



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

“Base láctea para helado reducida en azúcar y de bajo costo”

Tesis

Para obtener el título de:
Ingeniería en alimentos

Presentan:
Antonio Hernández Arisandi
Núñez Martínez Jessica Gabriela

Asesora: Dra. Valdés Martínez Sara Esther
Coasesora: Dra. López Palacios María Guadalupe

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.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN	2
CAPITULO I.....	2
1.1 Origen	2
1.2 Definiciones.....	3
1.2.1 Bases para productos lácteos.....	3
1.2.2 Helado y paleta.....	3
1.3 Denominación y presentación.....	3
1.4 Funcionalidad.....	4
1.5 Análisis de mercado.....	7
1.5.1 Precios del mercado.....	7
1.5.2 Consumo anual (per cápita) de helados y postres helados en litros 2006.....	8
1.5.3 Principales productores nacionales	8
Fuente:	9
CAPITULO II.....	9
2.1 Problema.....	9
2.2 Objetivo general.....	9
2.2.1 Hipótesis nula.....	9
2.2.2 Hipótesis alternativa	9
2.2.3 Objetivos particulares.....	9
2.3 Formulación del producto	12
2.4 Almidón resistente (AR).....	13
2.5 Evaluación general	13
2.6 Metodología de la elaboración de la base láctea.....	15
2.6.1 Mezcla	16
2.6.2 Homogenización.....	16
2.6.3 Pasteurización y enfriamiento	16
2.6.4 Empaquetado.....	16
2.6.5 Maduración.....	16
2.6.6 Batido	16
2.6.7 Almacenamiento.....	17
2.7 Evaluación sensorial	17
2.8 Análisis físico- químico	19
2.9 Análisis microbiológico.....	19
CAPITULO III.....	20
3.1 Análisis para elegir producto modelo.....	20
3.1.1 ¿Con que frecuencia consumes los productos lácteos congelados (Helados y paletas)?.....	20
3.1.2 ¿Qué tipo de productos lácteos congelados prefieres?.....	20
3.1.3 ¿De qué sabores prefieres los productos lácteos congelados (Helados y paletas)?	20
3.1.4 ¿Qué características texturales son las más importantes para ti en productos lácteos congelados (Helados y paletas)?.....	21
3.1.5 ¿Qué características sensoriales son las más importantes para ti en productos lácteos congelados (Helados y paletas)?	21
3.1.6 ¿Qué porción consumes de estos productos regularmente?	21
3.1.7 ¿Dónde compras regularmente los productos lácteos congelados (Helados y paletas) que consumes?	22

3.1.8 ¿Cuánto pagarías por un helado sencillo, helado doble y una paleta?	22
3.2 Análisis a materia prima	23
3.2.1 Análisis fisicoquímico	23
3.2.2 Comparación entre Maltodextrina resistente y Maltodextrina común	24
3.2.3 Análisis microbiológico	26
3.3 Análisis a producto terminado	27
3.3.1 Evaluación sensorial al helado	27
3.3.2 Selección de formulación	33
3.3.3 Análisis fisicoquímico	33
3.3.3 Análisis fisicoquímico	35
3.3.4 Análisis microbiológico	35
3.3.5 Overrun	36
CAPITULO IV CONCLUSION	37
CAPITULO V RECOMENDACIONES	38
BIBLIOGRAFÍA	39

TABLA DE CONTENIDO

Tabla 1. Aditivos permitidos ²⁷	5
Tabla 2. Precios de bases para productos lácteos congelados comerciales, (Elaboración propia)	7
Tabla 3. Escalas y niveles de producción (Kg/día) (4)	8
Tabla 4. Consumo per cápita de helado ⁷	8
Tabla 5. Principales productores de helado	9
Tabla 6. Formulaciones establecidas para la base láctea	12
Tabla 7. Jueces que realizaron la evaluación del helado	17
Tabla 8. Métodos de determinación	19
Tabla 9. Análisis microbiológicos	19
Tabla 10. Resultado del análisis físico-químico de la leche ¹⁹	24
Tabla 11. Muestras de maltodextrina resistente y maltodextrina común respectivamente	25
Tabla 12. Medición de overrun	25
Tabla 13. Resultados del análisis microbiológico (26)	27
Tabla 14. Denotación usada en las pruebas sensoriales	28
Tabla 15. Resultados de la prueba sensorial	28
Tabla 16. Análisis de precios por componentes	33
Tabla 18. Parámetros fisicoquímicos determinados en la base láctea	35
Tabla 19. Determinación de microorganismos en la base láctea (25)	36

TABLA DE CONTENIDO FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso general de elaboración de helado ¹³	6
Figura 2. Cuadro metodológico experimental	11
Figura 3. Encuesta general para base de helado	14
Figura 4. Diagrama de bloques para la elaboración de una base láctea para productos congelados y producto modelo	15
Figura 5. Formato de encuesta para evaluación de la aceptación del helado	18
Figura 6 Frecuencia de consumo	20
Figura 7 Tipos de productos preferentes	20
Figura 8 Sabores preferidos para los productos	21
Figura 9 Características texturales preferidos para los productos	21
Figura 10 Características sensoriales preferidas para los productos	21
Figura 11 Consumo	22

Figura 12 Establecimientos	22
Figura 13 Precio por helado doble	23
Figura 14 Precio por helado sencillo	23
Figura 15 Precio por paleta	23
Figura 16 Grafica comparativa de overrun.....	25
Figura 17 Resultado de coliformes totales, Staphylococcus aureus y mesófilos aerobios respectivamente.	26
Figura 18 Resultado de Coliformes fecales, Mohos y Levaduras y Salmonella spp. respectivamente.	26
Figura 19 Coliformes fecales.....	27
Figura 20 Grafica comparativa del parámetro de Cremosidad	29
Figura 21 Grafica comparativa del parámetro de Color	29
Figura 22 Grafica comparativa del parámetro de Aroma	30
Figura 23 Grafica comparativa del parámetro de Grumosidad	30
Figura 24 Grafica comparativa del parámetro de Sabor	31
Figura 25 Grafica comparativa del parámetro de Aceptabilidad	31
Figura 26 Grafica comparativa del parámetro de Nivel de Agrado.....	32
Figura 27 Resultados de placas de coliformes totales y mesófilos aerobios respectivamente ..	36
Figura 28 Resultados de placas de mohos y levaduras.	36
Figura 29 Grafica de overrun a diferentes tiempos, (Michue Mango, Encina Zelada, & Ludeña Urquizo , 2015)	36

INTRODUCCIÓN

Actualmente el consumidor demanda productos con menor contenido energético porque buscan productos que los ayuden a reducir o controlar enfermedades. Diversos alimentos en el mercado brindan a los consumidores una alternativa, por otra parte, los productos que brindan una alternativa de consumo, como es la reducción de lípidos, carbohidratos o algún otro tipo de componente, suelen ser productos con precios elevados en comparación a los productos sin sustitución alguna, lo que reduce la posibilidad de que gran parte de la población tenga acceso a consumirlos, además de que impide que debido a los costos los pequeños productores puedan ser capaces de competir con grandes empresas que con mayor facilidad ofrecen productos innovadores.

Una encuesta de la Asociación Española de Fabricantes de Helados mostraba que al 86% le resulta placentero tomar un helado y el 75% tiene la impresión de que si toma uno en el postre se siente más satisfecho con la comida previa¹⁰. El gusto por el helado no solo es específico de los niños, sino que los adultos también consideran el helado como un postre exquisito, sin embargo en los países nórdicos y de climas fríos, no consideran el helado como una golosina sino como un alimento que puede aportar nutrientes derivados de la leche y contenido calórico, ya que su disposición a fruta o verduras es limitado a comparación de países tropicales, por lo tanto, el consumo en dichos países es considerablemente mayor a otros países con variedad de clima. Es por esta razón que México tiene un consumo mucho menor per cápita de helado que en países como Nueva Zelanda que tiene el mayor consumo en el mundo. Por esto comer helado en México es considerado como un placer, un gusto después de la comida o simplemente como una golosina, por lo que la fabricación de helado se ha convertido en toda una ciencia, atendiendo necesidades para conceptos médicos o estéticos como lo son, disminuir su contenido de azúcares, grasas, derivados de lácteos etc.

Un helado suele ser un alimento con un alto contenido en grasas y sacarosa (azúcar de mesa), la sacarosa contiene moléculas de glucosa y fructosa y la fructuosa tiende a no mostrar un aumento del azúcar en la sangre. De aquí la importancia de proveer alimentos que no solo satisfacen las necesidades de consumo y aceptación, sino también puedan atender a los problemas actuales de salud, convirtiéndose la ingesta de alimentos con bajos contenidos de azúcar en una alternativa sin mermar la calidad y características del producto.

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar información sobre el desarrollo de una fórmula de base láctea para productos congelados, así como su impacto económico dirigido a pequeños fabricantes.

JUSTIFICACIÓN

Tomando en cuenta las tendencias de mercado hacia el consumo de alimentos con menor contenido de azúcar, resulta importante el desarrollo de una fórmula base para helados permitiendo brindar un servicio a los pequeños productores ofreciéndoles un precio justo y un producto de buena calidad, que les permitirá a pequeños negocios competir con grandes empresas que ofrecen precios económicos con calidad inferior.

CAPITULO I.

ANTECEDENTES

1.1 Origen

Desde la época de los Aztecas se decía que el dios del hielo Ixtlacolihqui o "Cuchillo Torcido"⁴ regía los destinos de los hombres por 120 días, esto debido a que en el Códice Borbónico se interpretan algunas figuras como una procesión del hielo, de acuerdo a este escrito esta era realizada para pedirle a esta deidad el alargamiento de los tiempos de lluvia y el atraso en la llegada de las heladas. En cuanto a los alimentos se utilizaba la nieve de los volcanes Iztlacíhuatl y Popocatepetl para enfriar y elaborar los alimentos en la corte de los emperadores aztecas.

El helado tal como lo conocemos fue introducido por los españoles en el siglo XVI a México y su desarrollo se vio favorecido gracias a la variedad de frutas propias del país.

Ya dentro del país este producto se empezó a comercializar o considerarse un negocio cuando en 1620 el criollo Leonardo Leanos contrataba gente que le llevara diariamente trozos de hielo envueltos con trapos mojados desde las cimas de las montañas, para poder elaborar helados a nivel comercial.

Debido a la gran aceptación que tuvo el producto para finales del periodo colonial las clases más altas de la sociedad eran las únicas que lo consumían esto debido a sus altísimos costos de producción y comercialización.

Pero a partir de 1821 se multiplicó el número de productores y se abrieron nuevos lugares para la venta de helados, por lo que se pudo producir a un precio menor y así convertirse paulatinamente en uno de los postres más populares.

En dictadura porfiriana los cafés y neverías se multiplicaron notablemente por todo el país, impulsando con ello el consumo del helado como postre.

Desde entonces y durante los últimos 30 años el mercado de postres congelados en México se ha incrementado en forma notable⁴.

1.2 Definiciones

A continuación, se dan algunas definiciones de productos lácteos.

1.2.1 Bases para productos lácteos.

Las bases o mezclas para productos lácteos congelados, son emulsiones cuya composición se ajusta a varios tipos de productos lácteos congelados, según sea el caso, pudiendo presentarse en forma líquida, concentrada o en polvo²⁵.

1.2.2 Helado y paleta.

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. Cuando su presentación sea empalillada su denominación será "paleta"²⁵.

1.3 Denominación y presentación.

A continuación, se presentan las denominaciones y características más comunes que deben tener los helados.

Helado. - Medio-alto en leche y Sólido lácteo desengrasados (SLNE) con o sin productos de huevo y agitación durante el enfriado. Sin partículas visibles de saborizante.

Helado compuesto. - Medio-alto en leche y SLNE con o sin productos de huevo y agitación durante el enfriado, volumen total de colorantes y saborizante de helado descongelado de 5 % y con partículas visibles de cocoa, fruta y nuez, entre otros.

Crema helada. - Medio-alto en leche y SLNE con o sin productos de huevo y agitación durante el enfriado, sin partículas visibles de sabor, alto contenido de yema de huevo añadido antes del congelado.

Batidos. - Bajo contenido de SLNE, sabor ácido, endulzante, agua, colorantes y jugos de fruta.

Hielo e imitaciones de helados. - Mantienen las mismas condiciones sanitarias que los batidos.

Tipos de presentación:

En el siguiente listado se indican las formas de presentación para los productos del giro⁴.

- ❖ Contenedores de plástico de 2 litros
- ❖ Contenedores de plástico de 1 litros
- ❖ Contenedores de plástico de $\frac{1}{2}$ litros
- ❖ Contenedores de plástico de $\frac{1}{4}$ litros
- ❖ Contenedores de plástico de $\frac{1}{8}$ litros

1.4 Funcionalidad

Cada componente dentro del helado le confiere una característica única, que se ve reflejada en el ámbito sensorial, los principales componentes son:

Grasa: Le confiere al producto mejor sabor, textura y más cuerpo, además es una fuente concentrada de calorías que le proporciona valor energético al helado. Hoy en día la composición de los helados incluye grasas de origen vegetal, como aceite de coco y de palma.

Sólidos de leche: Contribuyen a darle cuerpo, sabor y textura agradables al producto. Los niveles más altos permiten un mayor volumen sin que la textura del helado se altere.

Azúcar: Añade dulzor y reduce el punto de congelación de la mezcla, de manera que al congelarse no se endurezca. El origen del azúcar puede ser de caña, o bien, dextrosa del jarabe de maíz y mezclas de estos.

Estabilizadores: Son gomas, como gelatina, agar, karaya, goma de algas marinas, pectina, o gomas derivadas de celulosa (tipo carboximetilcelulosa). O mezclas de estas, los estabilizadores forman geles al ligarse con el agua de la fórmula y de este modo mejoran el cuerpo y la textura del producto y además evitan que se derrita rápidamente o pierda agua. Asimismo, ayudan a prevenir la formación de cristales de hielo durante la congelación, los cuales le darían al producto una textura áspera.

Emulsificantes: Son numerosos y ayudan a dispersar los glóbulos de grasa a través de la mezcla y a impedir que se junten en racimos y salgan en forma de glóbulos de grasa durante la operación de congelación y mezcla. También facilitan el batido del producto y lo mantienen con una consistencia seca y firme.

Edulcorantes sintéticos (aspartame): En general son mucho más dulces (casi 200 veces más que el azúcar), por lo que se usan en menor cantidad. El aspartame tiene un sabor similar al del azúcar y puede ser absorbido y metabolizado liberando ácido aspártico, fenilalanina y metanol, compuestos que se excretan a través de la orina.

Almidón resistente: Fue definido por primera vez como aquella fracción de almidón resistente a la hidrólisis por tratamiento exhaustivo. Sin embargo, el almidón que se alcanza en el intestino puede ser más o menos fermentado por la microflora del intestino, el AR es ahora definido como la fracción de fibra dietética, la cual se escapa a la digestión del intestino delgado¹³.

Fibra dietética: Bodner y Sieg 2009, definen a la fibra como restos de planta comestible y los carbohidratos que son resistentes a la digestión y la absorción en

los seres humanos. Se incluyen polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias vegetales asociadas que benefician la salud humana⁴⁵.

El Codex Alimentarius, en el año 2005, definió a la fibra dietética como los polímeros de carbohidratos, que no son digeridos y/o absorbidos en el intestino o delgado.

Aditivos: De acuerdo al “ACUERDO por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias.” se marcan en México los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias²⁷, los aditivos permitidos para una base láctea y la cantidad que se puede incorporar en ellos es la descrita en la tabla 1 que se muestra a continuación.

Tabla 1. Aditivos permitidos²⁷

Aditivo	Límite máximo (mg/kg)
Almidones modificados	20,000 (Solo o mezclado con otros aditivos que tengan la misma función y que se listen en este apartado.)
Carragenina y sus sales de potasio, sodio y amonio	10,000
Dextrinas	20,000
Goma arábiga o acacia	BPM
Carboximetilcelulosa	BPF
Goma de algarrobo	10,000
Sorbato de potasio	3,000 (solo o mezclado, expresado como ácido sórbico)

Fuente: Diario oficial de la federación, 2012, ACUERDO por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias, México.

PROCESO GENERAL DE ELABORACIÓN DE UN HELADO

El helado es el resultado de un delicado proceso de elaboración en el que todas y cada una de sus fases son importantes y determinantes en el resultado final. De la misma forma que sin ingredientes de calidad no podremos elaborar un buen helado, pues de su calidad dependerá su comportamiento durante el proceso y, fundamentalmente, el sabor y los aromas que presentará finalmente nuestro helado¹².

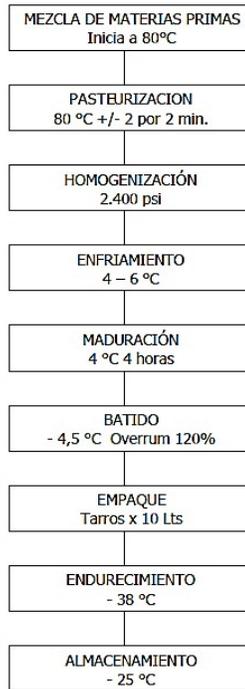


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso general de elaboración de helado¹³

Mezcla, homogenización y pasteurización.

Una vez realizada la selección de materias primas, llega el momento de formular y equilibrar la mezcla. Estas dos operaciones se efectúan casi simultáneamente, incorporando primero los ingredientes líquidos y seguidamente el resto, siempre bajo agitación se efectúa la mezcla de los ingredientes, elevando la temperatura para la pasteurización a entre 80°C y 85°C, emulsionando la mezcla, homogenizando la mezcla en el pasteurizador a 2,400 psi.³²

Enfriamiento.

El enfriamiento debe efectuarse lo más rápido posible, hasta 4- 6°C, lo cual permite reducir el "período crítico", es decir, existen unos rangos de temperatura en donde la multiplicación bacteriana es rápida.³²

Maduración.

La maduración puede efectuarse en el mismo pasteurizador, con agitación lenta o intermitente, siempre a temperaturas de 4- 6°C.

El tiempo de conservación de la mezcla antes de su congelación será de setenta y dos horas como máximo. Aconsejamos como suficiente entre 4 y 12 horas.

Las principales finalidades de la maduración son: la hidratación de las proteínas y otros sólidos contenidos en la mezcla, así como del estabilizante-emulsionante. De esta forma, toda el agua libre queda retenida, evitando la formación de cristales de agua durante la fase de congelación. Se produce una micro cristalización de los glóbulos de grasa y con la ayuda del estabilizante-emulsionante se realiza la perfecta unión (emulsión) de las fases agua-grasa.

Batido y Endurecimiento.

Durante la agitación se produce un batido de la mezcla, enfriándose y al mismo tiempo el propio batido va incorporando una cierta cantidad de aire, dependiendo de la formulación y del tipo de máquina. La temperatura continúa bajando hasta unos -4 a -10, convirtiéndose la mezcla en helado. Por último, pasa por un túnel de congelamiento a una temperatura de - 38 °C y se almacenó en cuartos fríos a - 25 °C. Los equipos y tuberías son en acero inoxidable y la mezcla fue impulsada por bombas centrifugas del mismo material¹².

1.5 Análisis de mercado

1.5.1 Precios del mercado.

En el mercado existen diferentes ofertas de bases para productos congelados, en diferentes presentaciones y con diferentes rendimientos para el producto final. En la tabla 2. Se enlistan tres marcas de productos comerciales de base láctea para productos congelados. Presenta los precios por litro y por pieza, considerando solamente la base láctea sin ningún otro componente para un helado o paleta (fruta, azúcar, saborizantes, chocolates, color, etc.).

Tabla 2. Precios de bases para productos lácteos congelados comerciales, (Elaboración propia)

Ilustración	Cubeta	1 Lt.	6 Lt.	Rendimiento	Costo producto \$	Helado doble bola \$	
	Helado	640 (20Lt.)	32	192	10 Lt.	19.2	4.8
	Paleta	"	"	"	40 pzas.	4.8	-
	Helado	620 (19 Lt.)	33	196	10Lt.	20	5
	Paleta	"	"	"	40 pzas.	5	-
	Helado	440 (19Lt.)	23.15	139	9Lt	15.44	3.86
	Paleta	"	"	"	40 pzas.	3.5	-

En México la producción de helado para las pequeñas, medianas y grandes empresas, es tal cual como se muestra en la tabla 3. Las cifras mostradas no demuestran las ganancias de estas compañías, solamente la cantidad de producto vendido por día.

Tabla 3. Escalas y niveles de producción (Kg/día) (4)

Ventas de helado (Kg/día)	
Microempresa/ artesanal	1 - 308
Pequeña empresa	308 – 3,020
Mediana empresa	3,020 – 6,540
Gran empresa	6,540 - Mayor

1.5.2 Consumo anual (per cápita) de helados y postres helados en litros 2006.

El consumo de helados y postres helados tiene auge en países de climas fríos y aunque México no es uno de los más grandes consumidores per cápita de helado como se muestra en la tabla 4. Presenta un consumo de 1.90 per cápita por año, aunque cabe mencionar que la mayoría de los negocios en México no se encuentran legalmente reconocidos. Esto deja en incertidumbre el valor real de consumo en México.

Tabla 4. Consumo per cápita de helado⁷

País	Consumo
Nueva Zelanda	26.3
Estados unidos	24.5
Canadá	17.8
Australia	17.8
Suiza	14.4
Suecia	14.2
Finlandia	13.9
Dinamarca	9.2
Italia	8.2
Chile	6.4
Francia	5.4
Argentina	4.0
Alemania	3.8
Brasil	3.4
Venezuela	2.1
China	1.8
México	1.9
Perú	1.3

Fuente: 7. Notimex, (2014), Ven alto potencial de crecimiento de industria del helado, El financiero, sección economía, recuperado de <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/ven-alto-potencial-de-crecimiento-de-industria-del-helado.html>, día de consulta: 20-11-2016

1.5.3 Principales productores nacionales

En México existen algunas compañías internacionales tales como Holanda y Nestlé, Siendo las presentadas en la tabla 5. Las principales productoras de productos lácteos comerciales.

Tabla 5. Principales productores de helado.

Nombre	Tipo
Holanda	Extranjera y nacional
Alimentos Findus	Nacional
Helados pinedo	Nacional
Helados bambino (Comprada por Nestlé)	Extranjera y nacional
Helados Bing (Comprada por Holanda)	Extranjera y nacional
Helados Santa Clara	Nacional

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO II

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Problema.

Desarrollo de una formula base para productos lácteos congelados, bajo en costo y reducida en azúcar.

2.2 Objetivo general

Desarrollar una base para productos lácteos congelados, sustituyendo algunos componentes, para reducir azúcar y disminuir costos.

2.2.1 Hipótesis nula

Sustituyendo parcial o totalmente el contenido de azúcar en la formulación por maltodextrina resistente y edulcorantes (aspartame y acesulfame) se mantendrán las mismas características sensoriales de la base láctea comercial, se disminuirán los costos y el contenido de azúcar.

2.2.2 Hipótesis alternativa

Sustituyendo parcial o totalmente el contenido de azúcar en la formulación por maltodextrina resistente y edulcorantes (Aspartame y Acesulfame) el producto no tendrá las mismas características sensoriales de una base láctea comercial, además los costos y el contenido de azúcar aumentaran.

2.2.3 Objetivos particulares

Objetivo particular 1: Contrastar diferentes formulaciones reportadas en la bibliográfica, a fin de establecer los principales componentes de una formulación para una base láctea.

Objetivo particular 2: Desarrollar una formulación de una base láctea rentable, mediante la sustitución de algunos componentes para disminuir costos y reducir el contenido de azúcar.

Objetivo particular 3: Seleccionar la mejor formulación mediante el desarrollo de una evaluación sensorial de las bases lácteas a través del desarrollo de diferentes postres lácteos congelados.

Objetivo particular 4: Evaluar la formulación desarrollada, mediante un análisis químico proximal, microbiológico y sensorial, para determinar las características del producto.

Objetivo particular 5: Proponer una estrategia de marketing basada en el producto, precio, promoción y comercialización para la presentación final del producto al consumidor.

CUADRO METODOLOGICO

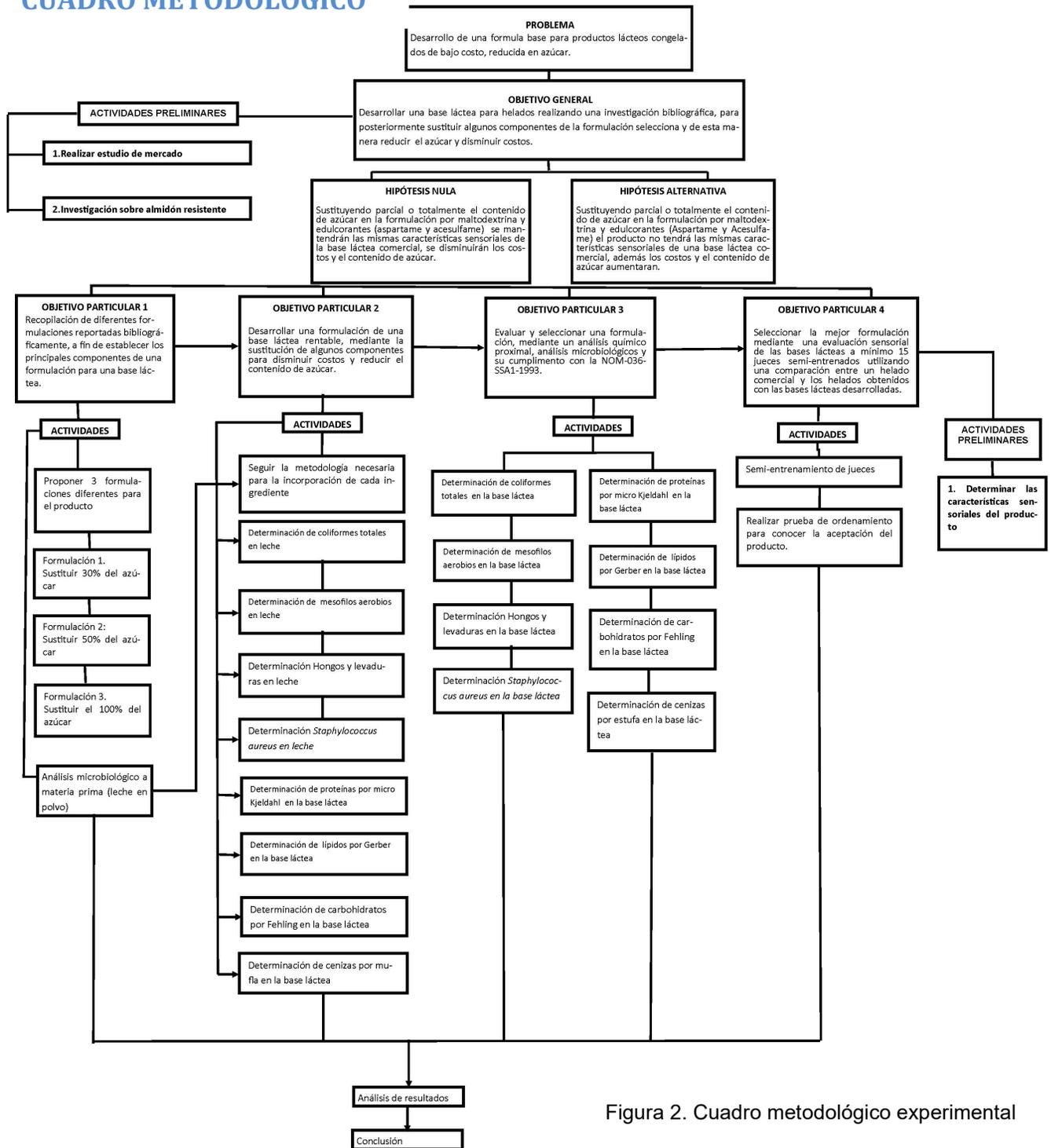


Figura 2. Cuadro metodológico experimental

METODOLOGÍA, MATERIALES Y METODOS

2.3 Formulación del producto

En el presente estudio (tabla 6) se muestran en base % las cuatro formulaciones para las cuatro bases lácteas para helado.

Tabla 6. Formulaciones establecidas para la base láctea.

Componentes	formulación	formulación	formulación	formulación
	1	2	3	4
	(%)	(%)	(%)	(%)
·Carragenina	0.05	0.05	0.05	0.05
·Goma arábica	0.29	0.29	0.29	0.29
·Goma de algarrobo	0.1	0.1	0.1	0.1
·CMC	0.01	0.01	0.01	0.01
·Emulsificante				
·Diglicéridos	0.35	0.35	0.35	0.35
·Monoglicéridos	0.15	0.15	0.15	0.15
·Azúcar granulada	15	10.5	7.5	4.5
·Leche en polvo descremada	13.8	13.8	13.8	13.8
·Grasa vegetal de palma	11.8	11.8	11.8	11.8
·Jarabe de maíz	4	4	4	4
·Agua	54.45	54.45	54.45	54.45
·Maltodextrina resistente	0	4.482	7.47	10.458
·Aspartame	0	0.0126	0.021	0.0294
·Acesulfame-K	0	0.0054	0.009	0.0126
·Benzoato de sodio	0.01	0.01	0.01	0.01
·Sorbato de potasio	0.01	0.01	0.01	0.01
TOTAL	100	100	100	100

Formación 1	Sin sustitución de azúcar
Formación 2	Sustitución del 30% de azúcar
Formación 3	Sustitución del 50% de azúcar
Formación 4	Sustitución del 70% de azúcar

Como base para el establecimiento de las cuatro formulaciones estudiadas se revisaron diferentes formulaciones reportadas en la bibliografía y para elaborar las formulaciones base se consideró que la formulación más adecuada para ser empleada como referencia en el presente proyecto es la formulación 1, tomando esta como referencia, realizando tres formulaciones alternas donde se redujo la cantidad de azúcar en un 30, 50 y 70%.

Se sustituyó el azúcar por una combinación de aspartame y acesulfame-K en una proporción de 70% y 30% respectivamente. Dependiendo de la cantidad de edulcorante que se sustituía se calculó el porcentaje de maltodextrina resistente a incorporar para compensar el volumen y parte de la funcionalidad del azúcar.

2.4 Almidón resistente (AR).

El AR (Almidón resistente) ha adquirido gran importancia en la nutrición ya que se le ha relacionado con la reducción en el consumo de calorías y el índice glicémico, estimulación de la microflora intestinal benéfica y prevención de algunas enfermedades cardiovasculares.

Los almidones resistentes y lentamente digeribles tienen una serie de efectos positivos en la salud de los individuos que los consumen.

- Prevención del cáncer de colon.
- Efectos hipoglucémicos.
- Como prebióticos.
- Reducción de la formación de cálculos biliares.

Su elaboración generalmente implica una hidrólisis ácida, tratamientos hidrotérmicos, calentamiento, retrogradación, modificaciones químicas y repolimerización, que conducen a la obtención de diferentes tipos de almidones con diferentes características fisicoquímicas y aplicaciones. Los almidones tipo 1 es almidón físicamente inaccesible encontrados en granos molidos, semillas y leguminosas; en el tipo 2 se ubican gránulos de almidón crudo (como plátano y papa) y alto en amilosa (almidón de maíz), en el tipo 3 se encuentran almidones retrogradados, provenientes de un proceso de gelatinización o una dispersión de los gránulos, generando cristales de amilosa y el tipo 4, son almidones modificados químicamente para obtener resistencia a la digestión enzimática como almidones entrelazados por enlaces ésteres. Estos se analizan como fibra dietética insoluble, pero actúa como fibra dietética soluble, es un ingrediente no calórico por lo que no contribuyen a aumento de la glucosa en la sangre.

La fibra dietaria es un componente esencial en la industria de alimentos, debido a los beneficios brindados a la salud por su composición química, así como el poder ser utilizada como un ingrediente que permita mejorar las características texturales y sensoriales de los alimentos en que se usan, además de actuar como agente de carga en diversas aplicaciones que van desde sustitutos o reducción de azúcar, hasta sustitutos de grasa en diversos alimentos como cárnicos, lácteos y de panificación.

Maltodextrina resistente:

La Maltodextrina resistente a la digestión (MRD) es una fibra alimentaria que se obtiene del almidón de maíz.

2.5 Evaluación general

Como punto de partida se realizó una encuesta inicial a un grupo de 120 personas con el objetivo de determinar los gustos, preferencias y aceptación hacia el helado, a continuación, se presenta la encuesta realizada.

ENCUESTA PARA BASE DE HELADO

Agradecemos mucho tu colaboración.

1.- ¿Con qué frecuencia consumes los productos lácteos congelados (Helados y paletas)?

- a) Una o dos veces por mes
- b) Una vez por semana
- c) Dos o más veces por semana

2.- ¿Qué tipo de productos lácteos congelados prefieres?

- a) Helados
- b) Paletas
- c) Ambos

3.- ¿De qué sabores prefieres los productos lácteos congelados (Helados y paletas)? (Puedes elegir más de una opción)

- a) Frutos
- b) Galletas y cereales
- c) Chocolate
- d) Picante
- e) Sabores ácidos
- f) Vainilla
- g) Dulces
- h) Nueces y semillas
- i) Café o cappuccino
- j) Ron, licores, etc.
- k) Frutos exóticos

4.- ¿Qué características texturales son las más importantes para ti en productos lácteos congelados (Helados y paletas)? (Puedes elegir más de una opción)

- a) Suaves
- b) Cremosos
- c) Duros
- d) Ligero

5.- ¿Qué características sensoriales son las más importantes para ti en productos lácteos congelados (Helados y paletas)? (Puedes elegir más de una opción)

- a) Color
- b) Sabor
- c) Aroma
- d) Textura

6.- ¿Qué proporción consumes regularmente?

- a) Una bola de helado
- b) Doble bola de helado
- c) Aprox. 1 litro
- d) Prefiero las paletas

7.- ¿Dónde compras regularmente los productos lácteos congelados (Helados y paletas) que consumes?

- a) Heladería y peletería.
- b) Centro comercial
- c) En tiendas de abarrotes o similares
- d) Vendedores no fijos

8.- ¿Cuánto pagarías por un helado sencillo (de una bola)?

9.- ¿Cuánto pagarías por un helado doble?

10.- ¿Cuánto pagarías por una paleta?

Nombre:

Sexo:

F

M

Edad:

Gracias por tu apoyo!!! :)

Figura 3. Encuesta general para base de helado.

La encuesta se realizó por el medio electrónico Google docs. Por lo que al ser una encuesta en línea las personas que la respondieron fueron muy amplias desde 16 años hasta 55 años de edad, esta se transmitió a través de las redes sociales con la finalidad de tener una noción más global de las preferencias de la gente.

2.6 Metodología de la elaboración de la base láctea.

En el presente apartado se abordará el procedimiento para la elaboración de las formulaciones utilizadas en la etapa experimental del presente proyecto, en la siguiente figura se muestra el procedimiento general para la elaboración de una base láctea.

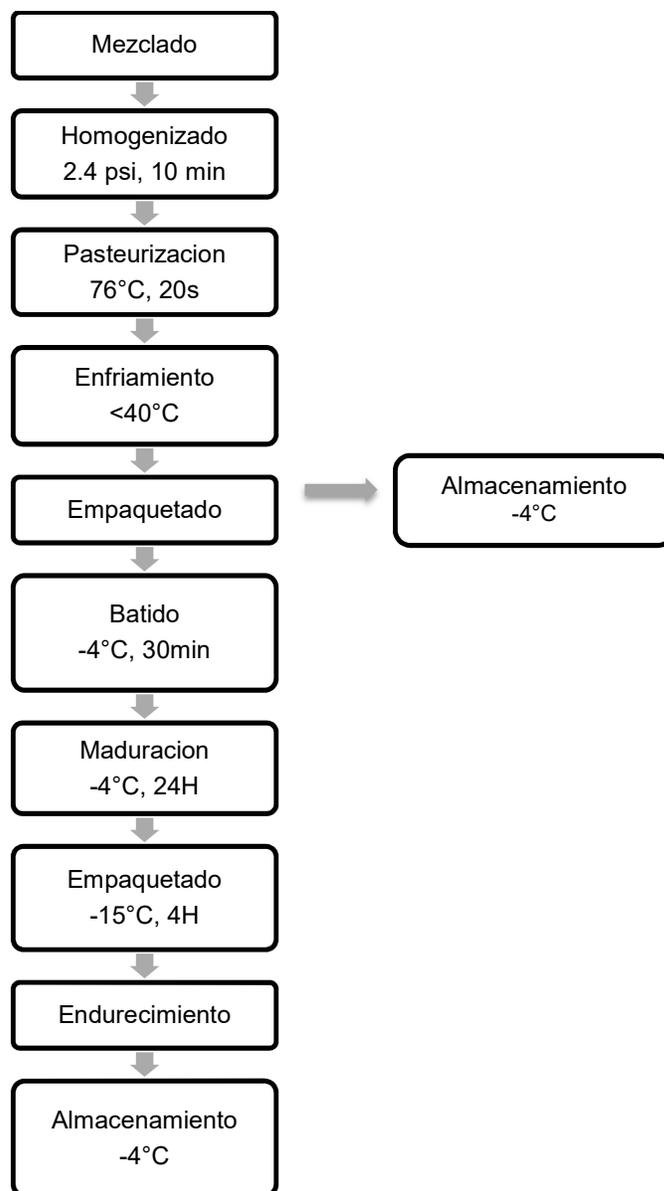


Figura 4. Diagrama de bloques para la elaboración de una base láctea para productos congelados y producto modelo

Como se observa la materia prima es introducida como primera instancia a un mezclado donde se integran perfectamente todos los componentes después es homogenizada de acuerdo a los estándares establecidos para un producto lácteo, es empaquetada para su introducción al batido donde se le incorpora aire y posteriormente se deja madurar para que la estructura del helado se mantenga

estructuralmente estable, después es empaquetada y endurecida con el objetivo de darle una mayor vida útil.

A continuación, se describen brevemente cada uno de los procesos seguidos.

2.6.1 Mezcla

Disolver la grasa en el agua con buena agitación a una temperatura aprox. 60°C hasta que quede homogénea.

Pre mezclar los polvos (carragenina, goma de algarrobo, goma arábica, CMC, Aspartame, Acesulfame) con la mitad del azúcar y leche en polvo en un recipiente con agitación vigorosa.

Agregar una pequeña cantidad de agua a la mezcla de polvos para formar una pasta y cerciorarse que la pasta queda totalmente humectada, después se agrega una tercera parte el agua de la formulación.

2.6.2 Homogenización

Se homogeneizó la mezcla con una propela a una presión aproximada de 2.4 psi por aproximadamente 10 min.

2.6.3 Pasteurización y enfriamiento

Pasteurizar a 76±2°C durante 20 segundos, posteriormente enfriar bruscamente la mezcla a una temperatura menor a los 40°C.

Posteriormente se concluye con un choque térmico a una temperatura de 4-5°C.

2.6.4 Empaquetado.

La mezcla se envasa en recipientes asépticos (para su distribución como base láctea se puede empaquetar en botes de 1 L o 19 L). El proceso de elaboración de una base láctea para productos termina hasta este punto, y la temperatura de almacenamiento sigue siendo a -4°C.

Para el producto modelo se continuó con los siguientes pasos:

2.6.5 Maduración

La maduración se lleva a cabo a una temperatura de -4°C por 24hrs.

2.6.6 Batido

Batir en una máquina para helados (casera o industrial) a una temperatura de -4 a -16°C y con batido constante hasta conseguir el overrun (% de aire incorporado) y temperatura deseada.

2.6.7 Almacenamiento

Envasar el producto y enfriar en túnel de congelado por convección de aire o congelador a -38°C para endurecer el producto. El almacenamiento debes ser a -25°C

2.7 Evaluación sensorial

Se realizó una capacitación a 21 jueces (tabla 7) en el cual se les instruyo para hacer la evaluación de parámetros específicos en una prueba hedónica, la figura 4 muestra el resumen de edades y enfermedades de los 20 jueces capacitados para la evaluación sensorial.

Tabla 7. Jueces que realizaron la evaluación del helado

Numero de juez	Edad	Enfermedades
1	23	NO
2	22	NO
3	20	NO
4	21	NO
5	20	NO
6	25	NO
7	23	NO
8	25	NO
9	26	NO
10	23	NO
11	23	NO
12	22	NO
13	23	NO
14	26	NO
15	22	NO
16	23	NO
17	23	NO
18	25	NO
19	26	NO
20	23	NO

A continuación, en la figura 5 se muestra la encuesta realizada al panel de 21 jueces (tabla 7) en el cual se les instruyo para hacer la evaluación de parámetros específicos en una prueba hedónica y los diferentes aspectos sensoriales a evaluar en las diferentes formulaciones y el helado comercial.

Nombre: _____ Fecha: _____
 Numero de juez: _____

Frente a ti se presentan una serie de muestras, evalúalas una por una de izquierda a derecha.
 Frente a ti se presentan una serie de muestras, evalúalas una por una de izquierda a derecha.
 Probar las muestras e identificar el nivel de agrado que le produce cada una de ellas enumerándolas de 1 al 6 dependiendo del nivel de agrado que le produzcan, siendo el numero 1 el nivel de agrado más bajo.

Muestras	104	346	540	625	831
Puntaje					

Frente a usted tiene 5 muestras. Proceda a degustar cada una y luego ordénelas de mayor a menor.

Cremosidad
 Muy suave 0 1 2 3 4 5 6 7 8 Muy duro

Color
 Crema 0 1 2 3 4 5 6 7 8 Naranja

Aroma
 Muy desagradable 0 1 2 3 4 5 6 7 8 Muy agradable

Grumosidad
 Sin nada de grumos 0 1 2 3 4 5 6 7 8 Con muchos grumos

Sabor
 Muy débil 0 1 2 3 4 5 6 7 8 Muy intenso

Aceptabilidad
 Muy inaceptable 0 1 2 3 4 5 6 7 8 Muy aceptable

Observaciones y recomendaciones:

Muchas gracias por tu apoyo

Figura 5. Formato de encuesta para evaluación de la aceptación del helado

2.8 Análisis físico- químico

A continuación, se presentan los diferentes métodos y propiedades a analizar fisicoquímicamente a la leche en polvo de acuerdo a lo establecido por las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas.

Tabla 8. Métodos de determinación

Propiedades	Método	Bibliografía
Humedad	Método de estufa (100°C/3hrs)	NOM-116-SSA1-1994 (29)
Grasa	Método Werner- Schmid	Pearson (33)
Carbohidratos	Titulación	NOM-086-SSA1-1994 (30)
Proteína	Método Micro-Kjeldahl	NOM-155-SCFI-2003 (2)
Cenizas	Método general	NMX-F-284-SCFI-2011 (31)

2.9 Análisis microbiológico.

El análisis microbiológico es un instrumento que permite evaluar, mediante diversas técnicas y procedimientos, los riesgos y establecer los controles que orienten hacia medidas preventivas, con la finalidad de garantizar la inocuidad de los alimentos⁸.

Con el objetivo de elaborar un producto de buena calidad e inocuidad, durante el proceso, envasado y almacenamiento de todas las formulaciones, se llevaron a cabo medidas que disminuyeran los riesgos de contaminación de la base láctea, estas medidas fueron la siguiente:

- Limpieza y desinfección de las áreas en las que se manipularon la materia prima, base láctea y producto terminado. Y en las áreas donde se realizaron los análisis microbiológicos.
- Sanitización de los envases y los utensilios donde se llevó a cabo la elaboración de las formulaciones, con
- Uso de cofia, bata, cubre bocas y guantes para la manipulación de las materias primas y el producto terminado.

Los análisis microbiológicos se determinaron con base a las siguientes pruebas (tabla 9).

Tabla 9. Análisis microbiológicos.

Microorganismos	Método	Bibliografía (26)
Coliformes totales	Cuenta en placas	NOM-243-SSA1-2010
Coliformes fecales	Presencia	NOM-243-SSA1-2010
Mesófilos aerobios	Cuenta en placas	NOM-243-SSA1-2010
Mohos y levaduras	Cuenta en placas	NOM-243-SSA1-2010
Salmonella spp.	Presencia	NOM-243-SSA1-2010
Staphylococcus aureus	Cuenta en placas	NOM-243-SSA1-2010

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis para elegir producto modelo

Se encuestaron 120 personas con edades de entre los 16 y los 65 años con el objetivo de conocer las preferencias de consumo de postres lácteos congelados en las diferentes generaciones.

3.1.1 ¿Con que frecuencia consumes los productos lácteos congelados (Helados y paletas)?

En las encuestas se encontró que el 88.3% consumía por lo menos una vez a la semana un producto lácteo congelado, tal y como se muestra en la gráfica 1.

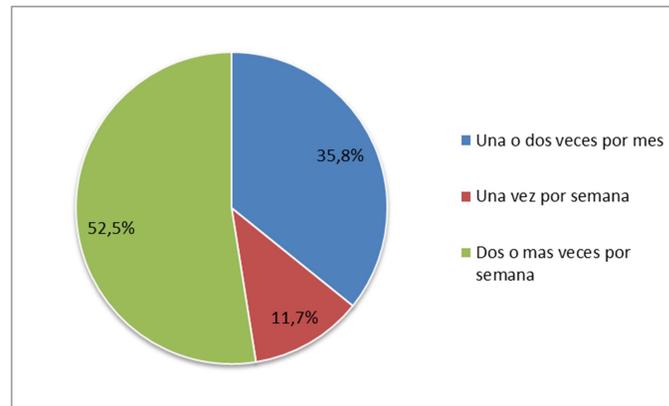


Figura 6 Frecuencia de consumo.

3.1.2 ¿Qué tipo de productos lácteos congelados prefieres?

También se observó que el 52.5% prefería los helados a las paletas y solo un 10% le agradaban ambos. Esto se muestra en el gráfico 2.

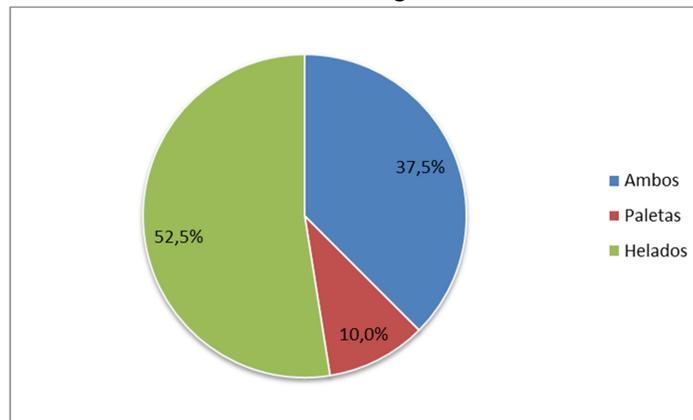


Figura 7 Tipos de productos preferentes

3.1.3 ¿De qué sabores prefieres los productos lácteos congelados (Helados y paletas)?

Como se muestra en la Figura 6. Se puede observar que los alimentos preferidos para acompañar los productos lácteos congelados son las frutas, el chocolate, nueces y semillas, galletas y cereales y café o cappuccino. Lo que demuestra que los sabores dulces tradicionales son los preferidos para el consumidor.

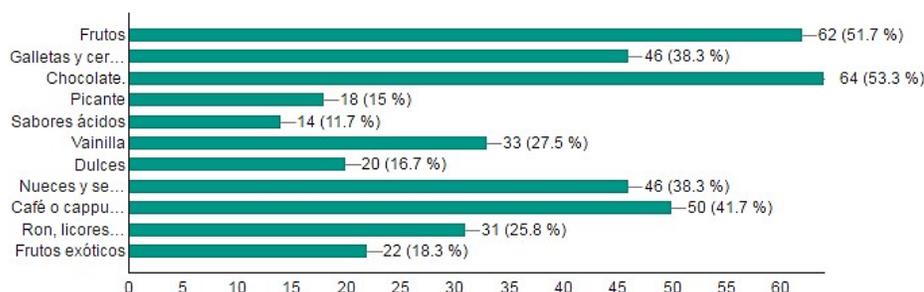


Figura 8 Sabores preferidos para los productos

3.1.4 ¿Qué características texturales son las más importantes para ti en productos lácteos congelados (Helados y paletas)?

Por otra parte como lo muestra la Figura 7. Las características texturales que los consumidores prefieren son productos lácteos congelados suaves y cremosos

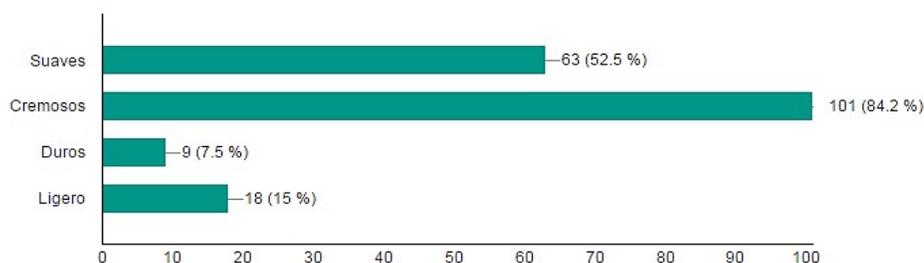


Figura 9 Características texturales preferidos para los productos

3.1.5 ¿Qué características sensoriales son las más importantes para ti en productos lácteos congelados (Helados y paletas)?

En cuanto a las características sensoriales la encuesta revela que el sabor y la textura son principales aspectos que el consumidor evalúa en el producto, como se muestra en la figura 10.

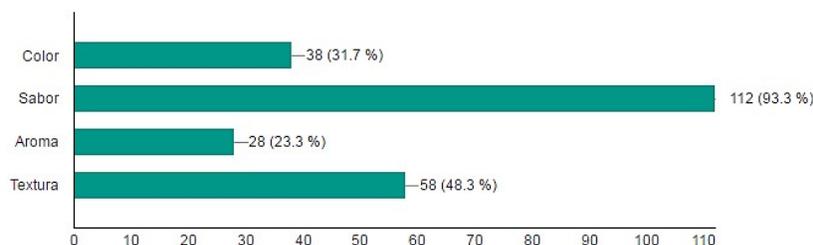


Figura 10 Características sensoriales preferidas para los productos

3.1.6 ¿Qué porción consumes de estos productos regularmente?

Las porciones que se consumen con mayor frecuencia, son los helados dobles, lo que equivale a un aproximado de 200g y en menor proporción un helado sencillo de aproximadamente 100g de producto, como lo muestra la figura 11, dejando el

consumo de grandes cantidades en una exhibición en menor proporción.

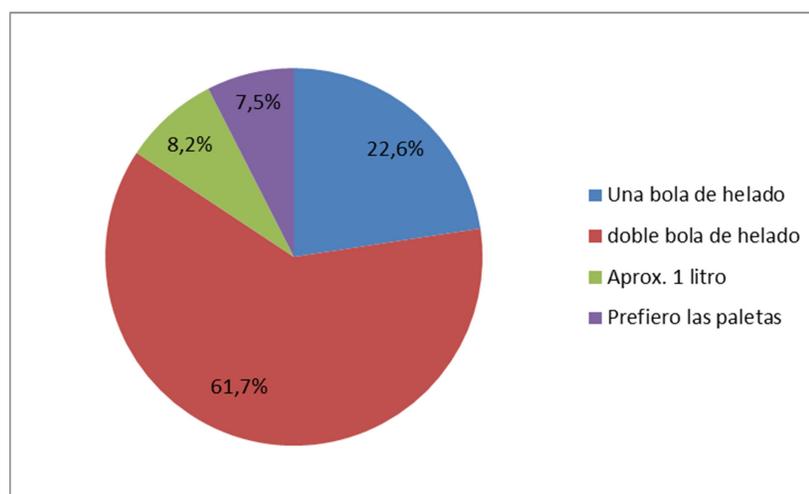


Figura 11 Consumo

3.1.7 ¿Dónde compras regularmente los productos lácteos congelados (Helados y paletas) que consumes?

En cuanto al lugar en donde estos productos se compran con mayor frecuencia, en la figura 12 se muestra que los establecimientos fijos son los lugares más concurridos por un 95% de los encuestados, lo menos común es que consuman productos en puestos ambulantes, por otra parte se demuestra que los pequeños fabricantes de las colonias y los expendios de marca son los que tienen mayor concurrencia a la hora de adquirir postres congelados, estando en primer lugar las paletterías y heladerías y después otros comercios de mayor tamaño.

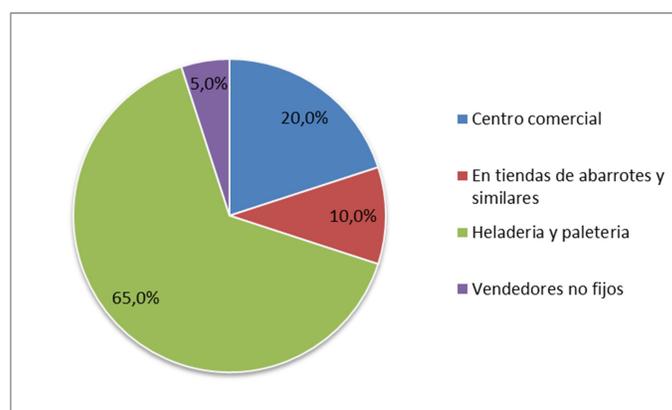


Figura 12 Establecimientos

3.1.8 ¿Cuánto pagarías por un helado sencillo, helado doble y una paleta?

Los precios que los consumidores están dispuestos a pagar, son en un 69.1% no mayores a los 15 pesos para un helado sencillo, en el caso de los helados dobles en un 76.2% pagarían entre 10 y 25 pesos, por otra parte, el 38.3 % de los consumidores paga entre unos 10 y 15 pesos por una paleta, figura 1

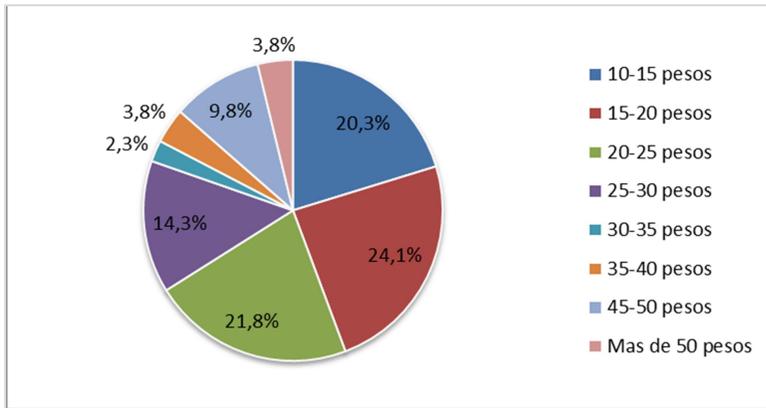


Figura 13 Precio por helado doble

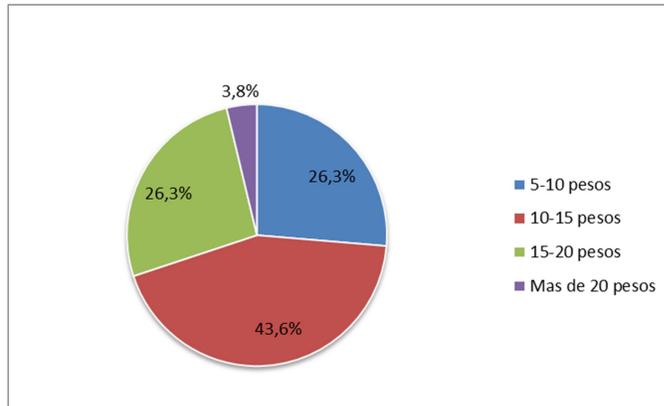


Figura 14 Precio por helado sencillo

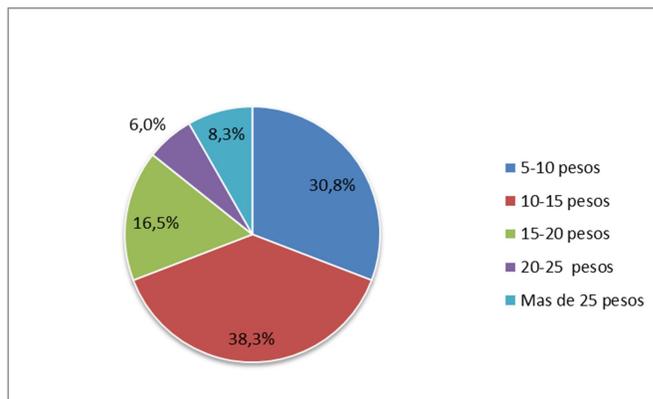


Figura 15 Precio por paleta

Como se puede apreciar los clientes buscan pagar un precio bajo por un buen helado y por ello el 69.1% no pagaría más de 15 pesos por un helado sencillo y para un helado doble el 76.2% solo pagaría de entre 10 y 25 pesos, por lo que es necesario ofrecer un producto de bajo costo, pero buena aceptabilidad.

3.2 Análisis a materia prima

3.2.1 Análisis fisicoquímico.

A continuación, en la tabla 10 se muestran los resultados de los análisis físico-químicos realizados a la leche en polvo de acuerdo a establecido por las normas mexicanas.

Tabla 10. Resultado del análisis físico-químico de la leche¹⁹

Parámetro	Resultado (%)	Bibliografía (%)
Proteína	*26.2 ± 0.11 ^a	26.6 ^a
Grasa	*26.0 ± 0.76 ^a	26.7 ^a
Cenizas	4.4 ± 0.29 ^a	3.5 ^b
Carbohidratos	*42.5 ± 1.25 ^a	38.4 ^b
Humedad	1.2 ± 0.09 ^a	2.5 ^b

(*) Parámetros más importantes dentro de la formulación.

Nota: Los superíndices indican las diferencias significativas con respecto a las filas y columnas, con una probabilidad de 0.05%.

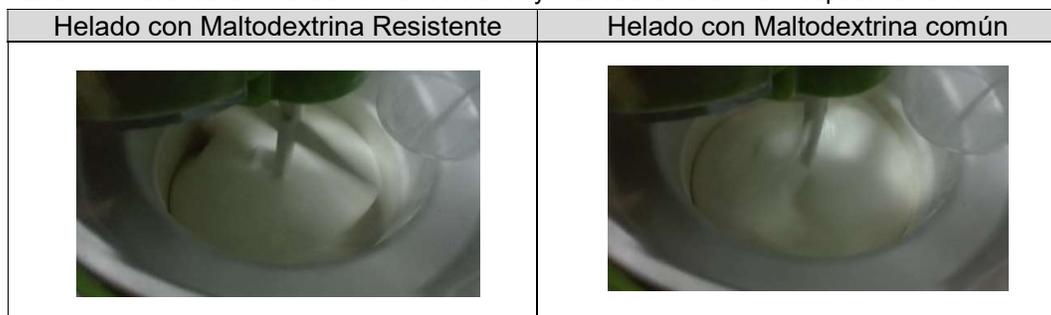
Como se muestra en la tabla 10 los resultados muestran que la leche empleada para la elaboración de la base láctea es un producto en polvo y cumple con las características fisicoquímicas señaladas en la etiqueta, Las pruebas realizadas a la leche en polvo comprobaron que cumplía con los requerimientos necesarios para elaborar la base para productos lácteos de buena calidad, las pruebas fisicoquímicas se realizaron a través de dos formas, la primera mediante la utilización de un equipo ultrasónico de nombre comercial Lactoscan-SLP de la marca Milkotronic LTD, y también se hizo mediante la implementación de los métodos descritos en las normas oficiales, como se muestra en la tabla 8 (Pag. 19). Los resultados obtenidos por el Lactoscan-SLP solo fueron de apoyo y para comparar con los obtenidos mediante los métodos tradicionales descritos en norma (NOM-155-SCFI) no se presentaron diferencias significativas, permitiendo reportar resultados confiables de los parámetros medidos por cualquier método fisicoquímico o instrumental.

3.2.2 Comparación entre Maltodextrina resistente y Maltodextrina común.

Con el objetivo de evaluar la funcionalidad de la maltodextrina resistentes en una base láctea para helado, se realizó una prueba donde se evaluó la formulación desarrollada sustituyendo la maltodextrina común con maltodextrina resistente. Como se muestra en la tabla 11 se compararon las formulaciones con maltodextrina resistente y maltodextrina común, el procedimiento de elaboración fue el descrito con anterioridad (página 13).

Durante el proceso de elaboración del helado se observó que la formulación elaborada con el almidón resistente en su formulación presentaba el mismo comportamiento que el elaborado con el almidón común, por lo que se puede ocupar el almidón resistente sin que haya variaciones en la funcionalidad del producto.

Tabla 11. Muestras de maltodextrina resistente y maltodextrina común respectivamente.



Como se puede observar en las fotos de la Tabla 11 durante el procedimiento de batido las muestras no se adhieren en las paredes del equipo y se observa la misma maleabilidad de la mezcla en ambos casos.

Se evaluó el overrun de los helados obtenidos con ambas mezclas para de esta manera comparar su funcionalidad, ya que en la industria de los helados es el aspecto más importante, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 12. Medición de overrun

Tiempo	Maltodextrina resistente	Maltodextrina común
5 min	0.5 ml	0.0 ml
10 min	0.5 ml	0.5 ml
15 min	0.5 ml	0.5 ml
20 min	1.0 ml	1.0 ml
25 min	1.5 ml	1.5 ml

A continuación, se muestra el grafico 16 el comparativo entre los datos de la tabla anterior.

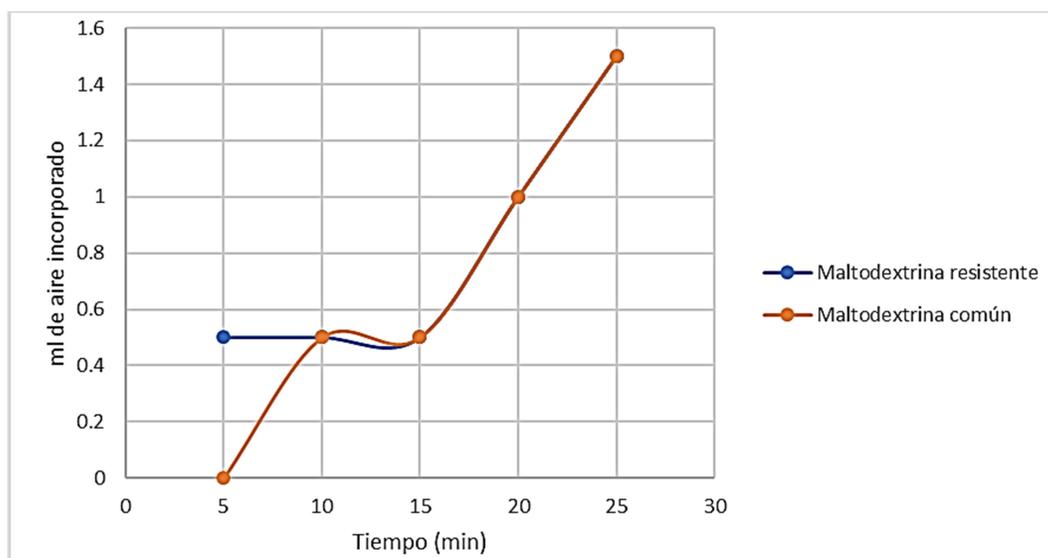


Figura 16 Grafica comparativa de overrun

Como se puede observar en la tabla 12 las muestras de maltodextrina resistente hasta los diez minutos mostro una incorporación más rápida de aire, sin embargo, a partir de los 10 minutos hasta los 25 minutos la incorporación de aire se comportó de la misma forma que la formulación con maltodextrina común. El rango de tiempo fue fijado para la incorporación de aire ya que después de varias experimentaciones en donde en los minutos subsecuentes al 25 ya no se tenía mayor incorporación de aire en ambas muestras, por lo cual el tiempo de incorporación de aire en el mezclado se fijó en 25 minutos, donde se alcanzó la máxima incorporación de aire y mezclar durante más tiempo no redundara en una mayor incorporación de aire.

3.2.3 Análisis microbiológico.

En el siguiente apartado se muestran resultados (tabla 13) e imágenes (figura 17,18 y 19) de las pruebas microbiológicas realizadas a la leche en polvo.

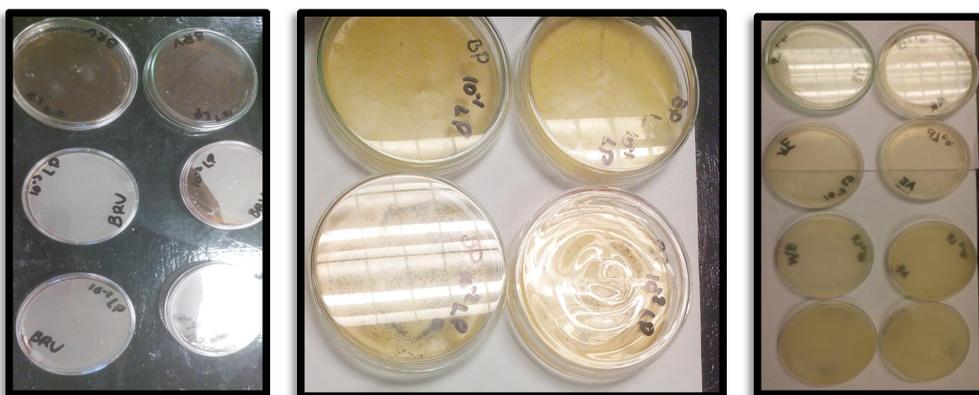


Figura 17 Resultado de coliformes totales, *Staphylococcus aureus* y mesófilos aerobios respectivamente.

Como lo muestra la figura 17 las pruebas microbiológicas para Coliformes totales, *Staphylococcus aureus* y Mesófilos aerobios se realizaron por duplicado para cada muestra analizada (diluciones 10^{-1} a 10^{-4}) y los resultados obtenidos se presentan en la tabla 13.

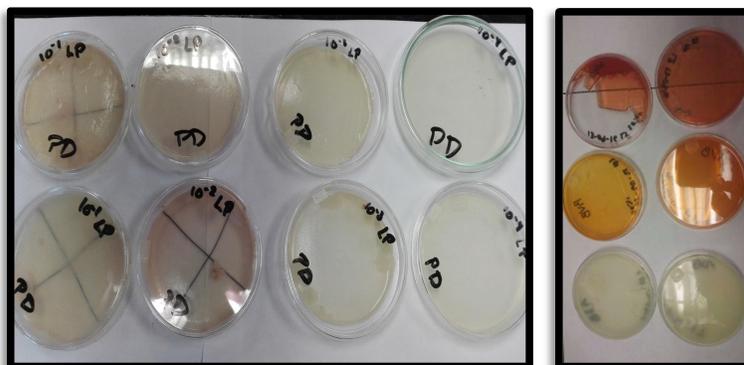


Figura 18 Resultado de Coliformes fecales, Mohos y Levaduras y *Salmonella* spp. respectivamente.



Figura 19 Coliformes fecales

Como se observa en la figura 18 y 19 también se hicieron pruebas microbiológicas duplicado a Coliformes fecales, Mohos y levaduras y Salmonella spp, estas pruebas se realizaron por duplicado para cada muestra (diluciones 10^{-1} a 10^{-4}).

Las pruebas microbiológicas se realizaron de acuerdo a lo descrito en la NOM-243-SSA1-2010 (26), en la tabla 13 se muestra el resumen de los análisis.

Tabla 13. Resultados del análisis microbiológico (26)

Microorganismo	Resultado	Bibliografía
Coliformes totales	0 UFC/mL	<50 UFC/g o mL
Salmonella spp.	Ausente	Ausente en 25g o mL
Mohos y levaduras	0 UFC/mL	50 UFC/g o mL
Mesófilos aerobios	0 UFC/mL	100,000 UFC/g o mL
Staphylococcus aureus	Ausente	<10 UFC/ mL por siembra directa

Analizando los resultados obtenidos se puede observar que no hubo crecimiento alguno en todas las fórmulas, en cuanto a la observación de los tubos de ensaye (figura 11) para verificar la presencia de gas derivada de la presencia de coliformes fecales se confirmó la ausencia total de coliformes fecales. Por lo tanto, se demostró la ausencia de microorganismos en cada muestra y sus repeticiones, demostrando ser un producto inocuo y apto para su transformación, al haber sido elaborado bajo las BPM.

3.3 Análisis a producto terminado

3.3.1 Evaluación sensorial al helado

La evaluación sensorial se llevó a cabo en dos etapas. La primera consistió en capacitar a 21 jueces con la finalidad de instruirlos para hacer la evaluación de parámetros específicos en una prueba hedónica a la base láctea y las propiedades texturales y organolépticas que proporcionaba a un producto modelo (helado) y la segunda etapa consistió en la evaluación de cinco formulaciones (tabla 14) de bases lácteas con las que se elaboró el producto modelo.

A continuación, se muestran las claves utilizadas para la evaluación sensorial de cada una de las formulaciones y del producto comercial.

Tabla 14. Denotación usada en las pruebas sensoriales

Clave	Formulación	Producto
104	1	Helado comercia
346	2	Helado fórmula original
540	3	Helado 70% Azúcar
625	4	Helado 50% Azúcar
831	5	Helado 30% Azúcar

Estas claves fueron únicamente utilizadas para la elaboración del modelo estadístico y análisis de precios.

Para la selección de la formulación con mejores características se realizó un análisis estadístico, se hizo tratamiento de datos por parámetro y por formulación (tabla 15). Los resultados obtenidos para cada parámetro permitieron la construcción de un perfil sensorial de cada una de las formulaciones que se muestran en la Figura 12, facilitando la visualización de los resultados.

Tabla 15. Resultados de la prueba sensorial.

Parámetro	104	346	540	625	831
Creмосidad	4.55± 2.16 ^b	1.7±2.02 ^a	2.95±1.98 ^{ab}	3.7±2.59 ^b	3.65±2.18 ^b
Color	3.95±1.09 ^b	2.85±0.875 ^a	2.72±1.22 ^a	3.2±1.19 ^{ab}	3.0±1.16 ^{ab}
Aroma	5.40±1.31 ^a	4.85±1.59 ^a	5.25±1.82 ^a	5.60±1.56 ^a	5.55±1.46 ^a
Grumosidad	2.15±2.43 ^a	0.55±0.75 ^a	2.10±1.97 ^a	1.70±2.12 ^a	1.40±1.66 ^a
Sabor	5.35±1.87 ^a	5.45±1.39 ^a	5.75±1.51 ^a	5.85±1.59 ^a	5.95±1.73 ^a
Aceptabilidad	5.70±1.52 ^{ab}	4.40±2.28 ^a	5.60±1.60 ^{ab}	6.25±1.88 ^b	6.10±1.80 ^b
Nivel de agrado	2.65±1.34 ^{ab}	1.65±0.82 ^a	3.25±1.16 ^{bc}	3.90±1.07 ^c	3.60±1.46 ^{bc}

Nota: Los superíndices indican las diferencias significativas con respecto a las columnas y columnas, con una probabilidad de 0.05%.

Dentro de las pruebas sensoriales anteriormente descritas el jurado calificó la intensidad para los primeros 5 parámetros, esto con la finalidad de asemejar el producto modelo al producto comercial (clave 104). Los últimos dos parámetros evalúan la aceptabilidad en general de los jueces hacia el producto.

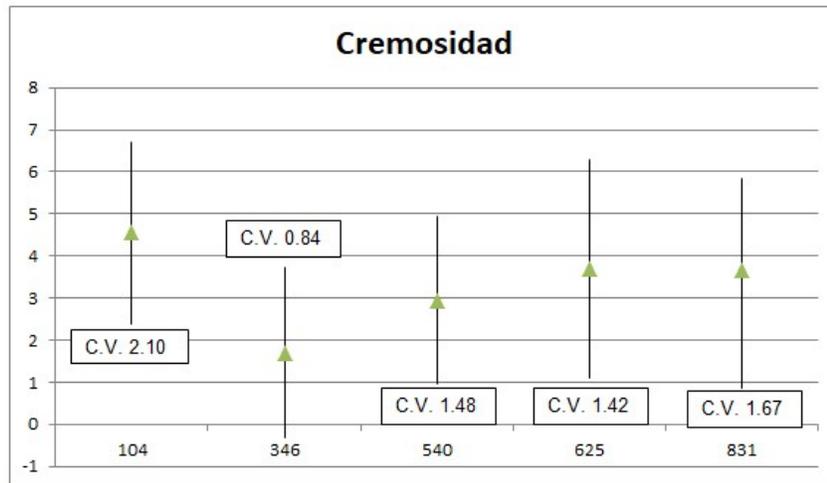


Figura 20 Grafica comparativa del parámetro de Cremosidad

Como se puede observar la muestra 625 es la que más se acercó a la muestra 104 la cual es la muestra de la formulación comercial esto nos indica que el producto tenía una cremosidad muy parecida a un producto el cual ya se encuentra a la venta y es del agrado de la gente.

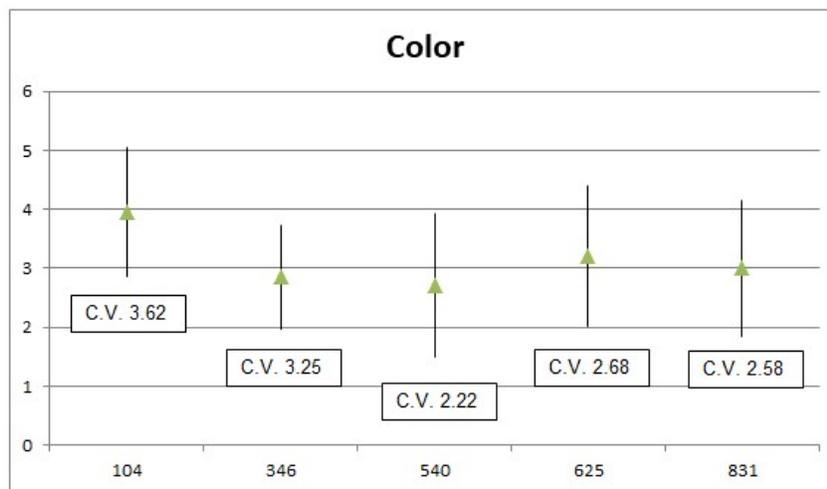


Figura 21 Grafica comparativa del parámetro de Color

Como se puede observar nuevamente la muestra 625 es la que tiene un parecido mayor a la del producto comercial y la que tuvo un parecido menor al de la muestra comercial fue la muestra 540.

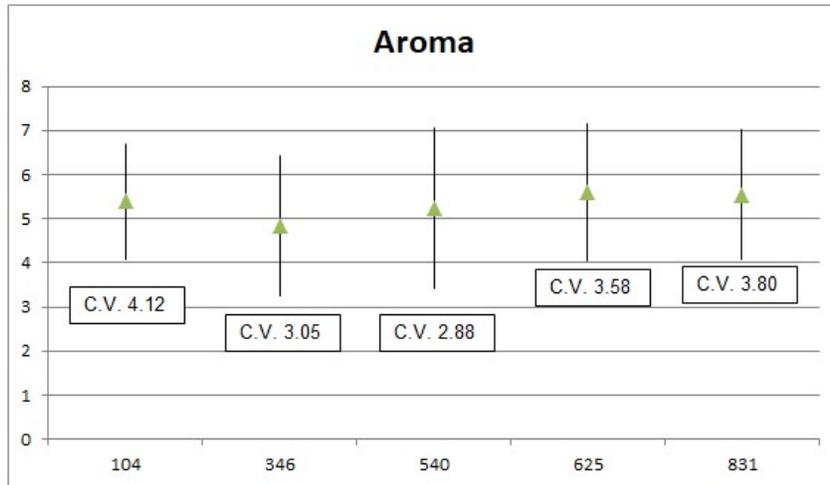


Figura 22 Grafica comparativa del parámetro de Aroma

En este caso la muestra 831 fue la muestra que más se pareció a la muestra 104 la cual es la muestra comercial, aunque cabe mencionar que todas la muestra se parecieron mucho a la muestra comercial en cuanto al parámetro de aroma.

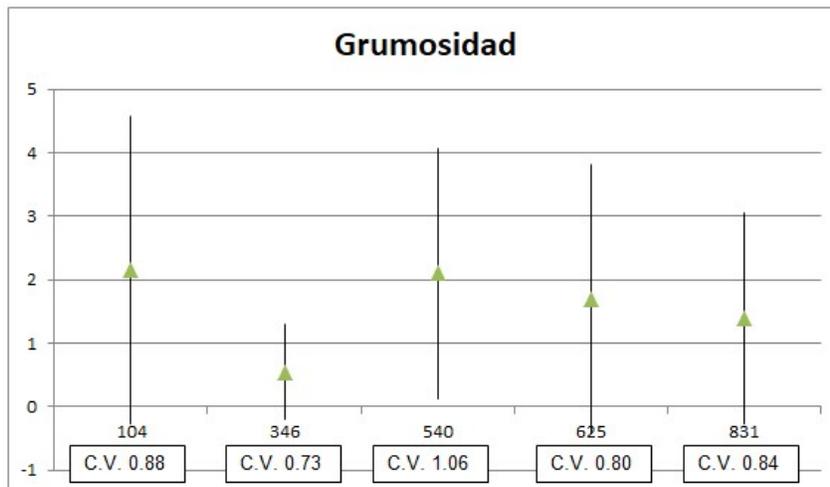


Figura 23 Grafica comparativa del parámetro de Grumosidad

Para el caso de la grumosidad la muestra que se comportó mejor fue la muestra 346 y la muestra 540 fue la que tuvo un comportamiento que se acerca más a la media estadística de la muestra 104 la cual es la muestra comercial, cabe mencionar que en este parámetro el factor de la temperatura afecta mucho a las muestras, así mismo cabe mencionar que las muestras se intentaron tratar de la misma forma pero algunas veces el jurado se tomaba más tiempo y esto provocaba que la muestra se viera afectada por la temperatura del medio ambiente.

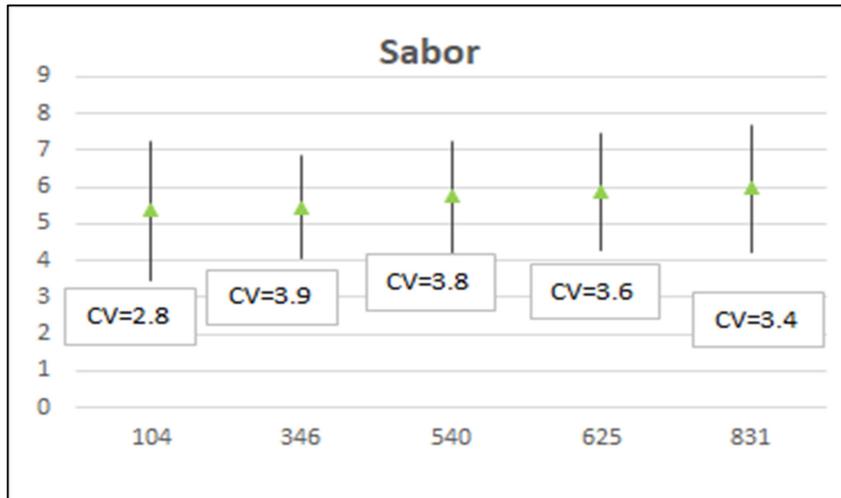


Figura 24 Grafica comparativa del parámetro de Sabor

Como se puede observar en la gráfica anterior el sabor no tuvo en ninguna de las muestras una diferencia grande en cuanto a la muestra comercial, cabe mencionar que entre las muestras preparadas para la evaluación se preparó la misma cantidad y se agregó la misma dosificación de sabor por lo que el hecho de que no fluctuaran los resultados mucho entre muestras era esperado.

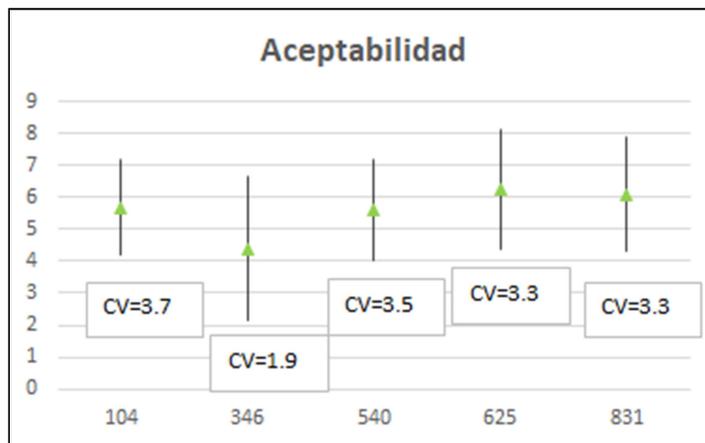


Figura 25 Grafica comparativa del parámetro de Aceptabilidad

Como se puede observar en la gráfica anterior la muestra 625 presento una media de aceptabilidad inclusive mayor que la muestra 104 la cual es la muestra comercial, esto nos indica que la muestra en sus cualidades la consideraron mejor que la muestra comercial.

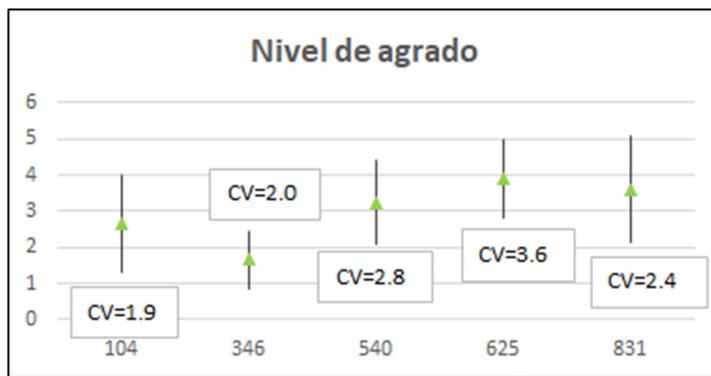


Figura 26 Grafica comparativa del parámetro de Nivel de Agrado

En la gráfica anterior se puede observar que la muestra con una media de agrado mucho mayor fue la muestra 625 esto ya se veía reflejado en la figura 27 y nos indica que al jurado le agrado mucho más la muestra 625 que la muestra 104 dejando sentado que nuestro producto puede competir sensorialmente contra un producto comercial y sin sustitución o reducción de azúcar.

De acuerdo a los resultados anteriores las formulaciones 625 y 831 fueron las que obtuvieron los mejores resultados de aceptabilidad, cremosidad, color, aroma y nivel de agrado, no solo entre formulaciones, sino también en comparación con el producto comercial (104). es decir, evaluando la muestra con un rango de 0 a 8, calificando con 0 a la muestra con menor aceptabilidad y siendo los números mayores los que indican mayor aceptabilidad y agrado. las muestras 625 y 831 tuvieron evaluaciones en promedio de 6.25 y 6.10 respetivamente, contra evaluaciones en promedio de 5.70 de la muestra comercial y calificaciones menores para el resto de las muestras.

Como se puede observar en la tabla 15, la diferencia entre las muestras 625, 540 y 831 no fue significativa por lo que estadísticamente son iguales, además de que tampoco representan una diferencia estadística en cuanto a la muestra 104 siendo que esta es la muestra del producto comercial, solo son diferentes de la muestra 346 de las demás muestras y la muestra 104 de las muestras 540, 625 y 831 en el nivel de agrado, pero siendo que el nivel de estas muestras superó al de la muestra 104, este parámetro representa que el producto desarrollado es aún mejor que el producto comercial ya que les gustó más a los evaluadores.

El perfil sensorial (figura 20, 21, 22, 23, 24, 25 y 26) obtenido del análisis estadístico muestra los resultados por parámetro. se puede observar que en cuanto a aroma y sabor no se percibe diferencias entre formulaciones y el producto comercial (104), por otra parte, el color fue calificado como más intenso en el producto comercial (104) estos resultados del color no demuestran aceptabilidad solo semejanza entre el producto modelo y el comercial (104). sin embargo, para los parámetros de grumosidad y cremosidad, los niveles más altos en grumosidad fueron para el producto comercial, lo cual refleja que el producto es menos agradable para el paladar, ya que se espera que un producto lácteo presente el menor índice de grumosidad posible debido a que esto refleja cristales de gran tamaño dentro del producto, y las formulaciones desarrolladas cumplen con esta característica. en cuanto a la cremosidad del producto comercial tuvo una

evaluación mayor debido a que la incorporación de aire que tenía era mucho mayor, por lo que la percepción de los jueces era mayor en este parámetro en comparación con las formulaciones elaboradas en el laboratorio. sin embargo, es muy probable que este punto se compense al elaborar el helado con equipo industrial cuando la formulación sea escalada, en este punto se espera una mayor incorporación de aire, en general las formulaciones desarrolladas tienen mayor cremosidad, color, aroma, aceptabilidad y nivel de agrado que el producto comercial.

3.3.2 Selección de formulación.

De acuerdo al análisis estadístico anteriormente descrito se tuvieron dos formulaciones que no presentaron diferencia significativa entre ellas, por lo cual se realizó un análisis de precios por componente (tabla 16), para hacer la selección final entre estas dos formulaciones, en base a este parámetro.

Tabla 16. Análisis de precios por componentes

Ingredientes	625	831
	Precio (MXN)	Precio (MXN)
Estabilizante: Carragenina	0.0161	0.0161
Goma de algarrobo	0.0512	0.0512
Goma arábica	0.0516	0.0516
CMC	0.0014	0.0014
Emulsificante		
Diglicéridos	0.1050	0.1050
Monoglicéridos	0.0075	0.0075
Azúcar granulada	0.1500	0.0900
Leche en polvo descremada	1.3800	1.3800
Grasa vegetal de palma	0.2950	0.2950
Jarabe de maíz	0.1240	0.1240
Agua	0	0
Maltodextrina resistente	0.3286	0.4601
Aspartame	0.0063	0.0088
Acesulfame-K	0.0036	0.0050
Benzoato de sodio	0.0040	0.0040
Sorbato de potasio	0.0098	0.0098
Total	\$ 2.5341	\$ 2.6095
Precio en pesos 19Lt	\$ 481.47	\$ 495.81

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estadístico y el análisis de precios la diferencia la formulación 625 y 831 no es significativa. Aunque la formulación 831 que es la que tiene una reducción del 70% azúcar por lo cual se seleccionó esta formulación como la mejor y la adecuada para el análisis físico-químico, microbiológicos, para el objetivo de elaborar una formulación de helado bajo en azúcar.

3.3.3 Análisis fisicoquímico

De acuerdo a la NOM-086-SSA1-1994, los productos con menor contenido de azúcar son aquellos a los que se les ha reducido parcial o totalmente el azúcar, denominándose de acuerdo a lo siguiente:

-Producto sin azúcar: su contenido de azúcar es menor a 0,5 g/porción.

-Producto reducido en azúcar: el contenido de azúcar se ha reducido por lo menos en un 25% del contenido del alimento original o de su similar.

-En los alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición se permite el empleo de aspartame y acesulfame potásico (acesulfame K) como sustitutos de azúcares en productos objeto de esta norma de acuerdo a las BPF.

En cuanto al tema del etiquetado la norma nos indica lo siguiente:

La etiqueta de los productos objeto de esta norma, además de cumplir con lo establecido en el Reglamento y la Norma Oficial Mexicana correspondiente, debe sujetarse a lo siguiente:

-Los productos con menor contenido de azúcares:

La denominación del producto de acuerdo al grado de disminución, como se establece en esta norma.

La cantidad de azúcar en mg por porción.

Además, tomando en cuenta la incorporación de la maltodextrina resistente al producto se puede considerar un producto reducido en calorías que de acuerdo a la norma debe cumplir con lo siguiente:

Los productos con menor contenido de calorías son aquellos productos a los que en su elaboración se les ha disminuido parcial o totalmente el contenido calórico, denominándose de acuerdo a:

-Producto sin calorías: su contenido de calorías debe ser menor de 5 calorías/porción.

-Producto bajo en calorías: su contenido debe ser menor o igual a 40 calorías/porción. Cuando la porción sea menor o igual a 30 g, su contenido de calorías debe ser menor o igual a 40 calorías/50 g de producto.

-Producto reducido en calorías: es aquel donde el contenido de calorías es al menos un 25% menor en relación al contenido de calorías del alimento original o de su similar.

De acuerdo también a esta NOM-086-SSA1-1994 las cantidades por porción para el producto desarrollado es de 240 ml para leche y bebida a base de leche, por lo que el contenido calórico por porción es de:

Tabla 17. Aporte calórico

	104-Helado comercial	346-Helado fórmula original	540-Helado 70% Azúcar	625-Helado 50% Azúcar	831-Helado 30% Azúcar
Aporte calórico (Cal en 100g.)	300	249.65	231.66	219.68	207.72

3.3.3 Análisis fisicoquímico

De acuerdo a las formulaciones modeladas y de acuerdo al aporte nutrimental que tienen cada componente, se calculó el aporte de carbohidratos, grasa, proteína, cenizas y humedad para la formulación destacada en la evaluación sensorial, a la cual se le realizaron las pruebas microbiológicas y fisicoquímicas, el resultado obtenido en las pruebas fisicoquímicas es muy parecido al reportado, cumpliendo con los datos presentados para un producto dietético y sin azúcar añadida, también se presentan los datos bibliográficos del ministerio de agricultura para un helado comercial (Ice cream, Ministerio de Agricultura y Pesca.) con las cuales no se cumple aun que es justificable de acuerdo a la reducción y modificación en componentes para obtener un producto reducido en azúcar, el parámetro de proteína es un poco elevado debido a la utilización de gran cantidad de gomas y aditivos al igual que el parámetro de cenizas.

Tabla 178. Parámetros fisicoquímicos determinados en la base láctea

Parámetro	Resultado (%)	Bibliografía ²⁰ (%)	Bibliografía ²⁵ (%)
Proteína	4.2 ± 0.3 ^a	4.0 ^a	4.5 ^b
Grasa	7.2 ± 0.9 ^a	7.5 ^a	10.1 ^b
Cenizas	0.7 ± 0.02 ^a	0.5 ^b	0.5 ^b
Carbohidratos	21.6 ± 0.5 ^a	21.4 ^a	25.4 ^b
Humedad	43.0 ^a	65.5 ^b	60.0 ^b

Nota: Los superíndices indican las diferencias significativas con respecto a las filas y columnas, con una probabilidad de 0.05%.

3.3.4 Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos de la fórmula elegida (831-Helado 30% Azúcar) demostraron que la elaboración del producto se llevó a cabo siguiendo las BPM, ya que las pruebas microbiológicas al producto terminado no evidenciaron presencia de microorganismos, esto indica que la pasteurización se llevó a cabo correctamente y dentro de la elaboración del producto se cuidaron las buenas prácticas de manufactura, cabe mencionar que el análisis microbiológico se desarrolló siguiendo la NOM-243-SSA1-2012, en la cual describe que los análisis mínimos para una base láctea son los descritos en la tabla 18 y visualizadas en las figuras 29 y 30.

Tabla 189. Determinación de microorganismos en la base láctea (25)

Microorganismo	Límite máximo	Resultado
Coliformes totales	50 UFC/g o mL	3 UFC/mL
Mohos y levaduras	50 UFC/g o mL	0 UFC/mL
Mesófilos aerobios	100,000 UFC/g o mL	0 UFC/mL



Figura 27 Resultados de placas de coliformes totales y mesófilos aerobios respectivamente



Figura 28 Resultados de placas de mohos y levaduras.

3.3.5 Overrun

Siendo este uno de los factores más importantes para la determinación de la calidad de este tipo de productos, dentro de esta curva se logra apreciar perfectamente que para el proceso implementado en (Michue Mango, Encina Zelada, y Ludeña Urquizo , 2015) el tiempo en el cual se llega a una incorporación de aire máxima es de 25 min.

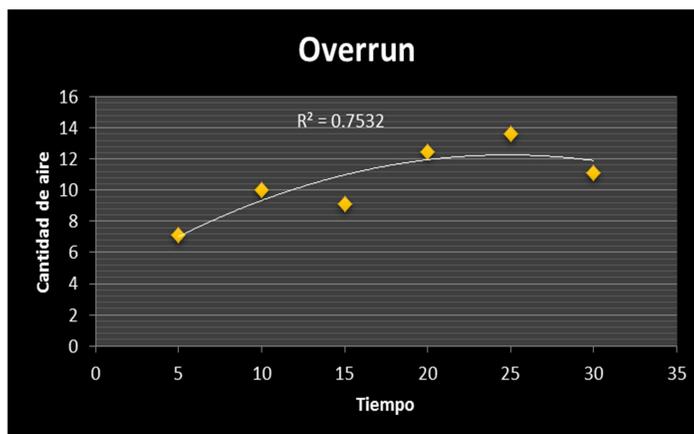


Figura 29 Grafica de overrun a diferentes tiempos, (Michue Mango, Encina Zelada, & Ludeña Urquizo , 2015)

La incorporación de aire escalado fue del 75 al 85% por lo que para un producto que no se realizó con equipo industrial es una incorporación de aire muy buena ya que con ello al incorporar 100g se obtienen 175g o hasta 185g de producto.

CAPITULO IV CONCLUSION

Se logró la elaboración de una base para productos lácteos congelados, sustituyendo algunos componentes, para reducir azúcar y disminuir costos, la mejor formulación fue seleccionada a través de evaluación sensorial de la muestra, de este se obtuvieron dos formulaciones aceptables sin diferencias estadísticas significativas entre sus cualidades y el costo de elaboración, por lo cual, siguiendo el objetivo del proyecto, se decidió que la formulación con la mayor reducción de azúcar sería la formulación adecuada para realizar los análisis físico-químicos y microbiológico, estos últimos demuestran que el producto fue desarrollado bajo buenas prácticas de manufactura al no encontrarse presencia de hongos, levaduras y coliformes, además los análisis fisicoquímicos demuestran que el producto cumple con los requerimientos legales y con el objetivo de reducir la cantidad de azúcares directos.

Después del proceso de selección de formulación se sometió a los análisis antes descritos, los resultados de estos análisis muestran que dicha formulación cumple con los estándares físico- químicos reportados bibliográficamente y los parámetros microbiológicos que indican las NOM's. Estos resultados parten desde el análisis de materia prima, de igual manera, esta cumplió con los estándares físico-químicos y microbiológicos, que, en combinación con buenas prácticas de manufactura, procesos de elaboración y refrigeración controlados aseguran que el producto terminado cumpla con las características esperadas.

En cuanto al overrun de los helados, los productos comerciales (referencia) reportan para los helados de crema una incorporación de aire del 75 al 85%. Los factores que influyen principalmente en la incorporación de aire, son temperatura y proceso de batido, en el que influye determinantemente la maquinaria o método de incorporación de aire, en este proyecto la incorporación de aire fue limitada por el equipo de laboratorio empleado para su elaboración, asimismo la temperatura no pudo ser controlada por debajo de -4°C tampoco pudo ser controlada la continuidad y potencia del giro de la propela, pero pueden ser mejoradas al emplear equipo industrial. Sin embargo, se logra una incorporación de aire promedio del 18%, lo cual son resultados favorables ya que con equipo adecuado este porcentaje de incorporación de aire tendrá como resultado un mayor overrun

Cabe mencionar que esta formulación ofrece una característica adicional, ya que el hecho de que sea un producto reducido en azúcar le brinda un mercado de consumo más amplio, esto representa que no solo lo pueden consumir personas con estado de salud favorable, sino también personas que desean consumir este tipo de productos y no pueden hacerlo o desean equilibrar su dieta, sin perder de

vista el perfil sensorial que presenta un helado normal, como se puede observar en la evaluación sensorial de las formulaciones seleccionadas, en algunos aspectos el producto desarrollado superó en agrado, en comparación con el perfil sensorial que arroja el helado comercial. Por otra parte, en el aspecto económico se realizó un producto de bajo costo y buena calidad, logrando realizar los objetivos planteados, además teniendo en cuenta que en la encuesta realizada al público general se encontró que el 52.5% de ellos consumen preferentemente helado y que un 37.5 consumen tanto helados y paletas se tiene un mercado muy amplio y de gran demanda.

CAPITULO V RECOMENDACIONES

Se recomienda que en futuras investigaciones se maneje una diversidad en el uso de edulcorantes, quizás algún edulcorante orgánico como la estevia para crear un producto más natural que es una tendencia de mercado a cubrir, se recomienda utilizar la menor cantidad posible de jarabe de maíz ya que este deja un resabio muy dulce y característico de este azúcar. Se recomienda que se pruebe el incrementar la cantidad de sólidos para productos con bajo o nulo contenido de azúcar, ya que de esta manera favorece la consistencia de este tipo de productos y ayuda en el overrun, en cuanto al desarrollo de la formulación base se sugiere realizar una formulación inicial con el programa gratuito probare (Versión 5.0.15, mundohelado.com), que sirve para el desarrollo de formulaciones de diversos productos lácteos.

Por otra parte, se aconseja que en la etapa de incorporación y mezclado de ingredientes se cuente con un equipo "homogenizador", ya que esto favorecerá estructuralmente la estabilidad de la base láctea y rendimiento del helado.

Con el fin de complementar esta investigación en el presente trabajo se mostraron algunas pruebas con Maltodextrina resistente, sin embargo, el tema de la integración del almidón resistente en una formulación de productos lácteos, es aún más amplio, por lo que se recomienda hacer un estudio más detallado del uso de este aditivo, su funcionalidad y su impacto en un análisis fisicoquímico, textural y costos de un producto de este tipo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cuéllar, F. (2010) Plan de Negocios para una Heladería, Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
2. Diario Oficial de la Federación, 2012, NOM-155-SCFI-2012, Leche-denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba, México,
3. Instituto nacional del emprendedor, Helados y paletas, consultado: 26 de febrero 2017, Recuperado de <http://www.contactopyme.gob.mx/cpye/guiasempresariales/guias.asp?s=8&guia=17&giro=1>
4. Profeco, (2001), Calidad de helados envasados, Revista del consumidor, 293,1-8.
5. Profeco, (2004), Helados, Revista del consumidor, 46-49.
6. Mantello, S. R. (2007), Notas sobre helados, recuperado de <http://www.mundoheladoconsulting.com/notas/Helados%20-%20Heladero.pdf>
7. Notimex, (2014), Ven alto potencial de crecimiento de industria del helado, El financiero, sección economía, recuperado de <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/ven-alto-potencial-de-crecimiento-de-industria-del-helado.html>, día de consulta: 20-11-2016
8. Dorantes T., Parrales D., (2014), Elaboración de un yogurt batido simbiótico, utilizando prebióticos naturales, sintéticos y mezcla, Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
9. Mann J., Chisholm A., (2004), Los alimentos y su efecto sobre el azúcar en la sangre, Alimentos y política alimentaria, 49, 1-4.
10. Rius M., (2014), El placer del helado, consultado: 26 de febrero 2017, Recuperado de <http://www.lavanguardia.com/estilos-de-vida/20140801/54412570590/el-placer-del-helado.html>
11. Carvito A., (2005), Las fases del helado, Mundo heladero, consultado: 26 de febrero 2017, Recuperado de <http://www.heladeria.com/articulos-heladeria/a/200501/3039-las-fases-helado>.
12. Rojas, J. A., (2002), Evaluación de una mezcla de estabilizantes y emulsificantes en la elaboración de un helado cremoso con grasa vegetal sobre las características de la mezcla base y del producto final, Tesis de Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional De Colombia, Colombia.
13. Quiroga, C., (2008), Los almidones resistentes y la salud, Investigación y desarrollo, 8, 131-142.
14. Suárez, N., Quintero, A., Amaya, C., Galicia, T., & Aguilar, E., (2006), Comparación de métodos físicos-químicos en la producción de almidón resistente, Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 1(2), 53-58.
15. Montúfar, K., (2014), Fibras dietarias y su aplicación en el desarrollo tecnológico de productos alimentarios como alternativa de alimentos funcionales, Tesis de licenciatura Químico en alimentos, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

16. Jiménez, R., Gonzáles, N., Magaña, A., Corona, A., (2011), Contenido de almidón resistente en alimentos consumidos en el sureste de México, consultado: 15 Julio 2015, Recuperado de http://www.unacar.mx/contenido/tecnociencia/tecnociencia_julio_dic11/tema_3_contenido_de_almidon_resistente.pdf.
17. Ingredion, Maltodextrina resistente (Nutriose FM), Ficha Técnica, Características técnicas, 2016
18. Milk, dry, whole, with added vitamin D. National Nutrient Database for Standard Reference Release 28 slightly revised May, 2016. United States Department of Agriculture
19. Ice creams, vanilla, light, no sugar added, National Nutrient Database for Standard Reference Release 28 slightly revised May, 2016. United States Department of Agriculture
20. Ice cream, Ministerio de Agricultura y Pesca. Alimentación y medio Ambiente. http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/helados_tcm7-315381.pdf
21. Cargill, Solidos de jarabe de maíz (Cargill Dry-G 01939), Ficha técnica, características técnicas, 2017
22. Cargill, Maltodextrina (Cargill 01956), Ficha técnica, características técnicas, 2017
23. Gelymar, Mezcla de carrageninas lambda e iota (Carralact PPD 5392), Ficha técnica, características técnicas, 2017.
24. MAKYMAT S.A.P.I de C.V., “Helado duro industrial, sabor vainilla”, recuperado de: <http://www.makymat.com/contenido/archivospdf/HeladoDuroIndustrial.pdf>, fecha de consulta: 4-10-2016
25. Diario oficial de la federación, 1993. NOM-036-SSA1 'Bienes y servicios. Helados de crema, de leche o grasa vegetal, sorbetes y bases o mezclas para helados. Especificaciones sanitarias.', México.
26. Diario oficial de la federación, 2010, NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba, México
27. Diario oficial de la federación, 2012, ACUERDO por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias, México.
28. Diario oficial de la federación, 1995, NOM-143-SSA1-1995, bienes y servicios. método de prueba microbiológico para alimentos. determinación de listeria monocytogenes, México.
29. Diario Oficial de la federación, 1994, NOM-116-SSA1-1994, bienes y servicios. determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. método por arena o gasa. México.
30. Diario Oficial de la federación, 1994, NOM-086-SSA1-1994, bienes y servicios. alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. especificaciones nutrimentales, México.
31. Diario Oficial de la Federación, 2011, NMX-F-284-SCFI-2011, industria azucarera y alcoholera-determinacion del contenido total de cenizas en muestras de carbones

- activados empleados en la refinación de azúcar (cancela a la NMX-F-284-1981), México.
32. Pottí, Daniel, 2013, “¿Qué es la pasteurización del mix para helado?”, Mundo Helado, España, recuperado de: <http://www.mundohelado.com/helado/notas/como/comosepasteuriza.htm>, fecha de consulta: 4-10-2016
 33. Dergal, S. B. (2006). Química de los alimentos. México. Pearson Educación.
 34. mundohelado. (13 de Septiembre de 2016). Probare: Programa para el balance de recetas de helados. Obtenido de Probare Versión 5.0.15: <http://www.mundohelado.com/software/probare.htm>
 35. Cargill, Manteca vegetal comestible (MX1120020), Ficha técnica, características técnicas, 2017
 36. Altrine, Goma Guar, Ficha técnica, características técnicas, 2017
 37. Fufeng, Goma Xantana, Ficha técnica, características técnicas, 2017
 38. Bartolo, E. D. (2005). Guía para la elaboración de helados. Argentina: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos.
 39. R. , P., PhD, P., PhD, F., PhD, A., Msc, L., PhD, O., . . . MD, J.-L. (2010). Nutriose, a Prebiotic Low-digestible Carbohydrate, Stimulates. Inflammatory Bowel Diseases, 12.
 40. Pasman, W., Wils, D., Saniez, M.-H., & Kardinaal, A. (2006). Long-term gastrointestinal tolerance of NUTRIOSE FB in healthy men. European Journal of Clinical Nutrition, 11
 41. Guérin-Deremauxa, L., Pochata, M., Reiferb, C., Wils, D., Cho, S., & E. Miller, L. (2011). The soluble fiber NUTRIOSE induces a dose-dependent beneficial impact on satiety over time in humans. NutraSource, 8.
 42. Ingredion. (2016). Formulación balanceada helados. México: Ingredion.
 43. Roquette, g. (2007). a low-GR soluble fibre with an outstanding tolerance factor. AgroFOOD industry hi-tech, 2.
 44. Michue Mango, J. E., Encina Zelada, C. R., & Ludeña Urquizo , F. E. (2015). Optimización del overrun (aireado), de la dureza, la viscosidad y los costos de un helado mediante el diseño de mezclas. Ingeniería industrial , 22.
 45. Bodner, J. M. y Sieg, J. (2009) Fiber. In: Ingredients in meat products: properties, functionality and application. Tarte, R. (ed) Springer Publishing, New York, NY, pp. 83-109