

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Trabajo Final de Graduación bajo la modalidad de Proyecto
para optar por el Grado de Licenciatura en Tecnología
de Alimentos

**Evaluación de las características químicas, físicas y
sensoriales de un helado de leche con grasa
vegetal y sabor a fresa y vainilla, utilizando
leche caprina y bovina para su elaboración**

Cristina Jiménez Goebel
Carné A22613

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
Universidad de Costa Rica
San José, Costa Rica

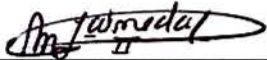
II Semestre, 2011

Tribunal Examinador

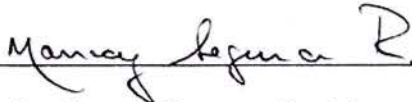
Proyecto de graduación presentado a la Escuela de Tecnología de Alimentos como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Tecnología de Alimentos.



M.Sc. Alejandro Chacón
Director del proyecto



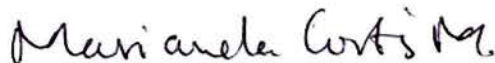
Dra. María Lourdes Pineda Castro, M.Sc.
Asesora del proyecto



Licda. Nancy Segura Rodríguez
Asesora del proyecto



Ph.D. Elba Cubero Castillo
Profesor designado



Ph.D. Marianela Cortés Muñoz
Presidente del Tribunal

Dedicatoria

A mami, por tu constante esfuerzo y dedicación, gracias por guiarme en el camino, por darme todo el amor, apoyo y constante motivación. Esta meta cumplida es tan tuya como mía.

A Tía Ana, mi Ángel Guardián, gracias por tu apoyo incondicional, por tenerme siempre en tus pensamientos y oraciones.

A todos los Goebel, por enseñarme el valor que tiene la unión familiar.

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por acompañarme en cada paso que doy y por darme la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida.

A toda mi familia por su apoyo, comprensión y cariño.

A Rolo, por quererme como una hija más. Por darme apoyo, seguridad y confianza en la búsqueda de mi propio camino.

A papi, por enseñarme el valor del trabajo.

A la familia Álvarez Agüero, por creer siempre en mí y hacerme sentir una parte muy especial de su familia.

A Alejandro y María Lourdes, por su guía, apoyo, disponibilidad y entrega durante el desarrollo de este proyecto.

A Nancy, por su aporte y orientación en la elaboración de este proyecto.

A Elba, por ser realmente una guía, gracias por su apoyo y consejos a lo largo de toda mi carrera universitaria.

A todo el personal de la Escuela de Tecnología de Alimentos, en especial a Giova y Luis, por estar siempre dispuestos a ayudar y brindar una mano amiga.

Al personal del CITA, especialmente a Camacho y Alonso, por su colaboración tanto en este proyecto como a lo largo de mi formación profesional.

Al personal del Núcleo de Industria Alimentaria del INA, especialmente a Gerardo Vásquez, por su guía, dedicación, consejos, enseñanzas y por hacerme sentir una más de la familia. Hicieron de mi tesis una experiencia muy agradable e inolvidable.

A Andrea Rojas, Jessica, Margarita, Marcia les debo los últimos años de mi carrera, su amistad me brindó la fuerza para seguir adelante con empeño y dedicación.

A todos mis compañeros de carrera, especialmente a Marvin, Cata, Marilyn, Gaby, Helena, Jose, Raquel, Naty, Haizel, Pame, Caro, Cris R., Ale, Mari y Sandra por todas las alegrías, consejos, compañía y ayuda que me brindaron siempre.

Índice general

Tribunal Examinador	i
Dedicatoria	ii
Índice de figuras	vii
Índice de cuadros	viii
Resumen	x
I. Justificación	1
II. OBJETIVOS	6
2.1 Objetivo General	6
2.2 Objetivos Específicos	6
III. Marco Teórico.....	7
3.1 Leche	7
3.1.1 Otras ventajas de la leche de cabra	9
3.2 Helados.....	11
3.2.1 Composición de los helados	12
3.3 Proceso de elaboración de helados	17
3.3.1 Preparación de la mezcla	17
3.3.2 Pasteurización.....	18
3.3.3 Homogenización	18
3.3.4 Maduración.....	18
3.3.5 Aireación	18
3.3.6 Endurecimiento.....	19
3.3.7 Almacenamiento.....	19
3.4 Propiedades físicas y químicas de importancia en los helados	20
3.4.1 Overrun	20
3.4.2 Derretimiento	21
3.4.3 pH.....	22
3.4.4 Textura	22
3.4.5 Color.....	23
3.5 Pruebas orientadas al consumidor.....	23
3.6 Costos	25
3.7 Ficha técnica.....	26
VI. Materiales y Métodos	27
4.1. Localización	27

4.2. Materia prima	28
4.2.1 Leche.....	28
4.2.2 Grasa vegetal (Cremhelado)	29
4.2.3 Estabilizante/ Emulsificante.....	29
4.2.5 Base de sólidos para helado Premium (PMP).....	30
4.2.6. Colorantes y saborizantes.....	30
4.3 Elaboración de las diferentes formulaciones de helado	30
4.3.1 Formulación	30
4.3.2. Descripción del proceso.....	34
4.4 Diseño experimental	37
4.5. Definición del número de repeticiones.....	38
4.6. Métodos de Análisis.....	38
4.6.1. Determinación del índice de aireación (Overrun)	38
4.6.2. Determinación de la tasa de derretimiento	39
4.6.3. Determinación de la textura	39
4.6.4. Determinación del color	39
4.6.5 Determinación del pH.....	40
4.6.6 Evaluación de la aceptación.....	40
4.7 Estimación de costos variables.....	40
4.8 Elaboración de la ficha técnica	41
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	41
5.1 Calidad de la leche	41
5.2 Evaluación física del helado	43
5.2.1 Evaluación del aireamiento (overrun), derretimiento y textura	43
5.2.2 Evaluación del pH.....	53
5.2.3 Evaluación del color	55
5.3 Caracterización de la población evaluada.....	58
5. 4 Evaluación sensorial de los diferentes helados.....	62
5.4.1 Prueba de agrado.....	62
5.5 Escogencia de la formulación más conveniente	65
5.6 Estimación de costos variables de producción	66
5.6.1 Materia prima	66
5.6.2 Empaque	68
5.6.3 Mano de obra	68
5.6.4 Costos directos e indirectos.....	69
5.6.5 Precio de venta del helado	70

5.7 Ficha técnica del helado 100% leche de cabra sabor fresa con topping	72
5.7.1 Introducción.....	72
5.7.2 Descripción del producto.....	73
5.7.3 Materia prima, aditivos y proveedores	73
5.7.4 Equipo/reactivos necesarios y proveedores.....	75
5.7.5 Formulación	77
5.7.6 Especificaciones del proceso	77
5.7.7 Puntos de control del proceso.....	80
5.7.8. Puntos críticos para asegurar la inocuidad del producto	82
5.7.9 Rendimiento	86
5.7.10 Empaque recomendado.....	86
5.7.11. Análisis recomendados	87
IV. CONCLUSIONES	89
VII.RECOMENDACIONES	91
VIII. BIBLIOGRAFIA	93
IX. APENDICES.....	105

Índice de figuras

Figura 3.1. Retención de la estructura de helados elaborados con distintas concentraciones de emulsificante.....	21
Figura 5.1 Tiempo de derretimiento en minutos y desviación estándar de las tres formulaciones de helados elaboradas con tres tipos de leches.	46
Figura 5.2 Pérdida de la forma cilíndrica de los helados de vainilla 100% leche de vaca durante el proceso de derretimiento.	48
Figura 5.3. Dureza y desviación estándar determinada en la evaluación instrumental para los tres sabores de helados elaborados con diferentes tipos de leche.....	50
Figura 5.4. Adhesividad y energía determinadas en la evaluación instrumental para los tres sabores de helados elaborados con diferentes tipos de leche.....	51
Figura 5.5 Valores de pH y desviación estándar obtenidos para los tres sabores de helados elaborados con diferentes tipos de leche.....	54
Figura 5.6. Efecto promedio del sabor utilizado en la formulación sobre el valor b^* y h^* y la desviación estándar para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.	57
Figura 5.7. Porcentaje de personas ubicadas dentro de cada conglomerado de acuerdo con el tipo de helado que más consumen.	60
Figura 5.8. Porcentaje de personas ubicadas dentro de cada conglomerado según su marca de helado favorita.	60
Figura 5.9. Porcentaje de personas ubicadas dentro de cada conglomerado según la frecuencia de consumo de helados.	61
Figura 5.10. Porcentaje de personas ubicadas dentro de cada conglomerado según su sabor favorito de helado.....	62
Figura 5.11. Agrado promedio para los diferentes sabores de helado según cada conglomerado.	64
Figura 5.12. Flujo de proceso para la elaboración de helados de fresa con topping 100% leche de cabra.....	79
Figura B.1. Hoja de respuesta utilizada para la medición del agrado de los helados elaborados.	114
Figura B.2. Encuesta realizada a los consumidores de helados durante la evaluación del agrado.	115
Figura B3. Edad de los panelistas que participaron en el estudio.	126
Figura B4. Sexo de los panelistas que participaron en el estudio.	126
Figura C1. Estructura grasa en el helado.	127
Figura C2. Pasteurizadora marca Frigomart modelo PEB 60.	128
Figura C3. Mantecadora marca Frigomart modelo Titan 1.	129
Figura C4. Consistencia “soft serve” alcanzada una vez finalizado el aireamiento de la mixtura.	129
Figura C5. Empaque en envases individuales del helado elaborado.....	130

Índice de cuadros

Cuadro 3.1. Composición comparativa entre la leche de vaca y de cabra.....	8
Cuadro 3.2. Composición general media de una mezcla utilizada en la elaboración de helados...	13
Cuadro 4.1. Formulación base de los helados elaborados a partir de leche de cabra y de vaca. ...	32
Cuadro 5.1. Probabilidades asociadas al análisis de varianza para la evaluación del aireamiento en los helados elaborados con diferentes tipos de leche.....	43
Cuadro 5.2. Prueba de comparación de medias de Tukey para los valores de aireamiento de los diferentes lotes de helados elaborados.....	44
Cuadro 5.3. Probabilidades asociadas al análisis de varianza para la evaluación del tiempo de derretimiento en los helados elaborados con diferentes tipos de leche.	46
Cuadro 5.4. Probabilidades asociadas al análisis de varianza para evaluación de la textura de los helados elaborados con diferentes tipos de leche.	49
Cuadro 5.5. Probabilidades asociadas al análisis de varianza para la evaluación del pH en los helados elaborados con diferentes tipos de leche.	54
Cuadro 5.6. Probabilidades asociadas al análisis de varianza para la evaluación de L*, a*, b*, h* y C* en los helados elaborados con diferentes tipos de leche.....	55
Cuadro 5.7. Resultados de la prueba de comparación de medias de Tukey para los valores de L* a* y C* de los helados elaborados con diferentes tipos de leche.	56
Cuadro 5.8. Probabilidades asociadas al análisis de varianza de los diferentes efectos sobre el agrado general de los helados.	63
Cuadro 5.9. Costo de la materia prima utilizada para la elaboración de 16310 mL de helado 100% leche de cabra sabor fresa con topping.....	67
Cuadro 5.10. Costo de la mano de obra requerida para el proceso de elaboración de helados. ...	69
Cuadro 5.11. Costos directos del proceso de elaboración de helados.....	69
Cuadro 5.12. Costos variables en el proceso de elaboración de 16310 mL de helado.	70
Cuadro 5.13. Estimación del precio de venta del helado de fresa con topping 100% leche de cabra.	71
Cuadro 5.14. Comparación entre el precio de venta del helado desarrollado y productos similares disponibles en el mercado.	72
Cuadro 5.15. Información general de los aditivos utilizados para la elaboración de helados.	74
Cuadro 5.16. Proveedores alternativos de los aditivos utilizados para la elaboración de helados.	75
Cuadro 5.17. Proveedores de los equipos necesarios para la elaboración de helados.	76
Cuadro 5.18. Proveedores alternativos de equipos para la industria alimentaria.....	76
Cuadro 5.19. Formulación base de los helados elaborados a partir de leche de cabra y de vaca..	77
Cuadro 5.20. Análisis de riesgos significativos por etapas para el proceso de elaboración del helado de fresa con topping, 100% leche de cabra.	82
Cuadro 5.21. Definición de los puntos críticos de control para el proceso del helado de fresa con topping 100% leche de cabra.....	85
Cuadro 5.22. Proveedores de envases plásticos para la industria de alimentos.	86

Cuadro A.1. Porcentaje de acidez, porcentaje de grasa y densidad de la leche utilizada como materia prima para elaborar los helados.....	105
Cuadro A.2. Valores de aireamiento promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.	106
Cuadro A.3. Valores de pH promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.....	107
Cuadro A.4. Valores de tiempo de derretimiento promedio (minutos), desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.	108
Cuadro A.5. Valores de L* promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.....	108
Cuadro A.6. Valores de a* promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.....	109
Cuadro A.7. Valores de b* promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.....	109
Cuadro A.8. Valores de hº promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.....	110
Cuadro A.9. Valores de C* promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.....	110
Cuadro A.10. Valores de fuerza (N), promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.	111
Cuadro A.11. Cálculo de los sólidos totales de la formulación base del helado 100% leche de vaca.	112
Cuadro A.12. Cálculo de los sólidos totales de la formulación base del helado 100% leche de cabra.....	112
Cuadro B.1. Datos de nivel de agrado (cm) de los helados obtenidos durante el panel de consumidores.....	116
Cuadro B2. Información recopilada en la encuesta realizada a los panelistas que conformaron el conglomerado 1.	120
Cuadro B3. Información recopilada en la encuesta realizada a los panelistas que conformaron el conglomerado 2.	121
Cuadro B4. Información recopilada en la encuesta realizada a los panelistas que conformaron el conglomerado 3.	125

Resumen

Jiménez Goebel, Cristina

Evaluación de las características químicas, físicas y sensoriales de un helado de leche con grasa vegetal con sabor a fresa y vainilla utilizando leche caprina y bovina para su elaboración.

Tesis Tecnología de Alimentos.- San José, C.R.:

Jiménez, C. 2011

141h; 21 il. -81 refs.

Con el propósito de apoyar al sector caprino costarricense, se evaluó el efecto de tres tipos de leche (100% cabra, 100% vaca y 50%vaca: 50%cabra) sobre el aireamiento, textura, derretimiento, color y aceptación de los helados de fresa, fresa con topping y vainilla. Para todas las variables estudiadas no se encontró diferencia significativa entre los tipos de leche. Para el aireamiento se encontró diferencia significativa ($p < 0,05$) entre lotes debido a las variaciones de proceso y la materia prima. Se encontró interacción sabor*tipo de leche para los parámetros derretimiento, textura y pH. En los tres casos el resultado se ve afectado por la adición de topping de fresa a la formulación, debido al incremento de la concentración de fruta, a la presencia de azúcar y a la fruta por sí misma, respectivamente. Con respecto al color, tanto el efecto significativo para los parámetros L^* , a^* y C^* con la variable sabor (S), como la interacción tipo de leche*sabor (S) para b^* y h^* se deben a los colorantes y al topping empleados en las formulaciones.

Se realizó un panel sensorial de agrado general con 120 consumidores de helados. A partir de estos datos se realizó un análisis de conglomerados, lo cual dio lugar a tres conglomerados. Basándose en una encuesta realizada durante el panel, los conglomerados fueron caracterizados. El conglomerado 1 (15%) acostumbra comer helado varias veces por semana y su sabor favorito es la fresa. Tanto el conglomerado 2 (62%) como el 3 (22%) consumen helado varias veces al mes y prefieren el sabor a chocolate; sin embargo, el conglomerado 2 también gusta de una amplia gama de sabores. Los consumidores no percibieron una diferencia significativa entre los tipos de leche y una interacción sabor*conglomerados demostró la jerarquía del sabor del helado sobre el tipo de leche utilizada en la mixtura, en cuanto a la aceptación.

Se seleccionó la formulación 100% leche de cabra como la más conveniente debido a que las características físico-químicas no se vieron afectadas por el tipo de leche y los consumidores no percibieron diferencia entre los tipos de leche utilizados. Se estimó el precio de venta a escala industrial (¢397,79/ 100 mL) y su precio resultó aproximadamente un 18,03% más costoso que los helados Dos Pinos y Coronado en la misma presentación. Este precio resulta muy competitivo y brinda oportunidades de mejora para la fórmula empleada. Para completar la caracterización y estandarización del proceso se elaboró la ficha técnica de producto.

LECHE DE CABRA; HELADOS; AGRADO; COSTOS.

Alejandro Chacón Villalobos, Director de la Investigación.

Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Escuela de Tecnología de Alimentos.

I. Justificación

En el mundo, el abastecimiento de leche se logra principalmente gracias a cuatro de las 4000 especies de mamíferos identificados, siendo la vaca, la búfala, la oveja y la cabra las especies más utilizadas para la producción de este alimento; sin embargo, en la actualidad, comercialmente hablando, en muchos países se reconoce como leche únicamente a la leche de vaca. A pesar de esto, siempre se debe recordar que la leche producida por las otras especies también constituye una opción para alimentar a la población, principalmente cuando se habla de países en desarrollo (Fraser, 1985; Belitz & Grosch, 1997).

La leche de cabra presenta un gran valor por la eficiencia de producción de las cabras lecheras; además, posee variedad de propiedades funcionales y nutricionales debido a sus características físicas y químicas, por lo que es muy recomendada para niños, adultos y madres que amamantan (Corrales, 2004; Chacón, 2005).

A la leche de cabra se le relaciona con una mejor digestibilidad, glóbulos de grasa más pequeños y mejor distribuidos en la emulsión láctea, mayor contenido de ácidos grasos de cadena corta, mayor contenido de hierro, zinc y magnesio, entre otras (Slačanac *et al.*, 2004).

A pesar de los múltiples beneficios con los que se relaciona la leche de cabra, en el mundo su producción es muy limitada; solamente en Asia y en ciertos países mediterráneos como Grecia, Italia, Francia y España la producción de leche de cabra es de principal importancia, aumentando año tras año (Kaminarides & Anifantakis, 2004). En nuestro país, la producción de leche de cabra y sus derivados es principalmente artesanal, ya que no existen grandes plantas procesadoras dedicadas a la industrialización de estos productos (Corrales, 2004). Por lo tanto, la forma más común de comercializar la leche de cabra es como producto fresco (Tacsan, 1987), siendo la mayor parte de la producción

destinada al abastecimiento doméstico o para la venta en lugares aledaños al sitio de residencia (Corrales & Chacón, 2005). El desarrollo de nuevos productos se toma como un impulso al sector productor de leche de cabra, ya que permite brindar una herramienta a los pequeños productores que se encuentran distribuidos en todo el país. Con el fin de apoyar los esfuerzos de este sector, la Estación de Ganado Lechero Alfredo Volio Mata (EEAVM) de la Universidad de Costa Rica, ha desarrollado desde el año 2002 diferentes proyectos que buscan opciones para mejorar la caprinocultura a nivel nacional.

Unido a estos esfuerzos se encuentra la elaboración de diferentes productos a partir de leche de cabra. Por ejemplo, Tacsan (1987) fabricó un queso tipo Crottin adaptado al gusto costarricense, al cual se le evaluó el impacto del uso de diferentes combinaciones de leche de cabra y de vaca sobre las características sensoriales, diferentes tiempos de coagulación, diferentes tiempos de presuado, el tipo de cultivo y el tiempo de maduración.

Los estudios realizados por Corrales (2004) definieron un proceso de elaboración de queso fresco de leche de cabra, al cual se le aplicaron variaciones como adición de albahaca, el descremado parcial de la leche utilizada y la adición de colorante. La formulación, con leche íntegra y colorante adicionado, fue escogida basándose en la aceptación del consumidor y en características deseables.

Rojas (2005) evaluó el efecto de diferentes proporciones de leche de cabra y de vaca sobre el pH, la viscosidad y la sinéresis de un yogurt batido de fresa. En este caso, se escogió la formulación 30% leche de cabra-70% leche de vaca por ser la más conveniente desde el punto de vista físico-químico y sensorial.

A pesar de los esfuerzos mencionados, no se lograron encontrar estudios dedicados a la elaboración de helados utilizando leche de cabra, razón por la cual se estableció la posibilidad de realizar un helado de formulación simple, de manera que los pequeños productores de leche tengan la posibilidad de elaborar diferentes productos derivados de la leche de cabra y no depender solamente de la venta de leche fresca.

El helado es un alimento que tiene un sabor dulce y que es consumido en estado congelado; está compuesto por agua y azúcar, aunque también puede contener componentes lácteos, frutas y otros aditivos con sabor, sustancias aromáticas y colorantes (Fritz, 1985).

El consumo de helados a nivel mundial no se conoce exactamente, dado que en la mayoría de los países este dato se encuentra englobado bajo el consumo de lácteos. La Asociación Internacional de Productos Lácteos, en el año 2000, logró recopilar información relacionada con producción y consumo per cápita anual por país de helados y publicó un informe en el cual muestra los datos estadísticos. En este informe se encuentra en el primer puesto Estados Unidos con una producción de 61,3 millones de hectolitros por año, seguido de China (23,6 M hL), Canadá (5,40 M hL), Italia (4,60 M hL) y Australia (3,30 M hL). También se indicó que el país que lidera el consumo per cápita de helados es Nueva Zelanda (0, 236 hL) seguida por Estados Unidos (0,225 hL), Canadá (0, 178 hL), Australia (0,178 hL) y Suiza (0,144 hL) (Liendo & Martínez, 2007). Según Valverde (2005), en Costa Rica se estima un consumo anual de 8 757 000 L, por lo que su elevado consumo hace que los helados constituyan un producto de importancia económica.

Aunque los helados pueden brindar un aporte nutricional, se cree que lo que se busca principalmente es el placer derivado del acto de ingerirlos, por lo que este producto se consume mayormente para “darse un gusto” en lugar de para saciar el hambre; por ello se debe mantener un balance entre valor alimenticio y la calidad del helado (Fritz, 1989; Ferraro, 1991).

Entre los factores que influyen en la calidad de los helados se pueden mencionar la cantidad de aire incorporado (overrun), el derretimiento, la textura y el color. La incorporación de aire es fundamental para conseguir la textura típica de los helados y se lleva a cabo mediante el batido y la congelación simultánea de la mixtura de helado (Madrid, 1992); al incorporar mucho aire al helado, es decir, más del 50%, se obtiene un producto de consistencia muy ligera mientras que la

escasa incorporación de aire resulta en un helado muy espeso, por lo que la consistencia del helado se puede regular mediante la cantidad de aire incorporado (Madrid, 1989).

El derretimiento es una característica de especial importancia en países de clima tropical, pues permite observar el comportamiento del helado a temperaturas elevadas y determinar si ha retenido su forma y tamaño o si tiene algún líquido alrededor. La caracterización de este líquido también se puede realizar mediante el derretimiento, ya que muestra si el líquido producido es cremoso, presenta separación de fases, es pegajoso, espumoso o aguado, y si existen partículas pequeñas fáciles de distinguir, con el fin de saber si el producto obtenido es de buena calidad (Ferraro, 1991; Favaro-Trindade *et al.*, 2007).

Al ser la grasa la que produce la textura deseable (Lim *et al.*, 2008) es de gran interés analizar esta variable, debido a que la grasa de la leche de cabra es distinta a la leche de vaca, base tradicional con la cual se han elaborado los helados.

La leche de cabra tiene un color muy blanco debido a la ausencia de carotenos en la fase oleosa, contrario a lo que ocurre con la leche de vaca, la cual presenta un color ligeramente amarillento (Belitz & Grosch, 1997). Esto podría influir en el color de los helados elaborados a partir de leche de cabra y, por tanto, en su aceptación.

Según Fritz (1989), entre los helados que presentan un 10% de grasa, el sabor más popular es el de vainilla, mientras que entre los helados con 10% de grasa y con fruta incorporada, el sabor a fresa es el favorito. La vainilla permanece como el sabor predilecto en los postres congelados, debido a que presenta un sabor más delicado en comparación con el del chocolate, por lo que desempeña un importante papel en gran cantidad de productos innovadores (Salvage, 1992). Por su parte, las sustancias que conforman el sabor a fresa son absorbidas por la grasa de la leche, por lo que es fácilmente percibido por el paladar del

consumidor. Es por esto que se escogieron para este estudio la fresa y la vainilla como saborizantes.

En el caso de los helados a los cuales se les añade fruta, es de vital importancia el contenido de acidez, el cual no debe ser demasiado bajo, pues puede producir la precipitación de la caseína (Fritz, 1989), por lo que es necesario determinar el pH de este tipo de producto.

Debido a lo anteriormente expuesto, se considera que la elaboración de helados utilizando parcialmente leche de cabra puede ser otra oportunidad para aprovechar la poca demanda que hay de este tipo de leche y sus productos y, por lo tanto, una fuente de ingreso para sus productores. También es una alternativa para aquellas personas que sufren de diferentes padecimientos asociados con la ingesta de leche de vaca y sus derivados, principalmente porque la leche de cabra es más digerible. Por otro lado, la elaboración de helados con un cierto porcentaje de leche de cabra puede ser el primer paso para que los consumidores comiencen a aceptarla, lo que permitiría ampliar este nicho de mercado.

Es por esto que se da la necesidad de estudiar este tipo de producto, con el fin de determinar si los resultados obtenidos son del agrado de los consumidores y si los helados elaborados con leche de cabra o con una proporción de ésta muestran características de pH, derretimiento, aireamiento, textura y color similares a las de los helados elaborados con leche de vaca.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto del uso de leche de cabra y de vaca sobre las características químicas, físicas y sensoriales de un helado de leche con grasa vegetal y sabor a fresa y vainilla, con el fin de establecer la formulación más conveniente, elaborar su ficha técnica y estimar los costos variables asociados a su producción a nivel de planta piloto.

2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto del tipo de leche sobre el aireamiento (*overrun*), el derretimiento, la textura, pH, el color y la aceptación de los helados de fresa y vainilla.
- Escoger el producto de mayor aceptación sensorial y de mayor factibilidad técnica tomando en cuenta las características químicas y físicas obtenidas.
- Determinar los costos del producto seleccionado, para tener una base que permita controlar los costos del producto a nivel de planta piloto.
- Confeccionar la ficha técnica del producto escogido con la finalidad de asegurar la calidad y la reproducibilidad de la formulación seleccionada como la más apropiada.

III. Marco Teórico

3.1 Leche

La leche es el líquido segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, por lo que conforma el alimento esencial y exclusivo de los recién nacidos. Presenta un alto contenido de proteínas, las cuales son necesarias para la construcción de tejidos; proporciona lactosa y grasa, ambos elementos energéticos importantes para el desarrollo; además es una excelente fuente de minerales (Belitz & Grosch, 1997; Castro, 2002).

La leche de vaca es un líquido color blanco amarillento obtenido mediante el ordeño de animales sanos bajo condiciones adecuadas; es la leche de mayor consumo en el mundo debido a su alto valor nutricional, lo cual se debe a que en su composición está incluida la caseína, proteína que está constituida por aminoácidos esenciales (Agudelo & Bedolla, 2005). Tiene un perfil de micronutrientes muy completo, pues es una excelente fuente de calcio, vitamina B2, ácido fólico, electrolitos y elementos traza, lo cual hace que se recomiende su consumo en las etapas de desarrollo del ser humano como lo son la niñez, la adolescencia y el embarazo (Rojas, 2005).

Como se mencionó anteriormente, se considera a la vaca como la principal productora de leche a nivel mundial; sin embargo, en los últimos años se ha dado un incremento en la producción e industrialización de la leche de cabra. Se estima que a nivel mundial se producen unos 4,8 millones de toneladas de leche de cabra, lo que representa alrededor del 2% de la producción mundial de leche. En Costa Rica, la producción de leche de cabra resulta una industria incipiente establecida principalmente en la Meseta Central, dando lugar a unos 30000 litros de leche por año (Araya *et al.*, 2008).

La leche de vaca y la leche de cabra presentan, en general, los mismos componentes; sin embargo, sus proporciones varían, tal y como se muestra en el Cuadro 3.1. Cabe destacar que la composición de la leche puede variar

dependiendo de factores intrínsecos del animal, como la genética, raza, nivel de producción, estado de lactancia, estado fisiológico, etc., y extrínsecos como estación, temperatura, prácticas de manejo, alimentación, sistema de ordeño y estado de salud, entre otros (Salvador & Martínez, 2007).

Cuadro 3.1. Composición comparativa entre la leche de vaca y de cabra.

Componente	Tipo de leche	
	Vaca	Cabra
Grasa (%)	3,70	4,25
Proteína (%)	3,00	3,52
Sólidos totales (%)	12,80	13,00
Lactosa (%)	5,00	4,10
Cenizas (%)	0,70	0,80

Fuente: Spreer (1998); Zavala (2005).

Las variaciones en la cantidad y en la composición química de los constituyentes son las que le confieren a la leche de cabra sus propiedades nutracéuticas e hipoalérgicas, razón por la cual recientemente se le ha dado una mayor atención a este tipo de leche y sus derivados a nivel nacional y mundial (Rodríguez *et al.*, 2008).

La fácil digestión y otras propiedades de la leche de cabra se ven asociadas a los diferentes factores mencionados a continuación:

- a. Tamaño de los glóbulos de grasa: los glóbulos de grasa tienen un tamaño reducido y una distribución uniforme. Presentan un diámetro de 2 a 4 micrones en comparación con los de vaca que tienen valores entre los 0,1 y 10 micrones (Belitz & Grosch); su menor tamaño hace que permanezcan dispersos por más tiempo en la leche, por lo que son más fácilmente atacados por las enzimas digestivas humanas, lo que resulta en una digestión más liviana (Páez & Maggio, 1997; Castro, 2002). Además, la grasa no contiene la proteína aglutinina, encargada de agrupar los glóbulos grasos para dar lugar a estructuras de mayor tamaño, causando que los glóbulos de grasa estén dispersos facilitando el ataque de las lipasas, lo que incrementa la velocidad de digestión de la leche (Chacón, 2005).
- b. Formación de coágulo más suave: la leche de cabra presenta una mayor proporción de β -caseína (67,4%), mientras que sólo tiene un 21,2% de α -caseína, lo que le brinda la propiedad de formar coágulos menos resistentes que los formados por la caseína de la leche de vaca, permitiendo que las enzimas proteolíticas penetren en el coágulo y lo desintegren más rápidamente (Castro, 2002).
- c. Matriz en la que se encuentra la lactosa: la leche de cabra se relaciona con una menor cantidad de problemas de intolerancia a la lactosa debido a que la matriz en la que se encuentra encerrada la molécula de la lactosa es digerida más fácilmente, permitiendo que la lactosa se libere y pase más rápidamente por el sistema digestivo, de manera que no tiene tiempo suficiente para fermentarse en el colon (Chacón, 2005; Rodríguez *et al.*, 2008).

3.1.1 Otras ventajas de la leche de cabra

La leche de cabra posee una mayor proporción de ácidos grasos de cadena media como el caprónico (C6), caprílico (C8) y cáprico (C10), los cuales son muy valorados en la comunidad médica, al proporcionar energía sin contribuir a la formación de tejido adiposo, por lo que son utilizados como agentes para el

tratamiento de síndromes de mala absorción, desórdenes metabólicos, problemas de alto colesterol y mala nutrición infantil (Haenlein, 2004). También limitan y disuelven los depósitos de colesterol sérico, relacionándose también con la disminución de enfermedades coronarias, fibrosis quística y cálculos biliares. Cuenta también con una mayor cantidad de ácidos grasos esenciales, de cadena corta, media y larga, y de ácidos poli y monoinsaturados, lo cual es de gran importancia para la población nutricionalmente consciente (Chacón, 2005).

La incidencia de alergias en niños de un año, relacionadas con la proteína de la leche de vaca, es alrededor del 3-7%, donde los principales síntomas están asociados con problemas gastrointestinales como vómito, cólicos y constipación, entre otros (Maree, 2003). Según Castro (2002), la leche de cabra es antialérgica, ya que presenta un bajo contenido de la α -S-1 caseína, proteína láctea relacionada con la mayoría de alergias porque tiene la capacidad de actuar como antígeno, desencadenando reacciones alérgicas en conjunto con la β -lactoglobulina (Sanz *et al.*, 2006).

La leche de cabra posee una alta concentración de selenio, el cual actúa como antioxidante, aporta un 13% más de calcio y presenta alrededor del doble de vitamina A que la leche de vaca, lo cual explica su deficiencia en carotenoides, ya que todos se encuentran convertidos en vitamina A. Además, es una leche rica en riboflavina, nutriente fundamental para el crecimiento. También presenta una mayor capacidad buffer que la leche de vaca, por lo que se considera un fluido valioso en el tratamiento de úlceras gástricas (Chacón, 2005).

3.2 Helados

El Reglamento Técnico Centroamericano sobre Helados y Mezclas para Helados (2008) define el helado como “aquel producto edulcorado o no, obtenido bien sea a partir de una emulsión de grasas y proteínas con adición de otros ingredientes permitidos; o bien a partir de una mezcla de agua y otros ingredientes permitidos, que ha sido pasteurizado y tratado por congelación con o sin agitación, con o sin incorporación de aire, destinado al almacenamiento, venta y consumo en estado de congelación parcial o total”. Los helados son designados de acuerdo con su tipo, de la siguiente manera:

- “Helado de agua: es aquel obtenido a partir de agua potable como base primaria sin la adición de leche u otros derivados lácteos.
- Helado de leche: helado obtenido a partir de leche fluida, reconstituida o la mezcla de ambas, como base primaria, sin la adición de agua más que la estrictamente necesaria para la reconstitución de la leche y utilizando únicamente grasa de origen lácteo.
- Helado de leche con grasa vegetal: producto edulcorado o no, obtenido bien sea a partir de una emulsión de grasas y proteínas con adición de otros ingredientes permitidos; o bien a partir de una mezcla de agua y otros ingredientes permitidos, que ha sido pasteurizado y tratado por congelación, con o sin agitación, con o sin incorporación de aire, destinado al almacenamiento, venta y consumo, en estado de congelación parcial o total, al cual se le ha adicionado grasa de origen vegetal.
- Helado sorbete: obtenido a partir de agua potable como base primaria al que se le ha adicionado leche u otros derivados lácteos”.

3.2.1 Composición de los helados

El helado es un producto muy complejo cuya composición varía dependiendo del mercado, materias primas disponibles, legislación y calidad deseada, entre otros. Su complejidad se debe a que está constituido por muchos ingredientes que se encuentran en distintos estados: la materia grasa está en emulsión, las proteínas en suspensión coloidal, y la lactosa y sales se hallan en disolución. El agua está presente en estado tanto líquido como sólido, en el primer caso como solvente de sales y azúcares y en el segundo como cristales de hielo. Presenta también una fase gaseosa formada por pequeñas burbujas de aire rodeadas por una capa de glóbulos grasos que les sirve de protección (Revilla, 1985; Andreasen & Nielsen, 2000).

Al ser una mezcla de alimentos de alta calidad, se pueden considerar como un postre nutritivo que aporta elementos importantes como proteínas, hidratos de carbono, vitaminas y sales minerales, entre otros (Di Bartolo, 2005), tal y como se muestra en el Cuadro 3.2.

A continuación se detallan los diferentes componentes que dan lugar a la mixtura de helado.

Cuadro 3.2. Composición general media de una mezcla utilizada en la elaboración de helados.

Componente	Contenido
Hidratos de carbono	13-22 %
Grasas	2-14 %
Proteína	1-6 %
Agua	50-78 %
Sales minerales (mg/100g):	
Calcio	80-138
Fósforo	45-150
Magnesio	10-20
Hierro	0,05-2
Cloro	30-205
Sodio	50-180
Potasio	60-175
Vitaminas (mg/100g):	
A	0, 02-0,13
B ₁	0,02-0,07
B ₂	0,17-0,23
B ₃	0,05-0,10
C	0,90-18,0
D	0,0001-0,0005
E	0,05-0,70

Fuente: Madrid & Madrid (2001).

3.2.1.1 Grasa o sólidos grasos

Los helados comerciales contienen entre 10 y 12% de grasa cuya principal fuente es la crema fresca. Es el componente más significativo por ser el de más alto costo y el de mayor valor energético. Desempeña un papel esencial en la estructura del helado, ya que el tipo de grasa, su composición y punto de fusión influyen directamente en las características sensoriales y en la estabilidad (Valverde, 2005).

La grasa en el helado es de gran importancia debido a que incrementa la succulencia del sabor, proporciona cuerpo y buenas propiedades de fusión; le brinda también su textura suave característica, la cual es difícil de lograr por otros medios. Particularmente, la grasa contribuye con las propiedades del helado durante la congelación y el batido, principalmente durante la unión parcial de la red tridimensional de glóbulos homogenizados. Esto se debe a que una parte de los glóbulos de grasa rodean las burbujas de aire, participando en la estabilización de esta fase, por lo que al incrementar los niveles de agregación de grasa se mejora la resistencia a la fusión (Nazarudin *et al.*; 2008).

El contenido y tipo de grasa es utilizado en las legislaciones de los distintos países para clasificar los helados, ya que en su fabricación se pueden utilizar grasas comestibles más baratas en reemplazo total o parcial de la grasa de origen lácteo. Sin embargo, en algunos países dichos productos no pueden llevar el nombre de helado y en la etiqueta se debe indicar claramente que se trata de un producto elaborado con grasa vegetal. Entre las más utilizadas se encuentran el aceite de coco, el aceite de palma, el aceite de semilla de palma o mezclas de los tres. Los aceites son refinados o parcialmente hidrogenados hasta que alcanzan un punto de fusión de 27-35 °C, lo que les permite impartir al helado propiedades de textura similares a la grasa láctea (Andreasen & Nielsen, 2000; Di Bartolo, 2005).

3.2.1.2 Sólidos lácteos no grasos (SLNG)

Están compuestos por proteína, lactosa y minerales de origen lácteo; su proporción en los helados es muy variable por lo que pueden ir desde el 10 hasta el 14% o más. El principal componente de los SLNG es la proteína que, además de su aporte nutricional, determina la capacidad del batido y contribuye con la capacidad de retención de agua y con la formación de la emulsión, lo que brinda estabilidad a la estructura del helado (Goff & Hartel, 2004).

Por su parte, la lactosa es el componente limitante de los SLNG debido a su baja solubilidad y a que contribuye con la disminución del punto de fusión de la mixtura, por lo que su concentración debe ser controlada; cuando se encuentra presente en cantidades mayores al 11% puede cristalizar dando lugar a un helado con textura arenosa que da una sensación muy desagradable en la boca. Sin embargo, no todos los efectos de la lactosa son negativos, ya que influye en el contenido de sólidos totales de la mezcla y en la consistencia del helado al disminuir el punto criogénico (Andreasen & Nielsen, 2000).

3.2.1.3 Edulcorantes

Se adicionan en un porcentaje del 12-17% y se encargan de incrementar la palatabilidad del helado, realzar los sabores e incrementar los sólidos totales de una manera económica. Tienen la capacidad de disminuir el punto de congelación, por lo que constituyen un punto de control para la relación temperatura-dureza (Goff & Hartel, 2006).

3.2.1.4 Emulsificantes

Los emulsificantes reducen la tensión superficial de dos fases inmiscibles, logrando que se mezclen y formen una emulsión. Los helados son una emulsión aireada y congelada en la cual se deben estabilizar interfases de agua-grasa y aire-agua. Por lo tanto, la adsorción competitiva de proteínas y emulsificante a las dos interfases es de gran importancia para la textura y calidad del helado (Zhang & Goff, 2005). Los emulsificantes en los helados cumplen la función de mejorar la

capacidad de batido, aumentar el overrun, reducir el tiempo de batido, mejorar la resistencia a derretirse, reducir la formación de cristales de hielo, aumentar la dureza y sequedad, impartiendo una textura suave y una sensación bucal deseable, y mejorar la uniformidad del producto (Bear *et al.*, 2007).

Actualmente, en la industria heladera se usan dos tipos de emulsificantes: los mono- y di-glicéridos y los ésteres de sorbitol o sorbitan. Los primeros son los más utilizados para estabilizar emulsiones de agua-grasa y se obtienen de la hidrólisis parcial de grasas o ácidos grasos de origen vegetal o animal. Son principalmente lipofílicos, por lo que se adsorben fuertemente a la interfase triglicéridos/agua formando una fase muy estable en conjunto con el agua.

Los ésteres de sorbitán presentan una unión entre el ácido graso y una molécula de sorbitol. Para que este tipo de emulsificante sea soluble en agua, es necesario unir una molécula de polioxietileno (polisorbato 20) a la molécula de sorbitol. Aunque el polisorbato evita la separación del agua durante el batido, este tipo de emulsificante no brinda la cremosidad que imparten los monoacilglicerolos (Garti, 2000; Valverde, 2005).

3.2.1.5 Estabilizantes

Los agentes estabilizantes se encargan de mejorar el cuerpo y la viscosidad de los productos lácteos, al ser compuestos macromoleculares que atrapan intensamente el agua formando disoluciones coloidales. Estos compuestos logran controlar los movimientos del agua debido a su capacidad para formar puentes de hidrógeno y una red tridimensional que atrapa e inmoviliza el agua (Andreasen & Nielsen, 2000).

El adicionarlos a los helados ofrecen ciertas ventajas como (Anónimo, 2009):

- Dar estabilidad a la emulsión mediante el retraso del desnatado.
- Mejorar la incorporación del aire.

- Mejorar la textura y el cuerpo del helado impartiendo una viscosidad que contribuye a la sensación de cremosidad.
- Mejorar la estabilidad durante el almacenamiento impidiendo o retrasando la aparición de la textura granulosa provocada por la formación de cristales de hielo y lactosa.

Entre los estabilizantes más utilizados se pueden incluir el almidón, la goma xantán, la carragenina, la goma guar, la pectina y la inulina, entre otros.

Los estabilizantes por sí solos no logran cumplir con todas las propiedades requeridas en el helado, debido a que las interacciones que se dan entre ellos y los componentes de la leche provocan la precipitación de las proteínas o del mismo emulsificante. Por lo tanto, comúnmente se utilizan mezclas de estabilizantes que logran un efecto intensificado debido al sinergismo existente entre los diferentes tipos de estabilizantes (Ramírez-Sucre & Vélez-Ruiz, 2009).

3.3 Proceso de elaboración de helados

El proceso de elaboración de helado consta principalmente de las siguientes etapas:

3.3.1 Preparación de la mezcla

Este paso varía dependiendo de si los ingredientes utilizados son líquidos o en polvo y si la mezcla se lleva a cabo en frío o en caliente; además se recomienda el uso de un tanque provisto de una camisa de agua caliente y agitadores con velocidad variable, con el propósito de realizar una mezcla a la temperatura y velocidad adecuadas para mejorar la disolución y dispersión de los componentes. Como generalmente la mezcla se realiza utilizando ambos tipos de ingredientes, se debe realizar un llenado del tanque con los ingredientes líquidos, los cuales se agitan y se inicia el calentamiento. Los ingredientes secos se añaden durante la agitación pero antes de que la temperatura alcance los 50°C (Andreasen & Nielsen, 2000; Di Bartolo, 2005; Valverde, 2005).

3.3.2 Pasteurización

Su objetivo es la destrucción de los microorganismos patógenos que pueden comprometer la salud de los consumidores, por lo que se deben alcanzar temperaturas de 83-85°C por 15-25 s. También se encarga de eliminar las bacterias patógenas que contiene la mezcla y facilitar la solubilidad e integración de los ingredientes, ya que durante el tratamiento térmico se produce la fusión de los emulsionantes y estabilizantes (Keating & Gaona, 1999).

3.3.3 Homogenización

Se lleva a cabo con el propósito de dar al helado una textura más fina y blanda. La presión de homogenización se debe adaptar dependiendo del contenido de grasa de la mixtura, la intensidad de la pasteurización y la composición general de la mezcla, ya que esta operación puede causar conglomerados que incrementan exageradamente su viscosidad de manera que no se logra alcanzar la textura deseada en el helado. La presión recomendada oscila entre las 100-240 atm, donde las presiones mayores se utilizan para helados con menos contenido de grasa. Con respecto a la temperatura, se recomienda homogeneizar entre los 73-75°C (Madrid & Cenzano, 2003; Walstra *et al.*, 2006).

3.3.4 Maduración

Se le llama así al periodo de reposo de la mixtura de helado a bajas temperaturas (0-5°C) que tarda entre 2 y 24 horas. En este periodo ocurren ciertos cambios como la completa hidratación de los ingredientes en polvo, la cristalización de la materia grasa y la adsorción de las proteínas en la superficie del glóbulo graso (Andreasen & Nielsen, 2000).

3.3.5 Aireación

Esta operación se lleva a cabo para congelar (-5,5 °C) el contenido acuoso de la mezcla y obtener un gran número de cristales pequeños de hielo, incorporar una cantidad controlada de aire y subdividir las burbujas. Esto se logra mediante el

uso de una mantecadora, la cual cuenta con un sistema de enfriamiento y mezclado que permite incorporar aire mientras disminuye la temperatura de la mixtura. Tanto el enfriamiento como la incorporación de aire se deben realizar rápidamente, para facilitar la formación de pequeñas burbujas de aire que dan lugar a una espuma estable, lo que evita la formación de grandes cristales de hielo que provocan en el helado una textura áspera (Potter & Hotchkiss, 1999).

3.3.6 Endurecimiento

Luego de la incorporación de aire, el helado sale de la máquina a -5°C por lo que se debe endurecer, ya que su consistencia es semifluida y, si no se congela rápidamente, puede perder su configuración característica, en la cual coexisten los glóbulos de grasa, agua y aire (Figura C1). El endurecimiento se lleva a cabo mediante la colocación del helado en una cámara de congelación que alcance temperaturas cercanas a los -30°C . En esta etapa la estructura del helado se estabiliza al congelarse el agua que no se encuentra ligada; además, el endurecimiento favorece las condiciones de almacenamiento y transporte (Madrid & Cenzano, 2003; Valverde, 2005).

3.3.7 Almacenamiento

El almacenamiento se realiza en cámaras de congelación cuya temperatura se encuentre entre los -18 a -20°C . En este punto se debe evitar la fluctuación de la temperatura, lo cual podría provocar la fusión de los cristales de hielo ocasionando defectos en la calidad del helado (Madrid, 2000).

3.4 Propiedades físicas y químicas de importancia en los helados

3.4.1 Overrun

El overrun o aireamiento se refiere a la cantidad de aire incorporado a la mezcla del helado y Muse & Hartel (2004) lo establecen como la diferencia entre la masa de mezcla de helado y la masa de helado medidas en un contenedor de volumen fijo. Se calcula por medio de la siguiente relación matemática:

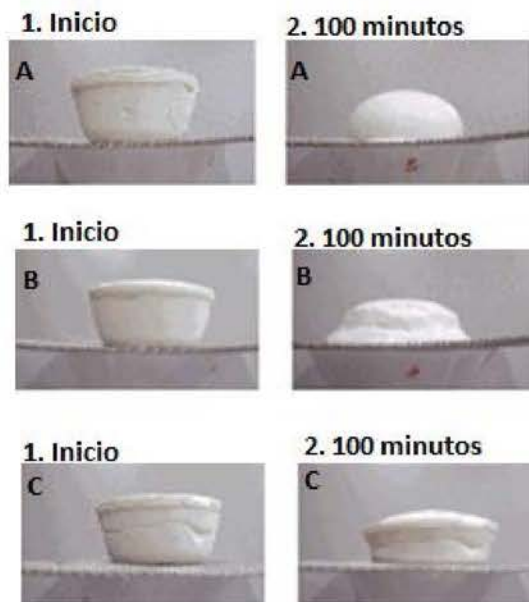
$$\text{Aireamiento (\%)} = \left[\frac{\text{Masa mezcla helado} - \text{Masa helado}}{\text{Masa helado}} \right] \times 100$$

La cantidad de aire incorporado a la mezcla de helado (*overrun*) tiene gran impacto sobre las características físicas de derretimiento y dureza. Depende de factores como: tipo de helado deseado, homogenización, cantidad de grasa final, sólidos totales, así como la cantidad y clase de estabilizador y emulsificante utilizados.

La aireación también está directamente relacionada con los costos; al incorporar mucho aire a la mezcla disminuyen los costos, pero también lo hace la calidad del producto, ya que se obtiene un helado sin cuerpo y de poca consistencia (Fritz, 1989; Madrid & Madrid, 1992).

3.4.2 Derretimiento

El derretimiento es una de las principales muestras de la estructura del helado; al exponer el helado a la temperatura ambiente ocurren dos eventos: el derretimiento del hielo y el colapso de la estructura estabilizada por la grasa. El primer fenómeno se ve controlado por la temperatura del ambiente y por la transferencia de calor, sin embargo, el derretimiento completo no se da hasta que no colapsa la estructura, lo cual se debe a la desestabilización de la grasa, fenómeno controlado principalmente por la concentración del emulsificante (Goff, s.f.). En la Figura 3.1, se muestra el comportamiento de 3 formulaciones con distintos porcentajes de emulsificante (A = control, B = 0,15%mdg + 0,02%PS80, C = 0,15%mdg + 0,06%PS80)¹; como se puede ver, el helado elaborado sin emulsificante (A) no retiene la forma inicial al finalizar el periodo de análisis (100 minutos).



Fuente: Bolliger *et al.* (2000).

Figura 3.1. Retención de la estructura de helados elaborados con distintas concentraciones de emulsificante.

¹ mdg y PS80 se refieren a los emulsificantes utilizados en helados: mono- y diglicéridos y polisorbato 80, respectivamente.

3.4.3 pH

El valor de pH se define como el logaritmo común del número de litros de solución que contienen el equivalente de 1 g de ión hidrógeno ($\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$). Éste se puede medir en los alimentos con un indicador de color o con un pHmetro.

La medición electromecánica con un pHmetro resulta sencilla y precisa, ya que actualmente estos medidores determinan la diferencia de potencial entre un electrodo de vidrio y un electrodo estándar de calomel que forman parte de un electrodo de combinación. Se calibran con soluciones amortiguadoras preparadas o comerciales de pH preciso y conocido (Kirk *et al.*, 2006).

Según la literatura, el pH de los helados se encuentra entre 6 y 7 (Madrid & Cenzano, 2003) y su control es muy importante en la elaboración de la mixtura, ya que refleja las condiciones del proceso y la calidad de la materia prima.

También se relaciona el pH con la calidad microbiológica y nutricional de la mixtura. Una disminución del pH de la misma puede estar vinculada con los ácidos producidos por la degradación microbiológica de la lactosa (Quiles & Hevia, 2001). Además, bajos valores de pH se relacionan con el incremento de proteína en la mixtura, ya que hay mayor disponibilidad de caseína, la cual incrementa su acidez "natural" (Patel, 2005).

3.4.4 Textura

Según Bourne (2002), la textura de un alimento se puede definir como un grupo de características físicas que provienen de los elementos estructurales de sí mismo y que son percibidos por el sentido del tacto; además, está relacionada con la deformación, desintegración y fluidez del alimento cuando se le aplica una fuerza, y se mide objetivamente por funciones de masa, tiempo y distancia.

Un factor determinante en la textura de los helados y los productos lácteos en general es la grasa utilizada. Ésta provee cremosidad, sensación en la boca y

lubricidad, propiedades que se incrementan al aumentar su porcentaje (Kerr, 2004).

La dureza del helado se ve determinada por la temperatura y es medida como la resistencia del mismo a deformarse cuando se le aplica una fuerza externa. Entre los factores que afectan la dureza en los helados se pueden mencionar el overrun, el tamaño de los cristales, el volumen de la fase de hielo y el grado de desestabilización de la grasa (Muse & Hartel, 2004).

3.4.5 Color

El color es de gran importancia, ya que es la primera propiedad en la que se fija el consumidor, por lo que está muy relacionada con la calidad del producto (Hunterlab, s.f.). Puede ser determinado sensorialmente o por métodos instrumentales, siendo el segundo método el más simple y de comprobada aplicabilidad para la evaluación de la calidad de alimentos (Corzo *et al.*, 2008).

Existen varias escalas para describir el color, las más utilizadas en la industria de alimentos son el sistema CIE, el HunterLab y el Munsell. El sistema CIELAB es un espacio polar de color más uniforme que determina las coordenadas cromáticas L* (grado de luminosidad), a* (+ rojo/-verde) y b* (+amarillo/-azul), lo que obvia los inconvenientes de los sistemas XYZ y Yxy (Giese, 2000; Negueruela & Perez-Arquillue, 2000).

3.5 Pruebas orientadas al consumidor

Cuando se lleva a cabo el desarrollo de un nuevo producto es necesario saber si éste tendrá una buena aceptación en el mercado meta, razón por la cual se deben aplicar pruebas a los consumidores que permitan determinar las características sensoriales del mismo y, por ende, su aceptabilidad en el mercado (Rojas *et al.*, 2007). Una forma de lograr lo antes mencionado es mediante la aplicación de un análisis sensorial, el cual consiste en la medida de la calidad de un producto usando técnicas basadas en la fisiología y psicología de la percepción (Wittig, 2001; Rojas, 2005).

Las pruebas sensoriales se clasifican por los especialistas y los científicos en alimentos como: pruebas afectivas y analíticas, esto basándose en el objetivo de la prueba. Las pruebas afectivas se dirigen hacia los consumidores y pretenden evaluar su preferencia o aceptación por un determinado producto, mientras que las analíticas se orientan más hacia la calidad sensorial del producto, sin tomar en cuenta los gustos y preferencias personales, por lo que en este caso se debe recurrir a panelistas entrenados. Como las pruebas afectivas tienen el propósito de evaluar preferencia o aceptación, se debe trabajar con consumidores representativos de la población, es decir panelistas sin entrenar (Watts *et al.*, 1992; Paiz & Bustos, 2009).

Por lo tanto, a las pruebas que se utilizan para evaluar preferencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos se les conoce como “pruebas orientadas al consumidor” y las que se emplean para diferenciar entre productos o para medir características sensoriales se conocen como “pruebas orientadas al producto” (Jiménez & Gómez, 2005).

Entre las pruebas orientadas al consumidor se pueden mencionar las de preferencia, las cuales permiten a los consumidores seleccionar, entre varias muestras, la que prefieren. También se pueden indicar las de aceptabilidad o de nivel de agrado, que permiten medir el grado de satisfacción o aceptación que es capaz de sentir un consumidor debido a un alimento en específico (Corrales & Chacón, 2005; Paiz & Bustos, 2009).

En este tipo de pruebas se utiliza la escala hedónica, la cual consiste en una escala no estructurada de 9 puntos. Sin embargo, se cree que ésta presenta limitaciones que disminuyen el poder de discriminación, razón por la cual más recientemente se utilizan escalas alternativas como la escala hedónica híbrida (Villanueva *et al.*, 2002).

La escala hedónica híbrida es una escala lineal obtenida de la combinación de una escala estructurada y otra no estructurada, por lo que no está restringida a un número limitado de categorías. Esto permite reducir o eliminar los efectos

numéricos y contextuales, el error psicológico de habituación e incrementa el poder de discriminación de la escala; además permite el uso del análisis estadístico paramétrico y no paramétrico (Villanueva *et al.*, 2005).

3.6 Costos

Según Rodríguez *et al.* (2007) el costo es “el sacrificio de recursos financieros para adquirir o producir bienes tangibles o intangibles para generar beneficios presentes o futuros”. Los costos se miden en unidades monetarias y constituyen el valor que se paga para adquirir bienes o servicios.

Para una empresa, el control de los costos es de gran importancia, ya que permite conocer los egresos, medir la productividad de la mano de obra, maquinaria etc., cuantificar las cantidades producidas, comparar los resultados reales con los esperados y tomar decisiones; por lo tanto, su principal objetivo es el de comunicar información (financiera y no financiera) a la administración para ejercer planeación, control y evaluación que permita la toma de decisiones (Gayle, 1999; Güittz, 2000).

Por lo antes mencionado, es que a la hora de desarrollar un producto se hace necesario determinar los costos de producción, los cuales se definen como todos aquellos costos relacionados con la producción de un artículo (Orozco *et al.*, 2004). Esto se logra mediante el análisis de todos los elementos y factores utilizados en la fabricación.

Los costos totales de producción pueden ser fijos y variables. Los costos fijos son los que no cambian al variar el nivel de producción o ventas, como por ejemplo alquileres, pago de seguros, impuestos sobre la propiedad, etc. Los costos variables se relacionan directamente con el nivel de producción y varían con el número de unidades producidas (Kotler & Armstrong, 2003; Agüero, 2005; León, 2008).

Los costos variables, a su vez, se pueden clasificar en directos e indirectos; los directos son aquellos que se convierten en parte principal del producto terminado

como la materia prima, mano de obra directa y los empaques; los costos indirectos son utilizados en la producción pero no son parte importante del producto terminado por lo que en ellos se incluyen los materiales indirectos, mano de obra indirecta, servicios públicos, arrendamiento de planta y equipo, seguros, entre otros (Belloin, 1988; Peña, 2007).

3.7 Ficha técnica

La ficha técnica es una herramienta que permite documentar de forma sencilla y ordenada, el desarrollo de un producto. Ésta debe ser proporcionada por el fabricante, ya que en ella se incluyen datos de importancia como las propiedades funcionales, composición, análisis físico-químicos, análisis microbiológicos, conservación, consejos de utilización, etc. (Rojas, 2005; Galiana, 2008).

El documento permite la sistematización clara de la información relacionada con el proceso de elaboración de un determinado producto, de manera que éste sea fácilmente reproducible, ya que su desarrollo consiste en la suma de todos los análisis realizados y toma en cuenta todos los aspectos necesarios para la realización del producto (Corrales, 2004).

La ficha técnica debe ser redactada de forma clara, con el propósito de que sea comprendida fácilmente, incluso por personas que no están relacionadas con la industria alimentaria; además, debe tener absoluta disponibilidad, de manera que sea accesible para toda la población que muestre interés en dicho producto.

VI. Materiales y Métodos

4.1. Localización

Los helados fueron elaborados en la planta de lácteos del Núcleo de Industria Alimentaria del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) ubicado en El Coyol, Alajuela.

Se utilizó leche fresca de vaca (*Bos taurus*) raza "Jersey" y de cabra (*Capra hircus*) raza "Lamancha", ambas procedentes de la Estación Experimental de Ganado Lechero Alfredo Volio Mata (EEAVM), la cual se ubica en el Alto de Ochomogo en Cartago.

Las pruebas de composición y de calidad, especificadas más adelante en el apartado 4.2.1, realizadas a la leche fresca se llevaron a cabo en el Módulo de Lácteos y en el Laboratorio de Análisis Bromatológico de la Estación Experimental Alfredo Volio.

Los análisis físicos y químicos de los helados se realizaron en el Laboratorio de Química y los sensoriales en el Laboratorio de Análisis Sensorial, ambos ubicados en la Escuela de Tecnología de Alimentos (TA), ubicada en la sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica.

4.2. Materia prima

4.2.1 Leche

A la leche fresca se le realizaron las pruebas mencionadas a continuación, con el fin de determinar si cumplían con los estándares de calidad y para caracterizar su composición. Sin embargo, la calidad de cada lote de leche fue verificada por un técnico del INA, mediante una medición de la temperatura (4°C en promedio) y análisis sensorial (color, olor y sabor), en el momento del arribo de la leche a la institución.

4.2.1.1 Ausencia de antibióticos (β -lactámicos): se utilizó la prueba cualitativa de Snap únicamente como corroboración, ya que en la Estación se cumple con todas las condiciones de manejo y ordeño de los animales (Chacón, 2008).

4.2.1.2 Determinación de la acidez titulable: se siguió el método volumétrico 947.05 de la AOAC (1990), en el cual se le agrega el indicador fenolftaleína al 1% a las muestras de leche para luego ser tituladas utilizando una disolución valorada de hidróxido de sodio 0,1 N. A partir del volumen de NaOH utilizado, se calcula la acidez titulable, la cual debe ser expresada como ácido láctico presente en la muestra.

4.2.1.3 Determinación del peso específico: se llevó a cabo aplicando el método densimétrico 925.22 de la AOAC (1990), el cual requiere de un lactodensímetro de Quevenne. Mediante el peso específico se puede conocer la densidad, la cual es una medida indirecta de la concentración de sólidos, permitiendo determinar si la leche está mezclada con agua (Chacón, 2004).

4.2.1.4 Determinación del contenido de grasa: se obtuvo mediante la aplicación del método de Babcock 989.04 de la AOAC (2000). Esta prueba se basa en la hidrólisis de la proteína con ácido sulfúrico, reacción que facilita el

ascenso de los glóbulos grasos liberados. En ella influye también la fuerza centrífuga que concentra los glóbulos de grasa en el cuello del butirómetro, facilitando su determinación (Revilla, 1985).

4.2.1.5 Determinación de los sólidos totales (ST) y sólidos no grasos (SNG): para obtener los sólidos totales de la leche se determinó su densidad con un lactómetro. Una vez determinado el contenido de grasa de la leche, se aplica la fórmula modificada de Richmond (Kirk *et al.*, 2005), mostrada a continuación, para calcular los sólidos totales. El cálculo de los sólidos no grasos se logra mediante la resta de los sólidos totales y el porcentaje de grasa.

$$\text{Sólidos totales} = (0,25 \times \text{densidad}) + (1,22 \times \% \text{grasa}) + 0,72$$

4.2.2 Grasa vegetal (Cremhelado)

Se utilizó grasa vegetal producida por el Grupo NUMAR y comercializada bajo el nombre de Cremhelado.

4.2.3 Estabilizante/ Emulsificante

Se emplearon dos productos distribuidos bajo la marca Aseal. El CC-10137, el cual consiste en un polvo blanco/crema constituido por mono y diglicéridos, sulfato de calcio, carboximetilcelulosa y carragenina. Y el CCM-36849 que es una mezcla de mono y diglicéridos, carboximetilcelulosa, goma de algarrobo, goma guar, fosfato de sodio, polisorbato 80, carragenina y sulfato de calcio, mezcla de hidrocoloides y emulsificantes aplicados en formulaciones de helados y productos similares.

Ambos son una mezcla de estabilizantes y emulsificantes, por lo que se puede prescindir de uno de ellos, dependiendo de las características deseadas en el helado a formular.

4.2.5 Base de sólidos para helado Premium (PMP)

Se utilizó el producto CCM-96644 distribuido bajo la marca Aseal. Es una mezcla diseñada para agregar sólidos a las mezclas de helados, ya que contiene sólidos de la leche (puede contener uno o más de los siguientes ingredientes: suero, leche en polvo, aislados de proteína de suero y caseína), minerales de la leche y carragenina.

4.2.6. Colorantes y saborizantes

También se utilizaron los colorantes artificiales amarillo y rojo de la marca Invimo Color, los sabores artificiales fresa (A0186) y vainilla (A0189) de la marca Astek y el topping de fresa producido por industrias El Ángel S.A, cuya formulación es propiedad intelectual de la compañía.

4.3 Elaboración de las diferentes formulaciones de helado

4.3.1 Formulación

Se realizaron 4 lotes diferentes de helados. Cada lote incluyó 3 sabores distintos (fresa, fresa con topping y vainilla) utilizando 3 tipos de leche (100% vaca, 100% cabra y 50:50 vaca-cabra). Los cuatro lotes se realizaron utilizando una formulación de helado base (Cuadro 4.1) donde las únicas variaciones fueron, por lo tanto, el sabor y el tipo de leche.

Los sabores fresa y vainilla fueron elegidos mediante una prueba de aceptación con 100 personas consumidoras habituales de helado. En ella se concluyó que ambos sabores tenían buena aceptación por parte de los consumidores de helado, por lo que no fue posible descartar alguno de los sabores. El sabor chocolate, uno de los favoritos por el consumidor general, no se tomó en cuenta debido a factores técnicos.

También es importante mencionar que según INTECO (2011), el helado es clasificado como cremoso, debido a su composición, ya que tiene un porcentaje de grasa total entre el 8 y el 12%, constituido tanto por grasa láctea como por grasa vegetal.

Se incluyó grasa vegetal en la formulación, ya que se pensó en un helado de bajo costo, cuya elaboración fuera factible para pequeños productores de leche de cabra, de manera que el proyecto impulsara realmente al sector caprino nacional mediante la diversificación de productos.

Para la elaboración de los helados se siguió el proceso mostrado en la Figura 4.1.

Cuadro 4.1. Formulación base de los helados elaborados a partir de leche de cabra y de vaca.

Ingredientes	Contenido
Leche*	79,99 %
Cremhelado	6,00 %
Sustituto de leche en polvo	2,40 %
Azúcar	11,20 %
Estabilizante (marca Aseal)	0,02 %
Emulsificante (marca Aseal)	0,40 %
Colorante ** (rojo o amarillo marca Invimo Color)	1 mL
Saborizante fresa (marca Astek)**	25 mL
Saborizante vainilla (marca Astek)**	20 mL
Topping de fresa**	6,00%

*Entiéndase por leche cualquiera de los tipos antes mencionados

** Cantidad adicionada a 10 L de base de helado

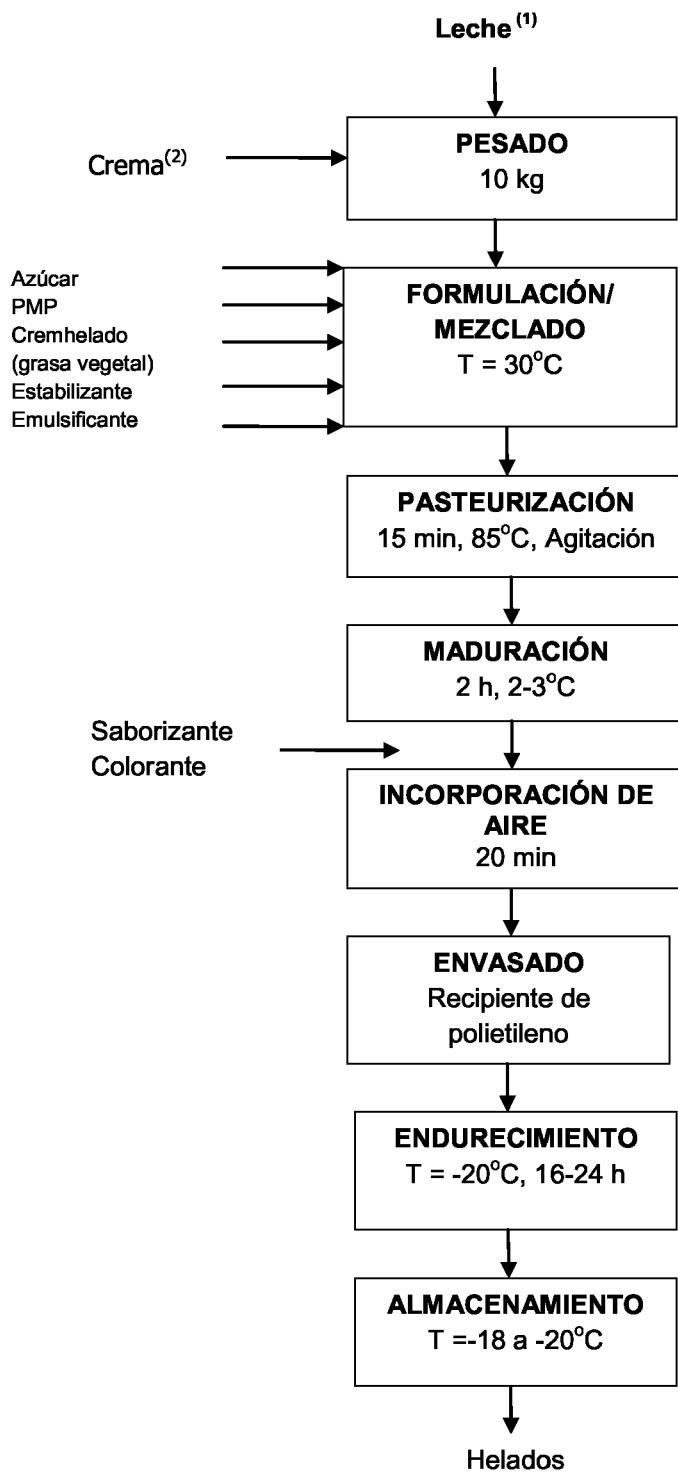


Figura 4.1. Flujo de proceso para la elaboración de helados.

⁽¹⁾Entiéndase por leche cualquiera de los tipos mencionados en la sección 4.3.1.

⁽²⁾ La adición de la crema de leche solamente se realiza durante el proceso de elaboración de helados a base de leche de vaca.

4.3.2. Descripción del proceso

4.3.2.1 Formulación y mezclado

La dosificación de ingredientes para la elaboración de helados depende del contenido de grasa que tenga la leche; es por esto que el primer paso consistió en determinar el contenido de grasa utilizando el método de Babcock descrito en el apartado 4.2.1.4, con el fin de ajustar la formulación a la cantidad de grasa requerida para estandarizar la leche.

La leche de cabra posee mayor cantidad de grasa que la leche de vaca, por lo que a la leche de vaca se le debió añadir crema de leche de vaca para que tuviera el mismo contenido graso inicial que la leche de cabra (aproximadamente 5% de grasa). En la formulación base de helado se incluyó grasa vegetal para que la formulación final del helado alcanzara el 10% de grasa total, porcentaje que no se logra alcanzar sólo con la grasa aportada por la leche. Por lo tanto, para cada lote de helado que se preparó, se calculó la cantidad de cremhelado requerido, utilizando una hoja de Excel proporcionada por el subsector Procesamiento de Productos Lácteos del INA, la cual permitió calcular automáticamente la cantidad de cremhelado requerida para cada batch de helado a procesar.

La adición y mezcla de los ingredientes secos se llevó a cabo cuando la leche alcanzó una temperatura de 30°C, para lograr su adecuada disolución.

4.3.2.2 Pasteurización

La pasteurización se realizó por tandas, utilizando una pasteurizadora marca Frigomart modelo PEB 60 (Figura C2, Apéndice C), la cual alcanzó una temperatura de pasteurización de 85°C y se mantuvo durante 15 minutos. Una vez transcurrido el tiempo de pasteurización, la misma pasteurizadora produjo un enfriamiento rápido hasta llegar a los 4°C, el tiempo de enfriamiento es determinado automáticamente por la máquina.

La operación de homogenización no se llevó a cabo, ya que el equipo utilizado no cuenta con un sistema integrado de pasteurización y homogenización. Aunque cuenta con un sistema de agitación que puede contribuir a la ruptura parcial de los glóbulos de grasa, el equipo no permite alcanzar la presión recomendada durante el proceso (15,5 a 18,9 MPa) (Goff & Hartel, 2006). Ambas operaciones generalmente se realizan en forma conjunta, ya que las temperaturas alcanzadas durante la pasteurización permiten derretir la grasa para que se lleve a cabo la homogenización.

4.3.2.3 Maduración

Esta etapa inició durante el enfriamiento producido al finalizar la pasteurización. La mezcla fue trasladada a la maduradora marca Frigomart modelo TME 60, donde la mezcla se mantuvo a una temperatura de 2-5 °C con agitación mecánica constante, durante 2 horas, tiempo suficiente para que se produjeran cambios físicos en la mezcla, fácilmente identificables. Una vez finalizada la maduración, se agregó el colorante y el saborizante en las cantidades especificadas en el Cuadro 4.1.

4.3.2.4 Incorporación de aire

Se trasladó la mezcla madurada a la mantecadora marca Frigomart modelo Titan 1 (Figura C3, Apéndice C). Para llevar a cabo la mantecación, se utilizó la función semi-automática, la cual permite configurar manualmente un determinado valor de consistencia, que en este caso es de 200-210 (se puede leer en la pantalla de la máquina). Se utilizó este valor, ya que es el más indicado para batir la mezcla de interés, según indica Vásquez (2009); estos valores de consistencia vienen programados en la máquina e indican la consistencia máxima que es capaz de alcanzar una determinada mezcla de helado y sus límites van de 100-110 hasta 250.

Una vez alcanzada la consistencia deseada (helado "soft serve") (Figura C4, Apéndice C), se detuvo la función semi-automática y se le dio agitación mecánica

durante 1 minuto para incorporar aire y romper los cristales más grandes, mejorando así la textura y el acabado final del helado.

Al transcurrir el minuto, se puso nuevamente en función semi-automática hasta cumplir dos ciclos de compresión, momento en el cual la operación finalizó (tarda aproximadamente 20 minutos).

4.3.2.5 Envasado

La extracción del helado se realizó de forma manual. Primero se aflojó el pomo de la puerta y se empujó hacia arriba para abrir completamente la boca de salida del helado. Luego se oprimió el botón Extracción, el cual permite la expulsión rápida del producto del cilindro refrigerante. El helado se recogió en un recipiente grande de acero inoxidable y fue trasladado de inmediato a la cámara de congelación para el empaque en envases individuales (Figura C5, Apéndice C), esto con el propósito de mantener un ambiente frío y evitar el derretimiento de los helados. El envasado se llevó a cabo en envases de polietileno de 3,5 y 16 oz. Cada envase era llenado hasta su máxima capacidad y el exceso de helado fue eliminado de la parte superior del envase utilizando una espátula grande. Los envases se taparon y se acomodaron en los estantes disponibles de la cámara de congelación mantenida a -20°C .

4.3.2.6 Endurecimiento

El endurecimiento se realizó en las mismas cámaras de congelación que tienen una temperatura de -20 a -30°C . Esta operación tarda de 16 a 24 horas y de ella depende que el agua líquida del helado se transforme en hielo, por lo que no debe ser interrumpida.

4.3.2.7 Almacenamiento

Los helados fueron almacenados en las cámaras de congelación del INA, cuya temperatura se encuentra entre los -20 y los -30°C .

Posteriormente las muestras fueron trasladadas vía terrestre, en un viaje de 45 minutos, en hieleras con hielo hasta la Sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica donde se almacenaron en la cámara de congelación de la planta piloto del CITA, la cual se encontraba a -30°C .

4.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos aleatorizados con un arreglo factorial 3x3, utilizando los factores de sabor a tres niveles (vainilla, fresa y fresa con topping) y tipo de leche a tres niveles (100% vaca, 100% cabra y 50% leche de vaca - 50% leche de cabra), para un total de 9 tratamientos. Las variables respuesta analizadas fueron color, textura, overrun, pH y derretimiento. Adicionalmente se realizó un panel de consumidores. El arreglo se realizó 4 veces con cuatro lotes de leche distintos.

A cada una de las variables físico-químicas se les aplicó un análisis de varianza con interacciones para determinar si había diferencias significativas entre los niveles de los factores, en cuyo caso se les realizó una prueba de comparación de medias, utilizando la prueba de Tukey, para encontrar el origen de las diferencias. Cuando se encontraron interacciones, el análisis se realizó de manera gráfica.

A los resultados de la prueba de aceptación se les realizó un análisis de conglomerados (clusters) por el método de Ward y luego un análisis de varianza de los factores conglomerado, tipo de leche y sabor, con los jueces anidados dentro de los conglomerados, para determinar el comportamiento de los conglomerados con respecto a los productos. Se consideró que había efecto significativo con un $p < 0,05$.

4.5. Definición del número de repeticiones

Se realizaron cuatro repeticiones del producto 100% leche de cabra de fresa con topping y se definió al overrun como uno de los parámetros más importantes y con alta variabilidad estadística.

Se obtuvo una desviación estándar de 5.8 y se determinó una diferencia mínima a detectar de 15 utilizando los valores máximos y mínimos para esta variable, esto tomando en cuenta que los valores teóricos del overrun utilizados se encuentran entre el 30-60% (Goff & Hartel, 2006).

Conociendo la desviación estándar, el error, el número de tratamientos del diseño (9) y el número de repeticiones (4), se estimó la potencia de la prueba ($1-\beta = 0,7$), con un α de 0,1, utilizando las tablas de Neter (Neter *et al.*, 1990).

4.6. Métodos de Análisis

4.6.1. Determinación del índice de aireación (Overrun)

El overrun se determinó utilizando una taza estándar prepesada de volumen conocido, con la cual se realizaron dos mediciones de importancia. La primera corresponde a la masa de la mixtura madurada sin aire incorporado y la segunda a la masa de la mixtura luego de la mantecación, es decir, la masa de la mezcla madurada con aire incorporado pero sin haberlo congelado. Posteriormente se aplicó la fórmula descrita por (Akalin & Erişir, 2008). Para realizar ambas mediciones, la taza de medición se llenó hasta el borde.

$$\text{Aireamiento (\%)} = \left[\frac{\text{Masa mezcla helado} - \text{Masa helado}}{\text{Masa helado}} \right] \times 100$$

4.6.2. Determinación de la tasa de derretimiento

Para determinar el derretimiento del helado se cortaron cilindros de helado endurecido (aproximadamente -15°C) de 6 cm de diámetro y 2,5 cm de grueso y un peso de 45 ± 5 g. El cilindro se colocó en un tamiz de aperturas cuadradas de 2,5 mm de ancho, el cual estaba suspendido sobre un beaker. El peso del beaker receptor se tomó cada 10 minutos durante una hora, luego de caer la primera gota (Dervisoglu, 2006; Roland *et al.*, 1999; Rincón *et al.*, 2002), y para el análisis se usó el peso del helado derretido recogido en 1 h. La temperatura ambiente fue controlada mediante un sistema de aire acondicionado y se mantuvo entre los 24-25°C.

4.6.3. Determinación de la textura

Para determinar la dureza de los helados, 6 muestras de cada sabor y tipo de leche fueron llevadas a una temperatura aproximada de -15°C , 24 horas antes de la medición; esta temperatura se mantuvo hasta el momento del análisis. La dureza se midió como la resistencia que pone el helado a la deformación cuando se le aplica una fuerza externa estandarizada (Lim *et al.*; 2008). Este análisis se realizó utilizando el texturómetro TAXTPlus, equipado con una celda de carga de 50 kg. Se utilizó una celda cilíndrica de 2,5 cm de diámetro, cuya velocidad de penetración fue de 2 mm/s a una distancia de 20 mm (Roland *et al.*, 1999; Sofjan y Hartel, 2004). El helado venía preenvasado en un recipiente de plástico, superficie lisa, cilíndrico y de 3,5 oz (103,5 mL).

4.6.4. Determinación del color

El color se determinó con el colorímetro Hunterlab modelo Colourflex, con un ángulo del observador de 10° y el iluminante D_{65} , utilizando la escala cartesiana de CIE $L^*a^*b^*$ y la polar $CieL^*C^* h^*$. La calibración del equipo se realizó con dos patrones (blanco y negro), mientras que la verificación se hizo con un patrón color verde. En este caso las muestras de helados también fueron llevadas a -15°C durante la noche previa a la medición. El helado fue sacado del recipiente con una

cuchara y se distribuyó, de manera homogénea, cuidando que no quedaran burbujas, sobre la placa de vidrio en la cual fue realizada la medición.

4.6.5 Determinación del pH

El pH se obtuvo utilizando un pH metro debidamente calibrado con buffers de pH 4,0 y 7,0. La medición se le realizó a la mixtura de helado, es decir a la mezcla de helado antes de llevar a cabo la mantecación (Ruger *et al.*, 2002).

4.6.6 Evaluación de la aceptación

El agrado de las 9 formulaciones de cada lote de helado elaborado, fue evaluado mediante un grupo de consumidores de 30 personas. Al término del estudio se contó con la opinión de un total de 120 consumidores de helado (41 hombres y 79 mujeres) entre los 17 y 55 años de edad, en su mayoría estudiantes y profesionales. Se utilizó la escala híbrida descrita por Villanueva *et al.* (2002) y Villanueva *et al.* (2005) (Figura B1 del Apéndice B), en la cual indicaron cuánto les gustó el helado, sin conocer previamente la composición del mismo.

Además, a los consumidores se les realizó una serie de preguntas, entre las cuales se incluyeron edad, género, profesión y frecuencia de consumo de helados (Apéndice B), con la intención de emplear esta información durante el análisis de conglomerados.

4.7 Estimación de costos variables

Se aplicó la metodología seguida por Rojas (2005), en la cual se definen como costos variables la materia prima, el empaque, la energía y la mano de obra. Estos valores se utilizaron para determinar los costos totales de la elaboración de 4 lotes de 10 kg del helado producido con la formulación más aceptada por el panel de consumidores (helado de fresa con topping elaborado con leche de cabra).

4.8 Elaboración de la ficha técnica

Se siguió el formato empleado por el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA), el cual incluye: introducción, descripción del producto, materia prima, proveedores, equipo necesario y proveedores, formulación, especificaciones de proceso, rendimiento, empaque y análisis recomendado, tal y como lo aplicó Corrales (2004).

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Calidad de la leche

La leche es un alimento muy nutritivo, lo que la convierte en un producto altamente perecedero debido al ataque microbiano; además, es alterada fácilmente por manipulación humana deshonesta o por tratamiento industrial (Doyle *et al.*, 2001; Chacón, 2004). El análisis de ciertas características físicas y químicas permite tener una idea general de la calidad de la leche a utilizar. El Cuadro A.1 muestra las evaluaciones realizadas, tanto a la leche de vaca como a la de cabra, utilizadas como materia prima durante el proceso de elaboración de los helados.

Éstas presentaron un promedio entre 0,17-0,18% de ATECAL (acidez titulable expresada como ácido láctico), por lo que se considera que la leche utilizada no presentaba signos de deterioro microbiológico, ya que en la leche cruda se encuentran valores de ATECAL entre 0,15 y 0,16%; sin embargo, se tolera un máximo de 0,18%, debido a que la acidez natural de la leche se debe principalmente a las caseínas presentes en ella, las cuales se ven incrementadas durante la última fase de lactación, dando valores de acidez que oscilan entre 0,17-0,18% (Quiles & Hevia, 2001).

El peso específico de ambas leches tuvo un valor promedio de 1,03. Este resultado indica que la materia prima empleada no fue adulterada con agua; al ser

ésta una medida indirecta de la densidad, es a su vez un indicador de la concentración de sólidos en la leche, por lo que valores menores a 1,026 para la leche de cabra y 1,028 para la leche de vaca señalan adición de agua a la leche (Quiles & Hevia, 2001; Chacón, 2004).

Los análisis anteriores son de gran importancia para la calidad general de leche; sin embargo, el contenido de grasa refleja también la calidad que tendrán los derivados lácteos, principalmente en lo que a textura se refiere (Chacón, 2008).

En este caso, los valores promedio de grasa para la leche de vaca (4,1%) fueron menores que los obtenidos para la leche de cabra (4,8%), como era de esperarse (Spreer, 1998; Zavala, 2005). Altos porcentajes de grasa en la leche cruda permiten mejorar los costos de producción del helado, al tener que adicionar menor cantidad de grasa animal o vegetal a la formulación (Segura, 2011). Formulaciones con porcentajes de grasa elevados (~12%) incrementan la calidad del helado al resaltar propiedades sensoriales como el sabor, la textura, la cremosidad y palatabilidad. Además, la grasa contribuye a las propiedades físicas de aireamiento, estabilidad de la red tridimensional y derretimiento (Kruel, 2004; Nazaruddin *et al.*, 2008).

Por otro lado, el contenido de grasa en conjunto con el peso específico permiten la determinación de los sólidos totales y los sólidos grasos de la leche (Herrera *et al.*, 2003), lo cual es de gran importancia para el cálculo de la formulación de helados.

5.2 Evaluación física del helado

5.2.1 Evaluación del aireamiento (overrun), derretimiento y textura

5.2.1.1 Aireamiento

Durante la determinación del aireamiento en los helados se obtuvieron los resultados presentados en los Cuadros 5.1 y 5.2. El primero muestra que no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los tipos de leche ni entre sabores, por lo que no hay evidencia de que estas variables interfieran en la cantidad de aire que se incorpora al helado. Sin embargo, se encontró diferencia entre lote ($p < 0,05$) (Cuadro 5.2), lo cual se debe a variaciones propias de la materia prima y de las condiciones del proceso.

Cuadro 5.1. Probabilidades asociadas al análisis de varianza para la evaluación del aireamiento en los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Efecto	Grados de libertad	Probabilidad asociada
Tipo de leche (T)	2	0,2580
Sabor (S)	2	0,2778
T x S	4	0,3246
Lote	3	<0,0001

Cuadro 5.2. Prueba de comparación de medias de Tukey para los valores de aireamiento de los diferentes lotes de helados elaborados.

Número de lote	Aireamiento Promedio (%)
1	22,2196 b
2	19,1248 c
3	25,9696 a
4	19,9004 bc

Como se observa en el Cuadro 5.2, los valores promedio de aireamiento para cada lote están entre el 19 y 25%, valores que se encuentran por debajo de los reportados por la literatura. Nazaruddin *et al.* (2008) indican que el porcentaje de aireamiento de los helados debe estar entre el 30 y el 60%; además establece la dependencia entre estos valores y la cantidad de sólidos totales que tiene la formulación, al señalar que conforme aumenta el total de sólidos también lo hace la cantidad de aire incorporado.

Al realizar el cálculo de sólidos totales para la formulación base utilizando 100% leche de vaca y 100% leche de cabra (Cuadros A.10 y A.11 del Apéndice A), se obtuvieron valores entre el 29 y 30%; Goff (1997) reporta un rango de sólidos totales en una formulación de mixtura de helados entre el 36-45%. Por lo tanto, se podría afirmar que el porcentaje de sólidos totales influye en la cantidad de aire incorporado a la mixtura de helado; cuanto mayor sea el contenido de sólidos de la mezcla, más aire se puede incorporar. Es por esto que se puede considerar al porcentaje de sólidos totales como uno de los responsables del poco aire incorporado en el helado elaborado.

Otro factor responsable de los promedios de aireamiento obtenidos, es el equipo utilizado. El overrun también está muy relacionado con el tamaño de los cristales de hielo, ya que la formación de cristales pequeños da lugar a aireamientos más altos (Nazaruddin *et al.*, 2008). La forma de lograr cristales de menor tamaño es utilizando una mantecadora de flujo continuo, en la cual se controlan al máximo

las condiciones de producción, ya que utiliza refrigerantes que permiten disminuir rápidamente la temperatura de la mixtura hasta alcanzar aproximadamente los -25°C , temperaturas que favorecen la nucleación, dando lugar a cristales de 20-25 μm . La mantecadora empleada en el proceso es discontinua, por lo que alcanza temperaturas mínimas de -12°C , lo que disminuye la tasa de nucleación (Goff & Hartel, 2006), aumentando el tamaño de los cristales de hielo y afecta la calidad final del helado.

5.2.1.2 Derretimiento

En el Cuadro 5.3 se presentan los resultados obtenidos para la evaluación del tiempo de derretimiento de los helados, parámetro muy relacionado con la cantidad de aire incorporado. La Figura 5.1 muestra que para el derretimiento la variación depende del sabor y del tipo de leche utilizados, ya que hay una interacción significativa ($p= 0,0002$) entre estos efectos, como se puede observar en el Cuadro 5.3 y la Figura 5.1.

Cuadro 5.3. Probabilidades asociadas al análisis de varianza para la evaluación del tiempo de derretimiento en los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Efecto	Grados de libertad	Probabilidad asociada
Tipo de leche (T)	2	<0,0001
Sabor (S)	2	<0,0001
T x S	4	0,0002
Lote	3	<0,0001

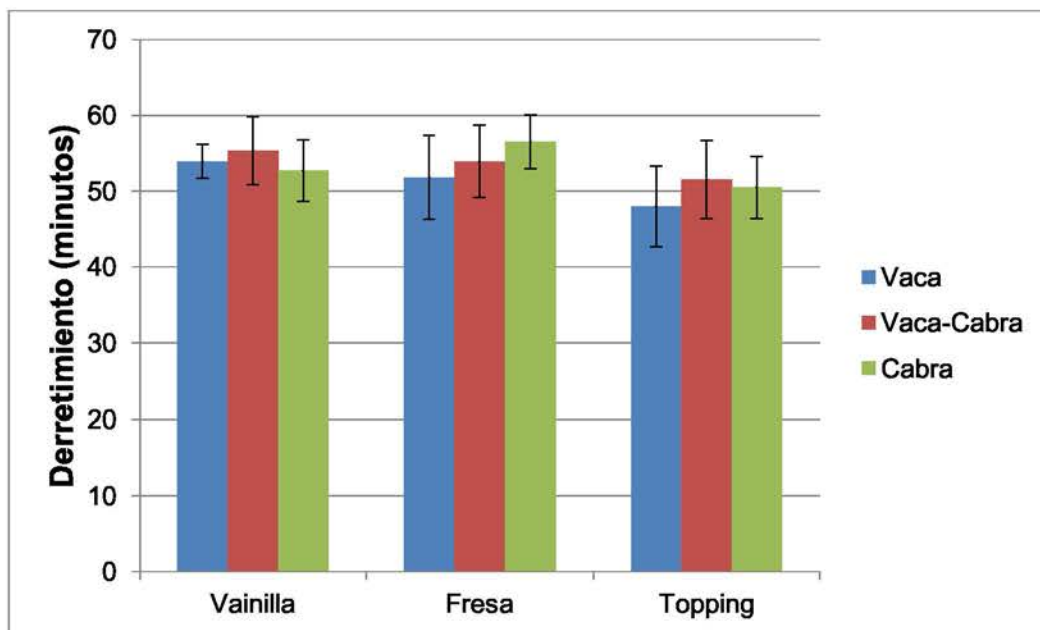


Figura 5.1 Tiempo de derretimiento en minutos y desviación estándar de las tres formulaciones de helados elaboradas con tres tipos de leches.

En general, el tiempo de derretimiento de las tres formulaciones fue bajo, ya que ningún sabor logró completar una hora sin derretirse por completo, tal y como se observa en la Figura 5.1. Una de las razones por las cuales el tiempo de derretimiento fue bajo se relaciona con el proceso de elaboración empleado. La literatura indica que la resistencia al derretimiento del producto está determinada, en parte, por la desestabilización parcial que sufre la grasa de la mixtura. La coalescencia parcial es la responsable de la formación de la estructura

aparentemente sólida del helado y se logra principalmente durante el batido en frío de la mixtura de helado, pero la etapa de homogenización es vital para la formación de la emulsión, al ser el punto donde da inicio el proceso de ruptura de los glóbulos de grasa (Goff, 1997; Bolliger *et al.*, 2000). El proceso mediante el cual se elaboraron los helados analizados no incluyó la operación de homogenización, por lo que la formación de la emulsión y la creación de la estructura de grasa no fueron desarrolladas adecuadamente, dando lugar a una estructura menos resistente al derretimiento y, por lo tanto, tiempos de derretimiento más cortos.

Se corroboró que existe una relación entre el overrun y el tiempo de derretimiento, como lo indican Muse & Hartel (2004), aquellos helados con porcentajes bajos de aireamiento tienen una menor resistencia al derretimiento que los helados con altas tasas de aire incorporado. Segura (2011) le otorga al aire la función de aislante; explica que, en el interior del helado, el aire actúa como una gran barrera a la temperatura, de manera que ayuda a retardar el proceso de derretimiento del helado.

También, Sofjan & Hartel (2004) han observado que los helados con un 80% de aire incorporado se derriten más rápido que los que presentan un overrun de 100-120%. Al parecer, el batido riguroso favorece tanto la incorporación de aire como la coalescencia parcial y la formación de cristales de hielo de menor tamaño.

También interviene en el derretimiento del helado la cantidad de estabilizante y emulsificante utilizados. Aunque tienen funciones distintas, ambos intervienen en la resistencia al derretimiento del helado, ya que influyen en el tamaño de los cristales de hielo. Se ha observado con técnicas de microscopía electrónica que los helados con estabilizante tienen cristales de hielo más pequeños que aquellos helados sin estabilizante adicionado (Goff, 1997). Además, Bollinger *et al.* (2000) estudiaron el efecto del incremento de emulsificante en las propiedades del helado y determinaron que al incrementar su contenido también lo hace la

presencia de glóbulos de grasa en la interfase de aire, así como la penetración de los glóbulos en la burbuja de aire. Lo anterior se relaciona con un incremento en la desestabilización parcial de los componentes de la estructura, lo que favorece la estabilidad del producto como un todo. En la formulación utilizada para la elaboración de los helados (Cuadro 4.1) se utilizó un porcentaje menor de estabilizante y emulsificante a la recomendada por el proveedor (0,45% y 1%, respectivamente), debido a que se había pensado en un helado económico, lo que también puede estar relacionado con los tiempos de derretimiento obtenidos. Esto puede ser respaldado con la Figura 5.2 que muestra un ejemplo de los helados analizados, los cuales no lograron retener su forma, lo mismo que los helados sin estabilizante (Figura 3.1).



Figura 5.2 Pérdida de la forma cilíndrica de los helados de vainilla 100% leche de vaca durante el proceso de derretimiento.

Con respecto a la interacción significativa entre el tiempo de derretimiento y el sabor del helado ($p=0,0002$), en la Figura 5.1 se pone en evidencia que el helado de fresa con topping adicionado presentó tiempos de derretimiento menores que los otros sabores de helado, para los tres tipos de leche analizados, pero especialmente para la leche de vaca. Esto concuerda con lo observado por Güven & Karaca (2002), quienes identificaron una disminución en los tiempos de derretimiento al incrementar la concentración de fruta en las mezclas para helado. Lo anterior podría estar relacionado con el agua que aporta la fruta a la mezcla de

helado, ya que esto favorece la formación de cristales de hielo dentro del helado y, por tanto, el derretimiento (Segura, 2011).

5.2.1.3 Textura

La última característica que se relaciona con el aireamiento es la textura de los helados. Los resultados para este análisis se muestran en el Cuadro 5.4; el ANDEVA mostró que hubo una interacción significativa entre el tipo de leche y el sabor del helado sobre las tres variables de la textura evaluadas: dureza ($p = 0,002$), energía ($p = 0,0002$) y adhesividad ($p = 0,0001$).

Cuadro 5.4. Probabilidades asociadas al análisis de varianza para evaluación de la textura de los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Efecto	Grados de libertad	Probabilidad asociada		
		Fuerza (dureza)	Área bajo la curva (Energía)	Área adhesividad
Tipo de leche (T)	2	0,0192	0,0429	0,0267
Sabor (S)	2	<0,0001	<0,0001	0,0149
T x S	4	0,0019	0,0002	0,0003
Lote	3	<0,0001	<0,0001	<0,0001

La Figura 5.3 señala un patrón muy similar entre las leches y los sabores vainilla y fresa, en el cual los valores de dureza obtenidos fueron menores para los helados elaborados con leche de cabra y los mayores con la mezcla 50%cabra-50%vaca; sin embargo, el comportamiento cambia con el sabor topping, ya que este factor ocasionó que los valores mayores de fuerza los obtengan los helados elaborados con leche de cabra y de vaca, siendo la mezcla de leches la que presentó los valores más bajos. Esto lo respalda la Figura 5.4B en la cual se detalla el comportamiento de la energía o área bajo la curva. Nuevamente la mezcla obtuvo los valores más altos, excepto al agregar el topping a la formulación, donde se obtuvieron los valores más bajos de energía con todas las leches.

En este caso, una textura más suave estuvo relacionada con un mayor agrado por parte del consumidor, lo cual es respaldado por los resultados mostrados más adelante en la sección 5.3. Sin embargo, se debe considerar que un helado de mayor suavidad también puede implicar mayores cuidados durante el empaque, transporte y almacenamiento del producto (Rosnani *et al.*, 2007).

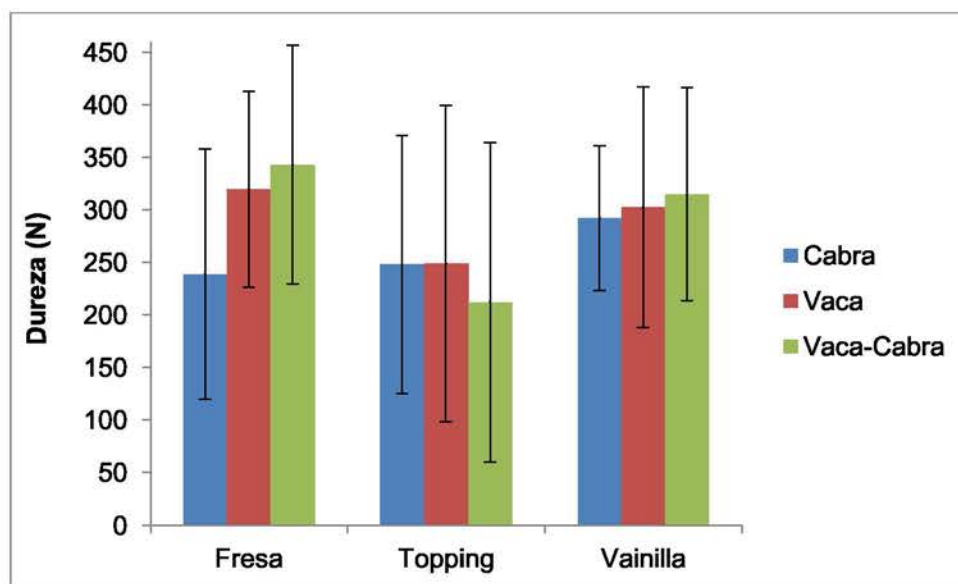


Figura 5.3. Dureza y desviación estándar determinada en la evaluación instrumental para los tres sabores de helados elaborados con diferentes tipos de leche.

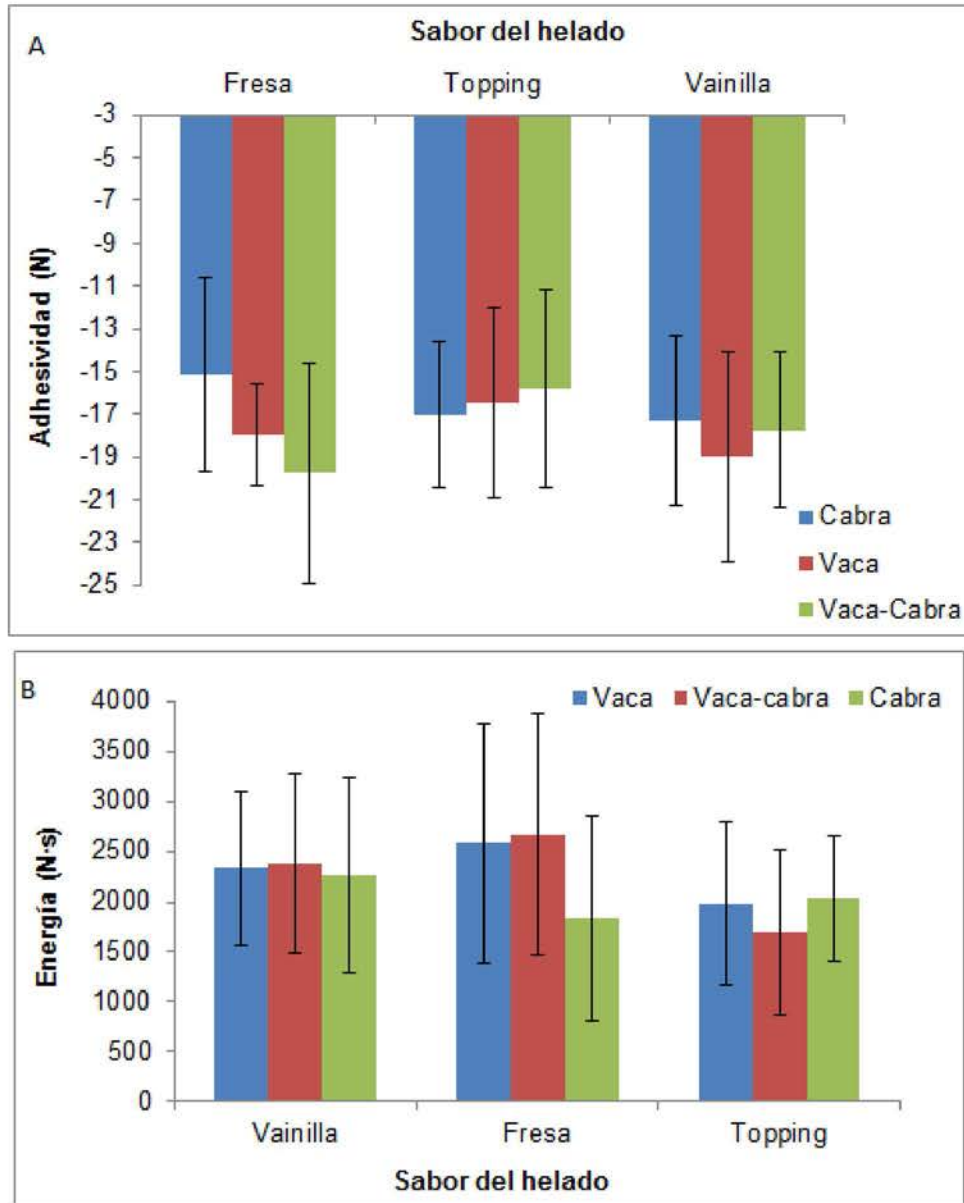


Figura 5.4. Adhesividad y energía determinadas en la evaluación instrumental para los tres sabores de helados elaborados con diferentes tipos de leche.

La Figura 5.3 también permite determinar que los valores de dureza obtenidos se encontraban entre los 250-350 N. Los estudios se refieren a valores cercanos a los 300 N como datos de mucha fuerza o firmeza, es decir que estos valores se relacionan con helados muy duros (Aime *et al.*, 2001). Lo anterior concuerda con los valores de overrun obtenidos, ya que, a menores valores de aireamiento, mayores serán las fuerzas obtenidas. La dureza, además, tiene un nexo con el tamaño de los cristales de hielo; mientras mayor sea el porcentaje de overrun, más pequeños serán los cristales de hielo, lo que da lugar a helados más suaves, cremosos y de mayor consistencia (Sofjan & Hartel, 2004; Nazaruiddin *et al.*, 2008).

La adición de porcentajes menores de aditivos durante el proceso de elaboración de helados puede ser otro motivo para obtener los resultados mencionados. Ruger *et al.* (2002) y Rosnani *et al.* (2007) indican que el uso inadecuado del estabilizante produce defectos en la textura, ya que éste promueve la formación de burbujas de aire y cristales de hielo pequeños e incrementa la viscosidad de la fase acuosa mediante la disminución de la movilidad del agua en el suero.

Como ya se mencionó, la adición de topping a la formulación tuvo un impacto en la textura del helado, ocasionando que fuera más suave. En parte, lo anterior puede ser explicado mediante las observaciones realizadas por Güven & Karaca (2002), quienes notaron que la dureza de los helados se ve afectada por la concentración de azúcar, ya que en sus estudios, al realizar incrementos en el contenido de azúcar, percibieron una disminución en la dureza del helado de 0,13 mm (para un 18% de azúcar se reportó una penetración de 0,44 mm, mientras que para una concentración del 22% el valor fue de 0,58 mm). El topping de fresa aportó más azúcar a la formulación base, la cual afectó la temperatura de congelación del helado al actuar como anticongelante (Segura, 2011), lo que ayuda a explicar la disminución de la dureza de este tipo de helado.

La última variable de la textura analizada fue la adhesividad, cuyo comportamiento se refleja en la Figura 5.4A; ésta mostró que los helados con sabor a fresa y vainilla fueron más adhesivos que aquellos con topping adicionado; sin embargo, el sabor a fresa con leche 100% de cabra presentó un comportamiento distinto, generando los valores menores de adhesividad y dando lugar a la interacción mostrada en el Cuadro 5.4.

Los resultados obtenidos para los helados con topping de fresa se puede explicar con lo reportado por Maldonado & Singh (2007), quienes observaron una disminución de la adhesividad al aumentar la concentración de pectina de 0,30 a 0,41% en una mermelada de yacón. Debido a lo antes mencionado, se puede considerar la pectina como uno de los factores causantes de la disminución de la adhesividad, ya que en la formulación de los helados de fresa y vainilla no estaba presente este compuesto; sin embargo, estos autores también mencionan que en la textura influyen factores como el tipo de matriz formada y la cantidad de agua, entre otros.

5.2.2 Evaluación del pH

La Figura 5.5 evidencia la interacción significativa ($p = 0,013$) (Cuadro 5.5) entre el tipo de leche y el sabor del helado. Nuevamente la interacción está relacionada con la adición de topping de fresa a la formulación. Para los sabores vainilla y fresa se observaron comportamientos de pH muy similares para los tres tipos de leche; sin embargo, al adicionar el topping se produjo una disminución de pH, principalmente en la mixtura elaborada con la mezcla de leches y con leche 100% cabra.

Sin embargo, la diferencia estadística del pH de las mixturas no se vio reflejada en la evaluación de agrado por parte del consumidor, lo que indica que, a pesar de ser diferentes estadísticamente hablando, las diferencias no fueron tan grandes como para ser percibidas por los consumidores. Esta es una afirmación válida, ya que los promedios mostrados en la Figura 5.5 se encontraron dentro del rango en el cual oscila normalmente el pH de las mixturas de helados (6 a 7),

según indican Madrid & Cenzano (2003); además, durante la evaluación sensorial no se hicieron comentarios negativos relacionados con esta característica.

Cuadro 5.5. Probabilidades asociadas al análisis de varianza para la evaluación del pH en los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Efecto	Grados de libertad	Probabilidad asociada
Tipo de leche (T)	2	0,2673
Sabor (S)	2	<0,0001
T x S	4	0,0129
Lote	3	<0,0001

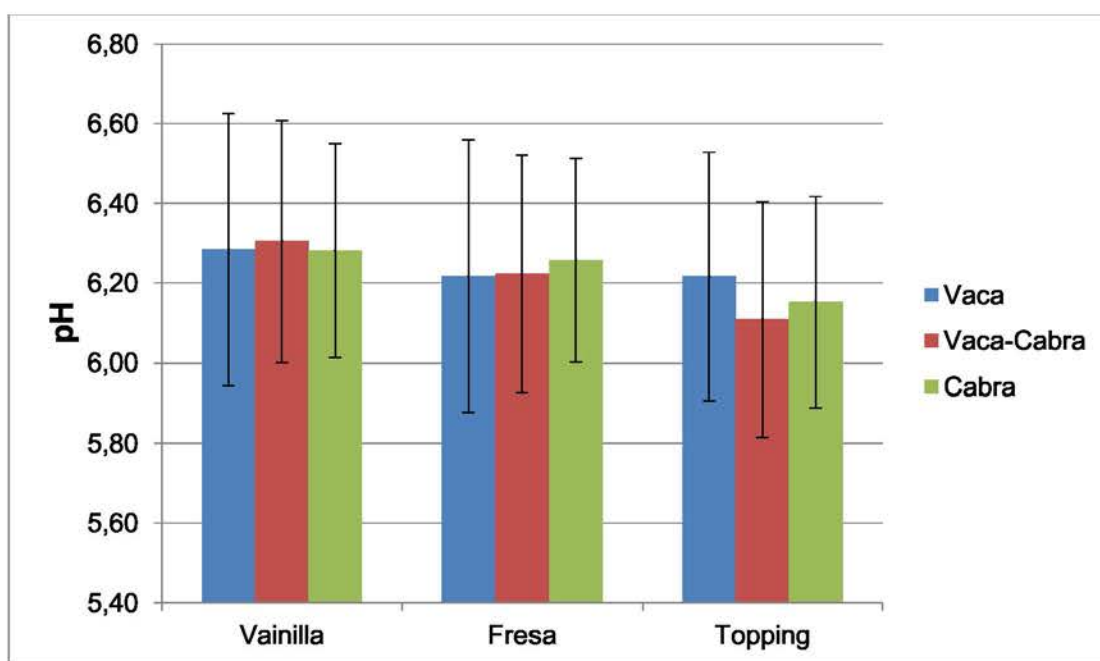


Figura 5.5 Valores de pH y desviación estándar obtenidos para los tres sabores de helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Los resultados obtenidos pueden estar ligados con la adición de fruta a la formulación, lo cual concuerda con lo reportado por Güven & Karaca (2002). Estos investigadores observaron un incremento en la acidez del helado al aumentar el contenido de mermelada de fresa; la disminución del pH la asociaron con la acidez aportada por la fruta.

5.2.3 Evaluación del color

Se analizó el color de los helados con el propósito de determinar si el tipo de leche influía en el color de los mismos. Como se puede observar en el Cuadro 5.6, el tipo de leche no presentó un efecto significativo ($p > 0,05$) para los parámetros L^* , a^* y C^* , contrario a lo que ocurre con el sabor (S) utilizado en las formulaciones, donde un $p < 0,0001$ refleja que éste presentó un efecto significativo sobre los mismos parámetros. Con el fin de comparar estadísticamente los valores totales promedio de L^* , a^* y C^* se realizó la prueba de Tuckey, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 5.7. Dado que existe una interacción (Cuadro 5.6), los parámetros b y h serán analizados por aparte, una vez estudiados L^* , a^* y C^* .

Cuadro 5.6. Probabilidades asociadas al análisis de varianza para la evaluación de L^* , a^* , b^* , h^* y C^* en los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Efecto	Grados de libertad	Probabilidad asociada				
		L^*	a^*	b^*	h^*	C^*
Tipo de leche (T)	2	0,6548	0,8104	0,1794	0,0280*	0,3627
Sabor (S)	2	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
T x S	4	0,2830	0,1560	0,0481	0,0012	0,7882
Lote	3	<0,0001	<0,0001	0,0008	<0,0001	<0,0001

Cuadro 5.7. Resultados de la prueba de comparación de medias de Tukey para los valores de L* a* y C* de los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Sabor	Valor		
	L*	a*	C*
Fresa	80,05 c	19,81 b	21,45 c
Topping	76,06 b	23,44 a	24,97 b
Vainilla	88,48 a	-3,09 c	31,07 a

El parámetro L* indica la luminosidad en una escala del blanco (100) al negro (0); por lo tanto, a mayores valores de L* más blanco es el color obtenido (MacDougall, 2002). Como se observa en el Cuadro 5.7, los valores más altos fueron obtenidos para el helado de vainilla, mientras que el helado de fresa con topping fue el que dio valores más bajos, debido a la presencia de trozos de fresa que causan una alteración en la relación entre la luz reflejada y la absorbida, generando un color que tendió a dar tonalidades más oscuras.

Según Montesinos (2003), un valor positivo para el parámetro a* es indicador de que el objeto al cual se le realizó la medición presenta coloraciones rojizas; por su parte, los valores negativos reflejan la presencia de tonalidades verdosas. Como era de esperar, el helado de vainilla tuvo valores promedio de a* negativos mientras que los helados de fresa, cuyo colorante era rojo, tienen valores positivos (Cuadro 5.1.3.2). Sin embargo, la prueba de Tuckey mostró que hubo diferencia entre el helado de fresa y el helado de fresa con topping, siendo este último el que tenía una mayor coloración rojiza, ya que el topping aportó más color que el colorante por sí solo. Se puede suponer que el color rojo dado por el topping le brindó características sensoriales favorables a la formulación del helado de fresa, ya que logró dar un tono más llamativo al helado pero siempre manteniéndose cerca del color natural de la fruta.

El parámetro Chroma C^* (saturación) se refiere a la vivacidad de un color o a la intensidad de color percibido (Lauro *et al.*, 2005). El helado de vainilla es el que presentó una mayor intensidad de color, mientras que el helado de fresa tenía el color menos vivaz. A simple vista se notaba que el helado de fresa era más pálido que el de vainilla, pero, como se muestra en el Cuadro 5.7, la vivacidad del helado de fresa se puede incrementar mediante la adición del topping.

Como se mencionó anteriormente, el ANDEVA (Cuadro 5.6) también muestra la existencia de una interacción en el efecto del tipo de leche y el sabor empleado en la formulación del helado sobre los valores de b^* y h^* , para un $p < 0,05$ (Figura 5.6).

El valor b^* se refiere a la coordenada del color que representa al eje amarillo (+)/azul (-) (Lauro *et al.*, 2005). Es por esto que los helados de fresa y topping presentaron valores cercanos a cero, mientras que los de vainilla dieron valores más altos. Sin embargo, entre los helados de vainilla, el elaborado con leche de cabra presentó valores superiores a los de las otras leches, generando una de las interacciones antes mencionadas.

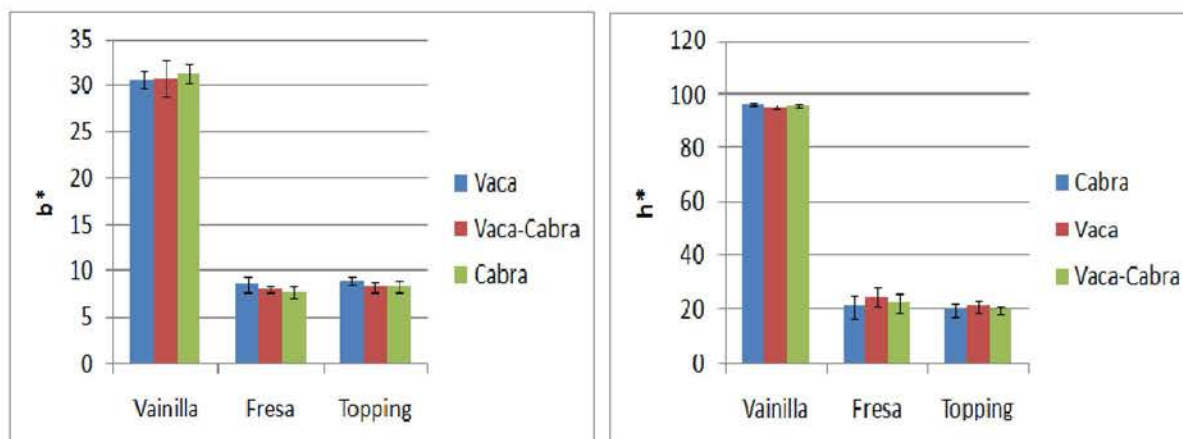


Figura 5.6. Efecto promedio del sabor utilizado en la formulación sobre el valor b^* y h^* y la desviación estándar para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Por otro lado, el matiz o tono (h^*) es expresado como el ángulo de giro con respecto a los valores a^* y b^* , donde el color amarillo está representado por un ángulo de 90° y el verde por uno de 180° ; por su parte, los 0° representan el color rojo y los 270° el azul (Brenes, 2010; Cordero, 2010). Es por esto que la formulación vainilla para los tres tipos de leche dio como resultado ángulos de 90° , mientras que los de fresa dieron valores cercanos a 0° . En este caso, la interacción se presentó debido a que, para los tres sabores, la leche de vaca tuvo comportamientos diferentes. En la vainilla, los valores fueron menores que las otras leches, mientras que en la fresa y el topping fueron mayores.

Se podría reflexionar que el comportamiento de b^* y h^* estaba relacionado con el tamaño de los glóbulos de grasa de la leche de cabra, los cuales, al ser más pequeños y tener una repartición más uniforme, permitieron una mejor distribución y fijación del colorante, en comparación con la leche de vaca, generando así los resultados obtenidos.

También, esto reflejó que, en helados, el color de la leche no fue un factor de importancia, ya que los colorantes utilizados logran enmascarar las diferencias de color presentes en la materia prima, lo cual facilita la aceptación del producto por parte de los consumidores.

5.3 Caracterización de la población evaluada

Se llevó a cabo una caracterización de la población que realizó la evaluación del agrado, con la intención de identificar tendencias entre las personas que permitieran explicar ampliamente los resultados obtenidos. Al realizar el análisis de “clusters” o conglomerados, se encontraron 3 grupos distintos; el primero con un 15,25% de personas, el conglomerado 2 con un 62,71% y el conglomerado 3 con un 22,03% de consumidores. Debido a esto, es importante tener información adicional que permitieran entender las razones por las cuales las personas entrevistadas fueron incluidas en cada grupo.

En términos generales, entre el 60 y el 64% de la población entrevistada pertenece al estudiantado de sexo femenino con una edad que oscila entre los 20 y los 29 años (Apéndice B). Debido a que el estudio de aceptación fue realizado en la Universidad, es de esperar que la mayoría de las personas fueran estudiantes. El rango de edad concuerda parcialmente con el reportado por Sánchez (2006), quien indica que el grupo de edad que ha representado los mayores consumos de helado se sitúa entre los 26 y 35 años.

También se lograron determinar ciertas características similares entre los conglomerados. Las Figuras 5.7 y 5.8 muestran el tipo de helado y la marca que más consumen las personas entrevistadas. En los tres grupos les gusta consumir helado en cono y marca Dos Pinos. La empresa Dos Pinos es considerada, tanto en Costa Rica como a nivel centroamericano, una compañía líder en productos lácteos, por lo que es normal que las personas la asocien con su marca favorita. Las presentaciones de cajita de 250 mL y caja de medio litro o más también fueron elegidas por los consumidores de los tres grupos, ya que en general estas presentaciones tienen más capacidad, no gotean, manchan menos y son más fáciles de consumir (Sánchez, 2006).

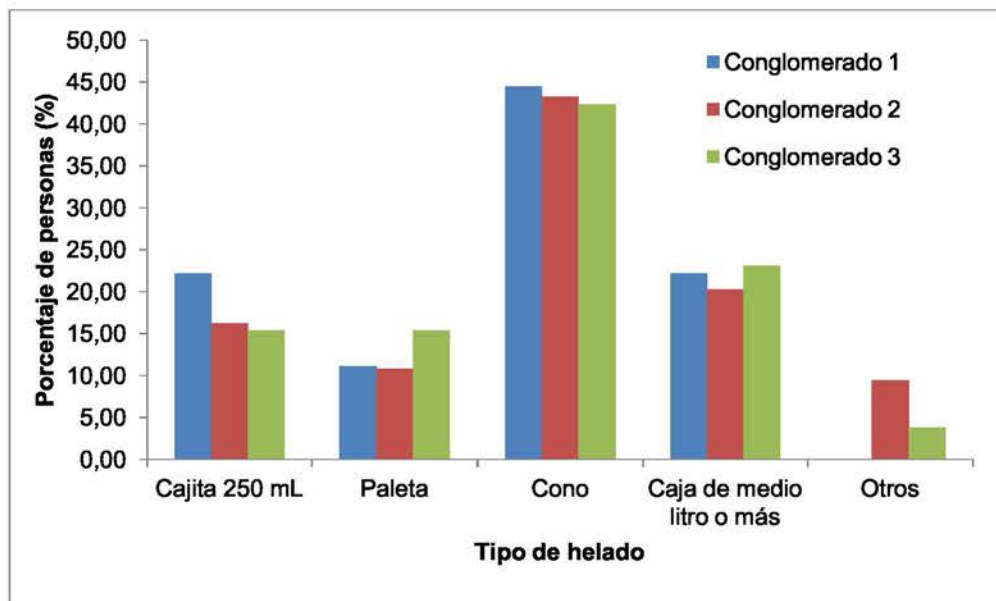


Figura 5.7. Porcentaje de personas ubicadas dentro de cada conglomerado de acuerdo con el tipo de helado que más consumen.

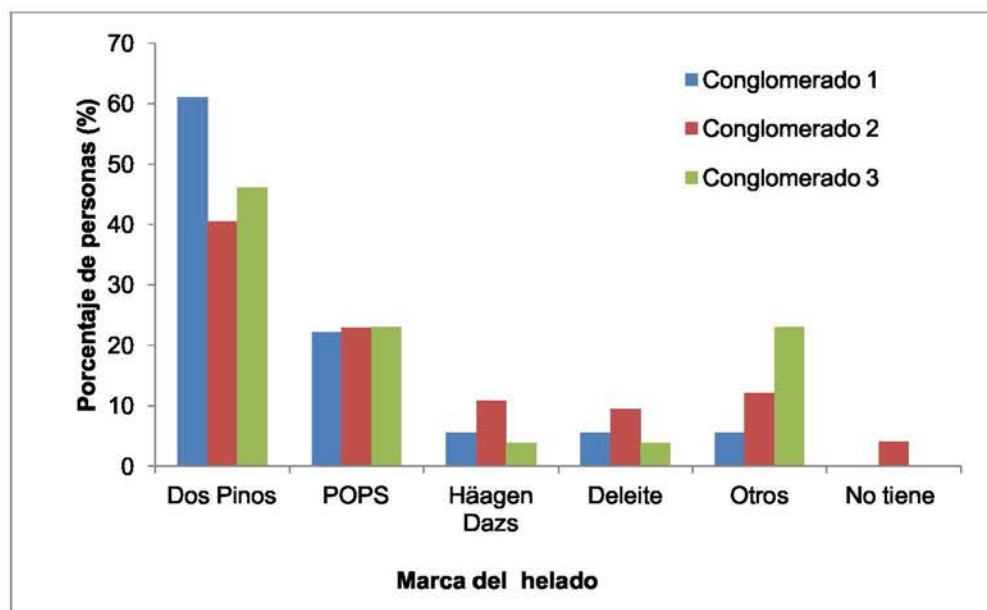


Figura 5.8. Porcentaje de personas ubicadas dentro de cada conglomerado según su marca de helado favorita.

Las Figuras 5.9 y 5.10 muestran las diferencias encontradas entre los conglomerados. Estas se relacionan con la frecuencia de consumo y el sabor favorito de los consumidores. La Figura 5.9 muestra que el conglomerado 1 acostumbra comer helado varias veces por semana mientras que los conglomerados 2 y 3 suelen consumirlo varias veces al mes. Además, la Figura 5.10 refleja que el conglomerado 1 tiene como sabor favorito la fresa mientras que los conglomerados 2 y 3 tienen como preferencia el helado de chocolate, el cual es uno de los sabores de helados más populares, superado únicamente por el sabor a vainilla (Anónimo, 2000).

Sin embargo, esta figura también muestra cómo los consumidores del grupo 2, a pesar de tener una preferencia por el sabor chocolate, también gustan de una amplia gama de sabores, lo cual lo diferencia del conglomerado 3, ya que, aunque prefiere otros sabores, no presentó la variedad del grupo 2.

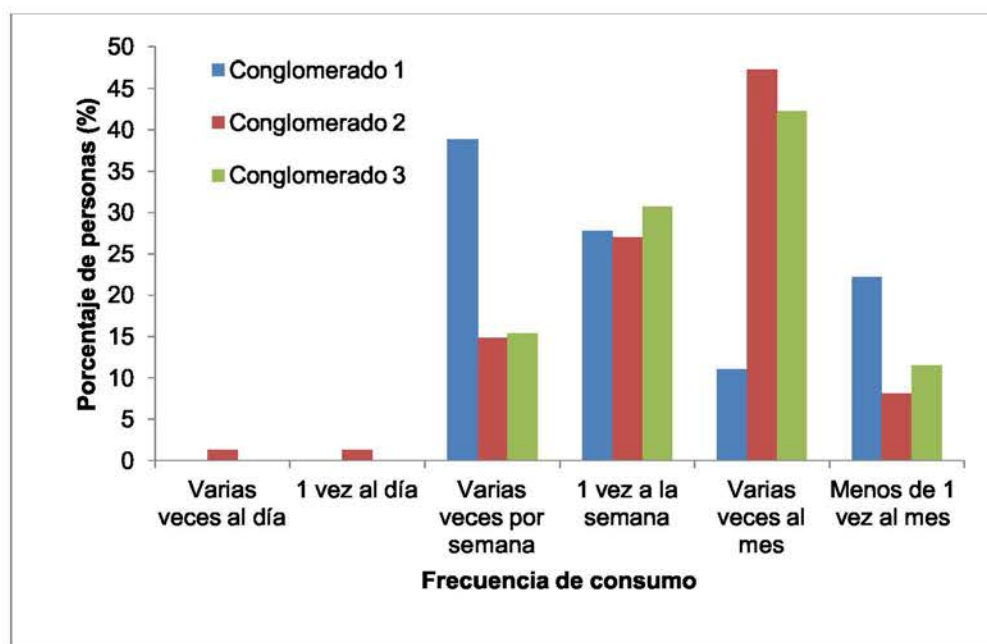


Figura 5.9. Porcentaje de personas ubicadas dentro de cada conglomerado según la frecuencia de consumo de helados.

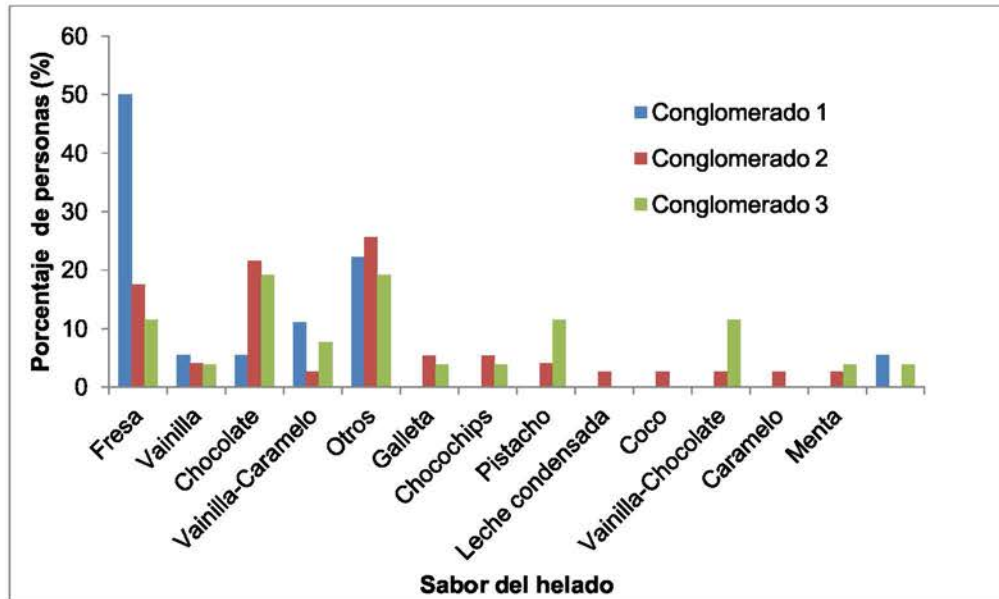


Figura 5.10. Porcentaje de personas ubicadas dentro de cada conglomerado según su sabor favorito de helado.

5. 4 Evaluación sensorial de los diferentes helados

5.4.1 Prueba de agrado

Al analizar los efectos relacionados con el agrado general (Cuadro 5.8), se obtuvo que los consumidores evaluados no percibieron una diferencia significativa entre los diferentes tipos de leche ($p > 0,05$).

Cuadro 5.8. Probabilidades asociadas al análisis de varianza de los diferentes efectos sobre el agrado general de los helados.

Efecto	Grados de libertad	Probabilidad asociada
Conglomerado	2	<0,0001
Juez [Conglomerado]	117	0,0515
Tipo de leche	2	0,4781
Sabor	2	<0,0001
Tipo de leche*Sabor	4	0,7230
Tipo de leche*Conglomerado	4	0,3407
Sabor*Conglomerado	4	0,0030
Tipo de leche*Sabor*Conglomerado	8	0,6253

El hecho de no encontrar diferencias estadísticas entre los tipos de leche fue muy favorable para el estudio realizado, ya que, en general, la aceptación de la leche de cabra a nivel nacional es baja, debido a que la mayoría de las personas afirman que este tipo de leche tiene mal sabor sólo por ser producida por un mamífero distinto a la vaca (Vargas *et al.*, 2007); sin embargo, estos resultados logran apoyar la teoría de que el rechazo por la leche de cabra y sus derivados se debe a prejuicios sensoriales y culturales (Corrales, 2004). Además, los helados elaborados no presentaron opiniones mixtas, tal y como ha ocurrido en estudios realizados en quesos y yogurt, en los cuales los consumidores indicaron, en menor o mayor medida, rechazo por los productos ofrecidos.

Lo anterior se debe a que apreciar el sabor del helado es muy complejo; primero, porque las propiedades físicas del helado están cambiando constantemente.

Segundo, la lengua sufre un corto periodo de adormecimiento debido al frío, el cual, una vez superado, permite percibir los primeros indicios del sabor. Entre las primeras sensaciones, se encuentra el sabor dulce, el cual enmascara levemente los volátiles, en este caso los desprendidos por la grasa de la leche de cabra. Por último, se pueden percibir los sabores residuales que son más difíciles de identificar, principalmente si se utilizan saborizantes fuertes como la vainilla (Álvarez, 2009).

Otro punto importante que se puede observar en el Cuadro 5.8 es la interacción significativa ($p < 0,05$) entre el sabor y los conglomerados; por lo tanto, el agrado que presentó cada conglomerado depende del sabor del helado (Figura 5.11). Este resultado confirma que en los helados lo más importante fue el sabor del helado y no el tipo de leche utilizada.

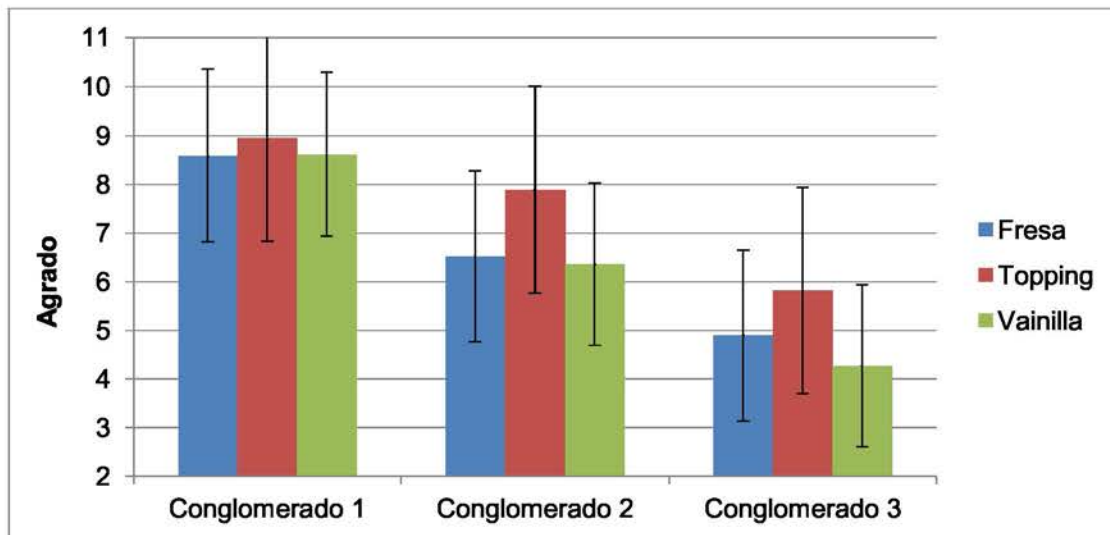


Figura 5.11. Agrado promedio para los diferentes sabores de helado según cada conglomerado.

La interacción entre el sabor del helado y los conglomerados también se relaciona mucho con las observaciones realizadas en el apartado 5.2, ya que una de las

diferencias encontradas entre los conglomerados fue el sabor de preferencia para cada uno de ellos. La Figura 5.11 refleja la preferencia de los tres conglomerados por el helado con topping, pero en comparación con los sabores vainilla y fresa, el topping fue mucho más agradable para los conglomerados 2 y 3.

El conglomerado 1 fue el que presentó un agrado mayor por el helado de fresa con topping, lo cual se relaciona con los resultados de la encuesta realizada, que indicaron que este conglomerado tenía como sabor favorito el de fresa. El hecho de que los integrantes de este grupo también dieron calificaciones altas a los otros sabores de helados se puede relacionar con que eran consumidores de helados más frecuentes.

Con respecto a los conglomerados 2 y 3, aunque a ambos les gustó más el helado de fresa con topping, dieron calificaciones más bajas que el conglomerado 1. El conglomerado 2 tuvo calificaciones un poco más elevadas que el conglomerado 3, ya que, como se ve en la Figura 5.10, el sabor fresa fue el tercero entre sus sabores predilectos; sin embargo, el conglomerado 3 mostró más inclinación por sabores como pistacho o vainilla-chocolate, lo que puede causar una disminución en el agrado por los helados analizados.

Por lo tanto, alrededor de un 77% de la población entrevistada le otorgó al helado de fresa con topping una calificación mayor o igual a 7,9 en una escala de 10, lo que demuestra el alto potencial que tienen los helados elaborados con leche 100% de cabra y la importancia de ampliar los estudios relacionados con este proyecto.

5.5 Escogencia de la formulación más conveniente

La elección del producto se basó principalmente en la evaluación sensorial realizada, ya que los análisis físico-químicos, principalmente la textura, no reflejaron diferencias importantes entre las formulaciones analizadas; como se explicó en los apartados anteriores, las principales diferencias encontradas en los

helados se debieron a los distintos sabores o a puntos específicos del proceso que deben ser mejorados (equipo, uso estabilizante/emulsificante, homogenización), mas no a características aportadas por los distintos tipos de leche.

El sabor de helado que presentó mayor aceptación por parte de los consumidores fue el de fresa con topping. Como los consumidores no notaron diferencia entre la leche de cabra y la de vaca, se escogió la formulación elaborada con 100% leche de cabra; esto con el propósito de incentivar la producción nacional láctea caprina, de manera que los productores tengan otra alternativa para comercializar esta materia prima.

5.6 Estimación de costos variables de producción

Para el cálculo del costo de los helados 100% leche de cabra sabor fresa con topping, se consideraron los costos directos e indirectos. Como costos directos se establecieron la materia prima, mano de obra y empaque, mientras que los costos indirectos (energía, agua, etc.) se obtuvieron calculando el 5% de los costos directos (Rojas, 2005). Los valores calculados en dólares fueron obtenidos con el tipo de cambio del Banco Central de Costa Rica del mes de mayo del año 2011, el cual fue de 505,28 colones por dólar estadounidense.

5.6.1 Materia prima

El Cuadro 5.9 muestra las materias primas y sus respectivos costos por unidad en colones y dólares, así como el porcentaje que representan dentro del total del costo. Los costos fueron calculados para la elaboración de aproximadamente 9320 mL de mixtura de helado. Tomando en cuenta que el rendimiento es del 75%, el volumen total de helado elaborado fue de 16310 mL. Los costos totales se dividieron en 163 porciones de 100 mL cada una (Figura A.13 del Apéndice A).

El valor del litro de leche fue proporcionado por la Estación Experimental Alfredo Volio Mata.

Cuadro 5.9. Costo de la materia prima utilizada para la elaboración de 16310 mL de helado 100% leche de cabra sabor fresa con topping.

Ingrediente	Cantidad	Precio/Unidad (¢)	Costo (¢)	Costo (\$)	Costo (%)
Leche entera de cabra	10 kg	750/kg	7500	14,8	58,18
Cremhelado	0,8 kg	1800/kg	1440	2,85	11,20
Azúcar	1,40 kg	314,20/kg	439,88	0,87	3,42
Sustituto de leche en polvo CCM-96644	0,90 kg	1819/kg	1637,10	3,24	12,73
Estabilizante CC-10137	0,050 kg	3638/kg	181,90	0,36	1,42
Emulsificante CCM-36849	0,10 kg	6568,64/kg	656,86	1,30	5,11
Colorante (F003186)	0,0013 L	4325/L	5,62	0,011	0,043
Saborizante (A0186)	0,033 L	9100/L	300,30	0,59	2,32
Topping de fresa	0,60 kg	1195,2/kg	717,12	1,42	5,58
TOTAL	13,85 kg*		12878,78	25,44	100,00

*Sumatoria toma en cuenta solamente las masas.

Como se mostró anteriormente, la materia prima que representó el costo promedio más alto fue la leche de cabra, considerando que lo que se muestra es el precio de venta de la leche, es decir, que su costo puede ser menor en el caso de que el productor de helados también sea el productor de la leche. Lo anterior se debe a que la producción de leche caprina es muy artesanal, ocasionando una baja disponibilidad en el mercado y, por lo tanto, un incremento en el precio de venta.

5.6.2 Empaque

La información de los empaques de polietileno fue suministrada por la empresa Proplax, la cual reporta un precio de 43,13 colones (\$0,085) por el envase de 100 mL con tapa. Para empacar 16310 mL de helado se necesitarían aproximadamente 163 envases; por lo tanto, el costo final de los envases sería de 7030,19 colones (\$13,91).

El polietileno se caracteriza por tener excelentes características físicas y mecánicas, entre las que se pueden mencionar la resistencia al impacto y abrasión y que es químicamente inerte; en este caso es importante mencionar que también tiene alta resistencia a las bajas temperaturas (Fellows, 1994; Brennan *et al.*, 1998).

5.6.3 Mano de obra

Los costos de mano de obra requerida se presentan en el Cuadro 5.10, para los cuales se consideró un operario semicalificado y se basaron en el tiempo que tarda el operario para realizar cada operación. Según el Departamento de Salarios del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, el costo de un trabajador semicalificado por jornada laboral (8 horas) es de ¢8038,71, por lo que el costo hora/hombre utilizado fue de ¢1004,84.

Cuadro 5.10. Costo de la mano de obra requerida para el proceso de elaboración de helados.

Operación	Horas/Hombre	Costo (¢)	Costo (US \$)
Recibo y análisis de la leche	1	1004,84	1,99
Pesado, mezclado, pasteurización y enfriamiento	2	2009,68	3,98
Maduración y aireamiento	4	4019,36	7,95
Empaque	0,5	502,42	0,99
TOTAL	7,5	7536,30	14,91

5.6.4 Costos directos e indirectos

En el Cuadro 5.11 se muestran los rubros considerados para el cálculo de los costos directos. El costo por porción fue calculado dividiendo el costo de la elaboración de 16310 mL de helado entre el total de porciones de 100 mL obtenidas en la tanda, es decir 163 envases de helado.

Cuadro 5.11. Costos directos del proceso de elaboración de helados.

Rubro	Costo (¢)	Costo (US \$)	Costo/Porción (¢)	Costo/Porción (US \$)	Costo (%)
Materia prima	12878,78	25,44	79,01	0,16	46,92
Empaque	7030,19	13,91	43,13	0,085	25,62
Mano de obra	7536,30	14,91	46,23	0,091	27,46
TOTAL	27445,27	54,26	168,37	0,34	100,00

En este caso, el rubro de mayor peso fue el de la materia prima; sin embargo, como se mencionó anteriormente, el costo principal lo aportó la leche de cabra, valor que se puede reducir en el caso de que el propio productor de leche sea el que va a manufacturar los helados.

La mano de obra también aporta un importante porcentaje de los costos directos; en caso de que el dueño de la empresa tenga conocimientos relacionados con la elaboración de helados, se puede contratar a un empleado no calificado; de no ser así, se recomienda por lo menos una persona que tenga conocimientos básicos que le permitan comprender bien el proceso de manufactura. Además, al estar los cálculos basados en una prueba a nivel de planta piloto, entre los costos directos no se tomó en cuenta el costo de distribución del producto.

Por otro lado, el Cuadro 5.12 muestra el monto total aportado por los costos variables indirectos de producción, los cuales consistieron en el 5% de los costos directos, tal y como se mencionó anteriormente.

Cuadro 5.12. Costos variables en el proceso de elaboración de 16310 mL de helado.

Rubro	Costo/Porción (¢)	Costo/Porción (US \$)	Costo (%)
Costos directos	168,37	0,34	95,37
Costos indirectos	8,42	0,02	4,63
TOTAL	176,79	0,36	100,00

5.6.5 Precio de venta del helado

Basándose en lo propuesto por Rojas (2005), los costos variables calculados se utilizaron como base para determinar el precio de venta del helado, tomando en cuenta los costos fijos (25% de los costos variables de producción), margen de utilidades (30% de los costos variables y fijos) y costo asociado a la distribución en el mercado (50% de los costos variables y fijos) (Cuadro 5.13).

Cuadro 5.13. Estimación del precio de venta del helado de fresa con topping 100% leche de cabra.

Rubro	Costo/Porción (¢)	Costo/Porción (US \$)	Costo (%)
Costos variables	176,79	0,36	44,44
Costos fijos	44,20	0,09	11,11
Margen de utilidades	66,30	0,13	16,68
Distribución en el mercado	110,50	0,22	27,78
TOTAL	397,79	0,80	100,00

Como se puede observar en el Cuadro 5.13, el costo final de 100 mL de helado de leche de cabra fue de ¢397,79 (\$0,80).

Al realizar una comparación (Cuadro 5.14) con los helados Dos Pinos y Coronado de igual presentación se puede calcular que este producto es en promedio un 18,03% más costoso que las marcas mencionadas. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que los costos de producción podrían disminuir al aumentar el tamaño de los lotes y al comprar materia prima a granel.

Aunque el helado elaborado presentó un precio de venta mayor, éste sigue siendo accesible para el consumidor. Además, la importancia del precio se ve disminuida al resaltar que los helados conservan las propiedades nutricionales y antialérgicas de la materia prima, por lo que su promoción en el mercado de alimentos funcionales o con valor agregado es muy factible, brindándoles una alta competitividad.

Cuadro 5.14. Comparación entre el precio de venta del helado desarrollado y productos similares disponibles en el mercado.

Producto	Costo/Porción (¢)	Costo/ Porción (US \$)
Helado fresa con topping 100% leche cabra	397,79	0,80
Alaska de Dos Pinos (100 mL)	350	0,69
Coronado (100 mL)	325	0,64

5.7 Ficha técnica del helado 100% leche de cabra sabor fresa con topping

5.7.1 Introducción

Los helados son considerados a nivel nacional como un producto de importancia económica debido a su elevado consumo. En Costa Rica se estima un consumo anual de 8 757 000 L (Valverde, 2005), lo que abre grandes oportunidades de innovación para la industria heladera.

Unido a la oportunidad de innovación, se encuentra el apoyo al sector lácteo caprino nacional, del cual surge la necesidad de impulsar la producción actual y buscar nuevas alternativas de comercialización.

La elaboración de helados a partir de leche de cabra es una excelente oportunidad para que el mercado nacional diversifique sus productos, dando lugar a un producto que, además de ser muy aceptado por los consumidores, puede considerarse como nutracéutico al tomar en cuenta las propiedades con las que se asocia la leche de cabra.

5.7.2 Descripción del producto

Producto lácteo cremoso a temperaturas aproximadas a los -15°C , elaborado a partir de leche 100% de cabra pasteurizada, y se clasifica como un helado de leche con grasa vegetal, ya que en su formulación está incorporado este tipo de grasa, la cual le da al helado características sensoriales similares a las impartidas por la grasa láctea.

Presenta un color rosado pálido que se ve disminuido por la tonalidad roja del topping de fresa, el cual, además de intensificar el color y completar el sabor, proporciona una textura más cremosa al helado, lo que lo hace muy llamativo para el consumidor.

5.7.3 Materia prima, aditivos y proveedores

Para la elaboración de los helados de leche de cabra se utiliza leche fresca de cabra no pasteurizada ni homogenizada y libre de antibióticos; también se emplean aditivos comerciales (Cuadro 5.15). Se pueden encontrar algunos proveedores alternativos de aditivos en el Cuadro 5.16.

Cuadro 5.15. Información general de los aditivos utilizados para la elaboración de helados.

Aditivo	Casa Comercial	Teléfono	Características	Uso
Cremhelado	Grupo Numar	2284-1000	Sólido	Aporte de sólidos grasos
Sustituto de leche en polvo	Aseal S.A.	2589-4141	CCM-96644	Aporte de sólidos no grasos
Estabilizante	Aseal S.A.	2589-4141	CC-10137	Mejorar cuerpo y viscosidad
Emulsificante	Aseal S.A.	2589-4141	CCM-36849	Reducir la tensión superficial entre fases
Colorante	Astek	2254-6479	Rojo Amarillo	Dar color
Saborizante	Astek	2254-6479	Fresa (A0186) Vainilla (A0189)	Dar sabor
Topping de fresa	El Angel S.A.	2507-4900	Trozos de fruta suspendida	Sabor, color y apariencia

Cuadro 5.16. Proveedores alternativos de los aditivos utilizados para la elaboración de helados.

Aditivo	Casa Comercial	Teléfono
Sustituto de leche en polvo	Baltimore Spice C.A.S.A	2231-1818
Estabilizante y emulsificante para helado	Nutriquim S.A.	2262-8582
Colorante	Tips	2290-2449
Saborizante	F y F (FLAVORS & FRAGANCES CALLIZO & SONS)	2239-8001
Topping de fresa	Productos Ujarrás S.A	2278-2770

5.7.4 Equipo/reactivos necesarios y proveedores

En el Cuadro 5.17 se muestra el equipo básico necesario para la elaboración de helados. Posteriormente se muestran proveedores de equipos en general para la industria alimentaria (Cuadro 5.18).

Cuadro 5.17. Proveedores de los equipos necesarios para la elaboración de helados.

Equipo	Proveedor	Teléfono
Balanza	La casa de la romana (BALLAR)	2297-4000
Cristalería	DIPROLAB	2234-8663
Reactivos	Laboratorios Químicos Arvi S.A.	2279-9555
Pasteurizadora	Metalmecánica Guego	2265-5996
Homogenizador	FINAMAC	http://www.finamac.com.br/br/
Maduradora		
Mantecadora		
Congelador	Refrigeración Industrial Beirute S. A.	2233-4222

Cuadro 5.18. Proveedores alternativos de equipos para la industria alimentaria.

Equipo	Proveedor	Teléfono
Balanza	La casa de la balanza	2552-6311
	Ocony	2253-3535
Equipo de acero inoxidable	Tainea	2272-1355
	Transmetal	2219-7878
	Maquinado Técnico (Traversa)	2272-0954
Congelador	Ersa equipos de refrigeración	2443-2315

5.7.5 Formulación

Cuadro 5.19. Formulación base de los helados elaborados a partir de leche de cabra y de vaca.

Ingredientes	Contenido
Leche entera 100% cabra	79,99 %
Cremhelado	Depende del % grasa de la leche**
Sustituto de leche en polvo	2,40 %
Azúcar	14,0 %
Estabilizante	0,02 %
Emulsificante	0,40 %
Topping de fresa*	6,00%
Saborizante fresa (marca Astek)*	25 mL
Colorante rojo*	1 mL

*Cantidad adicionada a 10 L de base de helado

**Ver Apartado 5.7.6 (Formulación y Mezclado)

5.7.6 Especificaciones del proceso

En la Figura 5.12 se presenta el proceso de elaboración de helados, el cual se detalla a continuación:

Formulación y mezclado: se debe determinar el contenido de grasa de la leche de cabra para realizar el cálculo de la cantidad de grasa vegetal que se debe adicionar para alcanzar el 10% de grasa total en el producto final. En esta etapa se debe realizar el pesado de los ingredientes secos, ya que su adición se debe realizar cuando la leche alcanza una temperatura de 30°C.

Pasteurización: la mezcla se calienta hasta alcanzar una temperatura de 85°C durante 15 minutos. Una vez transcurrido el tiempo de pasteurización se debe realizar un enfriamiento rápido hasta llegar a los 4 °C.

Homogenización: se logra mediante el paso forzado de la mixtura caliente (63-77°C), a través de un orificio a presiones entre los 15.5 y 18.9 MPa. Esta etapa generalmente se da en conjunto con la pasteurización.

Maduración: consiste en mantener la mezcla a una temperatura de 2-5 °C con agitación mecánica constante durante 4 horas, una vez finalizada la pasteurización. Posterior a esta etapa se agregan el colorante y el saborizante.

Incorporación de aire: la mezcla madurada se traslada a la mantecadora, la cual se encarga de batir la mezcla hasta alcanzar la consistencia deseada. La programación y el tiempo de esta operación dependen del equipo que se utilice.

Pesado/Envasado: se realiza de forma manual utilizando una balanza debidamente calibrada y en envases de polietileno hasta su máxima capacidad.

Endurecimiento: se lleva a cabo en las cámaras de congelación cuya temperatura debe ser de aproximadamente -30 °C. El producto envasado debe permanecer a la temperatura mencionada por un periodo ininterrumpido de 16-24 horas.

Almacenamiento: los helados se deben almacenar en cámaras de congelación cuya temperatura debe estar entre los - 18 y los -20 °C.

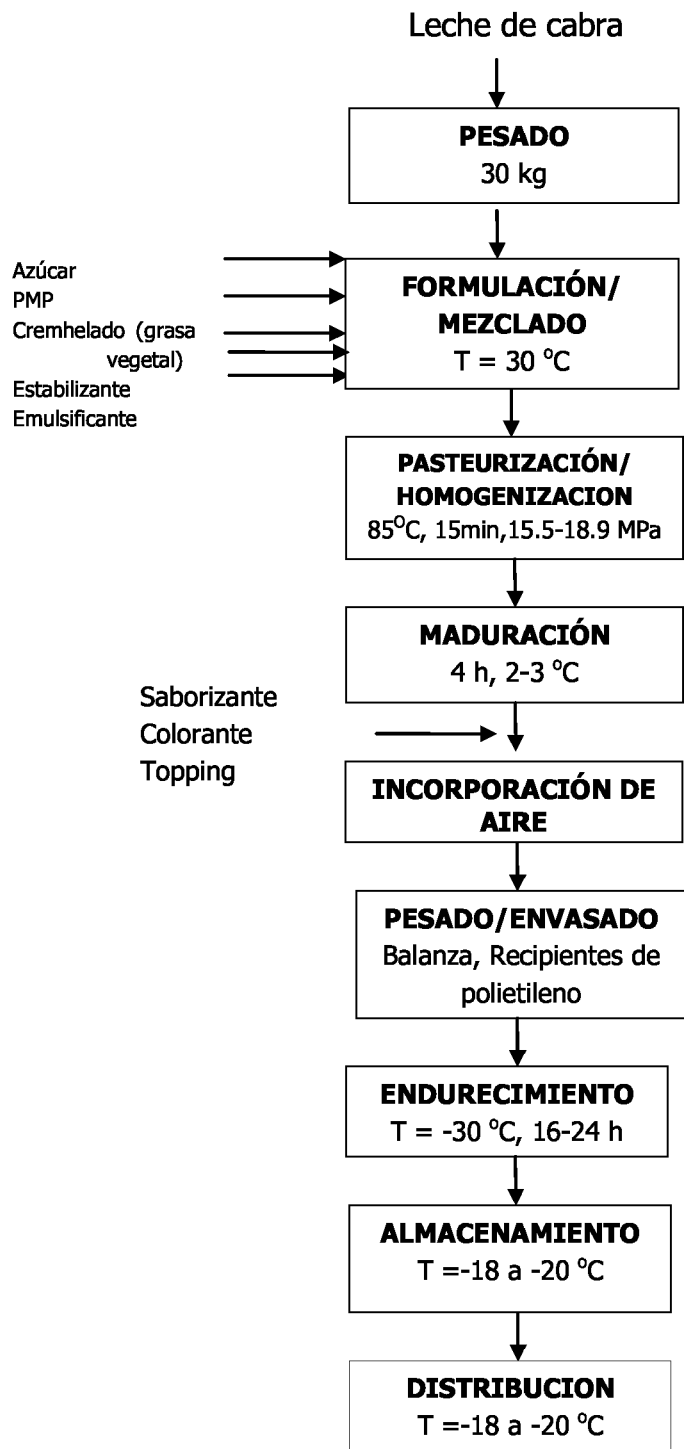


Figura 5.12. Flujo de proceso para la elaboración de helados de fresa con topping 100% leche de cabra.

5.7.7 Puntos de control del proceso

Durante el proceso de elaboración de helados, se deben controlar ciertos puntos, los cuales garantizan la entrega de un producto de calidad.

- **Formulación:** ésta es una de las etapas claves del proceso de elaboración de helados, ya que de ella depende la manufactura de un producto con las características físicas, químicas y sensoriales que busca el consumidor. En ella se deben tomar en cuenta las materias primas a utilizar y se debe realizar un cálculo adecuado de cada uno de los componentes; de esto va a depender el endurecimiento general del helado y la manifestación de defectos como la formación de cristales de lactosa y el encogimiento del helado.
- **Pasteurización:** el control del tiempo y la temperatura de pasteurización son indispensables para asegurar la inocuidad del producto. El tratamiento térmico también tiene efectos beneficiosos sobre el cuerpo y la textura del helado al promover la hidratación de las proteínas y estabilizantes.
- **Homogenización:** en el caso de la elaboración de helados, esta operación es clave para que se evite la desestabilización de la grasa, necesaria para la formación de la estructura característica. Para determinar la presión de homogenización a utilizar se debe tomar en cuenta el porcentaje de grasa de la formulación. Se dice que este factor influye en la viscosidad de la mezcla, características de batido, cuerpo, textura del helado y aireamiento del helado.
- **Maduración:** el reposo de la mixtura en frío (mínimo de 4 horas) permite el incremento de la viscosidad de la mixtura, cristalización de los glóbulos de grasa y rearreglo de la membrana, lo que da lugar a una textura más suave y a un incremento en la calidad.

- Incorporación de aire y endurecimiento: luego de la incorporación de aire, en la cual la temperatura de la mixtura disminuye a alrededor de los -2°C , el helado debe ser inmediatamente empacado e introducido en el congelador a temperaturas de -30°C .
- Almacenamiento: se debe evitar la fluctuación de la temperatura durante el almacenamiento debido a que esto favorece la recristalización de los cristales de hielo, lo que se traduce en cristales más grandes, encogimiento del helado y, por tanto, una textura indeseable.

5.7.8. Puntos críticos para asegurar la inocuidad del producto

El establecimiento de los puntos críticos de control se realiza basándose en la suposición de que la empresa tiene implementados los programas de soporte y las buenas prácticas de manufactura.

Cuadro 5.20. Análisis de riesgos significativos por etapas para el proceso de elaboración del helado de fresa con topping, 100% leche de cabra.

Etapa	Peligros presentes	¿El peligro es relevante?	Control del peligro	PCC
Recibo de leche	B: Presencia de microorganismos patógenos en niveles inaceptables F: No Q: Presencia de antibióticos, pesticidas y otros	B: No Q: Sí, no existe una etapa que elimine el riesgo	B: Se elimina el peligro con la pasteurización Q: Programa de aprobación de proveedores y BPM	B: No Q: No
Pesado	B: No F: No Q: No	–	–	–

Cuadro 5.20. Continuación

Etapa	Peligros presentes	¿El peligro es relevante?	Control del peligro	PCC
Formulación/ mezclado	B:Contaminación con microorganismos patógenos F: Materia prima contaminada Q: Materia prima contaminada	B: No F: No Q: No	B: Se elimina el peligro con la pasteurización F: Programa de aprobación de proveedores Q: Programa de aprobación de proveedores	B: No F: No Q: No
Pasteurización/ Homogenización	B: Si F: No Q: No	B: Supervivencia de microorganismos patógenos	B: Etapa diseñada para el control del riesgo a un nivel aceptable	B: Si
Maduración	B: No F: No Q: No	–	–	–
Incorporación de aire	B: Recontaminación con microorganismos patógenos F: Ruptura de aspas de la mantecadora Q: Aceite lubricante del equipo	B: No F: No Q: No	B: SSOP Superficies en contacto directo con el alimento F: SSOP Mantenimiento de equipo Q: SSOP Mantenimiento de equipo	B: No F: No Q: No

Cuadro 5.20. Continuación

Etapa	Peligros presentes	¿El peligro es relevante?	Control del peligro	PCC
Envasado	B: Recontaminación con microorganismos patógenos F: No Q: No	B: No	B: SSOP Superficies en contacto directo con el alimento y BPM	B: No
Endurecimiento	B: No F: No Q: No	–	–	–
Almacenamiento	B: No F: No Q: No	–	–	–

Cuadro 5.21. Definición de los puntos críticos de control para el proceso del helado de fresa con topping 100% leche de cabra.

Descripción del PCC	Límites críticos	Procedimiento de monitoreo	Acciones correctivas
Pasteurización	Temperatura	Se verifica cada 10 minutos la temperatura mostrada en la pantalla del equipo pasteurizador	Pasteurizar nuevamente
	Tiempo	Se verifica el tiempo que estuvo la mezcla a la temperatura establecida, usando los gráficos tiempo vs temperatura mostrados por el sistema.	

5.7.9 Rendimiento

Para determinar el rendimiento de los helados se debe tomar en cuenta el porcentaje de aireamiento; en este caso se estableció un aireamiento experimental promedio del 20% y un aireamiento teórico del 60%. Bajo estas condiciones se obtuvo un rendimiento promedio del 75%; sin embargo, no es posible establecer un valor exacto.

5.7.10 Empaque recomendado

Por lo general, los helados tienen gran variedad de presentaciones, por lo que el tipo de empaque se determinó basándose en las encuestas realizadas a los consumidores, los cuales indicaron que su preferencia era tomar el helado en cono. Por lo tanto, se escogieron envases de polietileno de un cuarto de galón y medio galón; esta presentación permite al consumidor prepararse su propio cono y el tipo de empaque no altera la composición del producto. A continuación se presenta una lista de proveedores de envases plásticos para alimentos (Cuadro 5.22).

Cuadro 5.22. Proveedores de envases plásticos para la industria de alimentos.

Empresa	Teléfono
Proplax	2293-3232
Plásticos Modernos	2293-4010
Plásticos Star	2255-4122

5.7.11. Análisis recomendados

5.7.11.1. Análisis para la leche

- Toma de temperatura de la leche: para evitar defectos en los productos lácteos debido a microorganismos en la leche cruda, es necesario limitar los niveles de contaminación, controlando que la misma se haya mantenido en temperaturas de refrigeración (2-4°C), inmediatamente luego del ordeño y durante el almacenamiento.
- Determinación de la acidez titulable (ATECAL): la acidez de la leche durante el almacenamiento tiende a incrementarse debido a la acción de los microorganismos, percibiéndose un sabor agrio al alcanzar valores cercanos al 0,3%. Esta se puede determinar mediante titulación directa utilizando fenolftaleína y una disolución valorada de hidróxido de sodio 0,1 N.
- Contenido de sólidos grasos y sólidos totales: esta prueba es necesaria para la formulación de los helados; además permite analizar la calidad química de la leche.
- Densidad: permite comparar la densidad de la leche con la del agua para determinar si hubo adición de ésta. La densidad promedio de la leche oscila entre los 1,027 y 1,033 g/mL y la medición se lleva a cabo utilizando un lactodensímetro.
- Prueba de reducción con rezasurina: permite, mediante un cambio de coloración, determinar si hay actividad metabólica microbiana. Dicha actividad produce un cambio en el potencial oxidoreductor de la leche que da lugar al color rosado; a mayor actividad metabólica más rápido se da el cambio de color.

- Prueba de antibióticos: la presencia de antibióticos en la leche produce una serie de problemas en el ser humano. La detección de antibióticos del tipo Beta-Lactámicos se puede realizar mediante pruebas sencillas como la Snap.

5.7.11.2. Análisis para los helados

- Porcentaje de aireamiento: consiste en una prueba sencilla que se puede realizar rápidamente durante el proceso y que refleja, en general, la calidad del producto. Además, este dato permite determinar los rendimientos del proceso.
- Prueba de derretimiento: más que tomar el tiempo que le toma al helado derretirse, es importante fijarse en las características del suero, es decir, si es muy líquido, si tiene grumos o coloraciones extrañas.
- Contenido de grasa y sólidos totales: permite corroborar la formulación empleada y es uno de los componentes que debe de aparecer en el etiquetado nutricional.
- Recuento de coliformes totales, fecales y *E. coli*: son indicadores de la inocuidad y del manejo que se da al producto posterior a la pasteurización.

IV. CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la cantidad de aire incorporado a los helados elaborados con distintos tipos de leche.

Se encontraron diferencias significativas ($p > 0,0001$) entre los lotes de helado para la variable del aireamiento.

Se encontró una interacción significativa ($p < 0,0002$) que refleja la influencia que tiene la adición del topping de fresa sobre el tiempo de derretimiento del helado dependiendo de la leche. Se observó el mismo comportamiento en los tres tipos de leche utilizados, pero tuvo más impacto en los helados elaborados con leche de vaca.

La adición de topping de fresa también influyó en la textura de los helados, provocando una disminución en todas las variables de textura evaluadas.

Se halló interacción significativa en las tres variables de textura (dureza, adhesividad y energía), lo que indica un comportamiento de la textura dependiente del tipo de leche y el sabor utilizado.

Una interacción significativa ($p < 0,02$) evidencia la dependencia del pH con el sabor del helado para los dos tipos que tenían leche de cabra en su formulación.

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tipo de leche para los parámetros de color L^* , a^* y C^* . Debido al uso de colorantes y la adición de topping, el sabor de los helados presentó efectos significativos ($p < 0,0001$) sobre los parámetros L^* , a^* , C^* .

Se encontró una interacción significativa ($p < 0,05$) en el efecto del tipo de leche y el sabor empleado en la formulación del helado sobre los valores de b^* y h^* . Para b^* los helados de vainilla elaborados con leche de cabra, presentaron valores superiores a los de las otras leches, mientras que para h^* en los tres sabores, la leche de vaca tuvo comportamientos diferentes.

La prueba de agrado general evidenció que los consumidores no presentaron una diferencia significativa ($p > 0,05$) en el agrado entre los helados preparados con diferentes tipos de leche.

Se obtuvieron tres conglomerados de consumidores que reflejaron una preferencia por el helado de fresa con topping, otorgándole calificaciones mayores o iguales a 7,9 en una escala de 10 cm.

Al no haber diferencias físico-químicas entre los helados, debido a los tipos de leche utilizados, se eligió el helado de fresa con topping 100% leche de cabra, el cual se puede llegar a posicionar en el mercado debido a sus características nutraceuticas.

Tanto los resultados obtenidos en la prueba de agrado como en las características físico-químicas estudiadas muestran que el tipo de leche utilizada en la elaboración de helados no es un factor determinante en las características de los helados, por lo que es factible elaborar helados con leche de cabra y obtener un producto de calidad y buena aceptación.

Los costos variables estimados para el proceso de elaboración de 16310 mL de helado son de $\text{¢}176,79$, valor que permite la estimación del costo final del producto.

El precio de venta de 100 mL de helado de fresa con topping 100% leche de cabra fue de $\text{¢}397,79$ ($\$0,80$) valor que lo hace relativamente competitivo en comparación con helados similares de las marcas Dos Pinos y Coronado.

VII.RECOMENDACIONES

Realizar una revisión de la formulación de los helados con el propósito de incrementar los sólidos totales, de manera que mejore la característica de aireamiento y, por ende, la textura y el tiempo de derretimiento.

Utilizar la cantidad de emulsificante y estabilizante sugerida por el proveedor, con el propósito de obtener las características deseadas en el producto final.

Buscar el equipo más adecuado para el tipo de helado que se está formulando, ya que esto influye directamente en las características físicas del helado, en la calidad del producto final y la aceptación por parte del consumidor.

Incorporar la operación de homogenización en el proceso, la cual se encarga de propiciar las condiciones para que se forme la estructura sólida del helado y le brinde mayor estabilidad a través del tiempo.

Realizar la evaluación de agrado con una población más variada, que incluya niños y adultos mayores de ambos sexos, para dar mayor alcance a los resultados obtenidos en este estudio.

Evaluar el nivel de agrado de los helados elaborados utilizando saborizantes diferentes con el propósito de variar la oferta del producto en el mercado.

Buscar posicionar el producto en un sector del mercado que no esté saturado, por ejemplo el de intolerantes a la lactosa o alérgicos a la leche de vaca, de manera que se pueda ofrecer un producto de mejor calidad y de buen precio, de lo que está en el mercado.

Buscar sustitutos parciales o totales de la grasa vegetal utilizada en la formulación, para brindar un producto aún más nutritivo y beneficioso para la salud.

Impulsar, en futuros proyectos de investigación, el desarrollo de productos elaborados a partir de leche de cabra, para incrementar el consumo de este tipo de leche y la oferta de estos productos en el mercado nacional, el cual está muy enfocado principalmente a la venta de productos elaborados con leche de vaca.

Hacer un estudio de concepto para determinar cómo percibe el consumidor costarricense un helado elaborado con leche de cabra.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- AGUDELO, D.; BEDOYA, O. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista LaSallista de Investigación* 2(1): 38-42.
- AIME, D. B.; ARNTFIELD, S.D.; MALCOLMSON, L.J.; RYLAND, D. 2001. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food Research International* 34(1): 237-246.
- ALVAREZ, V. 2009. Ice cream and related products In Clark, S; Costello, M; Bodyfelt, F. Eds. *The sensory evaluation of dairy products*. Springer, New York.
- AKALIN, A. S.; ERIŞİR, D., 2008. Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. *Journal of Food Science* 73(4): 184-188.
- ANONIMO. 2000. Venciendo la complejidad del helado de chocolate. *Heladería Panadería Latinoamericana* 1(47): 50-54.
- ANONIMO. 2009. Estabilizantes usados en helados. *Mundo Lácteo y Cárnico*. INTERNET.
http://www.alimentariaonline.com/media/MLC028_HELADOS.pdf
- ARAYA, V.; GALLO, L.; QUESADA, C.; CHAVES, C.; ARIAS, M. L. 2008. Evaluación bacteriológica de la leche y queso de cabra distribuidos en el Área Metropolitana de San José, Costa rica. *Archivos Latinoamericanos de nutrición* 58(2): 182-186.

- BEAR, R. J.; WOLKOW, M. D.; KASPERSON, K.M. 2007. Efecto de emulsificantes en el cuerpo textura del helado bajo en grasa. Mundo lácteo y cárnico. INTERNET.
http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MLC020_HELADO.pdf
- BELITZ, H. D.; GROSCH, W. 1997. Química de Alimentos. 2 ed. Acriba, Zaragoza. 1087 pp.
- BRENES, M. 2010. Aplicación de tratamiento enzimático para el aprovechamiento del pejibaye (*Bactris gasipaes*) en la obtención de un puré con alto contenido de compuestos bioactivos y su evaluación de aceptación en el mercado. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnología de Alimentos, San José. 101 pp.
- BRENNAN, J.; BUTTERS, J.; COWELL, N. 1998. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. 3 ed. Acriba, Zaragoza. 714 pp.
- BOLLIGER, S.; GOFF, H. D.; THARP, B. W. 2000. Correlation between colloidal properties of ice cream mix and ice cream. International Dairy Journal 10 (4): 303-309.
- BOURNE, M. C. 2002. Relationship between rheology and food texture. In Welti-Chanes J; Barbosa-Cánovas, G.; Aguilera, J. M. eds. Engineering and Food for the 21st Century. CRC Press, Boca Ratón.
- CASTRO, A. 2002. Cualidades medicinales y nutricionales de la leche de cabra. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 48 pp.
- CHACÓN, A. 2004. Acidez y peso específico de la leche de cabra de un grupo de capricultores de la Meseta Central costarricense. Revista Agronomía Mesoamericana 15 (2): 179-183.

- CHACÓN, A. 2005. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. Revista Agronomía Mesoamericana 16(2): 239-252.
- CHACÓN, A. 2008. Generalidades sobre la evaluación de la calidad de la leche en la agroindustria láctea. Actualidad Zootécnica 3 (1): 38-47.
- CORDERO, M. 2010. Factores que afectan la funcionalidad del pure de chayote (*Sechium edule* Sw.) como sustituto de grasa y determinación del material de empaque idóneo para asegurar la estabilidad del producto. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnología de Alimentos, San José. 107 pp.
- CORRALES, J. 2004. Elaboración de un queso fresco a partir de leche de cabra adaptado a las condiciones técnicas de la Asociación Costarricense de Criadores de Cabras (A.C.C.C) y al gusto del consumidor nacional. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnología de Alimentos, San José. 78 pp.
- CORRALES, J.; CHACÓN, A. 2005. Estudio de opinión de consumidores sobre el queso fresco de cabra (*Capra hircus*) en Costa Rica. Revista de Agricultura Tropical 35(1): 39-49.
- CORZO, O; BRACHO, R.; MILLAN, N. 2008. Cambios de color en laminas de sardina durante la deshidratación osmótica. Revista Científica 18(4): 424-430.
- DERVISOGLU, M. 2006. Influence of hazelnut flour and skin addition on the physical, chemical and sensory properties of vanilla ice cream. International Journal of Food Science and Technology 41(1): 657-661.
- DOYLE, M; BEUCHAT, L; MONTVILLE, T. 2001. Microbiología de los alimentos: Fundamentos y fronteras. Acribia, Zaragoza. 799 pp.

- FAVARO-TRINDADE, C.; DE CARVALHO BALIEIRO, J.; FELIX DIAS, P.; AMARAL SANINO, F.; BOSCHINI, C. 2007. Effects of culture, pH and fat concentration on melting rate and sensory characteristics of probiotic fermented yellow mombin (*Spondias mombin L.*) ice creams. *Food Science and Technology International* 13(4): 285-291.
- FELLOWS, P. 1994. *Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y prácticas*. Acribia, Zaragoza. 549 pp.
- FRASER, B. 1985. Producción y utilización de leche de ovejas y cabras. *Alimentos* 10 (3):58-65.
- FRITZ, T. 1989. *Fabricación de helados*. Zaragoza, Acribia. 304 p.
- GALIANA, P. 2008. Galiana: Gelats artesans. INTERNET.
<http://www.gelatsgaliana.com/queesfichatenica.htm> Revisado 20 junio 2011.
- GARTI, N. 2002. Food emulsifiers. In Marangoni, A.; Narine, S. Eds. *Physical properties of lipids*. CRC Press, Boca Raton.
- GAYLE, L. 1999. *Contabilidad y administración de costos*. 6 ed. McGraw-Hill Interamericana, México. 971 pp.
- GIESE, J. 2000. Color measurement in foods as a quality parameter. *Food Technology*. 54(2):62-63.
- GOFF, D. s. f. Structure of ice cream. *Dairy Science and Technology*. University of Guelph. INTERNET.
<http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/icstructure.html>. Revisado 20 junio 2011.
- GOFF, H. D. 1997. Colloidal aspects of ice cream: a review. *International Dairy Journal* 7(6): 363-373.
- GOFF, H. D. 1997. Instability and partial coalescence in whippable dairy emulsions. *Journal of Dairy Science* 80(10): 2620-2630.

- GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. 2006. Ice cream and frozen desserts. In HUI, Y. H. ed. Handbook of food Science, Technology and Engineering. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. 2004. Ice cream and frozen desserts. In Murrel, K.D.; Hui, Y. H.; Nip, W.; Lim, M.; Guerrero, I.; Cornillon, P. eds. Handbook of frozen Foods. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- GÜITZ, J. 2000. El costo de producción en una microempresa dedicada a la elaboración de playeras. Proyecto de Investigación Diplomado Regional de Microempresa. Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales. Universidad Rafael Landívar, Antigua, Guatemala.
- GÜVEN, M.; KARACA, O. B. 2002. The effects of varying sugar content and fruit concentration on the physical properties of vanilla and fruit ice-cream-type frozen yogurts. International Journal of Dairy Technology 55 (1): 27-31.
- HERRERA, C; BOLAÑOS, N; LUTZ, G. 2003. Química de alimentos: Manual de laboratorio. EUNED, San José. 137 pp.
- HUNTERLAB. S.f. Solving color measurement challenges of the food industry. INTERNET. <http://www.hunterlab.com/publications/solvingcolormeasurements.pdf> Revisado 20 junio 2011.
- JIMÉNEZ, F.; GÓMEZ, C. 2005. Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado. Red peruana de Alimentación y Nutrición. INTERNET. <http://www.rpan.org/publicaciones/pv010.pdf> Revisado 23 setiembre 2010.
- KAMINARIDES, S.; ANIFANTAKIS, E. 2004. Characteristics of set type yoghurt made from caprine or ovine milk and mixture of the two. International Journal of Food Science and Technology 39(1): 319-324.
- KEATING, P. F.; GAONA, H. 1999. Introducción a la lactología. 2 ed. Limusa, México. 315 pp.

- KERR, W. 2004. Texture in frozen foods. In Hui, Y. H. ;Cornillon, P.; Guerrero, I.; Lim, M.; Murrel, K.; Nip, W. eds. Handbook of Frozen Foods. CRC Press, Boca Ratón, Florida.
- KIRK, R.; SAWYER, R.; EGAN, H. 2006. Composición y análisis de alimentos de Pearson. Compañía Editorial Continental, México. 777 pp.
- KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. 2003. Fundamentos de marketing. 6 ed. Prentice Hall, México, D.F. 680 pp.
- KRUEL, T. 2004. Development of low-fat and fat-free strawberry ice creams using fat replacers. Tesis M.Sc. Tecnología de Alimentos. Universidad de Missouri. 160 pp
- LAURO, G.J.; INAMI, O.; JOHNSON, C. 2005. Color measurement and colorants for surimi seafood. In Park, J. ed., Surimi and seafood. 2 ed. CRC Press, Boca Ratón, Florida.
- LIENDO, M.; MARTINEZ, A. 2007. Industria del helado: análisis del sector lácteo. Instituto de Investigaciones económicas de la Escuela de Economía, Universidad Nacional de Rosario. INTERNET.
<http://www.fcecon.unr.edu.ar/investigacion/jornadas/archivos/martinezyliendohelado>. Revisado: 23 marzo 2009.
- LIM, S.; SWANSON, B.; ROSS, C.; CLARK, S. 2008. High hydrostatic pressure modification of whey protein concentrate for improve body and texture of low fat ice cream. Journal of Dairy Science 91(1): 1308-1316.
- MACDOUGALL, D.B. 2002. Colour measurements of food: principles and practice. In MACDOUGALL, D.B., ed. Colour in food: improving quality. CRC Press, Boca Ratón, Florida.
- MADRID, A. 1989. Los helados en la alimentación. Alimentos Procesados 8(4):37-40.

- MADRID, A.; MADRID, M. 1992. Composición y elaboración de helados. *Industria Alimenticia* 3 (10): 28-31.
- MADRID, F. 2000. Estudio de viabilidad técnica, económica y financiera para la producción en Costa Rica de helados a partir de suero subproducto de la elaboración de quesos frescos. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnología de Alimentos, San José.
- MADRID, A.; MADRID, J. 2001. *Nuevo Manual de Industrias Alimentarias*. 3 ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 608 pp.
- MADRID, A.; CENZANO, I. 2003. *Helados: Elaboración, análisis y control de calidad*. Mundi Prensa, Madrid. 380 pp.
- MALDONADO, S.; SINGH, J. 2007. Efecto de gelificantes en la formulación de dulce de yacón. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28(2): 429-434.
- MONTESINOS, R. 2003. Especificación cromática de gama de colores usados en la industria del calzado. Universidad de Alicante. Alicante, España.
- MUSE, M. R.; HARTEL, R.W. 2004. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science* 87(1): 1-10.
- NAZARUDDIN, R.; SYALIZA, A. S.; WAN ROSNANI, A. I. 2008. The effect of vegetable fat on the physicochemical characteristics of dates ice cream. *International Journal of Dairy Technology* 61(3): 265-269.
- NEGURUELA, A.; PEREZ-ARQUILLUE, C. 2000. *Journal of AOAC International* 83(3): 669-674.
- OROZCO, R.; MELEAN, R.; ROMERO, G. 2004. Costos de producción en la cría de pollos de engorde. *Revista Venezolana de Gerencia* 9(28):1-27.
- PÁEZ, R.; MAGGIO, A. 1997. Leche de cabra, historia y características. INTERNET.http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/13-leche_historia_caracteristicas.htm Revisado 18 agosto 2010.

- PAIZ, M. A; BUSTOS, I. 2009. Evaluación sensorial de tres líneas de frijoles: MIB 395, MIB 396 Y MIB 397; mejorados nutricionalmente en las comunidades: la Vainilla en La Conquista y El Aguacate en Diriamba Departamento de Carazo. Trabajo Investigativo para obtener el Título de Ingeniero Industrial con mención en Agroindustria. Universidad Centroamericana. Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente, Managua. INTERNET. http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/Articulos_ciat/TESIS_FRIJOL_FIN_AL_25octubre2009.pdf Revisado 23 setiembre 2010.
- PATEL, M. 2005. Increasing the protein content in ice cream. Tesis M.Sc. en Ciencia de la Leche y Derivados Lácteos. South Dakota State University, Estados Unidos. 57 pp.
- PEÑA, L. 2007. Estudio para la reducción de los costos de producción mediante la automatización de los finales de línea de la planta Dressing en la Empresa Unilever Andina Colombia LTDA. Tesis Maestría Administración de Empresas. Facultad de Ciencias de la Administración. Universidad del Valle, Santiago de Cali.
- POTTER, N; HOTCHKISS, J. 1999. Ciencia de los alimentos. 5 ed. Acribia, Zaragoza. 684 pp.
- QUILES, A; HEVIA, M.L. 2001. Propiedades físicas de la leche de cabra. Ganadería 1(6): 53-55.
- RAMÍREZ-SUCRE, M. O. & VÉLEZ-RUIZ, J. F. 2009. Efecto de la incorporación de estabilizantes en la viscosidad de bebidas lácteas no fermentadas. Temas selectos de ingeniería de alimentos 3(2): 4-13. INTERNET. <http://www.udlap.mx/ofertaacademica/images/filesDIQAA/REVISTA%20SIA%20Vol.%203-2.pdf#page=8>
- REGLAMENTO TECNICO CENTROAMERICANO. 2008. RTCR 413: 2008. Helados y mezclas para helados. La Gaceta N° 153. San José, Costa Rica.

- RINCÓN, F.; MAYER, S.; LEÓN DE PINTO, G.; MARTÍNEZ, M. 2002. Comportamiento de una mezcla de gomas de *Acacia glomerosa*, *Enterolobium cyclocarpum* e *Hymenaea courbaril* en la preparación de helados de agua. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 3(5): 277-282.
- ROLAND, A.; PHILLIPS, L.; BOOR, K. 1999. Effects of fat replacers on the sensory properties, color melting, and hardness of ice cream. *Journal of Dairy Science* 82 (10): 2094-2100.
- RODRÍGUEZ, G.; CHÁVEZ, J.; RODRÍGUEZ, B.; CHIRINOS, A. 2007. Gestión de costos de producción en el sector metalmecánico de la región zuliana. *Revista de Ciencias Sociales* 8(3): 455-467.
- RODRÍGUEZ, V. A.; CRAVERO, B. F.; ALONSO, A. 2008. Proceso de elaboración de yogur deslactosado de leche de cabra. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28: 109-115.
- ROJAS, W. 2005. Evaluación del efecto de diferentes proporciones de leche de vaca y de leche de cabra sobre las características químicas, físicas y sensoriales de un yogurt batido de fresa. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnología de Alimentos. San José. 99 pp.
- ROJAS, W.; CHACÓN, A.; PINEDA, M. L. 2007. Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y de cabra. *Revista Agronomía Mesoamericana* 18(2): 221-237.
- ROSNANI, A.I.; NOR A. I.; YAZID, A. M.; DZULKIFLY; M.H. 2007. Flow properties of ice cream mix prepared from palm oil: anhydrous milk fat blend. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10(10): 1691-1696.
- RUGER, P.; BAER, R.; KASPERSONS, K. 2002. Effect of double homogenization and whey protein concentrate on the texture of ice cream. *Journal of Dairy Science* 85(1): 1684-1692.

- SALVAGE, B. 1992. El auge de la vainilla. *Industria Alimenticia* 3(1):49-50.
- SALVADOR, A.; MARTINEZ, G. 2007. Factores que afectan la producción y composición de la leche de cabra: Revisión Bibliográfica. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias* 48(2): 61-76.
- SÁNCHEZ, M. J. 2006. Sabores para quedarse helados. *Diario Sur Digital*. Madrid.INTERNET.
<http://www.diariosur.es/pg060629/prensa/noticias/Sociedad/200606/29/SUR-SOC-241.html>
- SANZ, M. R.; SANZ, L.; RODRIGUEZ, M.; BOZA, J. 2006. Alergia a las proteínas de la leche ¿Puede considerarse la leche de cabra hipoalérgica respecto a la de vaca? *Anales* 19(1). INTERNET.
http://www.insacan.org/racvao/anales/2006/09_anales.pdf Revisado 11 agosto 2010.
- SEGURA, N. 2011. Guía de proceso y elaboración de mezclas para helados.INDULAC. San José, Costa Rica. Comunicación Personal.
- SILVA, E.; HERRERA, R.; HERNÁNDEZ, E.; HUERTA, E.; GALÁN, F.; AQUINO, E.; VERDALET, I. 2010. Productos no tradicionales de la leche de cabra: helados y yogurt. Primer Foro sobre ganadería lechera de la Zona Alta de Veracruz. Instituto de Ciencias Básicas, Universidad. INTERNET.
<http://www.uv.mx/agronomia/documents/PRODUCTOSNOTRADICIONALESDELECHECABRA.pdf>
- SLAČANAC, V.; HARDI, J.; PAVLOVIĆ, H.; VUKOVIĆ, H.; ČUTIĆ, V. 2004. Inhibitory effect of goat and cow milk fermented by ABT-2 culture (*Latobacillus acidophilus* LA-5 *Bifidobacterium lactis* BB-12 and *Streptococcus thermophilus*) on the growth of some uropathogenic *E. coli* strains. *Italian Journal of Food Science* 16(2): 209-219.

- SOFJAN, R.; HARTEL, R. 2004. Effect of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal* 14(1): 255-262.
- SPREER, E. 1998. *Milk and dairy product technology*. Marcel Dekker, New York.
- TACSAN, I. 1987. Fabricación de un queso de cabra tipo crottin adaptado al gusto costarricense. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnología de Alimentos, San José. 83 pp.
- VALVERDE, S. 2005. Comparación de los índices de caracterización, la capacidad aterogénica y la susceptibilidad a las reacciones de oxidación de la fracción lipídica de helados producidos y/o comercializados en Costa Rica. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnología de Alimentos, San José. 103 pp.
- VARGAS, P; PINEDA, M. L.; CHACON, A. 2007. Lácteos bovinos y percepción de la leche caprina entre estudiantes de la Universidad de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 18(1): 27-36.
- VÁZQUEZ, G. 2009. Instrucciones de uso de la pasteurizadora (Frigomart modelo PEB 60) y mantecadora (Frigomart modelo Titan 1). Núcleo de Industria Alimentaria, INA. Alajuela, Costa Rica. Comunicación Personal.
- VILLANUEVA, N. D. M.; DA SILVA, M. A. A. P.; PETENATE, A. J. 2002. Performance of the hybrid and self-adjusting hedonic scales in the generation of internal preference maps. 2002 IFT Annual Meeting, July 15-19, 2002. Anaheim, California.
- VILLANUEVA, N.D.M.; PETENATE, A.J.; DA SILVA, M.A.A.P. 2005. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. *Food Quality and Preference* 16(1): 691-703.
- WATTS, B. M.; YLIMAKI, G. L.; JEFFERY, L. E.; ELIAS, L. G. 1992. *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), Ottawa.

- WALSTRA, P.; WOUTERS, J.; GEURTS, T. 2006. Dairy Science and Technology. Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida.
- WITTIG, E. 2001. Evaluación sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos. Biblioteca Digital de la Universidad de Chile. INTERNET. http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmacuticas/wittinge01/index.html Revisado: 23 marzo 2009.
- ZAVALA, J. M. 2005. Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche. INTERNET. http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Biologia%20y%20fisiologia%20de%20la%20lactacion/agroin_doc2.pdf Revisado 18 agosto 2010.
- ZHANG, Z.; GOFF, H. D. 2005. On fat destabilization and composition of the air interface in ice cream containing saturated and unsaturated monoglycerides. International Dairy Journal 15(1): 495-500.

IX. APENDICES

APENDICE A: Análisis físico-químicos

Cuadro A.1. Porcentaje de acidez, porcentaje de grasa y densidad de la leche utilizada como materia prima para elaborar los helados.

% de acidez		Peso específico		% de grasa	
Cabra	Vaca	Cabra	Vaca	Cabra	Vaca
0,18	0,18	1,028	1,029	4,4	4,2
0,18	0,18	1,028	1,029	4,4	4,2
0,18	0,18	1,029	1,029	4,9	4,1
0,18	0,18	1,029	1,029	4,9	4,2
0,18	0,18	1,029	1,029	4,9	4,2
0,18	0,18	1,028	1,029	4,9	4,4
0,18	0,18	1,028	1,029	4,9	4,4
0,17	0,18	1,028	1,029	4,9	4,4
0,17	0,18	1,030	1,030	5,0	4,0
0,17	0,18	1,030	1,030	5,0	4,0
0,17	0,18	1,030	1,030	4,7	4,0
0,17	0,18	1,030	1,030	4,8	4,0
0,17	0,18	1,030	1,030	4,8	4,0
0,17	0,18	1,029	1,029	4,8	4,0
0,17	0,18	1,030	1,030	4,8	4,0
0,17	0,18	1,031	1,031	4,8	4,0
0,17	0,17	1,030	1,031	4,8	4,0
0,17	0,18	1,030	1,031	4,8	4,0
0,17	0,17	1,030	1,031	4,8	4,0
0,17	0,17	1,030	1,031	4,9	4,0
0,17	0,17	1,030	1,031	4,8	4,0
0,17	0,17	1,030	1,030	4,8	4,0
0,17	0,17	1,030	1,030	4,8	4,0
0,17	0,17	1,031	1,031	4,6	4,0
0,17	0,17	1,031	1,031	4,6	4,0
0,17	0,17	1,030	1,030	4,6	4,0
0,17	0,17	1,030	1,030	4,6	4,1
0,17	0,17	1,030	1,030	4,6	4,1
0,19	0,18	1,039	1,030	5,0	5,0

Cuadro A.2. Valores de aireamiento promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Lote	Tipo de leche								
	Vaca			Vaca-Cabra			Cabra		
	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.
1	29,76	23,93	21,25	24,14	20,20	20,11	19,62	23,10	22,83
	30,89	19,15	17,20	19,07	23,06	21,56	18,96	17,69	31,03
	25,71	22,65	19,75	18,04	27,82	18,20	26,04	21,52	16,65
2	24,37	17,88	10,78	22,16	20,72	21,99	20,61	18,37	21,17
	10,70	15,61	27,29	17,49	18,63	16,79	19,35	20,59	17,32
	23,62	15,67	13,31	17,21	21,78	20,81	21,82	20,22	20,11
3	21,95	20,39	16,79	21,93	20,61	27,83	26,95	27,06	25,03
	32,69	28,94	40,46	38,71	38,47	35,78	28,55	24,86	29,06
	25,32	20,90	25,22	23,44	18,90	21,42	20,13	22,11	17,68
4	28,20	24,31	17,89	17,56	15,01	22,30	7,46	17,36	16,06
	24,57	22,79	30,32	9,18	12,82	20,78	18,39	11,17	31,86
	27,69	23,90	26,94	13,85	11,48	22,84	20,82	13,83	27,93
Promedio	25,46	21,34	22,27	20,23	20,79	22,53	20,73	19,82	23,06
Desv. Est	5,63	3,89	8,24	7,18	7,14	4,95	5,37	4,48	5,79
L.C	5,51	3,81	8,07	7,03	6,99	4,85	5,26	4,39	5,67

Cuadro A.3. Valores de pH promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Lote	Tipo de leche								
	Vaca			Vaca-Cabra			Cabra		
	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.
1	6,83	6,77	6,72	6,75	6,71	6,59	6,73	6,69	6,57
	6,87	6,79	6,75	6,77	6,70	6,59	6,73	6,68	6,63
	6,88	6,80	6,75	6,76	6,73	6,61	6,73	6,69	6,57
2	6,12	6,10	6,02	6,41	6,18	6,02	6,06	6,08	5,93
	6,12	6,10	6,00	6,37	6,15	6,03	6,07	6,07	5,93
	6,12	6,10	5,99	6,31	6,14	6,02	6,08	6,05	5,90
3	6,00	5,95	6,04	6,12	6,04	5,97	6,14	6,13	6,06
	6,06	5,94	6,09	6,11	6,04	5,94	6,14	6,13	6,05
	6,10	5,93	6,11	6,11	6,06	5,96	6,14	6,13	6,06
4	6,11	6,05	6,05	5,98	5,96	5,87	6,18	6,15	6,05
	6,10	6,04	6,04	5,99	5,98	5,85	6,20	6,15	6,05
	6,11	6,05	6,04	5,98	5,99	5,86	6,18	6,15	6,04
Promedio	6,29	6,22	6,22	6,31	6,22	6,11	6,28	6,26	6,15
Desv. Est	0,35	0,35	0,32	0,31	0,30	0,30	0,27	0,26	0,27
L.C	0,34	0,34	0,31	0,30	0,30	0,29	0,27	0,26	0,26

Cuadro A.4. Valores de tiempo de derretimiento promedio (minutos), desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Lote	Tipo de leche								
	Vaca			Vaca-Cabra			Cabra		
	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.
1	52,48	44,97	40,75	50,33	45,13	44,42	52,68	50,95	45,35
	51,72	44,00	40,67	51,80	45,25	42,10	47,25	51,08	42,35
	50,00	40,00	37,72	45,13	51,37	43,35	44,30	50,75	45,13
2	53,42	53,02	47,92	54,62	52,00	56,05	55,75	59,45	50,83
	53,63	54,70	47,80	54,28	52,95	53,15	55,45	59,10	52,43
	53,82	55,12	48,92	56,90	54,62	55,58	58,80	59,97	52,77
3	57,68	55,28	51,63	60,00	57,42	57,20	51,45	59,38	57,33
	56,72	57,23	52,02	60,00	57,72	55,30	49,97	57,67	51,28
	51,77	54,95	52,08	54,23	55,40	52,05	51,38	56,08	51,50
4	54,33	52,50	49,73	58,72	57,47	54,35	55,87	56,27	52,33
	55,98	53,85	54,20	59,12	60,00	52,72	54,48	59,48	51,03
	56,00	56,58	52,68	58,87	58,03	52,83	55,58	58,68	53,87
Promedio	53,96	51,85	48,01	55,33	53,95	51,59	52,75	56,57	50,52
Desv. Est	2,30	5,61	5,41	4,56	4,86	5,25	4,12	3,62	4,20
L.C	2,25	5,50	5,30	4,47	4,76	5,15	4,04	3,55	4,12

Cuadro A.5. Valores de L* promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Lote	Tipo de leche								
	Vaca			Vaca-Cabra			Cabra		
	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.
1	88,05	81,41	76,74	88,63	82,72	80,25	88,56	82,94	77,14
	87,53	81,50	76,69	88,19	82,42	79,49	88,37	82,25	77,35
	87,96	80,82	77,44	88,33	81,92	79,05	87,64	83,29	77,87
2	88,89	80,83	75,20	88,93	79,50	73,04	87,99	78,19	75,68
	90,06	81,16	75,05	88,04	80,82	74,73	88,00	78,22	74,64
	88,18	78,80	75,51	87,86	78,41	74,42	87,14	77,67	72,73
3	88,99	80,12	76,72	87,40	76,16	75,93	88,55	79,60	74,00
	89,03	80,56	77,01	88,88	76,24	76,02	88,34	79,84	74,50
	89,22	79,21	76,76	86,77	76,82	77,39	88,69	79,59	74,92
4	89,31	80,96	74,71	88,29	80,38	76,28	88,88	80,35	76,84
	89,02	79,57	74,32	88,90	80,08	76,26	90,70	79,23	77,42
	88,40	80,52	74,54	88,77	79,49	75,12	88,73	80,27	76,50
Promedio	88,72	80,46	75,89	88,25	79,58	76,50	88,47	80,12	75,80
Desv. Est	0,71	0,86	1,11	0,66	2,29	2,18	0,86	1,84	1,63
L.C	0,69	0,85	1,08	0,65	2,24	2,14	0,85	1,81	1,60

Cuadro A.6. Valores de a* promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Lote	Tipo de leche								
	Vaca			Vaca-Cabra			Cabra		
	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.
1	-2,53	14,65	19,42	-3,28	15,53	20,77	-3,31	14,84	19,79
	-2,89	15,63	20,88	-3,55	15,68	19,31	-3,44	14,34	20,87
	-2,79	15,45	20,26	-2,89	14,53	19,90	-3,06	14,82	20,91
2	-2,75	18,72	23,38	-3,23	20,32	23,26	-4,43	21,81	24,20
	-2,80	19,00	24,28	-2,92	21,03	22,81	-3,43	21,83	23,62
	-3,65	19,57	24,29	-2,85	21,52	24,69	-3,98	23,51	25,81
3	-2,76	18,83	24,62	-3,91	24,96	25,47	-3,55	22,15	25,42
	-2,67	20,77	26,15	-3,71	25,00	25,51	-3,99	24,12	25,95
	-2,82	20,27	26,36	-3,13	22,99	25,53	-3,58	22,36	26,43
4	-2,55	21,01	24,25	-2,83	20,80	23,00	-3,39	21,01	23,60
	-1,71	21,33	22,77	-2,60	19,03	25,08	-3,04	21,20	24,24
	-2,00	23,19	24,13	-1,98	19,74	23,25	-3,16	21,56	23,55
Promedio	-2,66	19,04	23,40	-3,07	20,09	23,22	-3,53	20,30	23,70
Desv. Est	0,47	2,61	2,20	0,52	3,47	2,21	0,42	3,51	2,17
L.C.	0,47	2,56	2,15	0,51	3,40	2,17	0,41	3,44	2,12

Cuadro A.7. Valores de b* promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Lote	Tipo de leche								
	Vaca			Vaca-Cabra			Cabra		
	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.
1	31,18	8,78	8,50	31,72	7,76	8,04	32,07	8,11	8,36
	31,30	9,01	9,55	31,26	8,06	7,69	31,40	7,86	8,75
	31,07	9,48	8,70	30,84	7,74	7,38	32,40	7,51	8,46
2	29,32	7,15	8,33	30,59	7,39	8,35	32,26	7,98	8,89
	31,32	7,14	8,25	28,94	7,66	7,55	32,20	8,21	8,71
	30,25	7,51	9,48	29,87	7,80	8,54	30,72	8,68	9,51
3	30,60	8,43	8,57	32,88	8,45	8,23	31,80	7,60	8,43
	30,43	9,42	9,27	33,91	8,43	8,55	30,71	8,56	8,59
	32,11	9,24	9,29	33,45	7,97	8,53	31,91	7,78	8,62
4	31,36	8,56	9,37	27,48	8,85	8,37	29,87	6,40	7,43
	30,44	9,20	8,97	28,12	8,03	9,64	30,35	6,78	7,74
	28,58	9,10	9,62	30,42	8,03	8,79	29,66	6,68	7,20
Promedio	30,66	8,59	8,99	30,79	8,01	8,31	31,28	7,68	8,39
Desv. Est	0,97	0,86	0,50	2,02	0,40	0,61	0,98	0,73	0,65
L.C.	0,95	0,84	0,49	1,98	0,39	0,60	0,96	0,72	0,63

Cuadro A.8. Valores de h^0 promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Lote	Tipo de leche								
	Vaca			Vaca-Cabra			Cabra		
	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.
1	94,63	30,94	23,64	95,90	26,55	21,16	95,89	28,66	22,90
	95,27	29,96	24,58	96,47	27,21	21,72	96,25	28,73	22,75
	95,12	31,54	23,24	95,35	28,05	20,35	95,39	26,88	22,03
2	95,35	20,91	19,61	96,02	19,99	19,75	97,81	20,10	20,17
	95,10	20,60	18,77	95,76	20,02	18,32	96,07	20,61	20,24
	96,87	21,00	21,32	95,44	19,92	19,08	97,38	20,27	20,23
3	95,15	24,12	19,19	96,78	18,70	17,91	96,36	18,94	18,35
	95,01	24,40	19,52	96,24	18,64	18,53	97,40	19,54	18,32
	95,01	24,51	19,42	95,34	19,12	18,48	96,40	19,19	18,06
4	94,64	22,17	21,13	95,87	23,05	20,00	96,47	16,94	17,48
	93,21	23,33	21,50	95,28	22,88	21,03	95,71	17,74	17,71
	94,00	21,43	21,74	93,72	22,14	20,71	96,08	17,22	17,00
Promedio	94,95	24,57	21,14	95,68	22,19	19,75	96,43	21,23	19,60
Desv. Est	0,86	4,02	1,92	0,78	3,42	1,27	0,73	4,32	2,09
L.C	0,85	3,94	1,88	0,76	3,35	1,25	0,72	4,23	2,05

Cuadro A.9. Valores de C^* promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Lote	Tipo de leche								
	Vaca			Vaca-Cabra			Cabra		
	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.
1	31,28	17,08	21,20	31,89	17,36	22,27	36,31	28,24	21,48
	31,43	18,04	22,96	31,46	17,63	20,78	36,06	27,26	22,63
	31,20	18,13	22,05	30,98	16,46	21,22	35,08	26,86	22,56
2	29,45	20,04	24,82	30,76	21,62	24,71	37,60	32,84	25,78
	31,44	20,30	25,64	29,09	22,38	24,03	36,70	32,84	25,17
	30,47	20,96	26,07	30,01	22,89	26,13	37,74	34,73	27,51
3	30,72	20,63	26,07	33,11	26,35	26,77	42,32	37,56	26,78
	30,55	22,81	27,74	34,11	26,38	26,90	43,12	37,68	27,33
	32,23	22,28	27,95	33,60	24,33	26,92	41,48	36,29	27,80
4	31,46	22,69	26,00	27,63	22,60	24,48	35,69	33,32	24,74
	30,49	23,23	24,47	28,24	20,65	26,87	34,99	33,89	25,45
	28,65	24,91	25,98	30,48	21,31	24,86	37,19	32,74	24,63
Promedio	30,78	20,92	25,08	30,95	21,67	24,66	37,86	32,85	25,16
Desv. Est	0,97	2,37	2,10	2,04	3,26	2,23	2,84	3,70	2,08
L.C	0,95	2,32	2,06	2,00	3,20	2,18	2,79	3,63	2,04

Cuadro A.10. Valores de fuerza (N), promedio, desviación estándar y límite de confianza para los helados elaborados con diferentes tipos de leche.

Lote	Tipo de leche								
	Vaca			Vaca-Cabra			Cabra		
	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.	Vainilla	Fresa	Fresa top.
1	219,26	160,42	63,92	215,15	218,51	59,98	213,71	110,86	145,05
	123,31	176,21	68,47	119,03	169,26	62,20	160,33	96,39	107,80
	105,27	365,26	57,80	317,89	360,15	57,46	321,19	115,75	178,91
	190,71	122,08	71,45	130,78	213,32	29,91	192,69	90,67	125,33
	159,85	294,51	83,05	213,25	222,16	37,56	196,16	106,08	103,08
	249,54	158,61	---		230,58	37,44	---	103,25	109,22
2	279,96	283,26	248,63	422,64	240,26	251,49	323,25	386,12	348,49
	264,62	285,45	271,33	303,89	208,82	178,57	277,57	366,18	254,17
	266,26	252,42	302,35	289,04	282,67	241,36	269,52	306,68	408,94
	349,54	349,17	315,67	306,51	283,02	211,77	306,12	303,69	308,31
	304,62	304,76	278,14	---	259,83	186,20	212,55	416,22	331,37
	184,70	291,09	247,43	---	---	219,37	307,10	366,07	299,71
3	465,31	405,31	458,36	471,35	360,59	532,77	318,55	388,98	381,13
	320,55	413,11	525,60	308,95	417,77	413,05	260,33	284,56	391,56
	375,06	451,32	527,90	407,04	418,31	480,26	370,96	418,89	408,24
	516,88	418,42	521,00	292,40	441,79	473,79	274,89	361,99	466,69
	495,44	413,59	---	520,61	524,90	454,76	310,73	---	---
	--	--	---	---	544,76	---	---	---	---
4	412,75	330,02	271,53	438,58	506,14	174,33	300,36	151,92	162,04
	389,24	333,95	248,93	351,46	468,46	156,85	462,28	166,91	151,91
	377,02	337,53	206,28	315,35	372,70	130,86	330,98	195,74	155,68
	301,45	447,93	160,97	291,71	372,70	153,62	378,48	148,38	173,16
	---	395,97	139,77	338,68	372,70	191,30	277,76	128,49	124,82
	---	365,55	158,31	242,21	372,70	141,94	---	152,00	131,84
Prom.	302,44	319,82	248,90	314,82	372,70	212,04	292,22	238,87	248,07
Desv.	116,93	95,24	153,86	103,58	372,70	155,25	70,29	121,89	125,60
Est	114,59	93,33	150,78	101,51	372,70	152,15	68,88	119,45	123,08

Cuadro A.11. Cálculo de los sólidos totales de la formulación base del helado 100% leche de vaca.

Ingrediente	Sólidos totales teóricos (%)	Contenido en formulación (%)	Sólidos Totales Helado (%)
Leche de vaca	12,01*	79,99	9,61
Cremhelado	99,90	6,00	6,00
Sustituto de leche en polvo (PMP)	88,00	2,40	2,11
Azúcar	99,00	11,20	11,20
Estabilizante (CCM-36849)	92,00	0,02	0,018
Emulsificante (CCM-36849)	92,00	0,40	0,37
Total			29,30

* Chacón (2005).

Cuadro A.12. Cálculo de los sólidos totales de la formulación base del helado 100% leche de cabra.

Ingrediente	Sólidos totales teóricos (%)	Contenido en formulación (%)	Sólidos Totales Helado (%)
Leche de cabra	12,97*	79,99	10,37
Cremhelado	99,90	6,00	6,00
Sustituto de leche en polvo (PMP)	88,00	2,40	2,11
Azúcar	99,00	11,20	11,20
Estabilizante (CCM-36849)	92,00	0,02	0,018
Emulsificante (CCM-36849)	92,00	0,40	0,37
Total			30,01

*Chacón (2005)

Figura A.13. Cálculo del volumen total del helado.

% RENDIMIENTO DEL AIREAMIENTO

$$10 \text{ kg} \times 20\% = 2 \text{ (RENDIMIENTO EFECTIVO= 12)}$$

$$10 \text{ kg} \times 60\% = 6 \text{ (RENDIMIENTO TEÓRICO = 16)}$$

$$12/16 \times 100 = 75\%$$

$$\frac{10000 \text{ g mixtura}}{1,073 \text{ g/mL}} = 9320 \text{ mL (MIXTURA DE HELADO)}$$

$$9320 \text{ mL} \times 75\% \text{ Rendimiento} = 6990$$



$$16310 \text{ mL (VOLUMEN TOTAL DE HELADO)}$$

APENDICE B: Evaluación sensorial

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones:
De cada muestra de helado, tome una cucharada normal para usted y trace una raya sobre la escala horizontal que indique cuánto le gusta el helado. Después de cada muestra enjuague su boca 2 veces con agua y luego beba un trago de agua. Analice los productos en el orden en que se le presentan y corrobore que los códigos de los envases coincidan con los de la escala.

Muestra: _____

0 ————— 5 ————— 10
ME DISGUSTA NI ME GUSTA NI ME GUSTA
MUCHÍSIMO ME DISGUSTA MUCHÍSIMO

Muestra: _____

0 ————— 5 ————— 10
ME DISGUSTA NI ME GUSTA NI ME GUSTA
MUCHÍSIMO ME DISGUSTA MUCHÍSIMO

Muestra: _____

0 ————— 5 ————— 10
ME DISGUSTA NI ME GUSTA NI ME GUSTA
MUCHÍSIMO ME DISGUSTA MUCHÍSIMO

Muestra: _____

0 ————— 5 ————— 10
ME DISGUSTA NI ME GUSTA NI ME GUSTA
MUCHÍSIMO ME DISGUSTA MUCHÍSIMO

Muestra: _____

0 ————— 5 ————— 10
ME DISGUSTA NI ME GUSTA NI ME GUSTA
MUCHÍSIMO ME DISGUSTA MUCHÍSIMO

Figura B.1. Hoja de respuesta utilizada para la medición del agrado de los helados elaborados.

Edad: _____ Sexo: _____
 Profesión: _____

1. ¿Con qué frecuencia consume usted helado?

___ 1 vez al día
 ___ 1 vez a la semana
 ___ Varias veces al día
 ___ Varias veces al mes

___ 1 vez a la semana
 ___ Menos de 1 vez al mes

2. ¿Cuál es su sabor favorito?

3. ¿Cuál es su tipo de helado favorito?

___ Cono
 ___ Paleta
 ___ Cajita de 250 mL

___ Caja de medio litro o más
 ___ Otros
 Especifique: _____

4. ¿Cuál es su marca de helado favorita?

¡Muchas gracias!

Figura B.2. Encuesta realizada a los consumidores de helados durante la evaluación del agrado.

Cuadro B.1. Datos de nivel de agrado (cm) de los helados obtenidos durante el panel de consumidores.

Panelista	Tipo de leche								
	Vaca			Vaca-Cabra			Cabra		
	Fresa	Vainilla	Fresa top.	Fresa	Vainilla	Fresa top.	Fresa	Vainilla	Fresa top.
1	9,5	8,1	9,9	9,3	8,0	8,7	6,3	9,3	9,0
2	4,0	7,0	7,0	8,0	8,0	5,0	5,0	6,0	8,0
3	5,0	5,0	6,0	5,0	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0
4	4,7	5,5	9,5	3,0	4,6	4,0	4,4	4,5	8,0
5	6,0	4,0	7,0	6,0	6,0	8,0	5,0	5,0	7,0
6	8,5	8,3	9,3	9,0	4,6	9,0	8,5	4,2	9,5
7	7,8	8,5	6,5	7,5	8,0	6,0	8,5	8,0	6,8
8	9,1	10,0	9,0	9,0	9,0	7,9	7,0	9,0	7,0
9	3,4	2,5	2,5	3,5	2,3	5,5	4,4	5,0	6,5
10	1,0	5,0	5,0	5,0	5,5	9,0	5,0	5,3	1,2
11	7,4	7,8	9,4	7,0	7,6	8,4	7,0	7,3	9,0
12	5,0	8,1	9,0	7,0	8,0	8,5	7,0	8,0	8,1
13	7,4	4,7	8,5	6,7	6,5	8,7	8,3	5,3	8,5
14	4,9	4,5	8,6	7,3	4,3	7,0	5,7	3,3	8,9
15	8,0	5,0	10,0	5,0	6,0	8,0	6,0	7,0	9,0
16	6,5	7,5	8,5	6,5	6,5	8,5	7,4	6,5	7,5
17	6,0	4,0	7,0	4,0	6,0	8,0	3,0	8,0	8,0
18	9,0	4,0	7,0	8,0	6,0	9,0	8,0	8,0	5,0
19	7,0	3,6	5,6	6,5	4,5	4,0	3,5	3,0	4,0
20	7,0	7,0	9,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	8,0
21	4,0	1,0	1,0	5,0	4,0	5,0	3,0	4,0	5,0
22	6,0	4,0	6,0	7,0	1,0	8,0	8,0	5,0	4,0
23	5,5	6,6	7,3	2,5	1,4	4,3	3,3	2,7	0,7
24	5,0	6,5	7,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0	5,0
25	7,8	6,2	8,1	7,9	5,8	7,2	6,4	6,2	8,0
26	8,0	5,0	5,0	3,0	5,0	8,0	8,0	3,0	4,0
27	7,5	8,0	9,0	6,0	4,0	7,0	4,0	6,5	4,7
28	6,0	4,0	4,0	6,0	6,0	7,0	5,0	5,0	6,0
29	7,0	7,5	8,0	7,0	6,0	8,0	7,0	7,0	7,5
30	9,0	7,0	10,0	10,0	9,0	9,0	9,0	7,0	8,0
31	7,7	8,4	10,0	8,0	9,0	10,0	8,9	8,1	8,5
32	10,0	1,0	9,0	9,0	9,5	9,0	10,0	0,0	10,0
33	6,5	6,0	8,0	6,0	5,0	8,0	5,0	5,0	8,0
34	7,0	7,5	8,5	7,5	9,0	8,5	8,0	8,0	9,0
35	7,0	8,0	9,0	8,0	8,0	7,5	6,0	3,0	5,0
36	9,0	10,0	9,6	8,0	6,0	8,0	7,0	7,0	4,0
37	6,6	8,0	6,1	6,7	8,0	8,2	6,6	6,7	8,0
38	8,5	9,3	9,2	7,8	10,0	9,2	8,3	8,5	9,7
39	8,5	2,3	8,4	5,7	7,5	7,0	3,5	2,4	3,3

Cuadro B.1. Continuación

Tipo de leche									
Panelista	Vaca			Vaca-Cabra			Cabra		
	Fresa	Vainilla	Fresa top.	Fresa	Vainilla	Fresa top.	Fresa	Vainilla	Fresa top.
40	8,8	8,6	9,2	9,1	8,0	9,4	8,8	8,5	8,9
41	6,0	7,4	9,0	7,0	6,5	6,0	6,0	5,0	7,5
42	5,4	5,0	8,5	5,9	3,4	5,9	5,3	4,5	5,3
43	5,8	7,0	9,7	6,0	6,0	8,5	7,5	3,6	9,0
44	5,0	8,0	9,0	4,0	6,0	9,0	5,0	8,0	8,0
45	8,7	3,6	5,0	9,2	8,0	6,3	2,7	4,5	7,2
46	3,0	3,6	7,9	4,0	5,0	5,0	4,0	6,0	5,0
47	9,2	7,7	9,9	9,4	9,4	9,7	8,9	8,3	8,9
48	8,7	7,9	9,4	8,5	7,4	8,3	8,9	7,3	8,3
49	9,0	9,0	10,0	8,0	9,0	10,0	9,0	8,0	8,0
50	5,0	5,0	7,5	7,0	5,0	8,0	7,5	6,0	7,0
51	8,0	7,0	7,9	8,3	7,7	8,1	8,4	7,9	7,6
52	7,7	5,0	8,1	6,5	5,5	8,4	8,2	5,5	7,4
53	9,7	9,5	9,5	9,8	9,4	9,6	9,4	9,4	9,7
54	9,0	9,0	10,0	9,0	9,0	10,0	9,0	9,0	10,0
55	7,5	6,5	6,8	4,0	6,5	8,5	5,0	7,5	8,0
56	7,0	8,8	8,0	7,8	9,2	9,2	7,1	9,2	7,0
57	7,3	5,6	8,6	8,2	6,6	8,2	7,5	5,5	8,6
58	6,0	7,0	7,0	5,0	4,0	8,0	5,0	5,0	8,0
59	8,0	6,0	7,0	4,0	6,0	7,0	5,0	2,0	7,0
60	7,0	3,0	5,0	3,0	2,0	8,0	5,0	4,0	6,0
61	6,0	9,0	7,0	8,0	8,6	8,5	8,0	7,0	10,0
62	8,0	10,0	10,0	9,0	10,0	8,0	10,0	10,0	10,0
63	9,1	7,9	8,9	6,2	6,2	7,6	6,9	6,2	9,0
64	6,0	6,0	8,0	5,0	8,0	7,8	6,5	6,5	8,0
65	3,0	7,0	6,0	3,0	5,0	7,0	6,0	5,0	8,0
66	3,5	1,8	7,3	5,7	4,6	4,5	3,7	1,7	6,8
67	5,0	7,5	5,8	6,5	5,0	7,0	4,0	4,0	7,0
68	6,0	8,0	8,5	5,7	7,0	7,8	9,5	8,7	8,5
69	9,5	9,2	9,3	7,9	8,8	7,2	7,3	8,9	7,9
70	6,5	9,0	8,4	5,0	5,0	9,0	7,0	10,0	10,0
71	9,0	6,0	3,7	8,0	5,0	9,0	7,0	3,0	10,0
72	3,0	5,0	10,0	8,0	5,0	9,0	7,0	9,0	10,0
73	5,0	6,0	9,4	7,0	4,0	7,5	7,0	8,0	10,0
74	3,3	3,6	5,8	2,5	5,7	3,5	5,7	6,7	8,8
75	5,0	4,6	8,0	5,0	5,0	7,0	5,0	5,0	6,0
76	6,6	9,6	9,6	6,6	8,5	5,7	9,0	7,0	8,4
77	8,0	8,0	6,7	6,3	8,9	6,5	2,6	10,0	8,9
78	5,0	5,5	7,8	4,2	7,8	9,7	7,7	6,2	8,3
79	5,9	6,7	6,8	8,9	8,5	6,3	9,2	7,2	7,7

Cuadro B.1. Continuación

Tipo de leche									
Panelista	Vaca			Vaca-Cabra			Cabra		Fresa top.
	Fresa	Vainilla	Fresa top.	Fresa	Vainilla	Fresa top.	Fresa	Vainilla	
80	3,8	5,0	9,2	4,3	5,0	9,4	6,6	6,5	8,7
81	6,0	4,0	6,0	7,0	5,0	4,0	6,0	4,6	7,5
82	2,5	8,7	3,7	6,5	6,3	6,4	7,4	8,8	8,6
83	5,0	4,5	7,0	5,5	4,5	5,5	4,0	5,0	6,0
84	6,0	7,0	9,0	3,0	8,0	10,0	7,0	9,0	10,0
85	6,0	8,0	7,0	7,0	5,0	9,0	9,4	9,5	9,8
86	6,0	7,0	7,0	3,0	6,0	7,0	5,0	8,0	7,0
87	3,0	3,0	6,0	6,0	3,0	8,0	3,0	5,0	7,0
88	8,5	8,0	7,7	5,0	4,0	9,0	4,1	7,0	9,4
89	5,6	3,6	9,7	6,6	7,6	6,9	8,8	8,4	10
90	3,8	7,1	8,5	6,6	6,7	7,5	6,3	6,2	8,3
91	6,0	7,0	9,0	6,0	7,0	8,0	7,0	4,0	8,0
92	4,0	5,0	5,0	6,0	4,0	8,0	6,0	4,0	9,0
93	2,5	3,6	7,5	5,5	3,5	6,9	6,2	2,5	0,5
94	9,7	5,0	9,0	9,0	1,0	5,4	10,0	4,0	9,8
95	0,2	0,3	0,3	1,5	6,4	7,7	2,4	8,0	9,0
96	9,0	9,5	10,0	5,0	3,0	9,0	3,0	2,0	5,0
97	5,5	6,0	7,1	7,4	4,7	7,7	7,1	6,2	8,8
98	6,7	5,5	0,0	8,7	8,0	5,0	8,7	8,0	1,0
99	2,0	7,4	8,0	5,0	6,5	7,5	7,0	6,0	8,0
100	6,0	6,0	6,0	7,5	3,0	9,5	8,0	2,0	9,5
101	7,0	6,0	9,0	6,0	7,0	7,0	5,0	4,0	7,0
102	5,0	4,0	8,0	7,0	6,0	9,0	6,0	5,0	8,0
103	5,0	2,0	8,2	8,0	0,0	9,0	2,0	7,0	6,0
104	8,5	3,5	9,5	8,5	7,5	6,5	3,5	6,5	1,5
105	7,2	8,0	6,0	5,0	5,0	7,6	9,0	8,3	9,5
106	3,0	5,0	7,0	6,0	6,0	7,0	5,0	3,0	5,0
107	5,0	5,0	9,0	8,5	6,6	8,4	8,0	5,0	9,0
108	8,0	9,8	7,0	7,0	6,0	5,0	7,0	6,0	8,0
109	6,5	8,4	7,4	8,5	7,5	7,4	7,5	7,3	8,5
110	9,0	6,0	10,0	3,0	7,0	6,0	5,0	9,0	10,0
111	4,5	7,5	3,5	7,5	9,5	7,5	7,5	9,5	9,5
112	8,5	10,0	8,0	9,5	10,0	10,0	7,0	9,4	5,0
113	6,0	5,0	7,0	6,0	6,0	8,0	6,0	6,0	8,0

Cuadro B.1. Continuación

Tipo de leche									
Panelista	Vaca			Vaca-Cabra			Cabra		
	Fresa	Vainilla	Fresa top.	Fresa	Vainilla	Fresa top.	Fresa	Vainilla	Fresa top.
114	7,0	5,0	6,0	6,0	4,0	7,0	6,0	8,0	8,0
115	9,0	8,0	10,0	9,0	7,0	10,0	8,0	8,0	10,0
116	9,1	7,5	7,8	8,9	7,2	9,8	7,3	7,8	9,7
117	7,4	3,5	9,4	7,6	7,6	9,5	3,5	9,5	9,4
118	3,8	3,1	9,1	7,1	2,1	6,1	8,1	3,1	7,1
119	7,1	7,0	4,0	9,0	8,0	7,0	7,0	10,0	6,0
120	7,0	4,0	6,0	4,0	3,0	6,0	5,0	5,	8,0
Promedio	6,4	6,2	7,6	6,5	6,2	7,6	6,4	6,2	7,5
Desv. Est.	2,1	2,2	2,0	1,9	2,1	1,5	1,9	2,2	2,1

Cuadro B2. Información recopilada en la encuesta realizada a los panelistas que conformaron el conglomerado 1.

Conglomerado 1							
Juez	Edad	Profesión	Sexo	Frecuencia de consumo	Sabor favorito	Tipo de helado favorito	Marca favorita
1	26	Estudiante	M	Varias veces por semana	Vainilla	Cajita 250 mL	Dos Pinos
8	51	Miscelánea	F	Menos de 1 vez al mes	Fresa	Paleta	Dos Pinos
30	29	Secretaria	F	Menos de 1 vez al mes	Con maní	Cono	Dos Pinos
31	22	Estudiante	F	Varias veces por semana	Chocolate	Cajita 250 mL	Hagen Daz
38	29	Química	F	1 vez a la semana	Fresa	Paleta	Dos Pinos
40	26	Laboratorista químico	M	1 vez a la semana	Fresa	Caja medio litro o más	Deleite Dos Pinos
47	20	Estudiante	F	Menos de 1 vez al mes	Vainilla-Caramelo	Cono	Dos Pinos
48	20	Estudiante	F	Varias veces por semana	Higos	Cono	Pops Dos Pinos
49	21	Farmacéutico	F	1 vez a la semana	Fresa	Cajita 250 mL	Dos Pinos
51	51	Psicóloga	F	Varias veces por semana	---	Caja medio litro o más	Dos Pinos
53	50	Miscelánea	F	Varias veces por semana	Ron con pasas	Cono	Dos Pinos
54	26	Secretaria	F	Varias veces por semana	Fresa	Cono	Dos Pinos
56	28	Biologa Auxiliar farmacia	F	Varias veces al mes	Fresa	Cono	Frizz
62	33		F	1 vez a la semana	Fresa	Caja medio litro o más	Pops
69	26	Administración	F	Varias veces al mes	Fresa	Cono	Pops
112	18	Estudiante	F	Varias veces por semana	Pistacho	Cono	Pops Dos Pinos
115	21	Estudiante	F	1 vez a la semana	Fresa	Cajita 250 mL	Dos Pinos
116	20	Estudiante	F	Menos de 1 vez al mes	Vainilla-Caramelo	Caja medio litro o más	Dos Pinos

Cuadro B3. Información recopilada en la encuesta realizada a los panelistas que conformaron el conglomerado 2.

Conglomerado 2							
Juez	Edad	Profesión	Sexo	Frecuencia de consumo	Sabor favorito	Tipo de helado favorito	Marca favorita
2	21	Estudiante	F	Varias veces al día	Chocolate	Cajita 250 mL	Hagen daz
5	22	Estudiante	F	Varias veces al mes	Fresa-Chocolate	Cajita 250 mL	Dos Pinos
6	21	Estudiante	F	Varias veces al mes	Galleta	Paleta	Deleite
7	22	Estudiante	M	1 vez a la semana	Choco chips	Queque con helado	Pops
11	50	Profesora	F	Varias veces por semana	Chocolate	Cajita 250 mL	Pops
12	28	Biólogo	M	Varias veces al mes	Fresa	Cajita 250 mL	Deleite
13	43	Auxiliar de laboratorio	M	Varias veces por semana	Chocolate	Sundae	Dos Pinos
14	17	Estudiante	M	1 vez a la semana	Pistacho	Cajita 250 mL	Dos Pinos
15	18	Estudiante	M	Varias veces al mes	Crunch	Cono	Haagen Dasz
16	17	Estudiante	F	Varias veces al mes	Galleta	Caja de medio litro o más	TCBY
17	17	Estudiante	F	1 vez a la semana	Galleta	Paleta	Haagen Dasz
18	17	Estudiante	F	Varias veces por semana	Fresa	Cajita 250 mL	Dos Pinos
20	17	Estudiante	F	1 vez a la semana	Pistacho	Cono	Haagen Dasz
25	21	Estudiante	F	Varias veces al mes	Leche condensada	En copa	Gelatto
27	25	Tecnóloga de Alimentos	F	1 vez a la semana	Menta-Chocolate	Cono	Pops
29	49	Tecnólogo de Alimentos	M	1 vez a la semana	Chocolate	Caja de medio litro o más	Dos Pinos
32	21	Estudiante	F	Varias veces al mes	Naranja-Piña	Paleta	Dos Pinos
33	27	Estudiante	F	Varias veces al mes	Galleta	Cono	Pops
34	27	Estudiante	M	Menos de una vez al mes	Vainilla-Chocolate	Cono	TCBY
35	20	Estudiante	F	Varias veces al mes	Fresa	Cono	Dos Pinos

Cuadro B3. Continuación.

Conglomerado 2							
Juez	Edad	Profesión	Sexo	Frecuencia de consumo	Sabor favorito	Tipo de helado favorito	Marca favorita
36	20	Estudiante	F	1 vez a la semana	Fresa	Caja de medio litro o más	Del Prado
37	25	Estudiante	M	1 vez a la semana	Ron con pasas	Cono	Dos Pinos
39	30	Laboratorista Químico	F	Menos de una vez al mes	Chocolate	Paleta	Dos Pinos
41	19	Estudiante	M	1 vez a la semana	Chocolate	Cono	Dos Pinos
43	20	Estudiante	M	Menos de una vez al mes	Chocolate	Caja de medio litro o más	No tiene
44	21	Laboratorista Químico	F	Varias veces al mes	Chocolate	Cono	Dos Pinos
45	40	Biólogo	M	1 vez a la semana	Chocolate	Paleta	Dos Pinos
50	21	Estudiante	M	Varias veces por semana	Chocochips	Cono	Dos Pinos
52	24	Estudiante	F	Varias veces por semana	Caramelo	Cono	Deleite
55	23	Tecnóloga de Alimentos	F	1 vez a la semana	Chocolate	Caja de medio litro o más	Haagen Dasz
57	29	Profesora	F	Varias veces por semana	Coco	Todos los anteriores	Pops
58	27	Agrónomo	M	Varias veces al mes	Café	Milk Shake	No tiene
61	28	Auxiliar de laboratorio	M	Varias veces al mes	Combinado	Cono	Pops
63	24	Estudiante	F	Varias veces al mes	Pistacho	Cono	Pops
64	52	Asistente de Laboratorio	M	1 vez a la semana	Chocolate	Paleta	No tiene
65	32	Asistente Administrativa	F	Varias veces al mes	Vainilla-Chocolate	Cono	Dos Pinos
67	20	Estudiante	F	Varias veces al mes	Napolitano	Cono	Dos Pinos
68	21	Informático	M	Varias veces por semana		Cajita 250 mL	Dos Pinos
70	24	Secretaria	F	Varias veces por semana	Naranja-Piña	Caja de medio litro o más	Dos Pinos
71	26	Química	F	Varias veces al mes	Coco	Cono	Dos Pinos
72	42	Miscelánea	F	Varias veces al mes	Fresa	Cajita 250 mL	Dos Pinos

Cuadro B3. Continuación.

Conglomerado 2							
Juez	Edad	Profesión	Sexo	Frecuencia de consumo	Sabor favorito	Tipo de helado favorito	Marca favorita
73	21	Estudiante	F	Varias veces por semana	No tiene	En copa	Gelatto
76	22	Estudiante	F	Varias veces al mes	Vainilla	Cajita 250 mL	Del Prado
77	20	Estudiante	F	1 vez al día	Limón	Cono	Pops
78	22	Estudiante	M	Varias veces por semana	Chocolate	Cono	Dos Pinos
79	22	Estudiante	M	Varias veces al mes	Fresa	Sorbetera	Dos Pinos
80	23	Estudiante	M	Varias veces al mes	Macadamia	Cono	Monteverde
82	50	Química	F	Varias veces al mes	Fresa	Cajita 250 mL	Pops
84	20	Estudiante	F	Varias veces al mes	Crema	Caja de medio litro o más	Díaz
85	21	Estudiante	F	Varias veces al mes	Menta	Cajita 250 mL	Pops
86	21	Estudiante	F	Varias veces al mes	Chocolate	Cono	Haagen Dasz
88	21	Estudiante	F	Varias veces al mes	Chocolate	Caja de medio litro o más	Dos Pinos
89	22	Estudiante	F	1 vez a la semana	Mora	Paleta	Pops
90	52	Técnico de Laboratorio	M	1 vez a la semana	Fresa	Caja de medio litro o más	Pops
91	24	Estudiante	F	Varias veces al mes	Chocochips	Paleta	Dos Pinos
92	30	Ingeniera Agrónoma	F	Varias veces al mes	Caramelo	Cajita 250 mL	Haagen Dasz
94	21	Estudiante	F	Varias veces al mes	Cremachips	Cono	Dos Pinos
96	27	Estudiante	F	Varias veces al mes	Café	Cono	Deleite
97	21	Estudiante	M	Varias veces por semana	Chocochips	Cono	Pops
99	28	Nutricionista	M	Menos de una vez al mes	Chocolate con almendras	Cono	Pops
100	23	Nutricionista	F	Varias veces al mes	Leche condensada con higos	Cono	Pops
101	25	Nutricionista	F	Varias veces al mes	Chocolate	Caja de medio litro o más	Deleite

Cuadro B3. Continuación.

Conglomerado 2							
Juez	Edad	Profesión	Sexo	Frecuencia de consumo	Sabor favorito	Tipo de helado favorito	Marca favorita
102	24	Estudiante	M	Menos de una vez al mes	Café con chocolate	Caja de medio litro o más	Pops
104	19	Estudiante	M	1 vez a la semana	Vainilla	Cono	Dos Pinos
105	19	Estudiante	M	1 vez a la semana	Fresa	Cono	Deleite
107	18	Estudiante	F	1 vez a la semana	Fresa	Caja de medio litro o más	Dos Pinos
108	20	Estudiante	M	Varias veces al mes	Chocolate	Cono	Dos Pinos
109	55	Odontólogo	M	Varias veces al mes	Vainilla	Caja de medio litro o más	Haagen Dasz
110	42	Ingeniero	M	1 vez a la semana	Menta	Caja de medio litro o más	Malavassi
111	19	Estudiante	F	Varias veces al mes	Fresa	Cono	Dos Pinos
113	17	Estudiante	F	Varias veces al mes	Fresa	Caja de medio litro o más	Dos Pinos
114	17	Estudiante	F	1 vez a la semana	Guanabana	Cono	Dos Pinos
117	18	Estudiante	F	1 vez a la semana	Fresa	Cono	Deleite
119	18	Estudiante	F	Menos de una vez al mes	Frutas	Cono	Pops

Cuadro B4. Información recopilada en la encuesta realizada a los panelistas que conformaron el conglomerado 3.

Conglomerado 3							
Juez	Edad	Profesión	Sexo	Frecuencia de consumo	Sabor favorito	Tipo de helado favorito	Marca favorita
3	22	Estudiante	M	Varias veces al mes	Choco-chips	Caja de medio litro o más	Frizz
4	21	Estudiante	M	1 vez a la semana	Vainilla-Caramelo	Cajita 250 mL	-
9	44	Ama de casa	F	-	Ron con pasas	Cono	Dos Pinos
10	48	Comerciante	M	Varias veces al mes		Paleta	Dos Pinos
19	32	Tecnólogo de Alimentos	F	1 vez a la semana	Pistacho	Cono	Pops
21	30	Tecnico asistente	F	Varias veces al mes	Vainilla-Chocolate	NP	NP
22	-	-	-	-	-	-	-
23	25	Estudiante	F	Varias veces al mes	Nieve naranja	Cono	Pops
24	22	Estudiante	F	1 vez a la semana	Chocolate	Cono	Gelattos
26	-	-	-	-	-	-	-
28	50	Profesor	M	1 vez a la semana	Pistacho	Cajita 250 mL	Pops
42	20	Estudiante	M	Varias veces por semana	Fresa	Caja de medio litro o más	Deleite
46	21	Estudiante	M	Varias veces por semana	Chocolate	Cono	Pops
59	23	Estudiante	M	1 vez a la semana	Vainilla	Paleta	Dos Pinos
60	22	Estudiante	F	Menos de una vez al mes	Napolitano	Cono	Dos Pinos
66	30	Administrativo	F	Varias veces al mes	Chocolate	Cono	Dos Pinos
74	21	Estudiante	F	Varias veces al mes	Pistacho	Cono	Pops
75	21	Estudiante	M	Varias veces al mes	Galleta	Cono	Haagen Dazs
81	25	Farmaceutico	M	1 vez a la semana	Menta	Cajita 250 mL	TCBY
83	36	Químico	M	Varias veces por semana	Vainilla-Chocolate	Caja de medio litro o más	Dos Pinos
87	21	Estudiante	F	Menos de una vez al mes	Vainilla-Caramelo	Paleta	Dos Pinos
93	18	Estudiante	F	Menos de una vez al mes	Fresa	Cajita 250 mL	Dos Pinos
95	27	Estudiante	F	Varias veces por semana	Fresa	Cono	No tiene
98	21	Estudiante	F	Varias veces por semana	Chocolate	Caja de medio litro o más	Dos Pinos
103	21	Estudiante	M	1 vez a la semana	Chocolate	Cono	Dos Pinos
106	21	Estudiante	M	Varias veces al mes	Trits	Cono	Dos Pinos
106	21	Estudiante	M	Varias veces al mes	Crema	Paleta	Dos Pinos
118	20	Estudiante	F	Varias veces por semana	Fresa	Caja de medio litro o más	Pops
120	21	Estudiante	F	Varias veces al mes	Vainilla-Chocolate	Caja de medio litro o más	Dos Pinos

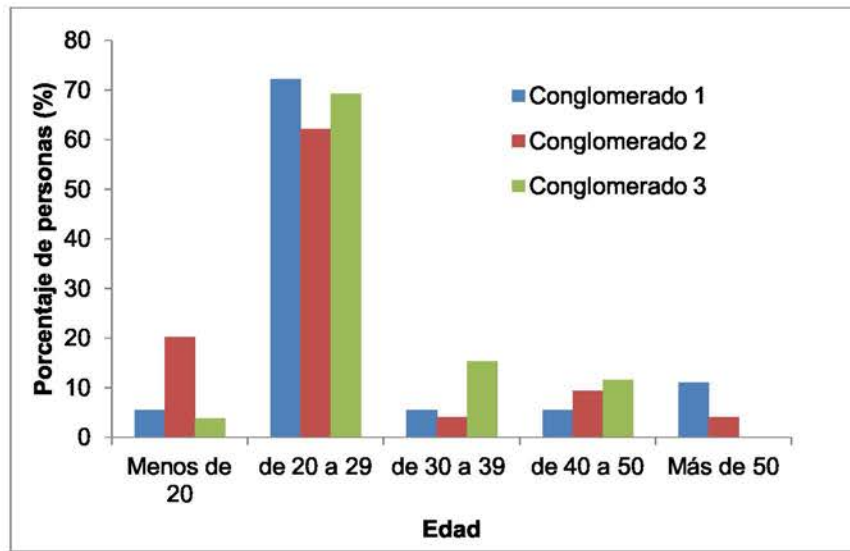


Figura B3. Edad de los panelistas que participaron en el estudio.

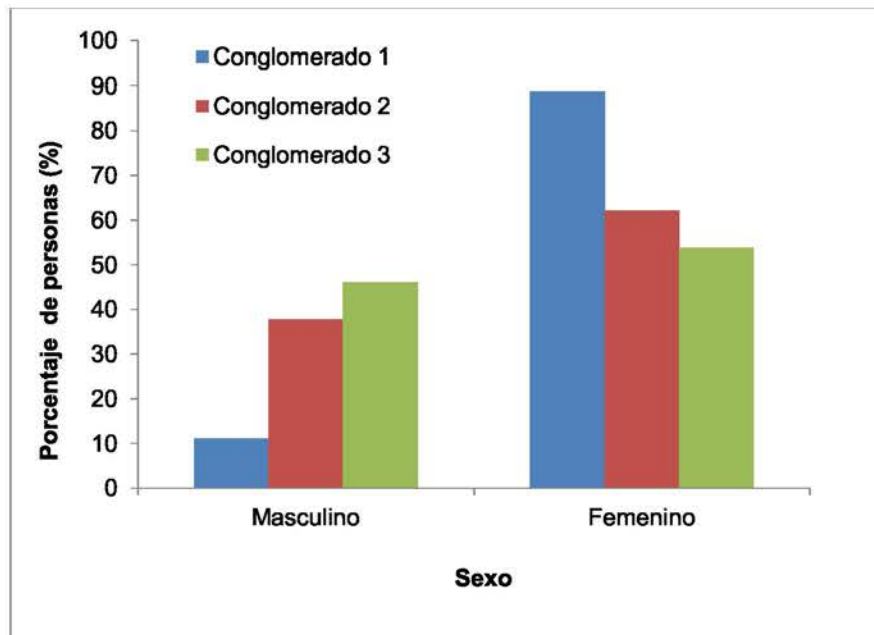
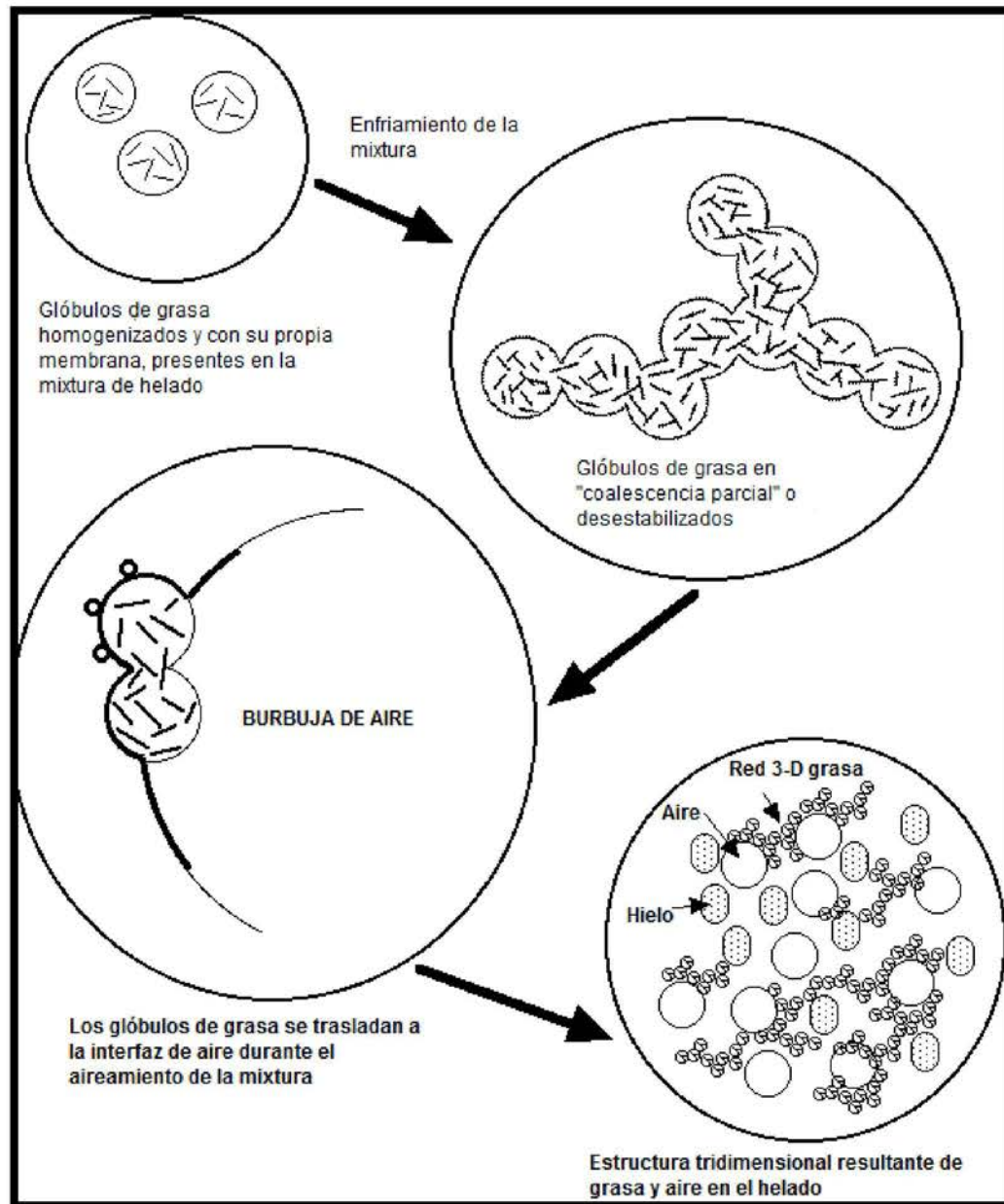


Figura B4. Sexo de los panelistas que participaron en el estudio.

APENDICE C: Imágenes relacionadas con la configuración del helado, el equipo utilizado y el proceso de elaboración de helados.



Fuente: Goff (s.f.)

Figura C1. Estructura grasa en el helado.



Figura C2. Pasteurizadora marca Frigomart modelo PEB 60.



Figura C3. Mantecadora marca Frigomart modelo Titan 1.



Figura C4. Consistencia "soft serve" alcanzada una vez finalizado el aireamiento de la mixtura.



Figura C5. Empaque en envases individuales del helado elaborado.