a -30 °C, durante este paso el agua continúa congelándose y el crecimiento de los cristales de hielo predomina sobre la nucleación (Pintor y Totosaús, 2013).

En una formulación de helado estándar, se obtiene un overrun de hasta aproximadamente 120%, sin embargo es difícil obtener un overrun de más de 60% en los productos donde la grasa y la proteína no están presentes, o sólo está presente en pequeñas cantidades, como en los sorbetes (Clarke, 2004).

1.3 Materias primas utilizadas en la elaboración del sorbete

1.3.1 Flor de jamaica

La *Hibiscus sabdariffa* L. es una planta herbácea sub-arbusto anual, que crece aproximadamente 2.4 m de altura con tallos color rojo y hojas alternas de color verde, con venas rojizas y peciolo largos o cortos, en México se le conoce coloquialmente como flor de jamaica. Es nativa de la zona de la India hasta Malasia, donde comúnmente se cultiva, pero ha sido ampliamente distribuido en zonas trópicas y subtropicales de ambos hemisferios, y se ha naturalizado en muchas áreas de las Indias Occidentales y América Central (Morton, 1987).

El fruto o infrutescencia consiste de un cáliz color rojo brillante a oscuro, el cual está conformado por cinco a siete sépalos ovalados que alcanzan de dos a tres centímetros de largo. El cáliz carnoso envuelve una cápsula o bellota de forma ovoide, densamente fibrosa, la cual presenta vellosidades urticantes, en su interior contiene aproximadamente 20 semillas de color marrón oscuro a negro (Alarcón *et al.*, 2007).

Los principales componentes que se encuentran en los cálices son antocianinas, ácidos orgánicos (principalmente ácido cítrico, málico, protocatéuico, tartárico y ascórbico), polisacáridos mucilaginosos (ácidos urónicos en forma de sal y el resto ramnosa, arabinosa y pequeñas cantidades de glucosa, xilosa y manosa), flavonoides (principalmente quercetina, gossipitrina, gosipetina, hibiscitrina y su aglicona hibiscetina), saponinas, fitosteroles, pectina y fibra (Castañeda y Caseras, 2014).

En general la composición química de los cálices frescos o secos de *H. sabdariffa* varía entre los estudios, probablemente debido a las diferentes variedades, factores genéticos, ambientales, ecología y condiciones de la cosecha de la planta (Da Costa *et al.*, 2014), de acuerdo a la recopilación bibliográfica en base fresca tiene un contenido aproximado de proteínas 1%, grasa de 0.1%, fibra de 2 a 3%, cenizas 1%, carbohidratos de 10 a 12%, con una humedad aproximada de 84% (Ortiz, 2008; Morton, 1987).

Dado que la flor de jamaica es una fuente de compuestos bioactivos tales como polifenoles, flavonoides, ácido ascórbico, entre muchos otros, otorga actividad antioxidante y otros efectos beneficios para la salud, dichos compuestos pueden valorizarse al formar parte de alimentos funcionales con alto valor agregado (Sumaya *et al.*, 2014).

Los cálices deshidratados de la flor de jamaica también son muy apreciados por su color, ya que a partir de estos pueden obtenerse extractos concentrados de color rojo con aplicación en la industria alimenticia y farmacéutica (Galicia *et al.*, 2008). Las antocianinas son los compuestos

responsables de esta coloración en la flor de jamaica, las antocianinas presentes más importantes son delfinidina-3-sambubiósido y cianidina-3-sambubiósido (Lara *et al.*, 2013), los efectos fisiológicos positivos de estos pigmentos vegetales están relacionados con su actividad antioxidante (Castañeda y Caseras, 2014).

El compuesto quercetina que se presenta en la flor de jamaica, el cual provoca la liberación de óxido nítrico, aumentando la relajación vascular renal aumentando la filtración de los riñones, por lo cual se le atribuyen efectos diuréticos (Alarcón *et al.*, 2011).

Estudios realizados en ratas han demostrado que el extracto acuoso del cáliz posee actividad antihipertensiva, los efectos antihipertensivos se han explicado a partir de diversos mecanismos producidos por las antocianinas, ácido clorogénico y quercetina (Castañeda y Caseras, 2014).

En México, la flor de jamaica se cultiva en los estados de Oaxaca, Michoacán, Colima, Veracruz y Guerrero; siendo este último el estado que ocupa el primer lugar a nivel nacional con aproximadamente el 90 % de la producción total, con un volumen mayor a las 3 mil toneladas de cálices secos por ciclo de cultivo, bajo el sistema maíz-jamaica (Contreras *et al.*, 2009), sembrándose de forma manual y simultánea al maíz (SIAP, 2014). Además existen otras ocho zonas productoras con superficies no mayores a las 100 ha, distribuidas tanto en la vertiente del Pacífico como del Golfo de México (Contreras *et al.*, 2009).

1.3.2 Semilla de chía

La Chía (*Salvia hispanica L.*) es una planta de angiospermas de la familia de la menta (*Lamiaceae*) caracterizada como una planta de climas tropicales y subtropicales. Es originaria de América tropical y de la región Mediterránea, habita en clima cálido, semicálido y templado (BDMTM, 2009), actualmente Australia es el más grande productor de semillas de chía (Prasad *et al.*, 2015).

La chía, era considerada sagrada en tiempos precolombinos, sus principales usos eran medicinales y alimentarios, pero también artísticos y religiosos (Alvarado, 2011), en general se consume en América, principalmente en la región que incluye a México y Guatemala (Campos *et al.*, 2016).

La *Salvia hispanica L.* es una planta de 1m de altura, con hojas alargadas o en forma ovada, de color verde oscuro en el anverso y verde pálido en el reverso. Las flores son de color morado o azul con cáliz en forma de tubo o campana colocadas en espigas (BDMTM, 2009). Las semillas son de forma ovalada, de color gris oscuro con pequeñas líneas negras y miden aproximadamente 2 mm de largo por 1 mm de ancho (Alvarado, 2011).

La popularidad de las semillas de chía ha aumentado entre los consumidores debido a que se le atribuyen propiedades promotoras de la salud como la reducción de los niveles de azúcar en la sangre, controlar la presión arterial, disminución de reflujo y acidez gastro-esofágico, entre otras (Prasad *et al.*, 2015).

Los componentes de reserva de las semillas consisten en proteínas, carbohidratos y lípidos, en general, son fuente de compuestos lipídicos que incluyen ácidos grasos, tocoferoles, triglicéridos, fosfolípidos, esfingolípidos y esteroides (Jiménez *et al.*, 2013).

La composición química de la chía varía de acuerdo al lugar de procedencia, pero en general tiene una composición aproximada de humedad 5-6%, proteína 19%, materia grasa 27-29%, cenizas 4-5%, hidratos de carbono 8-9% y fibra dietética 31-33% (Jiménez *et al.*, 2013; Alvarado, 2011).

Entre los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga encontramos dos grupos principales; los ácidos grasos omega-3 y omega-6, los cuales son ácidos grasos esenciales para el ser humano debido a que carecemos de la maquinaria enzimática necesaria para biosintetizarlos y por lo tanto son aportados por la dieta, el primer exponente de los ácidos grasos omega-3 es

el ácido α -linolénico, la chía es una semilla que se caracteriza por tener un alto contenido de ácido linolénico (Jiménez *et al.*, 2013). Estudios realizados a la semilla de chía muestran un perfil de ácidos grasos con ácido palmítico, esteárico, oleico, araquídico, linoleico y linolénico, el ácido graso alfa linolénico se presenta entre 59 y 62% del total, por lo que se dice es un alimento alto en este nutriente (Alvarado, 2011; Gutiérrez *et al.*, 2014).

Se ha demostrado la capacidad antioxidante de esta semilla, debida al contenido de carotenoides y colesterol (Maruyama *et al.*, 2014), su capacidad antioxidante es de 190 mg de ácido ascórbico por cada 10 g de la semilla (Alvarado, 2011).

Tiene un contenido de fibra aproximadamente de 33% (Jiménez *et al.*, 2013). El mucílago de semilla de chía es un polisacárido de alto peso molecular complejo extraído cuando la semilla entra en contacto con el agua, a la cual incrementa su viscosidad, estos polisacáridos complejos se consideran fibra dietética, y a la ingesta de estos se les atribuyen algunos beneficios como reducción de los niveles de colesterol y ayuda a las funciones intestinal (Campos *et al.*, 2016).

Se han realizado diversos estudios sobre la aplicación del mucílago de la semilla de chía en distintos alimentos, las propiedades como espesante, estabilizador y emulsificador de alimentos han sido comprobados, indicando que tiene un potencial igual o incluso mayor comparado con otras gomas comunes (Prasad *et al.*, 2015), también se ha demostrado que el mucílago de la chía puede reemplazar emulsionantes y estabilizantes en la formulación de helado, manteniendo la calidad del producto (Campos *et al.*, 2016).

1.3.3 Sustitutos de azúcar

De acuerdo a la Secretaría de Salud la mortalidad general, muestra un panorama donde las enfermedades no transmisibles son la principal causa de muerte, la Organización Panamericana de la Salud señala que estas son

impulsadas cada vez más por la globalización, urbanización, afectaciones económicas, demográficas, hábitos alimenticios y los cambios en los estilos de vida actual, donde predomina el sedentarismo y el consumo de alimentos altos en niveles calóricos y bajos en nutrientes.

Durán (2012) sugiere que sustituir el azúcar por edulcorantes bajos en calorías puede ser una estrategia eficaz de control de peso y de la diabetes, ya que algunos estudios realizados en esa línea indican que el consumo de bebidas endulzadas con azúcar promueven un balance energético positivo, por lo tanto un aumento de peso y el incremento en el riesgo de diabetes.

Jarabe de agave

En los últimos años el jarabe de agave se ha popularizado debido a su capacidad prebiótica y a su índice glucémico bajo respecto a otros jarabes y mieles naturales (Mellado y López, 2013). En las culturas prehispánicas fue considerado fuente natural de nutrientes y endulzante tradicional, hasta que fue desplazado por la miel de abeja y la caña de azúcar con la llegada de los españoles, actualmente se utiliza como aderezo y se le atribuyen algunas propiedades medicinales (Parra *et al.*, 2007).

La Norma Mexicana NMX-FF-110-SCFI-2008. Productos alimenticios – jarabe de agave- especificaciones y métodos de prueba, define el jarabe de Agave como la sustancia dulce natural producida por hidrólisis a partir de los oligosacáridos del agave.

El agave es la planta de la familia de las Agaváceas de hojas largas y fibrosas de forma lanceolada, cuyo color es particular de cada variedad (NMX-FF-110-SCFI-2008), es nativo de México, y es comúnmente conocido como maguey, se cuenta con una gran variedad de agaves y se cultiva en 26 estados de la República Mexicana (Castro y Guerrero, 2013).

Las plantas del género *Agave* almacenan fructanos (polímeros de fructosa) como principal carbohidrato de reserva (Mellado y López, 2013), de este se obtienen tres bebidas fermentadas muy populares en México, el tequila, el pulque y el mezcal (Castro y Guerrero, 2013).

El jarabe de agave se obtiene por concentración de los azúcares del aguamiel a través de un tratamiento térmico, agitando constantemente (Parra *et al.*, 2007). El aguamiel es un líquido dulce de aproximadamente 15°Brix, este puede ser ácido o ligeramente alcalino, es incoloro y transparente, con un ligero olor herbáceo y con diversos minerales, rico en carbohidratos y proteínas, además de atribuírsele ciertas propiedades curativas tiene cierto poder laxante (Flores *et al.*, 2006).

Este producto es rico en carbohidratos como sacarosa, fructosa y glucosa, por lo que puede ser usado para la obtención de polisacáridos, fructanos de agave o jarabes de altafructosa. Estos últimos han ganado una particular atención como aditivos alimenticios debido a sus efectos benéficos a la salud, ya que estimulan la absorción de calcio en la postmenopausia de la mujer, incrementan la absorción de hierro en los niños, ayudan en la prevención del cáncer de colon y disminuyen el índice glucémico, siempre y cuando se haga un consumo moderado de estos jarabes (Muñiz *et al.*, 2013).

Los jarabes de agave son abundantes en fructosa y bajos en glucosa y tienen ausencia aparente de sacarosa, el contenido de glucosa en el jarabe de agave, en promedio es menor a 150 mg/g (Mellado y López, 2013), su índice glicémico es de 11, por lo que no necesita insulina para ser digerida (López, 2013).

De acuerdo a la NMX-FF-110-SCFI-2008, el contenido mínimo de fructosa debe de ser de 80%, a excepción del jarabe de agave parcialmente hidrolizado, en el que el contenido de fructosa es menor al 80 % como resultado de la hidrólisis parcial debiendo ser el contenido de inulina (oligofructosa) de agave, proporcional a la fructosa existente. La NMX-FF-110-

SCFI-2008, establece la composición química del jarabe 100% de agave y del jarabe de agave parcialmente hidrolizado (Tabla 3).

Tabla 3. Composición química del jarabe de agave (NMX-FF-110-SCFI-2008)

Jarabe 100% de agave	Jarabe de agave parcialmente hidrolizado
Mínimo de 80% de fructosa	Mínimo 70% de fructosa
Mín. 0.5 % de inulina	Mín. 0.5% de inulina
Máximo 4% de sacarosa	Máximo 2% de sacarosa
15% de dextrosa	25% de dextrosa
0.5% de manitol	0.5% manitol
2% de otros azúcares	2.5% de otros azúcares

La miel de agave tiene un alto contenido de fructanos, que son un tipo de fibra soluble compuesta de unidades de fructosa, una porción de esta fibra es fermentada por bacterias, en especial por las bifidobacterias que colonizan el intestino grueso por lo tienen algunas propiedades como la estimulación del crecimiento de la flora intestinal, son reducidos en calorías, son tolerados sin problemas por los diabéticos (ayudan a regular niveles de insulina), no forman caries y disminuye los niveles de colesterol y triglicéridos (López, 2013).

El estudio realizado por Mellado y López (2013) muestran la relación fructosa/glucosa del jarabe de agave, siendo este el que presentó una relación mayor, respecto a otros endulzantes (miel, jarabe de caña, jarabe de maíz), dada esta relación se requiere menos cantidad para endulzar, teniendo un poder edulcorante 30% mayor que el azúcar comercial (López, 2013).

El estudio realizado por López (2013) en ratones albinos (*Mus musculus*), demuestran la actividad antidiabética de la miel de agave, por lo que la

recomienda para ser consumida por personas diabéticas, como edulcorante o acompañante de sus comidas, ya que el consumo de cantidades pequeñas de fructosa (< 5.0 g/Kg de peso) mejoran el control glucémico posprandial en situaciones de hiperglucemia, debido a que la fructosa estimula la actividad de la glucoquinasa (enzima que en el hígado estimula la recaptura de glucosa y al síntesis de glucógeno durante el periodo posprandial).

Stevia

La *Stevia rebaudiana*, es una planta usada como edulcorante natural no calórico, es recomendada para personas diabéticas y personas obesas, desde una perspectiva de la salud es un buen recurso como edulcorante, ya que la stevia es el único edulcorante no nutritivo natural, al cual se ha relacionado con diversos beneficios para la salud, además de aumentar la saciedad. Sin embargo, tiene efectos perceptivos distintivos en las características sensoriales de los productos a los que se adiciona (Mielby *et al.*, 2016).

La *Stevia rebaudiana* es una planta originaria del Sudeste de Paraguay, miembro de la familia de las asteráceas, conocida como “hoja dulce”. Es un arbusto que puede alcanzar 65 a 80 cm, pero que cultivadas pueden llegar hasta 1.0 m de altura, sus hojas tienen aproximadamente 5 cm de longitud y 2 cm de ancho y se disponen alternadas de dos en dos. Los principios de la stevia se deben a sus componentes naturales activos presente en las hojas que son el esteviósido y rebaudiosidos A, B, C, D y E; dulcósido A, y esteviósido. El Esteviósido tiene un ligero sabor amargo y proporciona 250 a 300 veces el dulzor del azúcar (Durán *et al.*, 2012).

Dada esta característica, se ha sugerido utilizar los principios de percepción sensorial como el enmascaramiento, usando la suma de los compuestos de otros sabores para minimizar el sabor negativo en los productos alimenticios donde se utiliza este edulcorante (Mielby *et al.*, 2016).

Las hojas frescas de stevia contienen una gran cantidad de agua (80 a 85%), aparte de los glucósidos, las hojas contienen ácido ascórbico, β -caroteno, cromo, cobalto, magnesio, hierro, potasio, fósforo, riboflavina, tiamina, estaño, zinc, etc. Entre los productos químicos encontrados están la apigenina, austroinilina, avicularin, β -sitoesterol, ácido caféico, campesterol, cariofileno, centaureidin, ácido clorogénico, clorofila, kaempferol, luteolina, quercetina, estigmasterol, entre otras (Durán *et al.*, 2012).

Entre los principales países productores de estevia sobresalen Japón, China, Taiwán, Tailandia, Corea, Brasil, Malasia y Paraguay. Los mayores importadores mundialmente son Japón, China, Corea, Canadá, Australia, Unión Europea y USA (Espitia *et al.*, 2009).

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) en sus reuniones 68ª y 69ª del año 2008, estableció una Ingestión Diaria Admisible (IDA) para los glucósidos de esteviol de 0–4 mg por kg de peso corporal por día, expresada como esteviol.

La 68ª reunión del JECFA acordó que los glicósidos de esteviol son suficientemente estables térmicamente y por hidrólisis para su uso en alimentos, incluyendo bebidas ácidas, en condiciones normales de procesamiento y almacenamiento (FAO, 2017).

Se le atribuye al uso de la stevia propiedades que estimulan el estado de alerta, facilitan la digestión, las funciones gastrointestinales y mantiene la sensación de vitalidad y bienestar, también es reportado que disminuye el deseo de comer dulces y alimentos grasos (Durán *et al.*, 2012).

El efecto de la stevia como sustituto de la sacarosa fue estudiado en ratas por Elnaga *et al.* (2016), demostrando que ayuda en la pérdida de peso, en la reducción del colesterol total, triglicéridos y la concentración de lipoproteínas de baja densidad y en el incremento de la lipoproteína de alta densidad.

1.3.4 Estabilizantes

Carboximetilcelulosa de sodio.

La carboximetilcelulosa (E466) se deriva de la celulosa purificada a partir de algodón y pulpa de madera (Clarke, 2004). Es un derivado químico de la celulosa en la cual algunos de los grupos hidroxilo (-OH) son sustituidos con grupos carboximetil (-CH₂COOH) obtenido por la hidrólisis ácida y posterior alcalinización de la celulosa (Zamora, 2016; Valencia *et al.*, 2008). Las moléculas largas, cargadas negativamente producen un espesante estable que también puede precipitarse (Clarke, 2004).

Es un polisacárido, usado ampliamente en la industria de alimentos que forma soluciones claras, se disuelve rápidamente en agua fría o caliente, actúa como ligador de humedad, estabiliza emulsiones, mejora la viscosidad y textura de muchos productos, además, es un producto no calórico usado para desarrollar alimentos dietéticos (Valencia *et al.*, 2008).

Las propiedades de la goma de celulosa dependen del grado de sustitución y de la longitud de las cadenas de celulosa. La goma de celulosa no es tóxica y se hace muy viscosa al combinarse con agua. Se utiliza como espesante para alimentos y como estabilizador de emulsiones. La goma de celulosa también es un componente de lubricantes personales, pastillas de dieta, pinturas a base de agua, detergentes, y revestimientos para papel (Zamora, 2016).

Cuando se incluye en los helados, éstos alcanzan una "subida" por batido más alta, los helados de crema fabricados con CMC se derriten con rapidez, por lo cual la CMC suele utilizarse combinada con harina de semillas de algarrobo, harina de semillas de guar y carragenanos. Por ser La CMC de pH estable, sirve muy bien para la fabricación de sorbetes, además de que confiere a los helados de fruta una textura un tanto granulosa (De la Cruz, 2008).

Algarrobo

La goma de algarrobo también conocida como goma garrofín, es una harina con propiedades estabilizantes, extraída de las semillas del algarrobo (*Ceratonia Siliquoa*), tiene buenas propiedades como estabilizante, alta capacidad de retención de agua (70-82 veces su propio volumen), es soluble en frío y en caliente además de combinar bien con otros estabilizantes (Madrid y Cenzano, 2003).

Los polisacáridos llamados galactomananos son los formadores de esta goma, conocida bajo la sigla E410 en las sustancias aditivas de los alimentos. La goma de algarrobo se usa así mismo en la industria como agente estabilizador, espesante y aditivo en la industria alimenticia, farmacéutica, textil, papelería y, más recientemente, en la industria del petróleo además de que es utilizada para fabricar helados de alta calidad (Alzate *et al.*, 2008).

Es un polisacárido que consiste de una columna vertebral de manosa con ramificaciones laterales de galactosa en una cuarta parte de las unidades de manosa. Las ramas laterales se producen en bloques, dando regiones “suaves” de la cadena de manosa libre y regiones ramificadas de grupos laterales de galactosa (Clarke, 2004).

La proteína del algarrobo contiene el aminoácido esencial valina, en cantidades superiores a las informadas por el patrón FAO, incluso por encima de las cantidades presentes en la proteína de quinua (Estévez *et al.* 2012).

Forma geles bajo ciertas condiciones, se considera un buen estabilizador para helados y su capacidad de gelificación es crucial para algunos aspectos, sin embargo es costosa y no es de fácil disposición (Clarke, 2004). La goma de algarrobo es utilizada en la fabricación de helado ya que produce una estructura de gel fuerte alrededor de los cristales de hielo, ofreciendo alta resistencia a la formación de cristales de gran tamaño y protegiendo en la recristalización (Posada *et al.*, 2012).

El estudio realizado por Posada *et al.* (2012) a diferentes mezclas de estabilizantes en helado de crema, demuestran que la adición de goma de algarrobo en combinación de otro hidrocoloide, presenta un buen comportamiento frente a diferentes parámetros de calidad en helados de crema, así mismo los niveles utilizados logran ser más bajos que los usados en las industrias.

1.3.5 Fibras dietarias

A partir de la demanda actual del mercado de alimentos con contenido calórico reducido para minimizar los efectos negativos que tiene en la salud, se han realizado diferentes estudios sobre fuentes que provean propiedades similares, llamados reemplazantes de grasas y azúcares y sobre su efecto en las propiedades sensoriales. En investigaciones previas se han utilizado carbohidratos y proteínas como reemplazantes en la preparación de helados reducidos en grasas (Rodríguez y Campderrós, 2015).

Como parte de los carbohidratos, se ha usado las fibras dietarias (FD) que se encuentra principalmente en las paredes de las células vegetales y ha sido definida por la Asociación Americana de la Química de los Cereales, como la parte comestibles de las plantas o carbohidratos análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con una completa o parcial fermentación en el intestino grueso (Cañas *et al.*, 2011).

La FD tiene efectos benéficos para la salud humana, su ingesta se ha relacionado con la prevención de ciertas patologías como diabetes, alto colesterol, cáncer de colón y desórdenes gastrointestinales, entre otros. Además tiene buenas cualidades nutricionales por lo cual puede ser usado en la industria de alimentos como ingredientes funcionales (prebióticos) con excelentes resultados (Cañas *et al.*, 2011).

La FD se divide en dos tipos de fibra:

La fibra soluble, que es la porción soluble que está formada de gomas, mucílagos y pectinas, las cuales forman un gel cuando se mezclan con líquidos. Se encuentran en el salvado (arroz, avena, cebada y maíz), productos de harina blanca (pan blanco, pasta, etc.) y en algunas frutas y vegetales, especialmente en leguminosas tales como chicharos y frijoles.

La fibra insoluble, que es el material vegetal que no es digerible por enzimas del sistema digestivo humano y que no son solubles en agua caliente. Algunos alimentos con alto contenido de fibra insoluble son el salvado de trigo, palomitas de maíz, arroz integral, cereales, pastas y productos de granos integrales. Las leguminosas, frutas y vegetales contienen también alto contenido de fibra insoluble (Rayas y Romero, 2008).

Texturizante comercial (mezcla de fibras de acacia y trigo)

Hoy en día se han desarrollado sin número de texturizantes diseñados para mejorar las cualidades sensoriales de los alimentos. El texturizante que se evaluó en el sorbete es un texturizante comercial compuesto de una combinación de fibras solubles de acacia con fibras insolubles de trigo sin gluten. Es un agente de textura nutricional especialmente desarrollado para reducir el aporte en materias grasas y en azúcar. Al mismo tiempo preserva las propiedades organolépticas y aumenta la cantidad de fibras de los productos terminados.

No necesita ningún tratamiento térmico ni activación mecánica para desarrollar una textura suave única inmediatamente después de su disolución en agua. Además resiste a una amplia gama de pH, temperaturas y condiciones de proceso.

Es un texturizador listo para usar, se usa como ingrediente natural con propiedades organolépticas nutricionales, es fuente de fibras solubles e insolubles, sustituto natural y vegetal de materias grasas además de que amplía la vida útil del alimento.

Inulina

La inulina es un carbohidrato no digerible (fibra dietaria soluble) que está presente en muchos vegetales, frutas y cereales, en la actualidad se utiliza como ingrediente en alimentos funcionales (Arango *et al.*, 2008)

Está constituida por moléculas de fructosa unidas por enlaces β -(2→1) fructosil-fructosa, el término “fructanos” es usado para denominar este tipo de compuestos (inulina y sus derivados; oligofructosa y fructooligosacaridos). Las cadenas de fructosa tienen la particularidad de terminar en una unidad de glucosa unida por un enlace α -(1,2) (residuo -D glucopiranosil), como en la sacarosa, pero también el monómero terminal de la cadena puede corresponder a un residuo de β -D-fructopiranosil (Madrigal y Sangronis, 2007). Estos enlaces son los responsables de que la inulina no sea digerible como los demás carbohidratos, lo que a su vez tiene como consecuencia que tenga un bajo valor calórico y una funcionalidad nutricional como fibra dietética (Arango *et al.*, 2008).

Por lo que los fructanos permanecen intactos en su recorrido por la parte superior del tracto gastrointestinal, pero son hidrolizados y fermentados en su totalidad por las bacterias de la parte inferior del tracto gastrointestinal (Madrigal y Sangronis, 2007).

La propiedad de la inulina más importante estudiada es su comportamiento como prebiótico, definido por su capacidad selectiva de estimular el crecimiento de un grupo de bacterias en el colon (bifidobacterias y lactobacilos), con la consecuente disminución de otras especies que pueden ser perjudiciales como la *E. coli* y bacterias de la especie *Clostridium spp.* Otras propiedades beneficiosas a la salud que se le atribuyen al uso de la inulina son el refuerzo de las funciones inmunológicas (ante cáncer o tumores), el aumento de la biodisponibilidad de minerales, la mejora del metabolismo de las grasas y de la respuesta glicémico (Madrigal y Sangronis,

2007), además se ha demostrado que la ingesta de fibra soluble reduce los niveles de colesterol (De Luis *et al.*, 2010).

Además de usar la inulina y sus derivados como un ingrediente funcional, se usan en la alimentación animal para disminuir malos olores en las heces fecales, en la industria farmacéutica como material excipiente en tabletas, coadyuvante en vacunas y también como ingrediente estructurante en detergentes, en la industria química y de procesamiento, como agente quelante y anti-incrustante de tuberías, contenedores, cámaras de reacción y separación y demás equipos, para dar origen a “empaques bioactivos (Madrigal y Sangronis, 2007).

La inulina se presenta como un polvo blanco, sin olor, con sabor neutral y sin efecto residual lo que permite usarla prácticamente en cualquier alimento, además el aporte calórico de los fructanos es de apenas 1,5 kcal/g, lo que resulta ser reducido si se comparan con los carbohidratos digeribles (Madrigal y Sangronis, 2007).

La inulina también mejora la estabilidad de emulsiones y espumas, por lo que se usa como estabilizante en diversos productos alimenticios (helados, salsas, untables, postres cremosos, etc.), presenta sinergia con otros agentes gelantes como la grenetina, alginatos, carraginosos, gomas y maltodextrinas (Madrigal y Sangronis, 2007).

Es además una interesante propuesta como sustituto de grasa en diversos productos alimenticios (Rodríguez y Campderrós, 2015), se ha demostrado ya que la incorporación de la inulina al helado permite igualar las propiedades texturales y sensoriales del helado reducido en grasa, además de disminuir la velocidad de derretimiento (De Luis *et al.*, 2010)

1.4 Evaluación sensorial

Anzaldúa (2005) define la evaluación sensorial como el análisis de los alimentos u otros materiales por medio de los sentidos, la cual se utiliza para la medición y cuantificación de las características de un producto, ingrediente o modelo. Entre dichas características se pueden mencionar:

Apariencia: color, forma, conformación, uniformidad.

Olor: los miles de compuestos volátiles que contribuyen al aroma.

Gusto: dulce, amargo, salado y ácido (posiblemente también metálico, astringente y otros).

Textura: las propiedades físicas como dureza, viscosidad, granulosidad.

Sonido: aunque de poca aplicación en los alimentos se correlaciona con la textura; crujido, tronido, efervescencia.

La evaluación sensorial es multifacética ya que recurre al estudio y los fundamentos de disciplinas bien establecidas, como la psicología, química, física y la estadística (Pedrero y Pangborn, 1989).

La evaluación sensorial se usa para clasificar las materias primas y productos terminados, conocer que opina el consumidor sobre un determinado alimento, su aceptación o rechazo, así como su nivel de agrado, criterios estos que se tienen en cuenta en la formulación y desarrollo de los mismos (Espinosa, 2007).

1.4.1 Tipos de jueces

Teniendo en cuenta el entrenamiento al que han sido sometidos y la finalidad de las pruebas que se desean realizar, los sujetos que intervienen en el análisis sensorial pueden clasificarse en cuatro: el juez experto, el juez entrenado, juez semientrenado y el juez consumidor (Ibáñez y Barcina, 2001).

El número de jueces necesarios para que una prueba sensorial sea válida depende del tipo del juez que vaya a ser empleado (Anzaldúa, 2005).

Cuando el rendimiento de alguno de los jueces no signifique reproducibilidad en sus respuestas, o se demuestre muy diferente al resto del grupo, su trabajo debe excluirse en el momento o, si es posible, antes de la evaluación de datos (Pedrero y Pangborn, 1989).

Juez experto. Tiene gran experiencia en probar determinado tipo de alimento, posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento. Estos jueces se usan por ejemplo para identificar y distinguir nuevas marcas (Anzaldúa, 2005). Posee un conocimiento especializado sobre un producto en particular, basado en el contraste de sus evaluaciones con resultados analíticos físicos y químicos, su entrenamiento se basa en el aprendizaje bajo la dirección de otro juez experto, requiere tiempo prolongado, y consiste en pruebas periódicas (Ibañez y Barcina, 2001).

Juez entrenado. Es una persona que posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de la evaluación sensorial. Se emplean para pruebas de tipo descriptivas o discriminativas complejas (Anzaldúa, 2005). No existe un acuerdo sobre un número de catadores de un equipo sensorial analítico descriptivo, pero se recomienda un mínimo de 8 a 10 personas hasta 24, el número de jueces en realidad depende del tipo de prueba a realizar, el nivel de entrenamiento exigido, de los requisitos necesarios para que los resultados sean estadísticamente significativos y de la existencia o no de financiación alguna (Ibañez y Barcina, 2001).

Juez semientrenado. Se trata de personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen suficiente habilidad pero que solamente participan en

pruebas discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas (Anzaldúa, 2005). Las pruebas suelen efectuarse con un mínimo de 10 panelistas, realizando un número de repeticiones previamente establecido por cada panelista para cada muestra (Ibáñez y Barcina, 2001).

El juez consumidor: se trata de personas que no tienen que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos como investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas, por general son personas tomadas al azar. Este tipo de jueces se emplean para pruebas de tipo afectivas. (Anzaldúa, 2005). No existe consenso sobre un número mínimo de individuos que participan en este tipo de panel (30 a 40 personas por muestra) pero es recomendable hasta trabajar con 100 sujetos para que los resultados sean válidos desde el punto de vista estadístico (Ibáñez y Barcina, 2001).

1.4.2 Entrenamiento de jueces

El entrenamiento de los jueces se debe efectuar con objeto de que se familiaricen con los procedimientos de las pruebas que realizarán, para que mejore su capacidad de reconocimiento e identificar los atributos sensoriales de un producto concreto y así den una respuesta precisa, consistente y reproducible en el transcurso del tiempo (Ibáñez y Barcina, 2001).

Pedrero y Pangborn (1989) describen el proceso de selección y entrenamiento de jueces analíticos en los siguientes 7 pasos:

1. Determinar la población de candidatos a juez (por ejemplo, los empleados de la empresa, trabajadores de la planta, alumnos de la universidad, la población dietética de un hospital, etc.)
2. Estructurar el cuestionario dónde se especifiquen los puntos de interés relacionados con los objetivos del estudio. Entre esos puntos tenemos por ejemplo

- a) Datos generales: nombre, sexo, edad, estado de salud, hábitos relevantes para el estudio, etc.
 - b) Datos específicos: dependen de la finalidad de la investigación: número de cigarrillos que fuman al día, daltonismo, escolaridad, costumbres alimentarias, las condiciones de su dentadura, alergias, malestares o intolerancias a ciertos alimentos, etc.
3. De la población seleccionada, entrevistar a los candidatos cuyo número sea dos o tres veces mayor que el número de jueces requeridos según el objetivo y el diseño del estudio sensorial. La facilidad de efectuar el reclutamiento de esta población depende del interés y disponibilidad de las personas entrevistadas para contestar el cuestionario.
 4. Una vez aplicado el cuestionario y seleccionados los candidatos, se les reúne para:
 - a) Explicar brevemente los fines específicos que perseguirán los jueces al realizar las pruebas sensoriales, sin adentrarse en la problemática del estudio.
 - b) Demostrar la forma en que deberán actuar dichas pruebas sensoriales.
 - c) Destacar la importancia de la participación del juez y, al mismo tiempo, la seriedad y concentración requeridos para el buen desarrollo del estudio.
 5. Se recomienda que el propio juez se someta físicamente a su diseño experimental. De esta manera se detectara cualquier deficiencia en la metodología de presentación; además, estimara el tiempo de duración de la prueba y ratificara que todas las condiciones deseadas para esta estén cumpliéndose debidamente.
 6. A los candidatos a jueces sensoriales se les debe aplicar el mismo tipo de pruebas sensoriales con muestras semejantes a las que se empleara en la evaluación definitiva.
 7. Durante esta etapa se eliminaran a los individuos que hayan contestado menos del 60% de las respuestas; quienes hayan

alcanzando calificaciones medias podrán formar parte del grupo de reserva; los individuos que hayan conseguido el mayor porcentaje de respuestas correctas se seleccionaran como jueces.

Es sabido que los juicios sensoriales en análisis de alimentos varían de un sujeto a otro, o incluso dentro de una misma persona en sesiones sucesivas, es por ello que para demostrar la efectividad de diversas técnicas a emplear en el control de un equipo de jueces se usan algunas pruebas como el uso de las gráficas de cajas y bigotes, este tipo de representación queda claramente especificado el grado de dispersión de los juicios del equipo y aquellos individuos con una mayor tendencia al desacuerdo frente al resto de compañeros (Ibañez y Barcina, 2001).

1.4.3 Tipos de pruebas

Existen diversas formas de clasificarlas a las pruebas sensoriales que pueden ser utilizadas pero se pueden clasificar en dos grandes grupos: pruebas analíticas y pruebas afectivas (Espinosa, 2007).

Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Estas pruebas son de gran variabilidad en los resultados por lo que son más difíciles de interpretar. Es necesario contar con un mínimo de 30 jueces no entrenados y compradores del tipo de alimentos en cuestión (Anzaldúa, 2005).

En la mayoría de los casos se escogen personas que sean consumidores reales o potenciales del producto que se evalúa, pudiendo tener en cuenta situaciones económicas, demográficas, entre otros aspectos, además se emplean en condiciones similares a las que normalmente se utilizan al

consumir el producto, por lo que pueden llevarse a cabo en supermercados, escuelas, plazas, etc. (Espinosa, 2007).

A su vez las pruebas afectivas se clasifican en tres tipos:

Pruebas de preferencia. Se desea conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otra. Es muy sencilla y consiste en pedirle al juez que diga cuál de las dos muestras prefiere (Anzaldúa, 2005). De forma indirecta la preferencia se mide a través de un ensayo multiproducto estableciendo que producto ha obtenido la mayor puntuación (Ibáñez y Barcina, 2001).

De grado de satisfacción. Se usa cuando se tienen más de dos muestras a la vez, o cuando se desea obtener mayor información acerca de un producto (Anzaldúa, 2005).

Aceptación. El deseo de una persona para adquirir un producto es lo que se llama aceptación y no solo depende de la impresión agradable o desagradable que el juez reciba al probar un alimento sino también de aspectos culturales, socioeconómicos, de hábitos, etc. (Anzaldúa, 2005). La medida hedónica de un producto en degustación no siempre es una buena predicción del comportamiento real, pero las pruebas de consumo pueden englobar a las de preferencia y aceptación, por lo que realmente se constituye en una prueba de estudio de mercado.

Las escalas hedónicas pueden ser verbales o gráficas, y la elección del tipo de escala depende de la edad de los jueces y del número de muestras a evaluar (Anzaldúa, 2005).

Con el fin de minimizar la variabilidad de los datos, se recomienda un número mínimo de 30 jueces que han de intervenir en esta prueba, para obtener una buena representatividad de la población objeto del estudio, estos sujetos no deben estar entrenados y deben ser consumidores habituales o potenciales y compradores del producto sujeto a análisis (Ibáñez y Barcina, 2001).

Pruebas analíticas. Son pruebas que se realizan en condiciones controladas de laboratorio con jueces que han sido seleccionados y entrenados previamente (jueces analíticos). Estas pruebas a su vez se pueden subdividir en pruebas discriminatorias y descriptivas (Espinosa, 2007).

Pruebas discriminativas. En las pruebas discriminativas no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, si no establecer la diferencia entre dos o más muestras o la magnitud de esa diferencia. Son pruebas usadas en control de calidad para evaluar la uniformidad de la calidad, si son comparables a estándares o para determinar el efecto de modificaciones en el proceso. Las pruebas discriminativas más comunes son la prueba apareada simple, prueba triangular, prueba dúo-trío, comparaciones apareadas de Scheffe, comparaciones múltiples, prueba de ordenamiento (Anzaldúa, 2005).

En el caso de pruebas discriminativas simples en la que no se considera una propiedad particular, no se necesita un entrenamiento especial, pero al tratarse de una característica bien definida o cuando los productos se clasifican según las diferencias específicas, el entrenamiento consistirá en la participación en pruebas que permitan la familiarización con dicha evaluación (Ibañez y Barcina, 2001).

Pruebas descriptivas. En estas pruebas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. Aquí lo importante es saber la magnitud o intensidad de los atributos del alimento, por lo que proporcionan más información acerca del producto que las otras pruebas.

Estas pruebas pueden ser de calificación con escalas no estructuras, calificación con escalas de intervalo, calificación con escalas estándar, calificación proporcional (estimación de magnitud), medición de atributos sensoriales con relación al tiempo, determinación de perfiles sensoriales y de relaciones psicofísicas (Anzaldúa, 2005).

Para la selección de jueces para pruebas descriptivas, se debe considerar su capacidad para desarrollar e interpretar un vocabulario específico, la consistencia o reproductibilidad de su juicio y la concordancia en la interpretación de los descriptores y en la evaluación de la magnitud de los atributos, por lo general no deben de tener una sensibilidad extraordinaria, pero si poseer una personalidad adecuada que les permita colaborar con el resto de jueces y el moderador (Ibañez y Barcina, 2001).

Determinación de perfiles sensoriales

Algunas propiedades sensoriales no pueden ser descritas como un solo atributo, si no como una combinación o agrupación de varias características o notas que conforman el atributo en cuestión, por lo cual se usa el perfil sensorial, el cual consiste en una descripción minuciosa de todas las características o notas que conforman el sabor o la textura, seguida de una medición de cada una de ellas, y los resultados se representan en forma gráfica para obtener una idea cualitativa y cuantitativa del espectro o configuración del atributo sensorial bajo estudio (Anzaldúa, 2005).

En las industrias de alimentos los datos suministrados por el análisis sensorial se utilizan para tomar decisiones tanto técnicas como comerciales, sin embargo la complejidad de los resultados no siempre es fácil de interpretar, por lo que se busca una forma de presentarlos de manera que ayude con la toma de decisiones (Ibañez y Barcina, 2001).

La principal utilidad de los perfiles sensoriales es para el desarrollo de productos, ya que al observar el perfil, el investigador puede detectar cuales son las características que necesitan ser modificadas para que la formulación se parezca más al estándar. Por lo cual al desarrollar nuevos productos alimenticios es necesario establecer un estándar, dicho estándar es una muestra del producto que se quiere igualar o una descripción de las características que debe reunir el producto, posteriormente un grupo de jueces de evaluación sensorial establecen cuales notas de sabor o

propiedades de textura son las que hay que tomar en cuenta para describir el sabor y la textura del producto y de las muestras o formulaciones cuyos perfiles van a ser obtenidos (Anzaldúa, 2005).

Generalmente dichos componentes se evalúan por medio de escalas de intervalos o mediante escalas no estructuradas, luego se determina la diferencia entre la muestra y el estándar, obteniendo valores de preferencia de -3 a +3, en donde +/-3 es mucha diferencia y 0 no hay diferencia. Estos valores se grafican para una mejor visualización (Anzaldúa, 2005).

Los principales tipos de representación para perfilar los productos son los histogramas, las representaciones polares o la ubicación concreta en el espacio de un análisis de componentes principales (Ibañez y Barcina, 2001).

1.4.4 Nuevas metodologías

El análisis descriptivo es el método que más se utiliza dentro de las técnicas de análisis sensorial en la industria para el desarrollo de nuevos productos, el control de calidad, y la investigación de mercados, pero resulta ser muy costoso en recursos y tiempo, ya que requiere entrenamiento extenso de jueces, en consecuencia estas técnicas no son muy aplicables en ciertas industrias, por lo se han desarrollado diferentes métodos de caracterización sensorial usando grupos de “consumidores” (Valentín, 2015).

Las nuevas metodologías para la caracterización sensorial o técnicas de perfiles de consumidores están basadas en diferentes enfoques, existen métodos basados en la evaluación de atributos individuales, como comúnmente se hace en los perfiles convencionales como el Perfil de libre elección, Check-all-that-apply (CATA) y Flash profiling (Perfilado rápido), también existen diferentes métodos basados en la evaluación de diferencias globales como el Napping® (Valentín, 2015).

Una buena alternativa al perfil sensorial clásico que proporcionan los jueces capacitados o entrenados, es la evaluación por parte de los consumidores de la intensidad de diferentes atributos sensoriales utilizando escalas, es decir, realizar un análisis descriptivo con consumidores. Estos perfiles obtenidos a partir de consumidores que utilizan escalas de intensidad cumplen con los requisitos de discriminación y reproducibilidad, siendo una alternativa interesante cuando las empresas se enfrentan a dificultades para utilizar los paneles entrenados, además esta información se puede usar como una indicación de un problema general del producto (Husson *et al.*,2001).

El estudio de comparación de nuevas técnicas de caracterización sensorial realizado por Valentín (2015), demuestra que emplear jueces no entrenados proporcionan información válida y fiable, similar a la que reúne con el análisis descriptivo con paneles entrenados, sin embargo no es un reemplazo del método descriptivo clásico ya que este cuantifica atributos sensoriales claramente definidos, obteniendo resultados menos precisos y detallados pero aplicables en periodos cortos de tiempo y para ciertos estudios.

Husson (2001) menciona que los perfiles sensoriales dados por los consumidores aportan información de gran utilidad, dado que este tipo de perfiles son simples y dan algunas características, además de que permiten conectar directamente los juicios hedónicos con los atributos a detectar.

Algunos autores recomiendan que las preguntas de los atributos deben relacionarse con los atributos que son detectables en los productos y que se diferencian entre ellos, según lo determinado por las pruebas previamente realizadas, ya que los sujetos no darán respuestas claras a preguntas sobre atributos que no pueden percibir o diferencias que no pueden detectar (Husson *et al.* 2001).

1.5 Mercadotecnia

Fisher y Espejo (2011) definen a la mercadotecnia como el proceso de planeación, ejecución y conceptualización de precios, promoción y distribución de ideas, mercancías y términos para crear intercambios que satisfagan objetivos individuales y organizacionales.

Algunos otros autores definen a la mercadotecnia como el desarrollo de una eficiente distribución de mercancías y servicios a determinados sectores del público consumidor (Fischer y Espejo, 2011).

La American Marketing Association la define como la realización de actividades mercantiles que dirigen el flujo de bienes y servicios del productor al consumidor o usuario.

1.5.1 Mercados

Para efectos de la mercadotecnia, un mercado está conformado por los consumidores reales y potenciales de un producto o servicio, y para completar está definido deben existir tres elementos:

- Uno o varios individuos con necesidades y deseos por satisfacer
- Un producto que pueda satisfacer esas necesidades
- Personas que ponen los productos a disposición de los individuos con necesidades a cambio de una remuneración (Fischer y Espejo, 2011).

Debido a que en el mercado se presentan diferentes tipos de consumidores con diferentes necesidades y deseo, la *segmentación de mercados* es un proceso mediante el cual se identifica o se toma a un grupo de compradores homogéneos, es decir, se divide el mercado en varios submercados o segmentos de acuerdo a los diferentes deseos de compra y requerimientos de los consumidores (Fischer y Espejo, 2011).

1.5.2 Estudio de mercado

La investigación de mercados es una aplicación del método científico que reúne, registra, analiza e interpreta la información objetiva sobre hechos que tienen lugar en el proceso de comercialización de productos o servicios, se utiliza para identificar y definir las oportunidades y problemas en la comercialización y así disminuir el riesgo en la toma de decisiones respecto al producto (Mesa, 2012).

La Harvard Business School la define como la obtención, registro y análisis de todos los hechos acerca de los problemas relativos a la transferencia y venta de bienes y servicios desde el productor hasta el consumidor.

La investigación de mercados tiene varios objetivos dentro de la empresa, entre ellos dar información acerca de las necesidades y preferencias de los consumidores tomando en cuenta los factores socioeconómicos y del mercado de la empresa (Fischer y Espejo, 2011).

Dentro de la investigación de mercados, tenemos estudios cuantitativos y estudios cualitativos; los estudios cuantitativos son aquellos que miden el porcentaje de respuesta de las preguntas realizadas y se miden estadísticamente, algunos ejemplos son las entrevistas y encuestas, y los estudios cualitativos busca encontrar las respuestas motivacionales en el sujeto, el por qué de su comportamiento, mide actitudes, observa sus emociones y los estímulos que lo hacen reaccionar por lo que se usan sesiones de grupo, entrevista de profundidad, medición de actitudes, observación y técnicas proyectivas. (Fischer y Espejo, 2011).

El plan de investigación es una serie de decisiones que se toman anticipadamente, que ayudarán a la realización del estudio. Fischer y Espejo (2011) menciona en 13 puntos, la metodología de la investigación de mercados:

1. Planteamiento del problema.
2. Investigación preliminar.
3. Determinación de hipótesis.
4. Determinación del objetivo.
5. Método básico de recolección de información.
6. Determinación de la muestra.
7. Diseño del cuestionario.
8. Prueba piloto (cuestionario definitivo).
9. Trabajo de campo.
10. Tabulación.
11. Análisis e interpretación.
12. Conclusiones.
13. Presentación del informe final.

1.5.3 Atributos del producto

Marca

La American Marketing Association (AMA) define la marca como aquel nombre, término, letrero, símbolo, diseño o combinación de ellos, que identifican al fabricante o vendedor de un producto. Es así como la marca agrega valor a los bienes o servicios y los diferencia de otros similares ante el mercado. Se dice entonces que la marca es la promesa de valor de ofrecer un bien o servicio con resultados predecibles, la promesa de marca es la idea de lo que debe significar y hacer la marca para los consumidores (Mesa, 2012).

Como se aprecia la marca integra el nombre comercial que consiste en la palabra o palabras, letras o números que pueden enunciarse verbalmente, y el símbolo que es la parte de esta que aparece en forma de signo, trazo, dibujo, color o tipo de letras distintivas, se dice entonces que es la imagen visible del producto. La marca debe ser fácil de pronunciar y de recordar, debe sugerir las características del producto y permitir adaptarlo a otros productos o líneas de productos (Mesa, 2012).

La marca se clasifica en dos: *marca de familia*, la cual se utiliza para todos los artículos de una empresa y la *marca individual*, la cual se refiere al nombre que el fabricante le da a cada producto, independientemente de la firma que lo produce y de los demás artículos que fabrica (Fischer y Espejo, 2011).

La marca es importante debido a que adhiere un significativo valor de mercado, puede entregar ventajas sustanciales, ya que las firmas se diferencian entre ellas mismas, mejoran la rentabilidad puesto que permiten a las compañías vender productos y servicios a precios más altos que los prevalecientes en el promedio del mercado (Mesa, 2012).

La marca además es un signo de propiedad personal, la cual se ha convertido en un enlace entre el productor y el consumidor, en México se cuenta con un organismo perteneciente a la Secretaría de Economía: el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), donde se llevan a cabo todos los trámites relacionados con la marca y se dictan disposiciones y reglamentos (Ley de Invenciones y Marcas) para que los cumplan las personas físicas y morales interesadas en el trámite de la marca (Fischer y Espejo, 2011).

Envase

El empaque se define como cualquier material que encierra un artículo con o sin envase, con el fin de preservarlo y facilitar su entrega al consumidor (Fischer y Espejo, 2011).

Existe tres tipos de empaques, los cuales se denominan primario (envase inmediato del producto), secundario (material que protege al envase primario y que se desecha cuando se usa el artículo) y el empaque de embarque (empaque necesario para almacenamiento, identificación o transporte) (Fischer y Espejo, 2011).

En la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 se define al *embalaje* como el material que envuelve, contiene y protege los productos preenvasados, para efectos de su

almacenamiento y transporte. Al *envase* como cualquier recipiente, o envoltura en el cual está contenido el producto preenvasado para su venta al consumidor y al *envase múltiple o colectivo* como cualquier recipiente o envoltura en el que se encuentran contenidos dos o más unidades de producto preenvasado iguales o diferentes, destinadas para su venta al consumidor en dicha presentación.

Actualmente la industria del empaque se enfrenta a crear un empaque lo más óptimo posible para cada producto, en México los empaques todavía tienen un ciclo de vida larga, sin embargo esta se acorta cada vez más porque cumple una función de publicidad y, por lo tanto, debe renovarse en periodos más cortos (Fischer y Espejo, 2011).

Etiqueta

La NOM-051-SCFI/SSA1-2010 define la etiqueta como cualquier rótulo, marbete, inscripción, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, escrita, impresa, estarcida, marcada, grabada en alto o bajo relieve, adherida, sobrepuesta o fijada al envase del producto preenvasado o, cuando no sea posible por las características del producto, al embalaje.

Los objetivos de la etiqueta son identificar el producto, para distinguirlo de los demás, y proporcionar información sobre este para que tanto el vendedor como el consumidor conozcan la calidad y el servicio del mismo (Fischer y Espejo, 2011).

Actualmente el empaque del producto juega un papel muy importante en los mercados, especialmente en los autoservicios y puntos de venta con máquinas automáticas donde no hay fuerzas de ventas, ya que el empaque hace el trabajo de convencimiento en el punto de venta ayudando a identificar el producto y diferenciándolo de los demás, un empaque exitoso es un elemento publicitario y perdura mientras el producto se usa (Mesa, 2012).

La etiqueta, suministra información sobre el producto, el productor y el comercializador; esta puede estar en el empaque o envase o colocado en el producto y puede contener la marca, información sobre la calidad del producto, letras o números, composición, usos, cuidados, rendimientos, fecha de vencimiento, código de barras o código universal del producto, características y atributos del producto, hasta información del fabricante, direcciones, teléfonos y servicios al cliente (Mesa, 2012).

La etiqueta debe ser adaptable al envase en tamaño, color y forma, el material debe ser resistente para que perdure hasta la entrega en manos del consumidor final, debe estar perfectamente adherida al producto para evitar que se desprenda, los colores fosforescentes se evitan para no confundir al consumidor (Fischer y Espejo, 2011).

Precio

Según la teoría económica, el precio, el valor y la utilidad son conceptos relacionados y se definen como:

El *precio*, es la cantidad de dinero que se cobra para adquirir en intercambio un producto y los servicios que lo acompañan, lo que significa que es el valor que los consumidores dan a cambio de los beneficios de tener o usar el bien o servicio.

El *valor*, es la expresión cuantitativa del poder que tiene de atraer a otros productos a cambio, y este depende de su utilidad, calidad, imagen, disponibilidad y novel de servicios que lo acompañan y el tiempo asociado con la compra.

La *utilidad* del producto se considera como el atributo que lo hace capaz de satisfacer necesidades y deseos (Mesa, 2012).

Para obtener el costo total unitario (CTU) es necesario sumar los costos fijos y los costos variables unitarios. Los costos variables (CTV) son aquellos

costos directos e indirectos que se incrementan con cada unidad adicional producida, tales como materia prima, materiales procesados, accesorios, insumos de materiales, mano de obra, empaque, etiqueta, servicios públicos, comisiones por ventas. Los costos fijos (CFU) son aquellos que permanecen constantes sin importar el nivel de producción, como lo son el costo de las instalaciones y equipos, arriendo, sueldos del personal de la empresa, costos de marketing y venta como planeación y desarrollo de productos, distribución, comunicación, relaciones publicas, descuentos y de servicio al cliente, servicios públicos, gastos generales, entre otros (Mesa, 2012).

$$CTU = CFU + CVU$$

El precio de un producto es solo una oferta para probar el pulso del mercado: si los clientes aceptan la oferta, el precio asignado es correcto, si lo rechazan debe cambiarse con rapidez o retirar el producto del mercado, por lo que para determinar el precio de un producto es necesario entender el valor que los consumidores perciben en él, es decir la apreciación de los consumidores sobre la satisfacción total que el producto proporciona partiendo del conjunto de beneficios (Fischer y Espejo, 2011).

Para el consumidor el precio es un facilitador de la compra de un producto, y debe estar fijado en función de la capacidad de compra del consumidor y para la empresa individual el precio es primordial para el éxito del producto y de la empresa en el mercado y tiene que ver con el ingreso global y con las utilidades de la empresa (Mesa, 2012).

1.6 Desarrollo de productos

1.6.1 Definición

En un mercado cada vez más competido, segmentado y sofisticado, resulta sumamente interesante observar, entender e incluso el poder predecir como los consumidores se encuentra día con día más abiertos y receptivos a

descubrir nuevos conceptos, nuevos productos y a experimentar nuevas sensaciones con las cuales puedan identificarse plenamente. El concepto anterior da como resultado lo que se conoce como *diseño y desarrollo de productos*, el cual tiene dos enfoques: un concepto amplio de la mercadotecnia y uno restringido propio de la ingeniería o de la tecnología (Hernández, 2006).

Al desarrollo de nuevos productos se le conoce como la acción de crear productos originales, o bien, modificar uno ya existente con la finalidad de comercializarlo, para satisfacer las necesidades o deseos del consumidor y generar ingresos, de tal manera que las empresas puedan operar y actualizarse y crecer (Ramírez, 2010).

El desarrollo de productos implica todas las actividades técnicas de investigación, ingeniería, logística y diseño de productos nuevos o mejoras. La innovación y la creatividad son herramientas fundamentales en el desarrollo del producto. La responsabilidad está a cargo de las áreas de investigación y desarrollo, ingeniería y producción (Mesa, 2012).

Desde el punto de vista de marketing, una innovación es desarrollar productos nuevos, realizar mejoras progresivas en los productos actuales, ofertas superiores o modernizar procesos (Mesa, 2012).

1.6.2 Metodología del desarrollo de productos

El desarrollo y la producción de un nuevo producto comprenden desde la etapa del proyecto hasta la etapa de producción y venta, dado que varios de los pasos tienen lugar al mismo tiempo, es esencial una coordinación y sincronía apropiadas por parte de la dirección de la empresa (Fisher y Espejo, 2011).

El esquema metodológico se inicia con la etapa de investigación, generada por una necesidad, las etapas siguientes incluyen el desarrollo y producción

del tangible; posteriormente, el proceso finaliza con la respectiva entrega del tangible al usuario u objeto de estudio (Ramírez, 2011).

Son los modelos de desarrollo de nuevos productos los que permiten realizar un análisis de los pasos, no solamente de diseño, ni productivos, sino organizacionales, de los procesos que se involucran, con diferentes características y en diferentes estructuras, concibiendo la forma de sacar adelante los proyectos de desarrollo de nuevos productos (Giraldo, 2004).

En la literatura, se encuentran modelos de diferentes niveles de complejidad y de contenidos, de igual manera, existen diferentes características y estructuras en ellos que deben ser descritas para poder analizar y así mismo extraer el modelo o la mezcla de modelos más apropiada para aplicar en los procedimientos de desarrollo de nuevos productos (Giraldo, 2004).

La manera que se desarrolla un producto es muy particular debido a que se basa en las políticas de cada compañía, pero todos tienen un común denominador para llevar a cabo su desarrollo, a continuación se presenta una metodología base que consta de 6 pasos básicos descritos por Ramírez (2010).

1. Formulación de la idea.
2. Plan.
3. Desarrollo técnico.
4. Desarrollo de la estrategia de mercadotecnia.
5. Prueba de mercado.
6. Comercialización.

1. *Formulación de la ideas.* Es una de las etapas de mayor dificultad, incluyen el proceso de generación y selección de la idea, la definición y prueba del concepto.

Generación de ideas. Tiene como objetivo recabar todas las ideas posibles para el producto, algunas fuente de ideas son las fuerzas de ventas de la compañía, los investigadores e ingeniería, algunas fuentes internas de la empresa (empleados, utilización de desechos de procesos, estrategias de mercado) y algunas fuentes externas (inventores o investigadores independientes, clientes y proveedores). La generación de ideas debe de ser lo más amplia posible para generar una cantidad importante de ideas para ser evaluadas y seleccionar las más viables.

Selección de ideas. El objetivo en este paso es eliminar aquellas ideas que no pueden ser comercializadas, algunos factores que se deben considerar ante estas ideas son la factibilidad técnica de la idea (viabilidad de su producción), análisis de mercado (existencia del mercado y oportunidad ante la competencia), análisis económico (que el producto este de acuerdo a la política financiera de la empresa) y el análisis de criterios generales (cumplimiento de la estrategia de la empresa y de los aspectos legales vigentes).

Concepto del producto. Aquí se debe de definir el producto, realizando una descripción detallada en términos claros y materializados, para que se pueda evaluar y apreciar.

En el caso de los productos funcionales se debe de considerar los atributos nutricionales y el perfil del sabor, de acuerdo al sector en se pretende colocar el producto.

Pruebas del concepto. Consiste en someter a pruebas el concepto del nuevo producto con grupos de consumidores, a fin de determinar si tiene atractivo para ellos y por lo tanto la posibilidad de ser aceptado.

2. *Plan.* Una vez definido el producto, se realiza la planeación para el desarrollo, la cual comienza por la asignación del equipo de proyecto, el cual por lo general está formado por personal de mercadotecnia,

investigación y desarrollo, producción, ventas, investigación de mercados y compras, es necesario un líder de proyecto para coordinar.

Se realiza una investigación para definir el alcance del producto, aquí se determina el mercado meta, los pronósticos de venta iniciales y los lineamientos de costos.

Se desarrolla la especificación verdadera del producto en las que se determinan las características que debe cubrir un producto de manera rigurosa, para asegurar que siempre conserve las mismas cualidades (características de calidad).

Es importante desarrollar el cronograma general del proyecto, en el cual se listan todas las actividades que se realizaran para el desarrollo del producto, controlando así el grado de avance.

3. *Desarrollo técnico del producto.* Procede el desarrollo a elaborar físicamente el producto para producirlo en serie.

Desarrollo del prototipo del producto. El prototipo se define como el primer ejemplar de un producto que se construye a nivel industrial, es necesario definir las características sustitutas del producto, que consiste en transformar los atributos de calidad en características medibles que permitan el diseño, el aseguramiento y la repetibilidad de los requerimientos del cliente mediante la medición.

Como resultados se tiene una muestra física del producto lo más real posible para su análisis, tanto de aceptación como de comercialización, en esta etapa se obtiene información muy valiosa para el desarrollo: la formulación, disponibilidad de ingredientes, costos (materia prima, mano de obra y gastos indirectos), condiciones de proceso básicas, empaques y embalaje, información para textos legales, revisión de normatividad y determinación de vida de anaquel.

Prueba en planta. Una vez definido el prototipo a nivel laboratorio, el siguiente paso es realizar pruebas, elaborando el producto directamente en la línea de producción, en la que se realizan las pruebas de ajuste necesarias. Al final se obtiene la formulación definitiva, rendimiento del producto, variación del peso del producto, verificación de la vida de anaquel y la evaluación sensorial, lo cual concluye el diseño técnico del producto, es decir está listo para producirse a escala industrial.

4. *Desarrollo de la estrategia de mercado.* A la par del desarrollo del producto, el área de mercadotecnia diseña la estrategia de mercado para la introducción del producto. Los elementos principales son el precio, la distribución del producto y la publicidad.
5. *Prueba de mercado.* Se realiza una prueba limitada en condiciones reales de venta, para probar la aceptación del producto por parte de los consumidores, la estrategia de mercadotecnia y ajustar los detalles de proceso de fabricación en lotes de producción reales. El resultado de esta prueba puede dar la aceptación del producto, el rechazo o la aplicación de un rediseño.
6. *Lanzamiento del producto.* Es la última etapa del desarrollo de nuevos productos y consiste en la colocación del producto en el mercado al alcance de los consumidores potenciales, el objetivo fundamental en esta etapa es lograr un volumen de ventas suficiente en el menor tiempo posible para sostener la operación (que el producto sea autofinanciable).

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

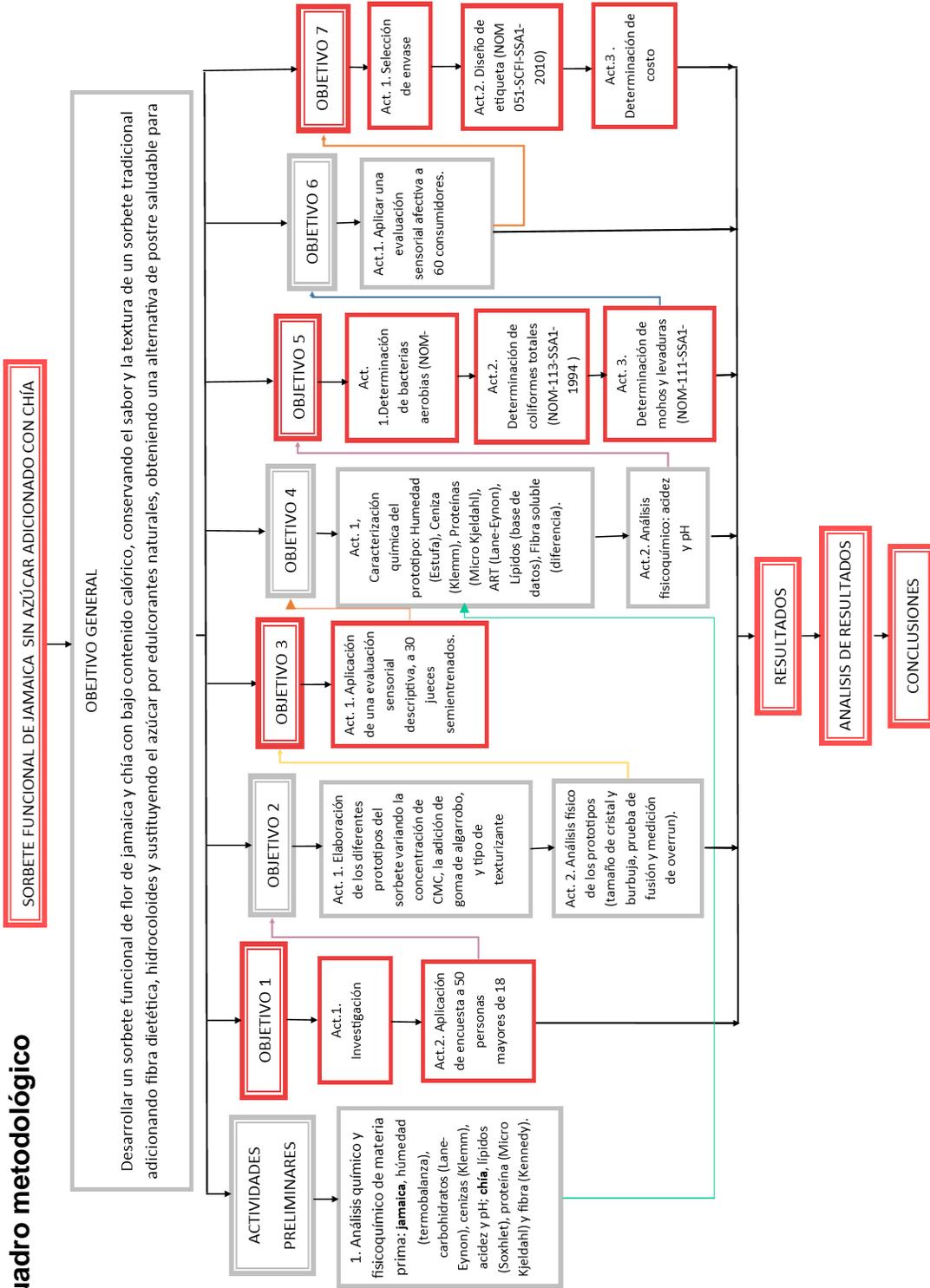
2.1 Objetivo general

Desarrollar un sorbete funcional de flor de jamaica y chíá con bajo contenido calórico, conservando el sabor y la textura de un sorbete tradicional adicionando fibra dietética, hidrocoloides y sustituyendo el azúcar por edulcorantes naturales, obteniendo una alternativa de postre saludable para el consumidor.

Objetivos particulares.

1. Determinar la viabilidad del desarrollo del sorbete mediante un estudio de mercado, estableciendo a los consumidores reales y potenciales del producto.
2. Elaborar diferentes prototipos de sorbete variando la concentración de CMC (0.3 y 0.5), adición de estabilizante (con y sin goma de algarrobo) y tipo de fibra (texturizante comercial o inulina), seleccionando los de mejores características físicas mediante la evaluación del tamaño de cristal, tamaño de burbuja, prueba de fusión y overrun.
3. Evaluar los prototipos seleccionados mediante una evaluación sensorial descriptiva, eligiendo el prototipo con las mejores características sensoriales.
4. Determinar la composición química del prototipo seleccionado por medio de análisis de humedad, carbohidratos, proteína, ceniza, lípidos y fibra, así como las propiedades fisicoquímicas (acidez y pH) para conocer sus características y aporte nutricional.
5. Analizar la presencia de microorganismos (mesofílicos aerobios, coliformes totales y mohos y levaduras), mediante las técnicas establecidas en las normas NOM-092-SSA1-1994, NOM-113-SSA1-1994, NOM-111-SSA1-1994, asegurando la calidad sanitaria del producto.
6. Valorar la aceptación del sorbete por medio de una evaluación sensorial afectiva, asegurando la preferencia del consumidor.
7. Establecer el tipo de envase, diseño de etiqueta y costo directo a través de las normas NOM-086-SSA1-1994 y NOM 051-SCFI-SSA1-2010, y del precio de la materia prima, para la comercialización del sorbete.

2.2 Cuadro metodológico



2.3 Descripción de la metodología experimental

2.3.1 Actividades preliminares

Análisis químico y fisicoquímico de materias primas.

Considerando los componentes de mayor porcentaje e importancia para la elaboración del sorbete y de acuerdo a las composiciones teóricas de estos componentes, se estableció realizar un análisis químico a la flor de jamaica y semilla de chía, para conocer si se podría cubrir con las especificaciones del producto final. Ambas materias primas se adquirieron de marcas comerciales (*Verde Valle e Infusiona-te*, respectivamente) con el objetivo de poder adquirir lotes lo más estandarizados posibles.

Para el análisis de la flor de jamaica se adquirió un lote de 1 kg y de semilla de chía un lote de 500 g, mismos que fueron usados para la elaboración del sorbete final.

En las Tablas 4 y 5 se presentan los análisis y sus respectivas técnicas a la flor de jamaica y semilla de chía.

Tabla 4. Técnicas para el análisis de la flor de jamaica.

Determinación	Técnica
Humedad	Termobalanza (NMX-F-428-1982)
Carbohidratos	Lane-Eynon (NMX-F-312-1978)
Cenizas	Klemm (NMX-F-066-S-1978)
Acidez	Titulación (NMX-F-102-S-1978)
pH	Potenciómetro (NOM-F-317-S-1978)

Tabla 5. Técnicas para el análisis de la semilla de chía.

Determinación	Técnica
Proteína	Micro Kjeldahl (AOAC 960.52, 2000)
Lípidos	Soxhlet (AOAC.920.39)
Fibra	Kennedy (Lees, 1982)

Todos los análisis se realizaron por triplicado mediante técnicas oficiales, las cuales se describen a continuación.

Humedad. Termobalanza (NMX-F-428-1982)

Fundamento.

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

- El resultado es obtenido mediante lectura directa (Termobalanza Mecánica OHAUS, con lámpara infrarroja de 250 W).

Carbohidratos. Lane-Eynon (NMX-F-312-1978)

Fundamento.

El método de Lane-Eynon es el volumétrico, se basa en la determinación del volumen de una disolución de la muestra, que se requiere para reducir completamente un volumen conocido del reactivo alcalino de cobre. El punto final se determina por el uso de un indicador interno, azul de metileno, el cual es reducido a blanco de metileno por un exceso de azúcar reductor.

Cálculo.

$$\% \text{ de azúcares totales} = \frac{2500 * T}{V * P}$$

T= título de la disolución A+B en gramos de azúcar invertido.

V= volumen de la disolución problema.

P= peso de la muestra en gramos

Proteínas. Micro Kjeldahl (AOAC 960.52, 2000)

Fundamento.

Se basa en la descomposición de los compuestos de nitrógeno orgánico por ebullición con ácido sulfúrico, el hidrógeno y el carbón de la materia orgánica se oxidan para formar agua y bióxido de carbono. El ácido sulfúrico se transforma en SO₂, el cual se reduce el material nitrogenado a sulfato de amonio. El amoniaco se libera después de la adición de hidróxido de sodio y se destila recibiendo en una solución saturada de ácido bórico. Se titula el nitrógeno amoniaco con una disolución valorada de ácido, cuya normalidad depende de la cantidad de nitrógeno que contenga la muestra.

Cálculo.

$$\% \text{ proteína} = \left(\frac{(\text{ml HCl} - \text{ml Blanco}) * N * 14.007 * 100}{\text{mg muestra}} \right) \text{ factor}$$

N: normalidad del HCl

Factor para cereales: 5.71

N= normalidad del ácido clorhídrico

Lípidos. Soxhlet (AOAC.920.39, 2000)

Fundamento.

Una cantidad previamente homogenizada y seca, medida o pesada del alimento se somete a una extracción con éter de petróleo o éter etílico, libre

de peróxidos o mezcla de ambos. Posteriormente, se realiza la extracción total de la materia grasa libre por Soxhlet.

Cálculo.

$$\% \text{ grasa cruda} = \frac{M_2 - M_1}{M} * 100$$

M= peso de la muestra

M1= peso del matraz

M2= peso de matraz con grasa

Fibra dietética. Kennedy (Lees, 1982)

Fundamento.

Su determinación se basa en la simulación de la digestión en el organismo por tratamientos ácidos y alcalinos, separando los constituyentes solubles de los insolubles.

Cálculo.

$$\% \text{ fibra} = \frac{(P - P_1) - p}{P_2} * 100$$

P= peso del crisol con papel filtro y fibra

P1= peso del papel filtro

p= cenizas de filtro con fibra → (p= peso crisol con cenizas – peso de crisol)

P2= peso de la muestra

Cenizas. Klemm (NMX-F-066-S-1978).

Fundamento.

Se basa en la destrucción de materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo.

Cálculo.
$$\% \text{ Ceniza} = \frac{P-P1}{P2} * 100$$

P= peso del crisol con cenizas

P1= peso del crisol vacío

P2= peso de la muestra

Acidez. Titulación (NMX-F-102-S-1978).

Fundamento.

Su determinación se basa en una reacción de valoración mediante la cual se determina la cantidad de analito presente en una muestra problema por la adición de un volumen conocido de otra sustancia de concentración conocida (valorante), que es necesario para reaccionar completamente con dicho analito.

Cálculo.

$$\% \text{acidez} = \frac{G * N * F}{P} * 100$$

G=gasto de NaOH (0.1N)

F= Equivalentes del ácido en términos del cual se expresa la acidez

P= Peso de la muestra

N= Normalidad del NaOH

pH. Potenciómetro (NMX-F-317-S-1978)

Fundamento.

El método a que esta Norma se refiere, se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra del producto mediante un aparato medidor de pH (potenciómetro).

El resultado es obtenido mediante lectura directa del potenciómetro (Conductric pH 120).

2.3.1. Objetivo 1. Estudio de mercado

Investigación preliminar

Se realizó una investigación preliminar en los supermercados para conocer los productos comerciales semejantes al sorbete a desarrollar, en los cuales se investigó sus características, precio y presentaciones.

Aplicación de encuesta a 50 personas mayores de 18 años

La encuesta se realizó mediante el método básico de recolección de información, con una encuesta (Figura 2) aplicada a 50 personas mayores de 18 años que frecuentan supermercados y/o tiendas especializadas.

Se diseñó el cuestionario con el objetivo de conocer si existía un mercado potencial para el sorbete de jamaica, así como para conocer las características de este mercado.

Encuesta.

Sexo F M Edad _____

Ocupación _____

1. ¿Cuida de su alimentación?
 SI _____ NO _____ ¿De qué forma? _____
2. ¿Al adquirir un producto busca que este aporte algún beneficio para usted?
 SI _____ NO _____ ¿Cómo cuál? _____
3. ¿Considera importante la reducción de consumo de azúcar en su dieta?
 SI _____ NO _____
4. ¿Ha dejado de consumir algún producto por el alto contenido en azúcar?
 SI _____ NO _____ Si es así ¿Cuál? _____
5. ¿Ha consumido la chía?
 SI _____ NO _____
6. ¿Conoce alguna de sus propiedades?
 SI _____ NO _____ ¿Cómo cuál? _____
7. ¿Consume helados o sorbetes (nieve)?
 SI _____ NO _____
8. ¿Le gusta el sabor de la flor de Jamaica?
 SI _____ NO _____
9. ¿Estaría interesado en comprar un sorbete de Jamaica sin azúcar con chía?
 SI _____ NO _____
10. ¿Qué presentación le gustaría para un helado de este tipo?
 Individual _____ 470 ml _____ 1 litro _____

Figura 1. Encuesta investigación de mercado

2.3.3 Objetivo 2. Elaboración de prototipos y evaluación de características físicas

En la Figura 2 se presenta el diagrama de proceso para la elaboración del sorbete de jamaica, la obtención del concentrado de flor de jamaica se realizó de acuerdo a las especificaciones del productor (30 g de flor de jamaica por cada 500 ml de agua). El proceso de elaboración del sorbete (batido y

congelado) se llevó a cabo en una máquina industrial para fabricar helados con capacidad de 10 litros, con glicol como refrigerante.

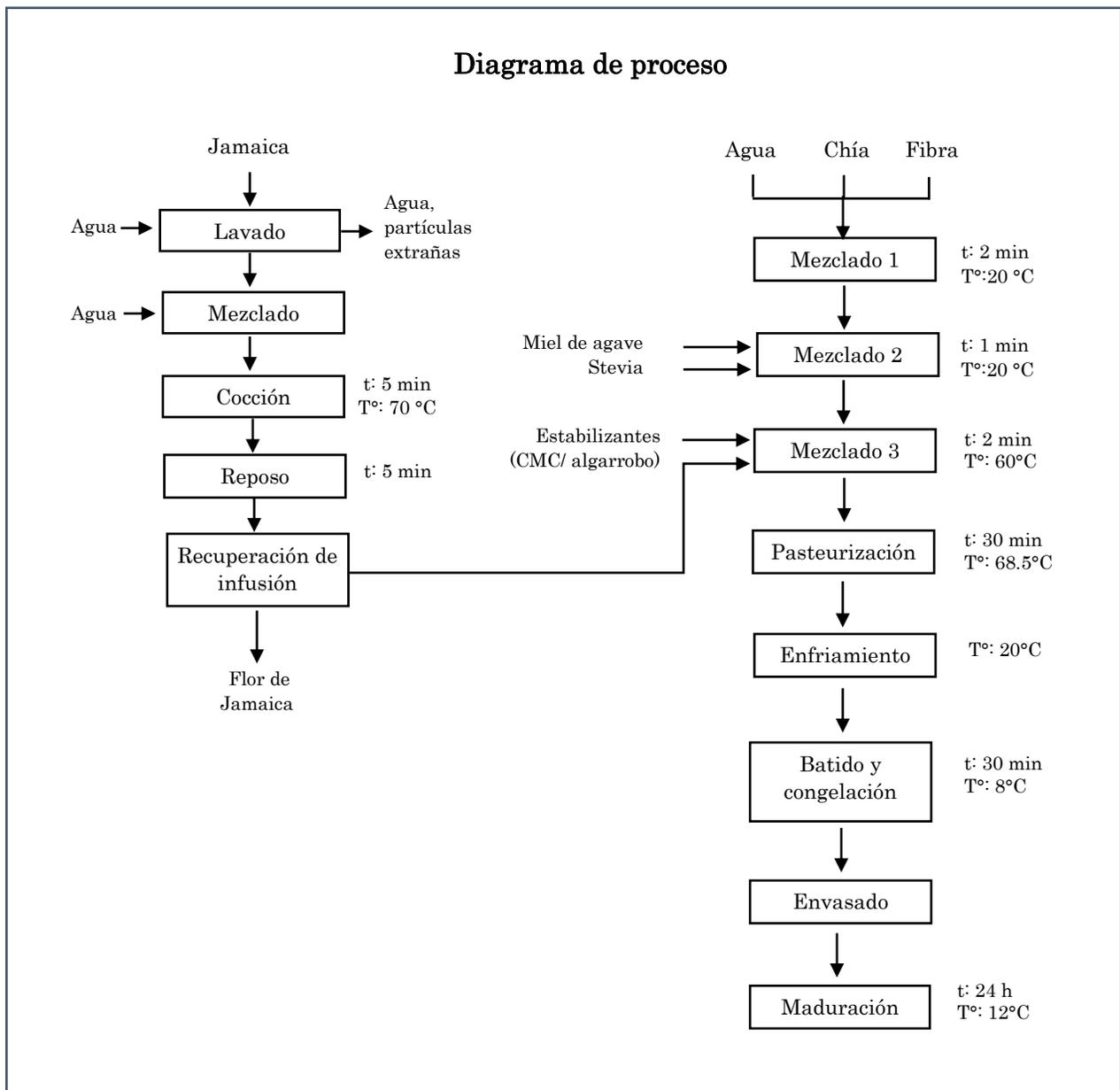


Figura 2. Diagrama de proceso de la elaboración del sorbete de jamaica

Para la obtención de la formulación del sorbete se tomó como base un concentrado de jamaica artesanal (Tabla 6), la cual fue modificada al sustituir el azúcar en un 65.36% por jarabe de agave y un 34.64% por stevia tomando en cuenta su poder edulcorante (0.106 g de stevia por cada gramo de azúcar),

así mismo se llevó a cabo la adición de la semilla de chía en un 2%, en la Tabla 7 se muestra la formulación base del sorbete de jamaica.

Tabla 6. Formulación de concentrado de jamaica.

Materia prima	Porcentaje
Infusión de jamaica	81.64%
Azúcar	18.36%

Tabla 7. Formulación inicial (base) del sorbete de jamaica.

Componente	%
Agua	43
Infusión de jamaica	43
Jarabe	11.3
chía	2
Estevia	0.70

En la Tabla 8, se muestran las marcas de las materias primas que se utilizaron para la elaboración del sorbete.

Tabla 8. Materias primas utilizadas en la elaboración del sorbete de jamaica.

Materia	Marca
Flor de jamaica	Verde valle
Chía	Infusiona-te
Jarabe de agave	Jarabe de agave orgánico
Stevia	Estevia comercial

Debido a la sustitución de azúcar, la textura del sorbete cambia por la disminución de sólidos, por lo cual para conseguir la textura deseada se varió la concentración de CMC, se adicionó un texturizante, usando inulina y un texturizante comercial además de hacer uso de la goma de algarrobo, por lo que se planteó un diseño experimental

2³ (Tabla 9) obteniendo 8 prototipos (Tabla 10), con el objetivo de obtener las formulaciones que proporcionaran las mejores características físicas del sorbete, las cuales se evaluaron mediante la medición del tamaño de cristal y burbuja, el tiempo de fusión y el % de overrun.

Tabla 9. Factores y niveles del diseño experimental.

Factor	Niveles
Concentración de CMC	Alta (0.30%)
	Baja (0.15%)
Concentración de algarrobo	Con (0.1%)
	Sin (0%)
Tipo de texturizante de base fibras	Inulina
	Texturizante comercial

Tabla 10. Prototipos de sorbete de jamaica.

PROTOTIPO	CMC	ALGARROBO	TEXTURIZANTE
A	BAJA	SIN	INULINA
B	ALTA	SIN	INULINA
C	BAJA	CON	INULINA
D	ALTA	CON	INULINA
E	BAJA	SIN	EQUACIA
F	ALTA	SIN	EQUACIA
G	BAJA	CON	EQUACIA
H	ALTA	CON	EQUACIA

Debido a la complejidad y a las cantidades que se debían emplear para llevar a cabo el proceso completo de la elaboración del sorbete de jamaica, para la evaluación del tamaño de cristal, tamaño de burbuja y prueba de fusión de los

8 prototipos (Tabla 11), se simuló el proceso de congelación del sorbete (por medio de congelación lenta) sin la operación de batido a baja temperatura.

Se elaboraron las bases de cada prototipo y se congelaron en presentaciones de 20 g para cada uno de los parámetros a medir, esto se realizó de acuerdo al diagrama de proceso de la Figura 3.

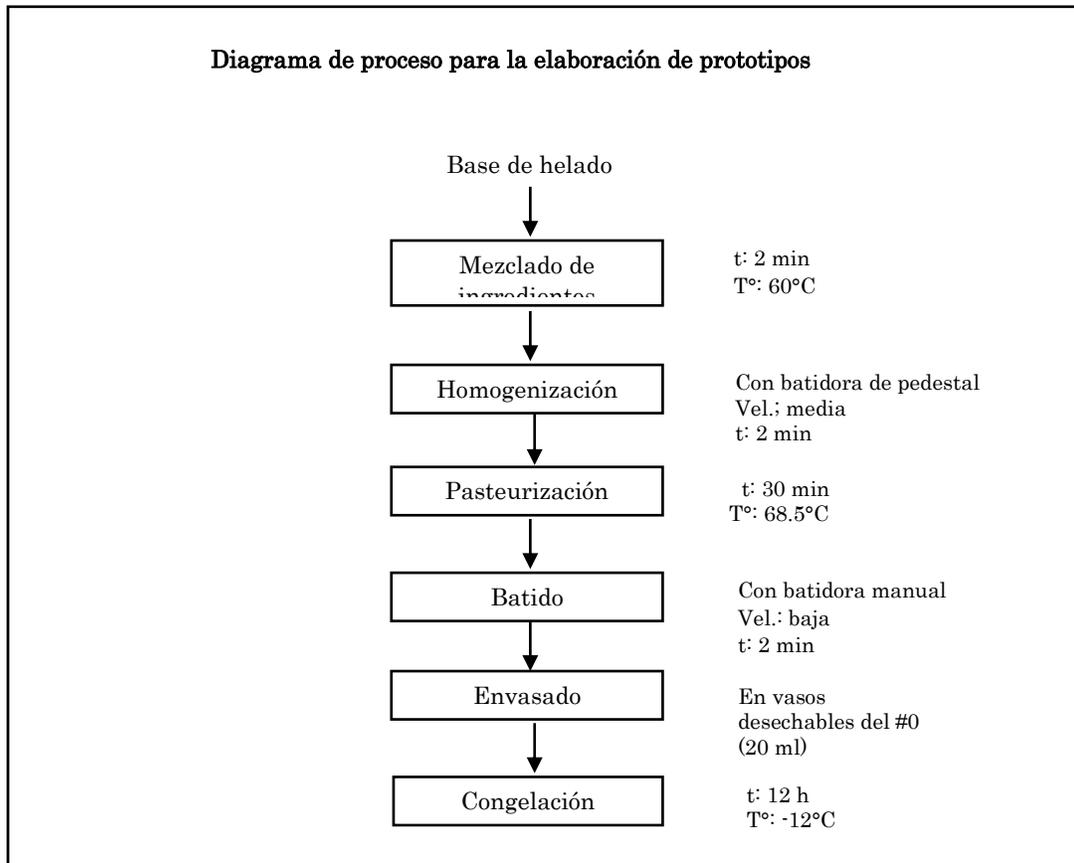


Figura 3. Diagrama de proceso para la elaboración de los 8 prototipos.

Para la evaluación del overrun se llevó a cabo una preselección de prototipos, descartando a los de características menos favorables conforme a las respuestas de tamaño de cristal, tamaño de burbuja y prueba de fusión, para la posterior elaboración de los prototipos preseleccionados de acuerdo al diagrama de proceso establecido.

Tabla 11. *Parámetros físicos a evaluar en el sorbete y proceso de elaboración.*

Parámetro a evaluar	Proceso de elaboración
Tamaño de cristal	Congelación lenta
Tamaño de burbuja	Congelación lenta
Prueba de fusión	Congelación lenta
% de overrun	Batido y congelación

Evaluación de los parámetros físicos en el sorbete

La evaluación de los parámetros físicos se realizó de acuerdo a las siguientes metodologías.

- *Prueba de fusión*

Se realizó una adecuación a la metodología usada por Rodríguez y Campderrós (2015) para la prueba de fusión (% de derretimiento en un tiempo determinado).

Equipo:

-Balanza (August Sauter Gmb HD-7470, Albstadt 1-Ebeingen)

Procedimiento.

Se colocaron 20 g de cada uno de los prototipos en los embudos sobre el matraz para que la masa drenada se acumulara, se dejó en reposo durante 35 min a 25°C cada uno, pasado este tiempo se pesó la masa drenada y se calculó el % de derretimiento en ese tiempo, con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de derretimiento} = \frac{g \text{ de muestra derretida}}{g \text{ de muestra total}} \times 100$$

Para cada prototipo se realizó la prueba por triplicado.

- *Tamaño de cristal y burbuja*

Se realizó la medición de el tamaño de cristal y burbuja por medio del microscopio.

Equipo:

-Microscopio (marca ZEISS).

Procedimiento.

Para ambas mediciones se tomó una pequeña muestra en un porta objetos cubriendolo con el cubre objetos, el cual se llevo al microscopio y se observo una muestra representativa de las burbujas y cristales para su medicion con el ocular (Plan 2.5).

Para la medicion de cristales se enfrió el portaobjetos previamente en el congelador, y se realizó en el menor tiempo posible.

- *Overrun*

La medición del overrun se realizó despues de descartar los prototipos menos favorables de acuerdo a los resultados del punto de fusión y de la medición de tamaño de burbuja y cristal.

Para la medición del overrun fue necesario realizar el batido de forma constante para una buena formación de burbujas y control del proceso, por lo que la fabricación del sorbete se llevó a cabo en la máquina industrial de helados.

El cálculo del overrun se realizó mediante la medición del volumen inicial y final, calculando el porcentaje de volumen que aumenta el sorbete despues del batido debido a la formación de burbujas.

Se calculó mediante la ecuación:

$$\% \text{ overrun} = \frac{\text{volumen final} - \text{volumen inicial}}{\text{volumen inicial}} \times 100$$

2.1.4 Objetivo 3. Evaluación sensorial descriptiva de prototipos seleccionados

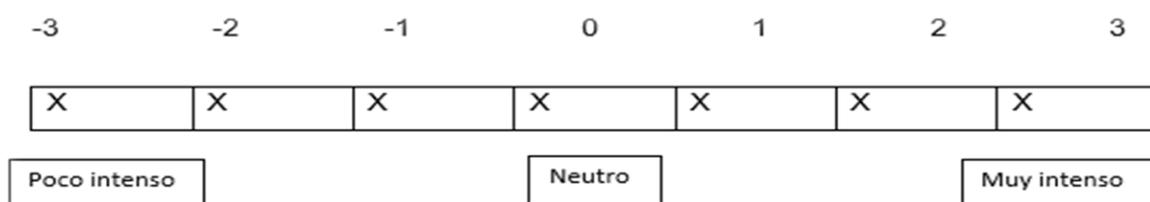
Después de elegir a los prototipos de mejores características físicas, se realizó una evaluación sensorial descriptiva con 30 jueces semientrenados para obtener los perfiles sensoriales de estos prototipos y elegir al de mejores características sensoriales. Además de evaluar los prototipos seleccionados, se obtuvo el perfil de un sorbete artesanal sabor limón de una nevería popular del estado de México para obtener una referencia.

Debido a que los jueces no eran de entrenamiento profesional las propiedades sensoriales a evaluar fueron de fácil reconocimiento, siendo así atributos generales de los sorbetes, en la Tabla 12 se presentan los atributos sensoriales que se evaluarán en cada uno de los sorbetes. Los jueces fueron estudiantes de la FES-Cuautitlan de la carrera de Ingeniería en Alimentos, que cursaron la materia de evaluación sensorial, capaces de evaluar los atributos sensoriales del sorbete, para obtener información similar a los perfiles sensoriales clásicos.

Tabla 12. Atributos sensoriales a evaluar.

Atributos sensoriales	
Sabor	Sabor a flor de jamaica , Dulce, Acido, Amargo, Resabio
Color	Agradable
Olor	Agradable
Textura	Uniforme, Suave, Espeso, Duro, Granuloso, Gomoso

La evaluación se llevó a cabo mediante la prueba descriptiva de la Figura 4, en la que se les pidió a los jueces probaran cada una de las muestras y asignaran un valor a cada uno de los atributos de acuerdo a la escala.



PRODUCTO: SORBETE DE JAMAICA CON CHIA. FECHA _____

Frente a usted a una muestra de sorbete, describa las siguientes propiedades de acuerdo a la escala, marcando con una X en la línea correspondiente.

SABOR

	-3	-2	-1	0	1	2	3
a) Sabor a jamaica							
b) Sabor dulce							
c) Sabor ácido							
d) Sabor amargo							
e) Resabio							

COLOR Y OLOR

	-3	-2	-1	0	1	2	3
a) Color agradable							
b) Olor agradable							

TEXTURA

	-3	-2	-1	0	1	2	3
a) Uniforme							
b) Suave							
c) Espeso							
d) Duro							
e) Granuloso							
f) Gomoso							

Comentarios

Gracias.

Figura 4. Cuestionario de evaluación sensorial descriptiva.

Se realizó un análisis estadístico mediante diagramas de cajas, para eliminar los valores atípicos, los resultados se graficaron en una grafica radial, para observar los perfiles de textura y sabor.

2.3.5 Objetivo 4. Determinación de composición química

En la Tabla 13 se muestran las técnicas usadas para el análisis químico del producto final, para poder colocar la información nutrimental en la etiqueta.

Tabla 13. Técnicas de AQP de producto final.

Análisis	Método
Humedad	Estufa (NMX-F083-1986)
Cenizas	Klemm (NMX-F-066-S-1978)
Proteína	Micro Kjeldahl (AOAC 960.52, 2000)
Fibra cruda	Kennedy (Less, 1982)
Azúcares reductores directos y totales.	Lane-Eynon (NMX-F-312-1978)
Lípidos	Base de datos

Se realizó la medición de la acidez y el pH del producto mediante las técnicas establecidas de la Tabla 14, para conocer estos parámetros que ayudan a la conservación del producto.

Tabla 14. Análisis fisicoquímicos del producto final.

Análisis	Método
Acidez	Titulación (NMX-F-102-S-1978)
pH	Potenciómetro (NOM-F-317-S-1978)

2.3.6 Objetivo 5. Análisis microbiológico

Se realizaron los análisis microbiológicos establecidos en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-036-SSA1-1993, (Tabla 15), en donde se declaran las siguientes especificaciones sanitarias microbiológicas:

Tabla 15. Especificaciones sanitarias microbiológicas para sorbetes.

	Especificaciones límite máximo
Mesófilos aerobios	200000 UFC/g
Organismos coliformes totales	100 UFC/g

Adicionalmente se realizó la determinación de hongos y levaduras que se establece en dicha norma, para las bases o mezcla para la elaboración de helados de crema, leche o grasa vegetal y sorbetes.

Tabla 16. Límite máximo permisible de hongos y levaduras.

	Especificaciones límite máximo
Hongos y levaduras	50 UFC/g

Para las determinaciones se usaron diluciones de 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} de acuerdo a la NOM-110-SSA1-1994, Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico, con dos repeticiones cada una.

Las determinaciones se siguieron de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

Mesófilos aerobios. Determinación de organismos Psicrotrofos.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

Fundamento. El fundamento de la técnica consiste en contar las colonias, que se desarrollan en el medio de elección después de un cierto tiempo y temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio. El método admite numerosas

fuentes de variación, algunas de ellas controlables, pero sujetas a la influencia de varios factores.

Reactivos: Medio de cultivo: Agar triptona-extracto de levadura (agar para cuenta estándar).

Informe de la prueba: Reportar como: Unidades formadoras de colonias, ___ UFC/g o ml, de bacterias aerobias en placa en agar triptona extracto de levadura o agar para cuenta estándar, incubadas ___ horas a ___ °C (datos para psicotróficos: 5+- 2°C, 7 a 10 días).

Coliformes totales

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.

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

Reactivos: Soluciones diluyentes, solución reguladora de fosfatos (solución concentrada), medio de cultivo (agar-rojo- violeta-bilis-lactosa (RVBA)).

Informe de la prueba: UFC/g o ml en placa de agar rojo violeta bilis, incubados a 35°C durante 24 ± 2 h. En caso de emplear diluciones y no observar crecimiento, informar utilizando como referencia la dilución más baja utilizada, por ejemplo dilución 10-1. En caso de no observar crecimiento en la muestra sin diluir se informa: "no desarrollo de coliformes por ml".

Mohos y levaduras

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios.
Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

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

Reactivos: Agar papa – dextrosa.

Informe de la prueba: Unidades formadoras de colonias por gramo o mililitro (UFC/g o ml) de mohos en agar papa - dextrosa acidificado, incubadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 5 días.

2.3.7 Objetivo 6. Evaluación sensorial afectiva

Se realizó una evaluación sensorial afectiva a 60 personas (consumidores) mayores de 18 años, que se localizaban en el plantel de la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán, para conocer el grado de aceptación del sorbete. En la Figura 5 se muestra el cuestionario que se aplicó, en donde se incluyó un apartado en donde el consumidor podría escribir su opinión general del producto, de las mejoras que haría y el precio que pagaría por el producto.

Sexo ____ Edad ____ Fecha _____

Sorbete de jamaica con chía.

Pruebe la muestra que se le presenta a continuación, y marque con una X la opción que describa su opinión respecto al producto de acuerdo a la siguiente escala.

Me gusta mucho

Me gusta

Ni me gusta ni me disgusta

Me disgusta

Me disgusta mucho

Comentarios

¿Le gustaría que se le haga alguna mejora al sorbete?

Este producto es bajo en calorías y esta adicionado con fibra ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una presentación individual?

Menos de \$20 Entre \$20 y 30\$ Hasta \$40

Figura 5. Cuestionario de aceptación.

2.3.8 Objetivo 7. Selección de envase, diseño de etiqueta y costo de producción

La selección del envase se llevó a cabo de acuerdo a las características del producto y al punto 10.1 de la NOM-036-SSA1-1993, en donde establecen que los sorbetes y helados se deben envasar en recipientes de tipo sanitario, elaborados con materiales inocuos y resistentes a distintas etapas del proceso, de tal manera que no reaccionen con el producto o alteren sus características físicas, químicas y organolépticas. Además de considerar el costo, las tendencias y el menor impacto posible ante el medio ambiente.

El diseño de la etiqueta se elaboró de acuerdo a las siguientes Normas Oficiales Mexicanas: Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria y Norma Oficial

Mexicana NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.

Además de figurar (de acuerdo a la NOM-036-SSA1-1993):

La leyenda "Manténgase en congelación" o "Consérvese en congelación".

El número o clave del lote de producción, pudiendo figurar en el envase individual o colectivo. Así mismo se diseñó una marca y logotipo para el sorbete, y de acuerdo a las tendencias del producto.

El costo directo del producto, se calculó de acuerdo al costo de las materias primas utilizadas, el cual se muestra en la Tabla 17 (costo por kg).

Tabla 17. Costos de la materia prima para la elaboración del sorbete.

Materia prima	Costo por kg
Jamaica	\$151.00
Chía	\$204.16
Jarabe de agave	\$130.88
Estevia	\$431.81
Inulina	\$500.00
CMC	\$450.00
G. de algarrobo	\$660.00
Agua (1L)	\$1.900
Envase (unidad)	\$3.75

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Análisis químico y fisicoquímico de la materia prima

En la Tabla 18 se muestran los resultados del análisis de la flor de jamaica, los resultados al ser comparados con los reportados en la bibliografía presentan diferencia debido a que se usaron diferentes métodos y a las variantes de flor de jamaica. Los valores obtenidos de pH y cenizas cumplen con lo citado en la NMX-FF-115-SCF1-2010, donde establece un pH máximo de 3 y cenizas máximo de 10%, por lo que es aceptada como materia prima.

Tabla 18. Resultado análisis químico proximal de flor de jamaica (Ortiz, S., 2008).

Análisis flor de Jamaica	Resultado	Dato bibliográfico
Humedad	X=16% DE:1.4142 CV:0.0883	5.56%
Cenizas	X=8.52% DE:0.7114 CV:0.0834	6.23%
Azúcares reductores directos	X=6.59% DE:0.1662 CV: 0.0251	Sin datos
Azúcares reductores totales	X=7.15% DE:0.1301 CV:0.0181	48.54%
pH	X=1.72 DE:0.0251 CV:0.0146	2.16-2.87

Acidez	X=0.1351g DE:0.0021 CV:0.0159	Sin datos
--------	-------------------------------------	-----------

El análisis de la semilla de chía (Tabla 19) muestra resultados con diferencia de alrededor de 3 a 5% de lo reportado en la bibliografía, mostrando un porcentaje mayor en lípidos (4.49%) por lo que se puede concluir que la semilla de chía tiene parámetros aceptables para la funcionalidad del sorbete.

Tabla 19. Resultado análisis químico de la chía (Jiménez et al., 2013).

	Análisis chía	Reportado en bibliografía
Lípidos	X=32.39% DE:0.0251 CV:0.0146	27.9%
Proteína	X=15.35% DE:0.0251 CV:0.0146	19.9%
Fibra	X=36.93% DE:0.0251 CV:0.0146	33%

Objetivo 1. Estudio de mercado

El estudio de mercado mostró que no es común encontrar un sorbete semejante al que se desarrolló, solo en tiendas especializadas se encontraron dos marcas de productos helados que venden sorbetes similares (Tabla 20).

Tabla 20. Sorbetes comercializados en supermercados.

Marca	Descripción	Edulcorante	Presentación	Costo
Sorbete Extra Special	Sorbete sabor naranja y frambuesa	Azúcar	946 ml	\$59
Helado L'arte Gelato	Sorbete de limón bajo en calorías	Sucralosa	450 ml	\$75

Helado L'arte Gelato es el único sorbete bajo en calorías en el mercado sin azúcar, endulzado con edulcorantes artificiales.

Aplicación de encuesta a 50 personas mayores de 18 años.

Los resultados del estudio de mercado mostraron datos muy favorables respecto a la viabilidad del producto. De acuerdo a la encuesta realizada, el 60% de las personas cuida de alguna forma su alimentación, siendo los estudiantes quien muestran menos interés por este tema (Figura 6).

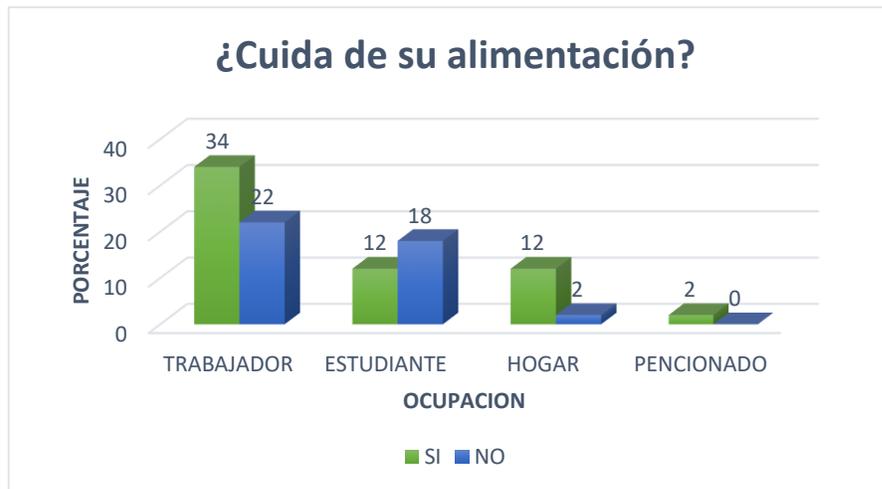


Figura 6. Cuidado de la alimentación.

El 70 % de las personas encuestadas al adquirir un producto alimenticio buscan que este les aporte algún beneficio en específico (Figura 7), se observa que a partir de los 20 años aumenta este interés, por lo que el mercado de este producto se puede enfocar a personas de esta edad.

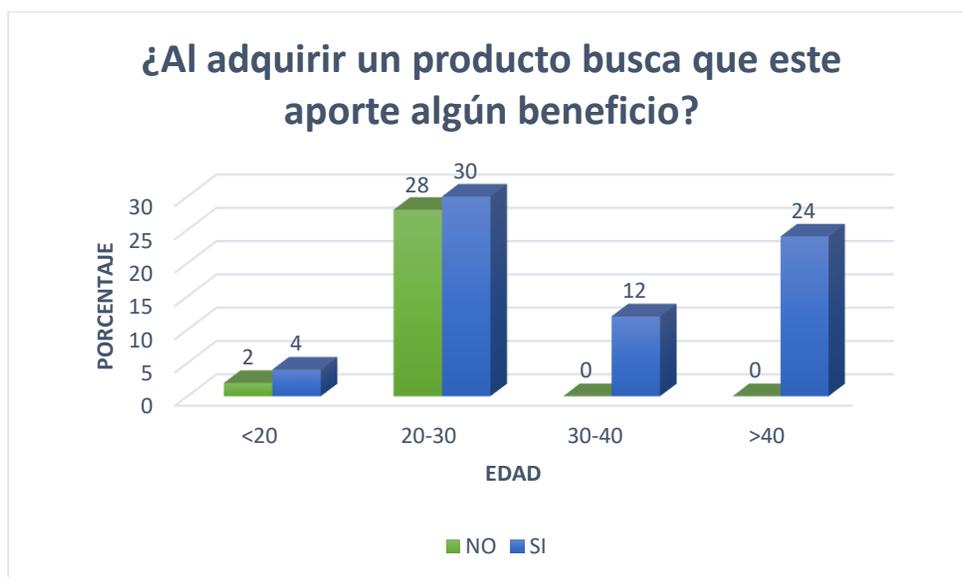


Figura 7. Interés en el beneficio que se busca en los productos alimenticios.

En la Figura 8 se muestran los beneficios que el consumidor busca a la hora de su compra, el 34% de los consumidores quiere un aporte de nutrientes en general, seguido de un 10 % que busca algún tipo de proteína en específico, un 6% desea que sea bajo en calorías, el 4% bajo en grasas y el 4% que no contenga azúcar.



Figura 8. Beneficio que busca el consumidor.

Los resultados de la encuesta respecto a la reducción del uso de azúcar (Figura 9), mostró que un 90% considera importante la reducción de este endulzante en sus dietas. Se observa que existe mayor preocupación por parte de las mujeres por este tema.

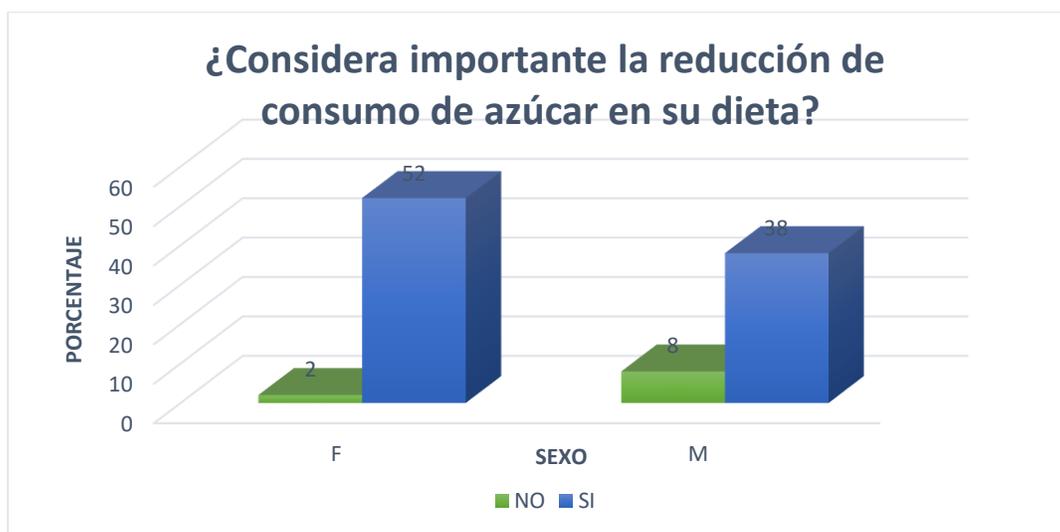


Figura 9. Importancia en la reducción de azúcar.

La encuesta mostró que un 63% ha dejado de consumir algún producto debido al alto contenido de azúcar (Figura 10), dentro de los productos que han dejado de consumir se encuentra el refresco seguido de algún tipo de golosina.



Figura 10. Productos que el consumidor ha de dejado de consumir.

Respecto a la semilla de chía (Figura 11), el 90% de los encuestados afirmó que han consumido chía, el 58% conoce alguna propiedad que se le atribuye a esta semilla como el aporte de proteínas, el aporte de antioxidantes, ácidos grasos y fibra.

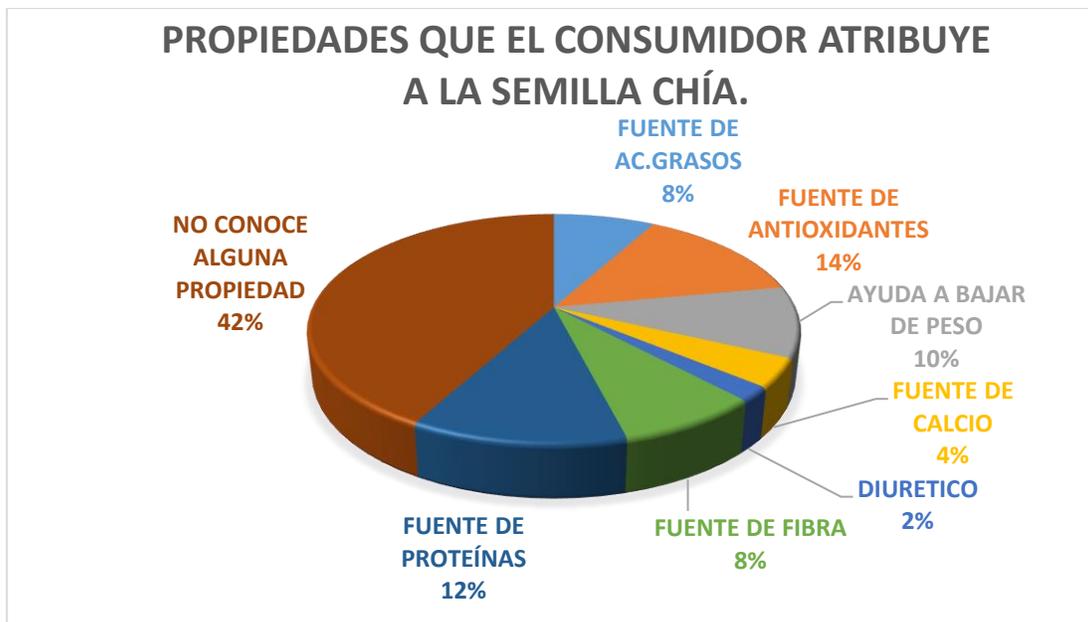


Figura 11. Propiedades que el consumidor atribuye a la semilla de chía.

Respecto a las preguntas del sorbete, el 100% de los encuestados afirmo que es de su agrado el sabor de la flor de jamaica. El 84% afirmó que consume helados y/o sorbetes frecuentemente, y un 96% del total de las personas encuestadas están interesados en comprar el sorbete de jamaica, como se puede observar en la gráfica de la Figura 12, un 14% del 16% de las personas que no consumen helados están interesados en comprar el sorbete de jamaica.

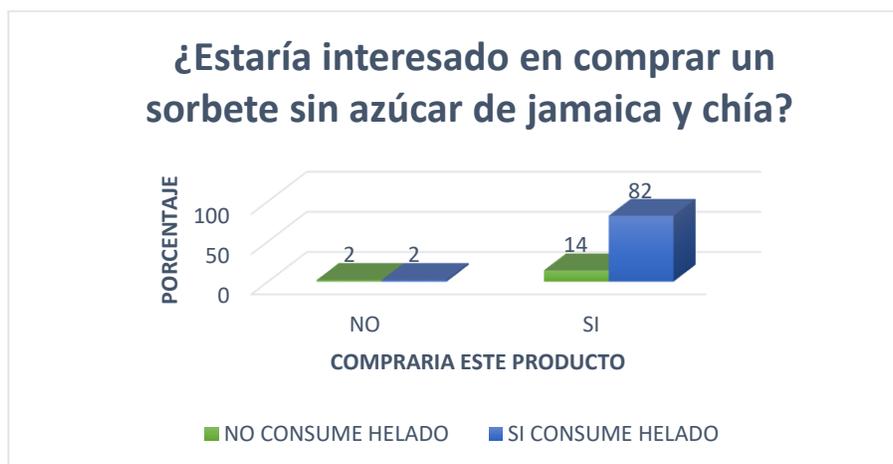


Figura 12. Interés en comprar el sorbete de jamaica.

Se cuestionó respecto a la presentación del sorbete que les gustaría comprar a los consumidores (Figura13), a lo que un 64% del total de los encuestados prefiere una presentación individual, un 24% de un litro y un 10% de 470 ml.

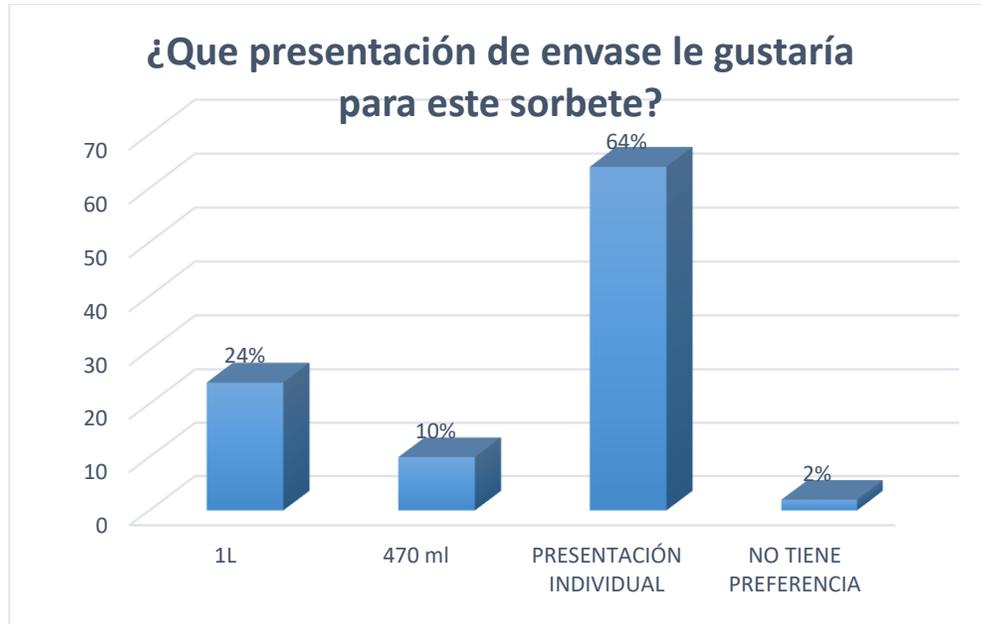


Figura 13. Tamaño del envase que prefiere el consumidor.

Objetivo 2. Elaboración de prototipos y evaluación de características físicas

Los resultados de la evaluación de las bases congeladas de los 8 prototipos se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21. Resultado de evaluación física de prototipos

Prototipo	Tamaño de burbuja (micras)	Tamaño de cristal (micras)	Fusión (% de derretimiento en t)
A	X=44 DE: 27.0 CV:0.613	X=214 DE:86.9 CV:0.406	X=23.15 DE:1.661 CV:0.071
B	X=60.8 DE: 41.4 CV:0.682	X=33 DE:11.5 CV:0.351	X=27.95 DE:1.412 CV:0.050
C	X=49.7 DE:23.0 CV:0.462	X=34 DE:14.2 CV:0.420	X=17.1 DE:3.606 CV:0.210

D	X=49.4 DE:32.4 CV:0.655	X=62 DE:25.4 CV:0.410	X=10.25 DE:0.530 CV:0.210
E	X=53.6 DE: 54.7 CV: 1.022	X=42 DE:13.9 CV:0.332	X=35 DE:1.626 CV:0.046
F	X=87.2 DE: 0.725 CV: 0.831	X=107 DE:39.7 CV:0.371	X=26.1 DE:1.484 CV:0.056
G	X=68.6 DE:49.6 CV:0.723	X=57 DE:15.6 CV:0.274	X=24.35 DE:2.934 CV:0.120
H	X=78.3 DE: 46.8 CV: 0.597	X=58 DE:16 CV:0.27	X=21.75 DE:0.671 CV:0.030

Se realizó un análisis factorial mediante el uso del programa estadístico R, para conocer si existen efectos significativos entre las variables de los prototipos, los cuales se muestran en la Tabla 22, Tabla 23 y Tabla 24.

Tabla 22. Resultados de análisis de tamaño de burbuja, tabla ANOVA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	F	Pr(>F)
Algarrobo	0.0000	1	0	0.998
CMC	0.04425	1	2.221	0.187
Texturizante	0.08715	1	6.823	0.04**
Algarrobo- CMC	0.02132	1	0.8683	0.4042
Algarrobo- texturizante	0.001653	1	0.0882	0.7813
CMC- Texturizante	0.008778	1	1.4875	0.28959

Tabla 23. Resultados de análisis de tamaño de cristal, tabla ANOVA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	F	Pr(>F)
Algarrobo	0.4278	1	1.201	0.315
CMC	0.0946	1	0.23	0.649
Texturizante	0.078	1	0.188	0.68
Algarrobo- CMC	0.2628	1	0.5905	0.4851
Algarrobo- texturizante	0.17111	1	0.3624	0.5796
CMC- Texturizante	0.59951	1	1.3372	0.3119

Tabla 24. Resultados de análisis de punto de fusión, tabla ANOVA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	F	Pr(>F)
Algarrobo	187.69	1	5.9006	0.05**
CMC	22.95	1	0.3872	0.5566
Texturizante	103.32	1	2.252	0.184
Algarrobo- CMC	3.578	1	0.0871	0.7825
Algarrobo- texturizante	9.57	1	5.491	0.5221
CMC- Texturizante	11.163	1	0.1852	0.6891

Se encontró diferencia significativa con $P < 0.05$ en dos de los atributos físicos evaluados, los cuales fueron tamaño de burbuja respecto al uso de texturizante ($P = 0.04$) y punto de fusión respecto al uso de goma de algarrobo ($p = 0.05$).

Como se puede observar en la gráfica de la Figura 14 se obtuvieron burbujas de menor tamaño y mejor firmeza con el uso de inulina y burbujas de mayor tamaño y menor firmeza con el uso del texturizante comercial Equacia.

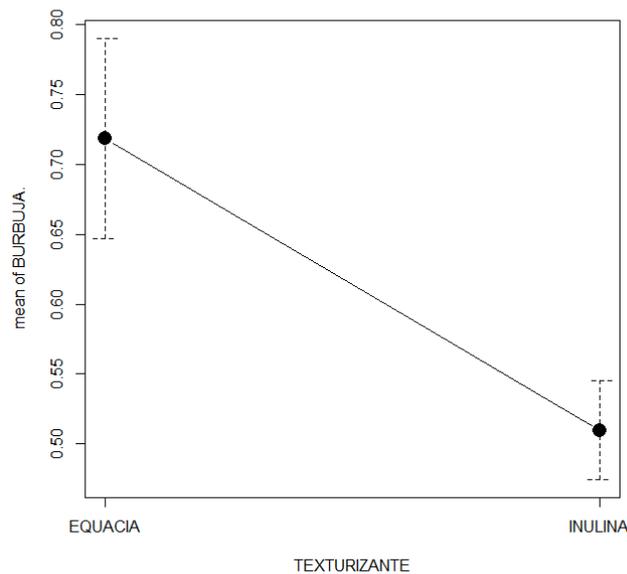


Figura 14. Efecto texturizante (fibra).



Figura 16. Prototipo con texturizante comercial (Plan 2.5).



Figura 15. Prototipo con inulina (Plan 2.5).

Al usar la inulina se asegura un tamaño de burbuja menor, mejorando la estabilidad y calidad del sorbete (Abrate, 2017), ya que si las burbujas de aire se unen entre si y se escapan de la matriz, el helado no podrá mantener su forma y colapsara (Pintor y Totosaus, 2013), como se puede observar en las Figuras 15 y 16.

La adición de goma de Algarrobo presentó efecto significativo sobre la prueba de fusión del sorbete, con el uso de algarrobo se obtiene un menor porcentaje de derretimiento a temperatura ambiente, y sin uso de algarrobo se observa un mayor porcentaje de derretimiento en el mismo tiempo y bajo las mismas condiciones.

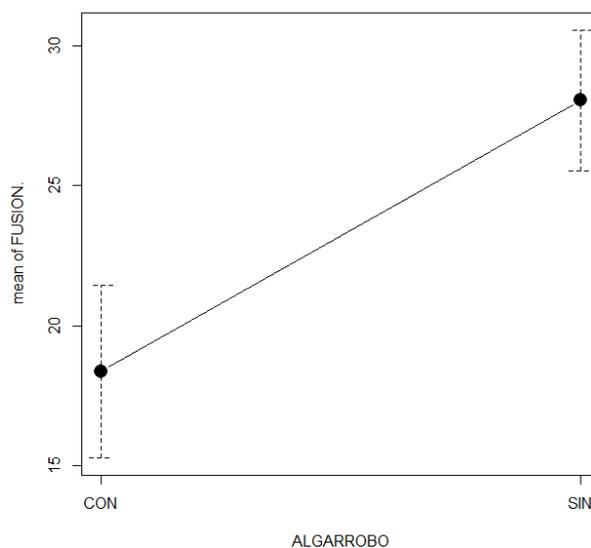


Figura 17. Efecto algarrobo en punto de fusión.

Debido a los efectos significativos que se encontraron en tamaño de burbuja y prueba de fusión con el uso de inulina y algarrobo respectivamente, los prototipos que se eligieron para la evaluación de overrun fueron los prototipos C y D (Tabla 25).

Tabla 25. Prototipos seleccionados de la evaluación de parámetros físicos.

Prototipo	[]CMC	Algarrobo	Texturizante
C	BAJA	CON	INULINA
D	ALTA	CON	INULINA

Se llevó a cabo la producción de tres litros de ambos prototipos de acuerdo el diagrama de proceso establecido y se midió el overrun para observar los resultados del espumado del sorbete.

En la Tabla 26, se muestran los resultados de la medición del overrun.

Tabla 26. Resultados de overrun de prototipos seleccionados.

Prototipo	Overrun
C	$\% = \left(\frac{3177.72cm^3 - 2042.82cm^3}{2042.82cm^3} \right) * 100 = 55.55\%$
D	$\% = \left(\frac{2723.76083cm^3 - 1974.7260cm^3}{1974.7260cm^3} \right) * 100 = 37.93\%$

Se puede observar que el prototipo con mayor porcentaje de overrun es el de concentración baja de CMC (prototipo C), el cual presentó 17.62 % más overrun respecto al prototipo D.

Al ser la CMC un agente espesante presentó mejores resultados para el sorbete a una concentración de 0.15% respecto al overrun.

Objetivo 3. Evaluación sensorial descriptiva de prototipos seleccionados

Se aplicó la evaluación sensorial descriptiva de los prototipos C, D y al sorbete tradicional a 30 jueces. Los resultados se analizaron mediante un gráfico de

caja por atributo, para descartar las respuestas con mayores discrepancias, eliminado a los jueces con dos unidades alejadas de los valores máximos y/o mínimos, descartando en promedio de dos a tres jueces. En la Figura 18 se muestra la gráfica radial de los resultados.

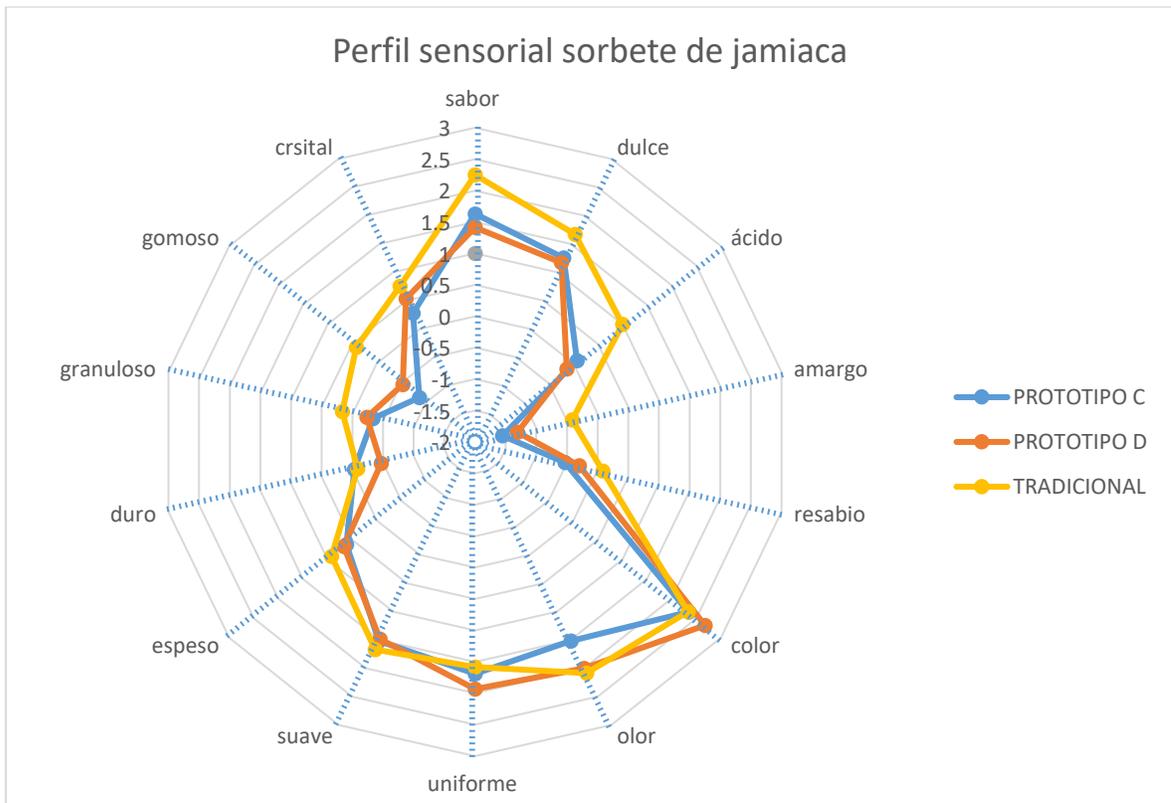


Figura 18. Grafico radial de perfil sensorial de los prototipos C, D y sorbete tradicional.

Se realizó un análisis de ANOVA con un modelo lineal entre los prototipos C y D, con la ayuda del programa R, para elegir el prototipo con mejores características sensoriales. Se observó diferencia significativa en los atributos de color (con $p=0.05$) y olor (con $p=0.01$), en donde el prototipo C tuvo menor intensidad en cuanto a estos dos atributos respecto al prototipo D. Los parámetros del perfil sensorial que tuvieron diferencia significativa, no son parámetros críticos en la calidad sensorial de este sorbete ya que son parámetros que se puede corregir sin alterar de forma drástica la formulación y que dependen del tipo de sorbete.

Los resultados que se observan en el perfil respecto a los parámetros de textura que fueron parámetros donde hubo mayor afectación al sustituir ingredientes, presentaron resultados favorables en comparación a la referencia (sorbete artesanal). Los parámetros uniforme, suave y espeso arrojaron resultados similares a la referencia, en cuando a los resultados de los parámetros duro, granuloso y gomoso arrojaron resultados menores a los de la referencia por lo cual se logró mejorar la textura del sorbete en la sustitución de ingredientes. El perfil de sabor no se logra comparar por completo ya que no son productos del mismo sabor y de la misma línea (artesanal y funcional).

Debido a que en la medición de overrun el prototipo C presento mayor porcentaje se eligió como prototipo final, ya que el porcentaje de overrun afecta directamente el rendimiento del sorbete y por lo tanto el costo, siendo este un parámetro de mayor importancia.

Objetivo 4. Análisis químico y fisicoquímico del producto final

En la Tabla 27 se presenta la formulación del prototipo final (prototipo C).

Tabla 27. Formulación del sorbete final.

Materia	%
Concentrado jamaica	42.03
Agua	42
Jarabe de agave	11.04
Estevia	0.68
Chía	2
Inulina	2
CMC	0.15
Goma de algarrobo	0.1

Se realizó el AQP del producto final para verificar su composición nutrimental, y cumplir con lo establecido en la NOM-051-SCFI-1994.

En la Tabla 28 se muestran los resultados del análisis químico proximal del sorbete de jamaica.

Tabla 28. Resultados AQP del sorbete de jamaica.

Análisis	Resultado (%) Sorbete de jamaica
Humedad	X=84.91 CV:0.031 DE: 0.2696
Cenizas	X=0.44 CV:0.1427 DE: 0.0635
Proteínas	X=0.65 CV:0.0189 DE:0.0124
Fibra cruda	X= 0.64 CV:0.4484 DE:0.2877
Fibra dietética*	X=2.44
Azúcares Reductores Directos	X=9.33 CV:0.0065 DE:0.0611
Azúcares Reductores Totales	X=10.27 CV:0.0681 DE:0.7001
Lípidos*	0.65

*Valores estimados.

El porcentaje de lípidos fue calculado en base a los datos obtenidos en el análisis químico de la chía (lípidos, 32.39%), dado que esta materia prima es la única que aporta lípidos y de acuerdo a la formulación (2%), solo aporta un 0.65% de lípidos al producto.

Para obtener un valor aproximado de la fibra dietética se obtuvieron los carbohidratos totales por calculo (100% menos la suma del porcentaje de humedad, proteína, grasa, fibra cruda y cenizas), dando como resultado 12.71%, al cual se le resto el valor que se obtuvo en la determinación de los azúcares totales (10.27%), obteniendo así el dato aproximado de la fibra dietaría (2.44%).

En general se puede concluir que se adicionó un 3.08% de fibra total, de la cual un 0.64% es fibra cruda y un 2.44% es fibra dietética, proveniente de la inulina y de la semilla de chíá, por lo que una porción de este postre aporta aproximadamente un 8.16% de la ingesta diaria recomendada de fibra dietética.

En la formulación artesanal con azúcar (Tabla 6) el producto contenía 18.36% de azúcar añadida (sacarosa), a lo que se logró reducir a un 0.94% de azúcar (sacarosa) en formulación.

Azúcares Reductores Totales –Azúcares Reductores Directos=% azúcar
(sacarosa)

$10.27\% - 9.33\% = 0.94\%$ de sacarosa (en formulación final)

Por lo cual se logró reducir la sacarosa un 94.8 % respecto al original con 18.36% de sacarosa.

De acuerdo a la NOM-086-SSA1-1994, el sorbete de jamaica puede ser declarado como reducido en calorías y en azúcar debido a que se redujo más del 25% de la formulación artesanal debido a la sustitución del azúcar.

Azúcares totales, de 18.36% a 10.27%= 44.06% de reducción

Los resultados de la determinación del pH y acidez se muestran en la Tabla 29.

Tabla 29. Resultados fisicoquímicos del sorbete de jamaica.

Análisis	Resultados
Acidez	0.0283 g de ac. málico/100g de producto CV: 0.0126 DE: 0.0003
pH	1.6533 CV:0.0184 DE:0.0305

La acidez del producto es proporcionada por la infusión de la flor de jamaica y está relacionada con la cantidad de ácidos presentes en el extracto, se tratan de ácidos cítrico, ascórbico, málico, esteárico y protocatecuico (Galicia *et al*, 2008), este valor afecta también al perfil sensorial.

De acuerdo a la FAO (1992), para controlar el crecimiento de todos los microorganismos en alimentos por pH, se requiere presente un valor menor a < 1.8, debido a los valores presentados de acidez y pH, estas propiedades ayudarán al proceso de conservación del producto ante algunos ataques microbianos.

Objetivo 5. Análisis microbiológico

Después del análisis microbiológico de acuerdo a lo establecido en las NOM-092-SSA1-1994 , NOM-113-SSA1-1994 y NOM-111-SSA1-1994, se reporta lo siguiente:

Tabla 30. Resultados microbiológicos del sorbete de jamaica.

Determinación	Resultados
Bacterias aerobias (Psicrotróficos)	0 UFC/ml, de bacterias aerobias en placa en agar para cuenta estándar, incubadas 168 horas a 4°C
Coliformes totales	Menos de un coliformes por 10 ml por gramo de producto en placa de agar rojo violeta bilis, incubados a 35°C durante 24 ± 2 h
Mohos y levaduras	0 UFC/ml de mohos en agar papa - dextrosa acidificado, incubadas a 25 ± 1°C durante 5 días.

Por lo cual se demuestra que el sorbete de jamaica es seguro para el consumo, ya que se cumple con las especificaciones límite máximo.

Objetivo 6. Evaluación sensorial afectiva

Se aplicó la encuesta sensorial afectiva para conocer la aceptación del sorbete, a la cual se le realizó un análisis estadístico ANOVA con ayuda del programa estadístico R .

La evaluación sensorial afectiva demostró resultados favorables para el sorbete, ya que un 65% de los consumidores calificaron como “*Me gusta*”, un 26.7% “*Me gusta mucho*”, las calificaciones “*Ni me gusta ni me disgusta*”, “*Me disgusta y me disgusta mucho*” reúnen apenas un 8.3% del total de la encuesta, por lo que en general el sorbete de jamaica fue aceptado por un 91.7 % de los consumidores. Como se puede apreciar la aceptación del sorbete se dio en la misma proporción por parte de los hombres y las mujeres, por lo que el campo de mercado es muy amplio.



Figura 19. Resultado encuesta. Grado de aceptación.

Al preguntar a los posibles consumidores respecto al el precio del sorbete, el 58.3% de los consumidores están dispuestos a pagar un precio de entre 20 y 30 pesos por la presentación individual del sorbete y un 41.66% pagaría menos de 20 pesos, mientras que ninguno de los consumidores encuestados pagaría un precio mayor a 30 pesos.

Se puede apreciar una diferencia importante entre la edad del consumidor y el precio que pagaría, ya que las personas que se encuentran en un intervalo de entre 20 y 30 años de edad pagarían un precio menor (menos de 20 pesos), por lo que se deduce que entre menor edad tenga el consumidor menor precio está dispuesto a pagar.

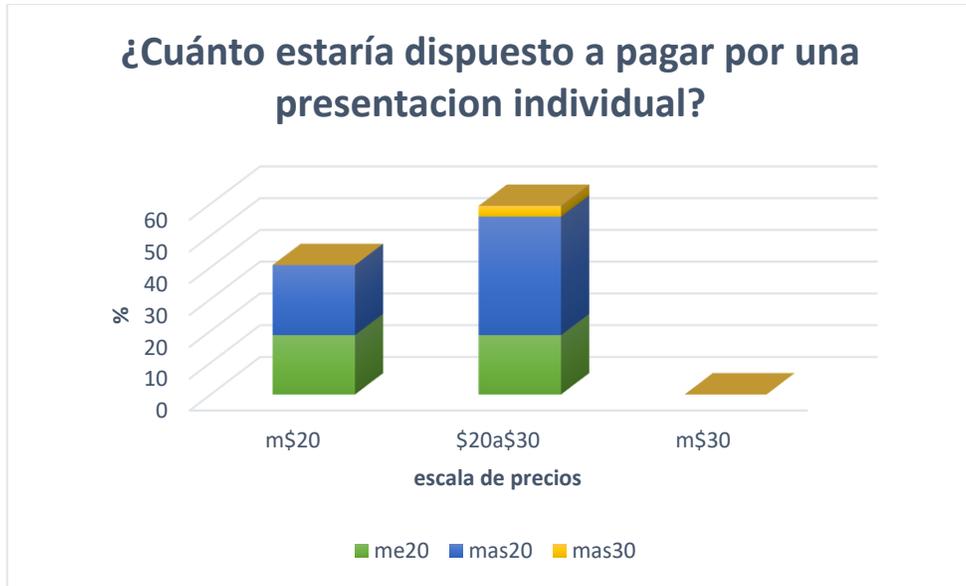


Figura 20. Resultado encuesta. Precio que pagaría el consumidor.

Adicional a la encuesta se dejó un espacio abierto para que los posibles consumidores dejaran sugerencias para mejorar el sorbete, a lo que un 47% piensa que el producto no necesita ninguna mejoría, un 15% propuso un aumento de dulzor, un 10% un aumento en el sabor de la jamaica, y en menor porcentaje alguna mejoría respecto a la acidez, a la chía, al sabor en general, color y textura.

Se aprecia que la mayoría de los consumidores aceptan el producto como se les presentó, el resto se enfoca más en los gustos personales ya que la evaluación afectiva mostró que fue de su agrado por lo que el sorbete se mantiene como se presentó.



Figura 21. Resultados encuesta. Propuesta del consumidor para mejora del sorbete.

Objetivo 7. Selección de envase

Se seleccionó un envase de cartón encerado como el que se muestra en la Figura 22, ya que es un envase popular entre los helados comerciales y cumple con los requerimientos para proteger un sorbete, tiene un tiempo de degradación menor que los envases de plástico y unicel, además de ser un material que se puede reciclar (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales).



Figura 22. Envase de sorbete.

La base de los envases de papel encerado es el propio papel, normalmente de tipo calandrado no estucado, lo que lo caracteriza por tener ventajas medioambientales ya que es biodegradable, compostable, reciclable y renovable, además de ser muy resistente. Este envase cumple con las especificaciones para el envasado de helados y sorbetes, manteniendo la calidad hasta el momento de venta del producto.

Una de las ventajas que presenta este tipo de envase es que en él se puede imprimir, por lo que la etiqueta viene incluida en la impresión del envase.

Además existe una gran variedad de presentaciones (100 ml, 470 ml, 1L, etc).

Diseño de etiqueta

El diseño de la etiqueta cumple con las especificaciones de normatividad, presentando el contenido neto, nombre y marca, especificación del producto, porcentaje de ingrediente añadido (chía), leyenda de “adición de fibra”, leyenda de “consérvese en congelación”, lote y caducidad, e imagen alusiva al producto, como se muestra en las siguientes Figuras.



Figura 23. Etiqueta del sorbete.



Figura 24. Leyendas en etiqueta del sorbete.



Figura 25. Nombre, imagen y especificaciones en etiqueta del sorbete.

Se permitió la etiqueta entrocada al consumidor meta, dando un toque llamativo. Así mismo se realizó el diseño de la marca “Sorbetes de México” la cual se muestra en la Figura 26.



Figura 26. Marca comercial.

La información nutrimental fue añadida de acuerdo a los datos obtenidos por los análisis y las Kcal equivalentes:

Tabla 31. Información nutrimental del sorbete de jamaica.

Nutrimento	Energía equivalente	Contenido en sorbete	Energía.	Reporte en etiqueta frontal**
Carbohidratos	4 kcal/g 17 kJ/g	10.27g	41.08 kcal/g	41 kcal
Proteínas	4 kcal/g 17 kJ/g	0.65g	2.6 kcal/g	3 kcal
Grasas	9 kcal/g 37 kJ/g	0.64g	5.76 kcal/g	6 kcal
Total			49.44 kcal/g	50 kcal

El reporte en la etiqueta se colocó conforme a lo establecido en el punto 4.2.9.3 de la NOM-051-SCFI, en la Figura 27 se muestra el cuadro de la información nutrimental que se colocó.

INFORMACION NUTRIMENTAL Porción por envase (100 ml).	
Contenido energético	50kcal
Proteínas	0.65g
Grasas	0.64g
Carbohidratos	12.72g
de los cuales:	
Azúcares	10.27g
Fibra dietética	2.45g
Sodio	0g

Figura 27. Información nutrimental en etiqueta.

En la Figura 28 se muestra la información del aporte calórico y % de los nutrimentos diarios de la etiqueta en la parte frontal.



Figura 28. Información nutrimental frontal de la etiqueta.

En la Figura 29 se muestra el lugar y dependencia que elabora el producto e ingredientes.

Hecho en México por Sorbetes de México, S de R.L de C.V, Av. 1o de Mayo S/N, Santa María las Torres, Campo Uno 54740 Cuautitlán Izcalli, Estado de México.
Ingredientes: Jarabe de agave, jamaica, chía, fibra soluble, estevia y estabilizantes.

Figura 29. Ingredientes, lugar de elaboración y dependencia en etiqueta.

Determinación de costo de producción

El cálculo del costo directo se muestra en la Tabla 32, el cual se realizó por medio del costo de las materias primas y la proporción en que se añaden.

Tabla 32. Costo directo del sorbete de jamaica

Ingrediente	Costo en kg (\$)	(%)	Costo por porción (100 g)
Agua	1.90	42.03	\$0.08
Concentrado de jamaica	6.43*	42	\$0.27
Jarabe de agave	130.88	11.04	\$1.44
Stevia	431.81	0.68	\$0.30
Chía	204.16	2	\$0.41
Inulina	500.00	2	\$1.00
CMC	450.00	0.15	\$0.07
Goma algarrobo	660.00	0.1	\$0.07
Total	-	-	\$3.64
Envase (unidad)	3.75	1	\$3.75
TOTAL			\$7.39

*El costo del concentrado de jamaica se calculó tomando en cuenta la concentración de flor de jamaica y el agua que se debe de usar.

De acuerdo a lo que reportaron los consumidores en la encuesta, el parámetro de precio que están dispuestos a pagar esta entre 20 a 30 pesos, por lo que existe un rango de ganancias de 12.6196 hasta 22.6196 pesos, lo que genera hasta un 306% de margen en el cual se incluirían los costos indirectos y las utilidades.

CONCLUSIONES

El desarrollo del sorbete de jamaica resultó novedoso ya que en el mercado no se encontró un producto igual, la única competencia “directa” se presentó en un sorbete endulzado con edulcorantes y saborizantes artificiales. Los resultados del estudio de mercado resultaron favorables ya que en general más de la mitad de la población cuida su alimentación y por lo tanto busca productos benéficos. La encuesta demostró que el desarrollo del sorbete de jamaica funcional es viable, ya que para un 96% de las personas encuestadas fue una propuesta atractiva de consumo, además de que el sabor de la flor de jamaica es un sabor en general aceptado por el público que aporta múltiples beneficios. Debido al interés de consumo el producto se dirigirá a personas adultas de entre 20 y 30 años de edad.

La evaluación de los prototipos permitió elegir la formulación adecuada para la obtención de un sorbete de alta calidad, manteniendo su textura. Se adicionó exitosamente la inulina y la chía para mejorar la textura del sorbete así como aumentar funcionalidad al producto, además se logró sustituir el azúcar en su totalidad por el jarabe de agave y la estevia sin perder textura ni sabor y sin añadir resabios, por lo que se logró incrementar su valor comercial y funcional, además de disminuir el aporte calórico.

Se cubrieron exitosamente las especificaciones sanitarias al igual que se cumplió con las especificaciones de normatividad para el diseño y selección de envase. El costo del producto demostró que el precio del sorbete está dentro del intervalo que los consumidores pagarían, además de permitir obtener ganancias de más del 100% del costo directo del sorbete.

El sorbete fue de gran aceptación por lo que se asegura la aprobación de este producto por parte del consumidor en el mercado.

RECOMENDACIONES

Debido a la naturaleza del producto no se pudo realizar la determinación de la fibra mediante algunos métodos convencionales, por lo cual se recomienda determinar la fibra dietética por el método gravimétrico-enzimático descrito en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales, para así poder obtener un dato experimental.

La vida de anaquel del sorbete de jamaica no fue estudiada debido a que en el laboratorio no se cuenta con las condiciones necesarias para controlar las temperaturas ni el tiempo necesario. Se recomienda realizar el estudio de la vida de anaquel del producto en condiciones controladas y en tiempo real, evaluando principalmente en función de la textura debido a que se realizaron modificaciones que afectaron este atributo, y ya que en general en los productos congelados se produce crecimiento de cristales de hielo, se recomienda realizar el estudio mediante pruebas sensoriales y medición instrumental.

REFERENCIAS

- * Abrate, F. (2017). Evaluación de la estabilidad en helados de crema utilizando diferentes tipos de proteínas. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Católica de Córdoba.
- * Alarcón, F., Zamilpa, A., Pérez, D., Almanza, J., Romero, E., Campos, E., Vazquez, L., Roman, R. (2007). Effect of *Hibbiscus sabdariffa* on obesity in MSG mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 114 (1), 66-71.
- * Alarcón, J., Zamilpa, A., Alarcon, F., Herrera, M., Tortoriello, J., Jimenez, E. (2011). Pharmacological Characterization of the diuretic effect of Hibiscus sabdariffa Linn (Malvaceae) extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 139, 751-756.
- *Alvarado, D. (2011). Caracterización de la semilla del chan (*Salvia hispánica* L.) y diseño de un producto funcional que la contiene como ingrediente. *Revista de la Universidad del Valle de Guatemala*, 23, 43-49.
- * Alvidrez, A., González, B., Jiménez, Z. (2002). Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. *Revista salud pública y nutrición*, 3(3), 1-6.
- * Alzate, L., Arteaga, D., Jaramillo, Y. (2008). Propiedades farmacológicas del Algarrobo (*Hymenaea courbaril* Linneaus) de interés para la industria de alimentos. *Revista Lasallista de investigación*, 5(2), 100-112.
- * Anzaldúa, A. (2005). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. España: Acribia Editorial.
- * Arango, O., Cuarán, G., Camilo, J. (2008). Extracción, cristalización y caracterización de inulina a partir de yacón (*smallanthus sonchifolius* (poep. & endl.) para su utilización en la industria alimentaria y farmacéutica. *Facultad de ciencias Agropecuarias*, 6(2), 14-20.
- * AOAC (2000). "Official methods of analysis of the association of official analytical chemists AOAC, food composition, additives; natural contaminants",

Volumen II, 17th Ed. , Association of official analytical chemist, Inc. Arlington, USA, pp. 1298.

* BDMTM, Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. UNAM, México 2009.

<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&i d=7513>

* Campos, B., Dias, T., da Silva, M., Scaramol, G., Bergamasco, R. (2016). Optimization of the mucilage extraction process from chia seeds and application in ice cream as stabilizer and emulsifier. *LWT- Food Science and Technology*, 65, 874-883.

* Cañas, A., Restrepo, D., Cortes, M. (2011). Revisión: productos vegetales como fuentes de Fibra Dietaria en la industria de alimentos. *Revista de la Facultad Nacional Autónoma de Agronomía*, 64 (1), 6024-6035.

* Castañeda, R., Caceras, A. (2014). Compuestos bioactivos y propiedades terapéuticas de los cálices de rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* Linn). *Revista científica*. 24 (1), 7-24.

* Castro, A., Guerrero, J.(2013). El agave y sus productos. *Temas selectos de ingeniería en alimentos*, 7(2), 53-61.

* Clarke, C. (2004). *The science of ice cream*. Reino unido: The Royal Society of Chemistry.

* Contretas, G., Soto, R., Huchin, C. (2009). Tecnología para el cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en Quintana Roo. (Folleto Técnico No. 3). México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Sureste Da Costa, I., Bonnlaender, B., Sievers, H., Pischel, I., Heinrich, M. (2014) *Hibiscus sabdariffa* L. – A phytochemical and pharmacological review. *Food Chemistry*, 165, 424-443.

* De la Cruz, I. (2008). Estabilizantes para helados. [versión electrónica]. *Industrias de alimentos: Nutrición*. Recuperado el 23 de noviembre del 2018,

de <https://alimentos.blogia.com/2008/031501-estabilizantes-para-helados.php>

* De Luis, D., de la Fuente, B., Izaola, O., Conde, R., Gutierrez, S., Morillo, M., Teba, C. (2010). Ensayo clínico aleatorizado con una galleta enriquecida en inulina en el patrón de riesgo cardiovascular de pacientes obesos. *Nutrición Hospitalaria*, 25(1), 53-59.

* Duran, S., Rodriguez, M., Cordon, K., Record, J. (2012). Estevia (*Stevia rebaudiana*), edulcorante natural y no calórico. *Revista Chilena de Nutrición*, 39(4), 203-206.

* Elnaga, A., Massoud, M., Yousef, M., Mohamed, H. (2016). Effect of Stevia sweetener consumption as non-caloric sweetening on body weight gain and biochemical's parameters in overweight female rats. *Annals of Agricultural Science*, 61(1), 155-163.

* Espinosa, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Cuba: Editorial Universitaria.

* Espitia, C., Montoya, B., Atencio, S. (2009). Rendimiento de Stevia rebaudiana Bert. bajo tres arreglos poblacionales en el sinú medio. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 12 (1), 151-161.

* Estévez, A., Escobar B., Sepúlveda, M. (2012). Caracterización física y reológica de semillas de tres leguminosas arbóreas. *IDESIA*, 30 (1), 83-91.

* Fischer, L., Espejo, J. (2011) *Mercadotecnia*. (4ta edición). México: Mc Graw Hill.

Ibáñez, F., Barcina, Y. (2001). *Análisis sensorial de alimentos. Métodos y aplicaciones*. España: Springer-Verlag Iberica.

* Flores, A., Coyotl, J., Hernandez, M., Velasquez, J., Hernandez, A. (2006). Gestión de calidad de una miel obtenida a partir de aguamiel de maguey pulquero (*Agave salmiana*). IV Congreso Internacional de ingeniería bioquímica. Morelia Michoacán, México.

- * Galicia, L., Salinas, Y., Espinoza, B., Sanches, C. (2008). Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de extractos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) nacional e importada. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 14(2), 121-129.
- Gibson, G. (2007). Functional foods: probiotics and prebiotics. *OXOID, Culture*, 28 (2), 1-8.
- * Giraldo, J. (2004). Metodología para el desarrollo de nuevos productos. ¿*Qué es diseño hoy?*. Primer encuentro Nacional de Investigación en Diseño. Universidad. Icesi
- * González, R., Cruz, A., Moscosa, M., Castillo, L. (2012). Estado del arte y avances en la elaboración de helados. *TLATEMOANI*, 1(11), 1-21.
- * Gutiérrez, R., Ramírez, L., Vega, S., Fontecha, J., Rodríguez, L., Escobar, M. (2014). Contenido de ácidos grasos en semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) cultivadas en cuatro estados de México. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(1), 199-207.
- * Hernández, J. (2006). Diseño y desarrollo de productos alimenticios. Guía empresarial de la Unidad politécnica para el desarrollo y la competitividad empresarial. Instituto Politécnico Nacional.
- * Husson, F., Le Dien, S., Pages, J. (2001). Wich value can be granted to sensory profiles given by consumers? Methodology and results. *Food Quality and Preference*, 12, 291-296.
- * Ibáñez, F., Barcina, Y. (2001). Análisis sensorial de alimentos. Métodos y aplicaciones. España: Springer-Verlag Iberica.
- * Jiménez, P., Masson, L., Quitral, R. (2013). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Revista chilena de nutrición*, 40 (2), 155-160.

- * Lara, E., Osorio, P., Jiménez, A., Bautista, S. (2013). Contenido nutricional, propiedades funcionales y conservación de flores comestibles. Revisión. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 63 (3), 193-208.
- * Lees, R. (1982). *Análisis de los alimentos. Métodos analíticos y de control de calidad (2da edición)*. España: Editorial ACRIBIA ZARAGOZA.
- * López, L. (2013). Elaboración, control de calidad y evaluación de la actividades antidiabética de la miel de Agave (*Agave americana L.*). Tesis de licenciatura. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias.
- * Madrid, A., Cenzano, I. (2003). *Helados: elaboración, análisis y control de calidad*. España: Mundi-Prensa.
- * Madrigal, L., Sangronis, E. (2007). La inulina y derivados como ingredinetes claves en alimentos funcionales. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 57(4), 387- 396.
- * Mesa, M. (2012). *Fundamentos de marketing*. Colombia: ECOE EDICIONES.
- * Maruyama, S., Claus, T., Chiavelli, L., Bertozzi, J., Pilau, E., Souza, N., Visentainer, J., Gomes, S., Matsushita, M. (2014). Analysis of carotenoids, α -tocopherol, sterols and phenolic compounds from white bread enriched with chia (*Salvia hispanica L.*) seeds and carrot (*Daucus carota L.*) leaves. *Journal of the Brazilian Society*, 25(6), 1108-1115.
- * Mellado, E., Lopez, M. (2013). Análisis comparativo entre jarabe de agave azul (*Agave tequilana Weber var. azul*) y otros jarabes naturales. *Agrociencia*, 47(3), 233-244.
- * Mielby, L., Andersen, B., Jensen, S., Kildegaard, H., Kuznetsova, A., Eggers, N., Brockhoff, P., Byrne, D. (2016). Changes in sensori characteristics and their relation withn consumers liking, wanting and sensory satisfaction: Using dietary fibre and lime flavour in Stevia reabaidiana sweetened fruti beverages. *Food Research International*, 82, 14-21.

- * Morton, J. (1987). *Fruits of warm climates*. Miami, USA: Julia F. Morton.
- * Muñiz, D., Rodriguez, R., Rodriguez, M., Contreras, J., Aguilar, C. (2013). Producción Artesanal del Aguamiel: Una Bebida Tradicional Mexicana. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 5 (10), 12-19.
- * NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Foodstuff determination of ashes. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
- * NMX-F-102-S-1978. Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas.
- * NMX-FF-110-SCFI-2008. Productos alimenticios – jarabe de agave - especificaciones y métodos de prueba
- * NMX-FF-115-SCFI-2010. Productos agrícolas destonados para condumo humado –Flor (Cáliz) de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.)- Especificaciones y métodos de prueba.
- * NMX-F-312-1978. Determinación de reductores directos y totales en alimentos.
- * NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos.
- * NMX-F-428-1982. Alimentos. Determinación de humedad (método rápido de la termobalanza).
- * NOM-036-SSA1-1993. Bienes y servicios. Helados de crema, de leche o grasa vegetal, sorbetes y bases o mezclas para helados. Especificaciones sanitarias.
- * NOM-051-SCFI-1994 Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados.
- * NOM-086-SSA1-1994 Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificación en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- * NOM-092-SSA1-1994 Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
- * NOM-110-SSA1-1994 Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
- * NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

- * NOM-113-SSA1-1994 Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
- * Ortiz, S. (2008). Composición en macronutrientes, minerales y metales pesados en cálices de jamaica cultivada en el estado Monagas. *Revista voces: Tecnología y pensamiento*, 3(1), 61-75.
- * Parra, S., Rodríguez, S., Valdez, R. (2007). Evaluación de la composición química del agua miel y miel de maguey que se consume en Zacatecas. *Jornadas de investigación: Especial, nueva época, Universidad Autónoma de Chapingo*. 3 (2), 1-6.
- * Pedrero, D., Pangborn, R. (1989). Evaluación sensorial de los alimentos. *Métodos Analíticos*. México: Editorial Alhambra Mexicana.
- * Pintor, M., Totosaus, A. (2013). Lácteos congelados y su relación con la textura del helado: una revisión. *Ciencia Uat*, 25 (1), 56-61.
- * Prasad, Y., Adhikari, R., Kasapis, S., Adhikari, B. (2015). Molecular and functional characteristics of purified gum from Australian chia seeds. *Carbohydrate Polymers*, 136 (2016), 128-136.
- * Posadas, L., Sepulveda, J., Restrepo, D. Selección y evaluación de un estabilizante integrado de gomas sobre las propiedades de calidad en mezclas para helado duro. *Vitae*, 19 (2), 166-177.
- * Ramírez, C. (2011). Propuesta metodológica para el desarrollo de productos. *Pensamiento y gestión*. 30, 21-45.
- * Rayas, P., Romero, A. (2008). Fibra a base de frutas, vegetales y cereales: Función de salud. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 7 (23), 613-621.
- * Rodríguez, L., Campderrós, M. (2015). Incorporación de inulina en la matriz de helados de vainilla libre de grasa: efecto sobre las propiedades texturales y físicas. *La Alimentación Latinoamericana*, 316 (1), 66-69.

- * Ramírez,, R. (2010). Alimentos funcionales: principios y nuevos productos. México: Trillas.
- * SIAP, Sistema de Información Agropecuaria (2014). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Anuario Estadístico 2014. México, D. F.
- * Silveira, M., Monereo, S., Molina, B. (2003). Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿Cerca o lejos? *Revista Española de Salud Pública*, 77(1), 317-331.
- Sumaya, M., Medina, R., Machuca, M., Jimenez, E., Balois, R., Sanchez, L. (2014). Potencial de la jamaica (*Hibiscus Sabdariffa* L.) en la elaboración de alimentos funcionales con actividad antioxidante. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 18 (35), 1082-1088.
- * Svec, I., Hruskova, M., Jurinova, I. (2015). Pasting characteristics of wheat-chia blends. *Journal of Food Engineering*, 172 (2016), 25-30.
- * Valencia, F., Millan, L., Estepa, C., Botero, S. (2008). Efecto de la sustitución con polydextrosa y CMC en la calidad sensorial de torta con bajo contenido de sacarosa. *Revista lasallista de investigación*, 5(2), 63-67.
- * Valentín, J. (2015). *Comparación de nuevas técnicas de caracterización sensorial utilizando consumidores*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Valladolid.
- * Valenzuela, A., Valenzuela, R., Sanhueza, J., Morales, G. (2014). Alimentos funcionales, nutraceúticos y foshu: ¿vamos hacia un nuevo concepto de alimentación? *Revista Chilena de Nutrición*, 41(2), 198-204.
- * Zamora, A. (2016). Carbohidratos o glúcidos. Estructura química. Recuperado el 22 de septiembre del 2016 (Scientific Psychic) <http://www.scientificpsychic.com/fitness/carbohidratos2.html>.