



**EVALUACIÓN DE LA ACEPTACIÓN Y PREFERENCIA SENSORIAL DE  
DOS VARIEDADES DE HELADOS COMERCIALES SABOR A CHOCOLATE**

**Roberto Miguel Cifuentes Rua  
Orley Aldemar Vera Pérez**

**Director:  
Juan Sebastián Ramírez-Navas, IQ, PhD**

**Universidad Santiago de Cali  
Facultad de Ciencias Básicas  
Programa de Química  
Cali, Colombia  
2019**



## **EVALUACIÓN DE LA ACEPTACIÓN Y PREFERENCIA SENSORIAL DE DOS VARIEDADES DE HELADOS COMERCIALES SABOR A CHOCOLATE**

**Roberto Miguel Cifuentes Rua  
Orley Aldemar Vera Pérez**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Químico**

**Director:  
Juan Sebastián Ramírez-Navas, PhD**

**Línea de Investigación: Química de Alimentos  
Grupo de Investigación: GIEMA**

**Universidad Santiago de Cali  
Facultad de Ciencias Básicas  
Programa de Química  
Ciudad, Colombia  
2019**



## IMPACTOS

IMPACTO	PRODUCTO	BENEFICIARIO(S)
<b>Económico</b>	Optimizar los recursos de la universidad al ser un proyecto que no requiere grandes inversiones.	Universidad Santiago de Cali, Autores del proyecto
<b>Responsabilidad social</b>		
<b>Científico</b>	Adquisición de conocimiento científico, teórico - práctico en la química de alimentos.	Autores del proyecto
<b>Indicadores de Gestión</b>		
<b>Tecnológico</b>		
<b>Técnico</b>		
<b>Ambiental</b>	Preservar el medio ambiente al ser un proyecto amigable que no impacta nuestro entorno.	Medio ambiente
<b>Social</b>		
<b>Cultural</b>		





## EVALUACIÓN DE LA ACEPTACIÓN Y PREFERENCIA SENSORIAL DE DOS VARIETADES DE HELADOS COMERCIALES SABOR A CHOCOLATE.

Roberto Miguel Cifuentes Rúa <sup>1</sup>, Orley Aldemar Vera Perez <sup>2</sup>, Juan Sebastián Ramírez Navas <sup>3</sup>

<sup>1</sup> [rcifuentes85@gmail.com](mailto:rcifuentes85@gmail.com); <sup>2</sup> [orley.a.v@hotmail.com](mailto:orley.a.v@hotmail.com) Estudiantes del programa de Química, GIEMA, <sup>3</sup> [juan.ramirez06@usc.edu.co](mailto:juan.ramirez06@usc.edu.co) Ingeniero Químico, PhD Ingeniería de Alimentos, Profesor GIEMA, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Santiago de Cali. Campus Pampalinda, Calle 5 # 62-00. Santiago de Cali. Colombia.

### RESUMEN

El presente artículo expone la caracterización sensorial de dos tipos de helado de chocolate (Tradicional y *Light*) de tres marcas competitivas del mercado. Para lograrlo se realizaron dos pruebas orientadas al consumidor (preferencia y aceptación). Así también, a partir de análisis fisicoquímicos, fue posible identificar y explicar la preferencia de un helado en especial, creando así una base de datos que permitirá diseñar un helado de buena calidad con gran aceptación y competitividad en el mercado. Los resultados muestran que los consumidores prefieren el helado light 271 con un 47,5 % y el tradicional 358 con un 42,5 %. Adicionalmente, se concluyó que los aditivos adicionales a la composición, como salsa de chocolate y la mezcla stevia – vainilla, realzan los parámetros sensoriales y obtienen mejor aceptación. La prueba de Friedman señala que los helados no difieren significativamente entre sí en los diferentes atributos evaluados, pero se observaron inclinaciones de preferencia por parte de los consumidores.

**Palabras clave:** Helado de chocolate, preferencia, aceptación, parámetros sensoriales, análisis fisicoquímicos.

### ASSESSMENT OF THE ACCEPTANCE AND SENSORY PREFERENCE OF TWO VARIETIES OF COMMERCIAL ICE CREAMS FLAVOR CHOCOLATE.

### ABSTRACT

Two types of chocolate ice cream (Traditional and Light) were sensory characterized in three different and competitive brands of the market by means of two consumer-oriented tests (preference and acceptance), likewise, it carried out a study based on the physicochemical analyzes performed to these, to identify and explain the preference of an ice cream in



particular, thus creating a database that will determine a good quality ice cream with good acceptance and competitiveness in the market. The results that had a greater preference for consumers for traditional ice cream 358 with 42.5% and for light 271 with 47.5%, additional it was concluded that additional additives to the composition such as chocolate sauce and stevia mix - Vanilla enhance the sensory parameters and certificates better acceptance, Friedman's test notes that ice cream does not differ significantly from each other in the different attributes evaluated, but preference inclinations by consumers are included.

**Keywords:** Chocolate ice cream, preference, acceptance, sensory parameters, physicochemical analysis.

## 1 INTRODUCCIÓN

Desde hace mucho tiempo la civilización ha desarrollado el helado utilizando como base la nieve y el hielo, de ahí el comienzo de los primeros alimentos congelados. No obstante, la historia del helado está llena de mitos y leyendas que tienen poca evidencia real. No se conoce exactamente quién lo inventó, ni dónde ni cuándo, pero su historia está estrechamente asociada con el desarrollo de técnicas de refrigeración. Según se conoce en la actualidad, hace unos 2000 años los chinos mezclaban el hielo y la leche con jugos de fruta, proceso que ha evolucionado en el tiempo hasta el punto de encontrar ahora -en cualquier parte del mundo- desde el helado más sencillo hasta el más sofisticado, (Morales y Ramírez, 2015).

El helado es un alimento que proporciona nutrientes de excelente calidad. Es considerado una fuente importante de diferentes vitaminas, energía calórica, proteínas de alto valor biológico y minerales (calcio, magnesio, sodio, potasio, etc.). Además, dada la diversidad en los consumidores, hoy los helados son elaborados con grasas de origen vegetal, leche desnatada, con un menor contenido en azúcares, reducidos en grasas, etc. (Licata, 2019).

Teniendo en cuenta esta creciente diversidad de los helados en el mercado y de cómo estos han ido cambiando de acuerdo con las necesidades o gustos de los consumidores, en el presente trabajo investigativo se propuso desarrollar pruebas orientadas al consumidor (POC) con el objetivo de realizar un estudio de mercado sobre las preferencias de los consumidores en los helados de chocolate. De esta manera se espera tener información suficiente para elaborar un helado que compita con las principales marcas del mercado.

El presente trabajo se estructuró de la siguiente manera: Un apartado introductorio en el cual se da el conocer el helado, su producción y calidad con respecto a sus propiedades físicas y químicas. En segundo lugar, se expone la metodología utilizada, que es la prueba orientada al consumidor y el desarrollo de análisis fisicoquímicos establecidos por la NTC 1239, en



tercer lugar, se dan a conocer los resultados y por último se exponen las conclusiones a las que se llegaron en este estudio. Ahora bien, antes de pasar a exponer estos puntos, es importante mencionar brevemente las formas institucionales que regulan la producción de helados y se relacionan con el desarrollo de la presente investigación.

## Normatividad

La norma técnica colombiana Helados y Mezclas para Helados (2002) establecida por el ICONTEC define al helado como:

Un producto alimenticio, higienizado, edulcorado, obtenido a partir de una emulsión de grasas y proteínas, con adición de otros ingredientes y aditivos permitidos o sin ellos, o bien a partir de una mezcla de agua, azúcares y otros ingredientes y aditivos permitidos sometidos a congelamiento con batido o sin él, en condiciones tales que garanticen la conservación del producto en estado congelado o parcialmente congelado durante su almacenamiento, transporte y consumo final (p.1).

Del mismo modo la NTC 1239 sugiere que un helado contenga los siguientes ingredientes: leche, constituyentes derivados de la leche y productos lácteos, frescos, concentrados, deshidratados, fermentados, reconstituidos o recombinados; grasas y aceites vegetales, o animales, comestibles; proteínas comestibles no lácteas. Edulcorantes naturales y artificiales permitidos; agua potable; huevos y productos de huevo, pasteurizados o productos de huevo que hayan sido sometidos a un tratamiento térmico equivalente; frutas y productos a base de fruta; agregados alimenticios, destinados a conferir un aroma, sabor o textura, por ejemplo: café, cacao, miel, nueces, cereales, licores, sal, coberturas y otros, o destinados a ser vendidos en una sola unidad con el helado, por ejemplo: bizcocho, galletas, etc.

Posterior a lo mencionado se puede determinar la calidad del helado según cinco parámetros, tal como se muestra en la Tabla 1:

**Tabla 1. Características del helado**

Calidad	Características de calidad
Sensorial	Forma, color, olor, sabor, textura
Nutricional	Composición, digestibilidad
Sanitaria	Inocuidad (microorganismos, agentes químicos, contaminantes)
Fisicoquímica	pH, acidez, color, propiedades coligativas, viscosidad
Funcional	Overrun, envasado, derretimiento, capacidad de depósito, capacidad de porcionado

Fuente: Tomada del artículo de Velázquez y Vargas, 2015.

De acuerdo con Velázquez y Vargas (2015) el parámetro sensorial es uno de los más importantes debido a que el consumidor califica el producto según su preferencia o



aceptabilidad. El segundo parámetro es el nutricional que hoy en día está tomando mucha fuerza debido al contenido energético de los nutrientes, el tercero corresponde a la parte sanitaria y, el cuarto, al análisis fisicoquímico y funcional, que son dos factores importantes para determinar la calidad del helado en el proceso de elaboración, empaquetado y venta.

El análisis sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Lawless y Heymann, 2010). Esta disciplina, de acuerdo con el artículo de Ramírez (2012), comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos y aportar información útil para el desarrollo de productos, control durante la elaboración, vigilancia durante el almacenamiento, entre otras cosas.

De esta manera, Ramírez (2012) expone en su artículo que las pruebas de análisis sensorial permiten traducir las preferencias de los consumidores en atributos bien definidos para un producto. Por lo tanto, la información sobre los gustos y aversiones, preferencias y requisitos de aceptabilidad, se obtiene empleando métodos de análisis denominados pruebas orientadas al consumidor. Las cuales deben realizarse exclusivamente con consumidores y evaluadores entrenados (Watts et al, 1989; Arrabal y Ciappini, 2000, citados en Ramírez 2000). Siguiendo los planteamientos de Ramírez (2012):

Las consultas a consumidores se manejan con un enfoque diferente al perfil sensorial descriptivo, pretendiendo estimar la respuesta de la población potencial de consumidores del producto respecto al gusto. El catador evalúa simplemente el grado de aceptabilidad del producto y su preferencia (p.87).

El helado ha sido un alimento apetecible a través de los años que ha evolucionado en relación con la imaginación. Es decir, tal como lo plantea Celada y Valencia (2013) el helado es un producto que llegó para quedarse y que seguirá desarrollándose. Este es un alimento de sabor dulce, que se consume en estado congelado. Contiene agua, componentes lácteos, frutas, saborizantes, colorantes y aire. Lo cual implica que el mercado esté en constante crecimiento y los consumidores sean cada vez más exigentes con su calidad. Así mismo, Celada y Valencia (2013) señalan que el 98% de la población consume helado y solo el 2% restante no lo consume, y las personas que no lo hacen en su gran mayoría es debido a algún tipo de enfermedad.

Debido a esta situación las industrias han venido desarrollando helados saludables como de tipo *light*, bajo en grasa y sin azúcar. Dichas industrias poseen información de uso privado de su composición con base en estudios bromatológicos y fisicoquímicos, más no de pruebas orientadas al consumidor.



Teniendo en cuenta lo anterior, surgen los siguientes cuestionamientos: ¿El panel sensorial nos podrá brindar información suficiente para identificar la preferencia y aceptación de los consumidores frente a distintos helados de chocolate light y tradicional? ¿A qué características fisicoquímicas – bromatológicas se relaciona la preferencia del consumidor a un helado de chocolate light o tradicional? ¿Obtener información de la preferencia y aceptación del consumidor para cada tipo de helado es suficiente para desarrollar una formulación que sea más aceptada por los consumidores?

Tal como lo plantea Ramírez (2012), para lograr un mejor desempeño en la investigación y desarrollo de nuevos productos alimenticios, el conocimiento científico y objetivo del consumidor es un referente obligado, tal como lo. Este autor argumenta que aplicando técnicas combinadas de investigación de mercados mediante métodos (análisis multivariante) y análisis sensoriales, se logra un estudio más profundo del consumidor.

Con el fin de establecer una base de datos que brinde información y permita trabajar en una formulación más aceptada de helados sabor a chocolate (tradicional y *light*), se realizó un estudio exploratorio con base en la preferencia y aceptación de estos dos tipos de helado en tres marcas colombianas reconocidas por medio de las (POC), análisis fisicoquímicos– bromatológicos y estadísticos. Esto, con el objetivo de identificar el origen de dicha preferencia y así desarrollar un producto ajustado a las exigencias de los consumidores, de buena calidad y que sea competitivo en el mercado.

## 2 MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Población y Muestra

Las muestras de helado fueron adquiridas en un almacén de cadena de la ciudad de Cali que garantizara su buen almacenamiento. Se tomaron tres diferentes marcas de helados de chocolate reconocidas en el mercado, cada una en dos presentaciones (Tradicional –T- y Light –L-). Se adquirió 1 litro de cada helado para cada presentación y marca, para un total de tres litros de light y tres litros de tradicional, suficiente para realizar el estudio durante un periodo de dos semanas.

Para la distinción o identificación de los seis helados, se les designo un código de tres dígitos seleccionados aleatoriamente por medio de Microsoft Excel: Tradicional (574, 623, 358) y Light (836, 271, 146).

Posteriormente, se les presentaron a los consumidores tres muestras diferentes de un tipo de helado. Es importante aclarar que cada consumidor dio su preferencia y aceptación para un





solo tipo de helado, (T ó L), ninguno participó en los dos tipos. Además no se dio a conocer el nombre de las marcas puesto que no se tuvo consentimiento de las empresas para realizar esta investigación, cada muestra fue de aproximadamente 5g, se utilizaron contenedores totalmente insípidos e inertes que no pudieran afectar el resultado (Larmond, 1977), en este caso cucharas desechables, las cuales estaban codificadas en el extremo de su mango con el número de identificación asignado.

## 2.2 Diseño experimental

Como ya se ha mencionado, se realizaron dos pruebas dirigidas al consumidor: una de preferencia y otra de aceptación. Estas pruebas se llevaron a cabo en el mes de mayo de 2019, en el horario de 9:00 a.m. 10:00 a.m. en las instalaciones de la Universidad Santiago de Cali en un aula de clases, lugar adecuado donde las condiciones externas que los rodean (iluminación, olores, ruidos, etc.) no influyeron sobre los resultados obtenidos (ver figura 1).



**Figura 1. Panel sensorial**

Fuente: fotos tomadas en la Universidad Santiago en la realización de los paneles sensoriales

Se emplearon cuatro sesiones y 40 consumidores para cada tipo de helado (tradicional y light), para un total de 80 consumidores no entrenados de la ciudad de Cali, con un intervalo de edades entre 16 y 61 años, de ambos géneros.

Se cuidó que las tres muestras de cada tipo de helado fueran entregadas en diferente orden a cada consumidor ya que pasaban en grupos de tres, pero sus respectivos puestos se



encontraban separados entre sí al momento de evaluar. El orden en que los panelistas evaluaron las muestras quedó reportado en el formato (ver Figura 3).

Ya que es necesario utilizar un producto capaz de eliminar de la boca los restos de helado anterior entre degustaciones. Se les pidió a los participantes que tomaran un pequeño trozo de manzana verde y seguidamente se enjuagan con un poco de agua a temperatura ambiente, pues el sabor cítrico de la manzana verde ayuda a evitar interferencias con el siguiente producto.

Las tres muestras para cada tipo de panel (tradicional y *light*) se presentaron individualmente para cada individuo y se les suministraba la siguiente una vez degustaran la entregada, se les recomendó que comieran un trozo de manzana y tomaran agua después de cada degustación. Los panelistas evaluaron cada muestra solamente una vez.

### 2.3 Prueba de preferencia pareada

Se les preguntó a los panelistas cuál de las tres muestras codificadas prefirieron (ver figura 2). Se pidió que seleccionaran una, incluso si todas las muestras les parecían idénticas.

Género	<b>M</b> <input type="checkbox"/> <b>F</b> <input type="checkbox"/>	Edad: _____
Fecha		
¿Consumo regularmente helado? <b>Sí</b> <input type="checkbox"/> <b>No</b> <input type="checkbox"/>		
<b>Prueba de preferencia</b>		
Frente a usted se presentan tres muestras de helados, por favor pruebe cada una de ellas, empezando con la muestra de la izquierda. Escriba el número de la muestra que prefiere. Usted debe escoger una muestra, aunque no esté seguro.		
<b>NOTA:</b> Recuerde tomar agua y comer una porción de manzana verde entre muestras		
Código	_____	
¡Gracias por su colaboración!		

**Figura 2. Formato de evaluación empleado en la prueba de preferencia pareada para un tipo de helado (tradicional o light) de tres marcas diferentes.**

Fuente: Elaboración propia con base a Ramírez, 2012.

### 2.4 Prueba de aceptación: prueba hedónica de 5 puntos

A los panelistas se les pidió indicar cuanto les agrada o disgusta cada muestra, marcando una de las categorías en la escala (ver figura 3), que va desde "me disgusta extremadamente"



hasta "me gusta extremadamente". En esta escala se les permitió asignar la misma categoría a más de una muestra.

**Prueba hedónica de 5 puntos de aceptación**

**INSTRUCCIONES**  
Frente a usted se presentan tres muestras de helado. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

**NOTA:** Recuerde tomar agua y comer una porción de manzana verde entre muestras

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente	4	Me gusta moderadamente
2	Me disgusta moderadamente	5	Me gusta extremadamente
3	No me gusta ni me disgusta		

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA

*¡Gracias por su colaboración!*

Observaciones adicionales: \_\_\_\_\_

**Figura 3. Formato para prueba hedónica de 5 puntos utilizada para evaluar atributos sensoriales para un tipo de helado (tradicional o light) de tres marcas diferentes**

Fuente: Elaboración propia con base a Ramírez, 2012.

## 2.5 Análisis fisicoquímicos

### 2.5.1 Metodología de Análisis

Los helados fueron sometidos a pruebas fisicoquímicas con el fin de realizar un análisis comparativo y conocer sus parámetros de calidad, para ello se empleó la siguiente metodología:

**Densidad.** Se registró en el cuaderno de laboratorio el valor del volumen del picnómetro que está impreso en la pared del frasco. En una balanza analítica se pesó el picnómetro vacío, éste estaba totalmente seco y limpio. Se llenó el picnómetro completamente con la muestra y enseguida se colocó el tapón. Se pesó el picnómetro lleno de líquido y se registra el dato obtenido. Este procedimiento se hace por triplicado.



$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso picnómetro} + \text{muestra} - \text{Peso picnómetro vacío}}{\text{Volumen Picnómetro}}$$

**Ecuación 1. Calculo densidad**

**pH.** Se utilizó el equipo de pH Mettler Toledo Seven Compact S220, capaz de hacer lecturas hasta de 0,01 unidades de pH, previamente calibrado por medio de tres soluciones reguladoras de pH 4,0 -7,0 y 10,0 respectivamente, y que se encuentre dentro de  $\pm 0,01$  unidades de pH (NTC-4978, 2001). Una vez calibrado el equipo se tomaron 10mL de la mezcla y se reporta la lectura obtenida, todas las mediciones se realizaron por triplicado.

**Viscosidad.** Se utilizó el viscosímetro Brookfield, la muestra a 5°C y realizando la autocalibración del equipo, se deja que la lectura se estabilice para poder reportarla, el análisis se realizó por triplicado. Para lograr en la medición unos valores adecuadamente reproducibles, resulta decisivo efectuar una cuidadosa termoadaptación de los aparatos de medida y de la muestra a analizar, siendo la temperatura de 5°C la más recomendable (Geyer, 1989).

**Overrun.** Se mezcló la muestra a -20°C y con ayuda de un molde cilíndrico de volumen conocido, se añade el helado a una probeta, el volumen observado una vez derretido el helado se reporta y se calcula el % de *Overrun* por medio de la siguiente formula:

$$\% \text{Overrun} = \frac{\text{volumen de la mezcla añadida} - \text{volumen de helado observado}}{\text{volumen de helado observado}} \times 100$$

**Ecuación 2. Calculo Overrun**

**Residuo de ignición.** Se pesó aproximadamente 1g de muestra en un crisol previamente sometido a ignición, enfriado y pesado, se registró el peso de la muestra y se llevó a una cabina de extracción, se adiciona 1mL de ácido sulfúrico donde con un mechero se calienta para eliminar la materia orgánica, una vez no produjo más vapores se pasó a la mufla donde se somete a ignición a 800°C por 3 horas, una vez transcurrido este tiempo pasar a una estufa por 15 minutos a 105°C y posteriormente a un desecador, una vez atemperado se pesa el crisol más residuo (AOAC, 1980). Se reportan los datos y se calcula por medio de la siguiente formula:

$$\frac{(\text{Peso crisol} + \text{residuo}) - (\text{Peso crisol vacío})}{(\text{Peso crisol} + \text{muestra}) - (\text{Peso crisol vacío})} \times 100$$

**Ecuación 3. Calculo Residuo de Ignición.**



**Proteína.** Se pesaron 5 g de muestra y se colocan en un matraz Kejdahl, se añadió una cucharada de mezcla catalítica (sulfato de potasio y sulfato de cobre). Se agregaron 50mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado por las paredes del matraz y se introdujeron perlas de vidrio para facilitar la ebullición, se conectó en el aparato digestor a ebullición, la temperatura se mantuvo por debajo de 300°C ya que puede haber pérdidas de nitrógeno, se dejó enfriar, antes de la solidificación de la sal, se adiciona 250mL de agua destilada para continuar la destilación. La destilación se realizó en un erlenmeyer de 500mL, se agregaron 50mL de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> al 4% y de 3-5 gotas de indicador. Se colocaron los matraces bajo los condensadores, introduciendo los tubos dentro de los mismos para recibir el destilado y coleccionar de 250 a 300mL de volumen. Al digerido que está en el matraz disuelto en agua, se le añaden 110mL de NaOH al 45%, y unos gránulos de zinc (catalizador), para que se concentre el destilado rápidamente. Se ajusta el tapón del condensador, para mezclar a través de rotaciones suaves, se colocan en la plancha y se destila. Posteriormente se titula con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> estandarizado (0.1N) o HCl (0.1N) hasta que desaparece el color verde y cambia a color rosa (AOAC, 1980).

$$N = N \times V \times 14$$

**Ecuación 4. Calculo Contenido de Nitrógeno.**

Dónde: N: Normalidad del ácido en la valoración. V: Volumen del ácido consumido 14: Peso atómico del Nitrógeno

$$\% \text{ Proteína} = \frac{P2}{P0} \times 100 \times F$$

**Ecuación 5. Calculo Contenido de Proteína**

Dónde: P0: Peso de la muestra (mg), P2: Nitrógeno (mg), F: Factor proteínico (6.25)

**Conductividad.** Se realizó por medio de un equipo de conductividad Mettler Toledo asegurándonos que tuviera la respectiva calibración con el estándar de conductividad, la muestra se mide por triplicado a 5°C y se reporta el dato obtenido por el equipo.

**Karl Fisher.** Se utilizó un equipo Metrohm Titrino 702 SM dotado de una solución de 1mL por cada 5mg de agua previamente estandarizada, se pesó entre 50 y 100mg de muestra y se tituló en el equipo (USP 2019). Se calculó el contenido de agua por medio de la siguiente formula:



$$\frac{\text{Volumen consumido x Factor solución}}{\text{peso muestra (mg)}} \times 100$$

**Ecuación 6. Calculo Contenido de agua.**

**Porcentaje de derretimiento y tiempo de caída de primera gota.** La determinación del tiempo de caída de primera gota y el porcentaje de derretimiento se realizó colocando sobre una malla de 56 orificios/cm<sup>2</sup> una muestra de 70g de helado almacenado a -18°C durante un día, se cronometró el tiempo en el cual ocurre la caída de la primera gota y el derretimiento total (López y Sepúlveda, 2012; Posada, et al., 2012 citado en Velázquez y Vargas, 2015).

**Color**

Para realizar la determinación colorimétrica se emplea como modelo de color el sistema CIE-Lab y el iluminante de referencia D65 (estándar luz de día), obteniendo los valores experimentales mediante el empleo del espectrocolorímetro (Color Flex- HunterLab). Donde las magnitudes estudiadas para la caracterización del color son la luminosidad (L\*), la proporción de rojo-verde (a\*) y proporción amarillo-azul (b\*) (Ramírez-Navas, 2010). Para obtener dichas mediciones se calibra el equipo con los platos de referencia verde, blanco y negro, ubicando previamente la caja Petri, sobre la cual se colocan las muestras, en el puerto de lectura. Cada muestra se sitúa en la caja Petri previo a su análisis. Todas las muestras se cubren antes del análisis con el cubreobjetos de color negro (parte del equipo). Para evitar que la luz cause interferencia en la lectura. Las muestras se rotan aproximadamente 120° después de cada lectura, repitiéndose la misma (Novoa y Ramírez-Navas, 2012).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L_{f,i})^2 + (\Delta a_{f,i})^2 + (\Delta b_{f,i})^2}$$

**Ecuación 7. Calculo diferencia de color.**

**Determinación de contenido de grasa**

Para determinar el contenido de grasa se utilizó El método Soxhlet de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana (NTC 6240) “Determinación del contenido porcentual de grasa o aceite, Método Soxhlet”

Previo a la extracción se debe secar la muestra para mejorar la eficiencia de la determinación de grasa, para esto se siguieron los apartados utilizados en la determinación de humedad y material volátil. Luego se realiza el montaje del sistema para así dar inicio al proceso de extracción.



$$\%A = \frac{A_c}{M_0}$$

Dónde: %A=Porcentaje de aceite,  $A_c$ =Aceite obtenido de la extracción (g)

### Ecuación 8. Calculo contenido de grasa soluble en Hexano

#### 2.6 Parámetros éticos

Se manifiesta voluntariamente el interés de participar en este estudio con fines académicos, no se tiene consentimiento de las compañías involucradas para publicar los resultados o actuar en nombre de ellas, se comprende que la información es restringida y usada exclusivamente para el desarrollo de este proyecto.

#### 2.7 Análisis estadístico.

Los datos obtenidos en la Prueba de preferencia pareada y la prueba de aceptación hedónica de cinco puntos fueron analizados estadísticamente utilizando el programa “Startical Product and Service Solutions” (SPSS Statistics® v.18). El cual es un conjunto de herramientas de tratamiento de datos para el análisis estadístico.

**Prueba de Friedman:** Es una prueba no paramétrica, que se utiliza para comparar más de dos mediciones de rangos (medianas) y determinar que la diferencia no se deba al azar (que la diferencia sea estadísticamente significativa). La prueba de Friedman en el paquete estadístico SPSS se encuentra en el menú Analizar / Pruebas no paramétricas / Cuadros de diálogo antiguos / K muestras relacionadas.

### 3 RESULTADOS

El sabor es la sensación que producen los alimentos u otras sustancias en el gusto. Dicha impresión a los componentes químicos de los alimentos está determinada en un 80% por el olfato y el 20% restante por el paladar y la lengua. Por eso cuando una persona está congestionada siente que los alimentos no tienen sabor. Por otro lado, existen pequeñas estructuras en la superficie superior de la lengua llamadas papilas gustativas. Se componen de un grupo de células receptoras, que están conectadas a ramificaciones nerviosas que envían señales al cerebro. La lengua humana tiene alrededor de 10,000 papilas gustativas;



dependiendo de su localización en la lengua tienen la habilidad de detectar mejor cierto tipo de estímulos o sabores (Colorado, 2014).

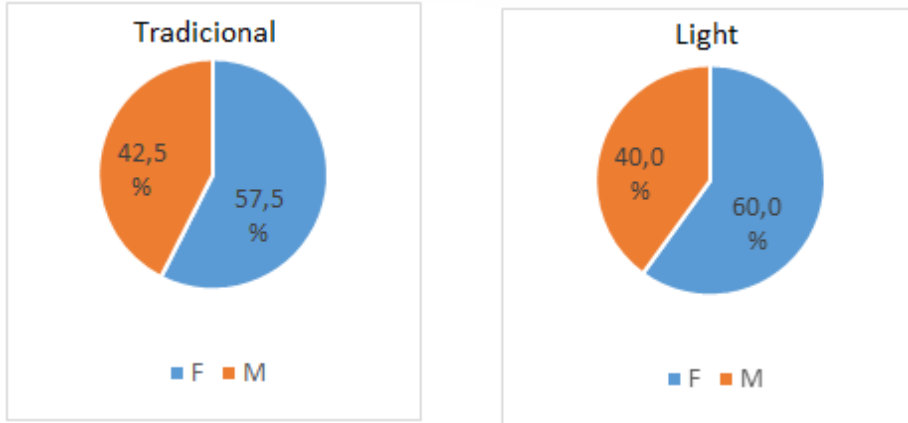
Los alimentos introducidos en la boca son disueltos en la saliva, penetrando las papilas gustativas a través de los poros que hay en la lengua. Estas células nerviosas poseen en su parte superior unos filamentos que dan respuesta a estas sustancias, generando un impulso nervioso que llega al cerebro y se transforma en una sensación: el sabor. Además del efecto químico que se produce en las papilas y que induce la sensación del gusto, existen otras propiedades del alimento que son de carácter táctil. Estas propiedades según Colorado (2014) tienen que ver con la parte física del objeto; es decir, su tamaño, textura, consistencia y temperatura.

### 3.1 Caracterización de la población de estudio

El presente estudio muestra un análisis sensorial basado en pruebas orientadas al consumidor (POC), a seis helados de chocolate, tres de ellos light y tres tradicionales. En la figura 4 se presenta la caracterización de la población de consumidores que evaluaron sensorialmente los helados. La prueba se llevó a cabo en la Universidad Santiago de Cali.

En los paneles realizados es importante señalar que hubo una mayor participación femenina con un 57,5% para los helados tradicionales y un 60,0% para los helados *light* frente a la parte masculina con un 42,5% y 40,0% respectivamente. Aunque la población escogida fue al azar este resultado favorece al panel, ya que los hombres como las mujeres tienen diferencias sensoriales, siendo las mujeres más perceptibles a ellos. Un estudio de la Universidad de Yale (Estados Unidos) determinó recientemente que las mujeres tienen realmente más papilas gustativas en la lengua que los hombres. De acuerdo con el blog Sensory Bites un 35% de las mujeres son “súper degustadoras”, es decir, perciben los sabores con más intensidad, especialmente los amargos, frente a un 15% de los hombres. Según estos datos el género marca la diferencia, tanto hombres como mujeres pueden ser buenos panelistas sensoriales. Sin embargo, el blog menciona que para ello hacen falta otras características indispensables, además de una buena predisposición genética.

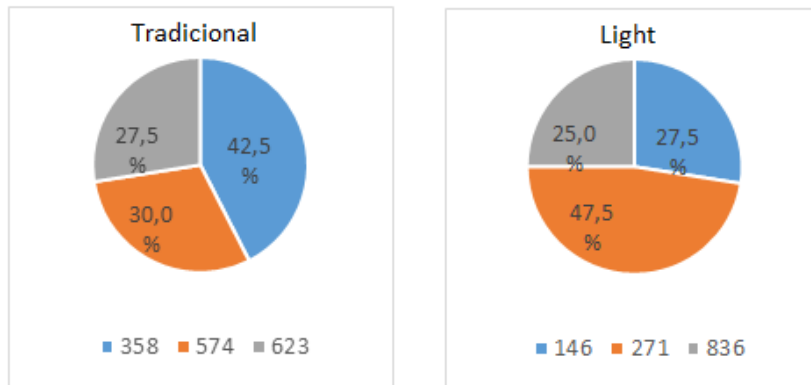




**Figura 4. Participación del género en el panel sensorial para los dos tipos de helado.**  
Fuente: Elaboración propia con base a los datos del panel sensorial

### 3.2 Análisis de Preferencia

Durante el panel sensorial se realizó a los participantes una prueba de preferencia para los helados light y tradicional como se muestra figura 5. Para el helado tradicional el código con mayor preferencia fue el 358 con un 42,5%, lo sigue el 574 con 30,0% y por último el 623 con un 27,5%. Esta preferencia se relaciona con la matriz en que fue elaborado el helado, es decir los ingredientes que lo componen y el proceso de fabricación. En la tabla 2 se muestran los ingredientes más representativos.



**Figura 5. Preferencia de los consumidores frente a cada marca de helado.**  
Fuente: Elaboración propia con base a los datos del panel sensorial



**Tabla 2. Ingredientes más representativos en los tres helados tradicionales**

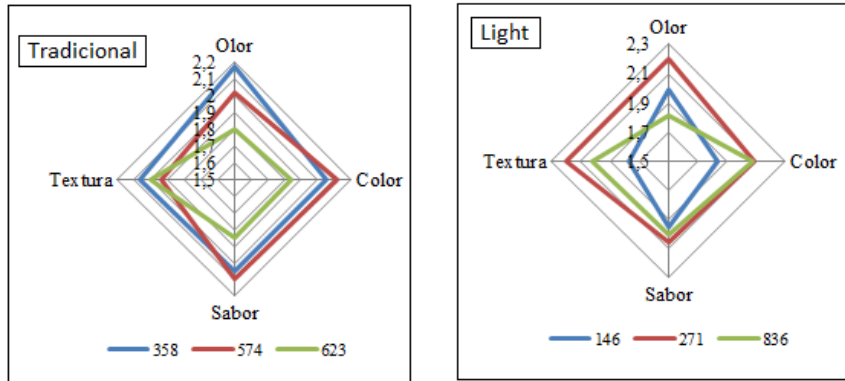
Ingredientes	358	574	623
Leche entera	x	X	X
Cocoa	x	X	X
Grasa vegetal	x	x	X
Azúcar	x	x	X
Color caramelo		x	
Estabilizantes	x	x	X
Salsa de chocolate	x	x	
Acidulante		x	X
Vainilla en polvo			X

**Fuente: Elaboración propia con base a los ingredientes de los tres tipos de helado tradicional.**

Como se observa en la tabla 2 todos los helados están compuestos casi por la misma materia prima, que son la base fundamental para el desarrollo de un helado y por ende cada uno de ellos tiene la cantidad indicada para garantizar una buena calidad. (Prácticas y Soluciones, 2009).

Aunque para tener un helado de calidad se debe cumplir con lo mencionado anteriormente también se debe tener en cuenta que hoy en día a estos se le adicionan aditivos u otros productos para que tengan mejores sabor o consistencia y así poder competir en el mercado. Como se observa en la tabla 2 el helado de mayor preferencia tiene en su formulación salsa de chocolate y del mismo modo para el segundo. Sin embargo, el último no cuenta con este ingrediente si no con otros aditivos como la vainilla en polvo. Indicando que la salsa de chocolate hace que el helado sea más preferido por los consumidores

Como se ve en la figura 6, la prueba de Friedman para el helado tradicional hace resaltar su textura, sabor, color y olor. También se pudo observar que el segundo lugar de este tipo de helado es similar en estos atributos, sin embargo, cuenta con un acidulante el cual podría opacar la salsa de chocolate dando una consistencia que no agrade completamente al consumidor. Mientras que para el último lugar podemos afirmar que la vainilla en polvo no favorece mucho el helado.



**Figura 6. Prueba de Friedman para los helados Tradicional y Light**

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del panel sensorial

Por otra parte, como observamos en la figura 5 para los helados de tipo light, el código con mayor preferencia es el código 271 con un 47,5%, seguido del 146 con un 27,5% y por último el 836 con 25,0%. A continuación se muestra en la tabla 3 los ingredientes más representativos que componen un helado light.

**Tabla 3. Ingredientes más representativos en los tres helados light**

Ingredientes	271	146	836
Leche entera	x	x	X
Cocoa	x	x	x
Grasa vegetal	x	x	x
Stevia	x		
Sucralosa		x	x
Color caramelo		x	
Humectante	x	x	x
Vainilla en polvo	x		
Colorante Artificial	x		x
masa de cacao			x

Fuente: Elaboración propia con base a los ingredientes de los tres tipos de helado light.

En el helado light el ingrediente azúcar es sustituido por un edulcorante con el propósito de que aporte menos carbohidratos en su composición, disminuyendo así las calorías del helado.

Debido a los altos niveles de azúcar que contienen los productos, los consumidores son cada vez más conscientes de la cantidad que consumen diariamente. De este modo el helado light se convierte una de las opciones para consumir, porque disminuye el contenido de



carbohidratos. Sin embargo, esto hace que su composición presente cambios significativos en textura y sabor. Aunque algunos de estos aspectos se pueden superar mediante la adición de agentes de carga, los cuales influyen en la consistencia del helado, sin embargo, presentan un comportamiento pseudoplástico (Guzman y Ramírez, 2016).

Como se ve en la tabla 3 el helado de mayor preferencia tiene en su formulación el edulcorante Stevia y un aditivo extra que es la vainilla en polvo. Mientras que para los otros dos helados el edulcorante es la sucralosa y no tienen en su tabla de ingredientes otro aditivo en su formulación. Esta diferencia evidencia que la vainilla es el detonante para que un helado tenga un nivel alto de preferencia por los consumidores.

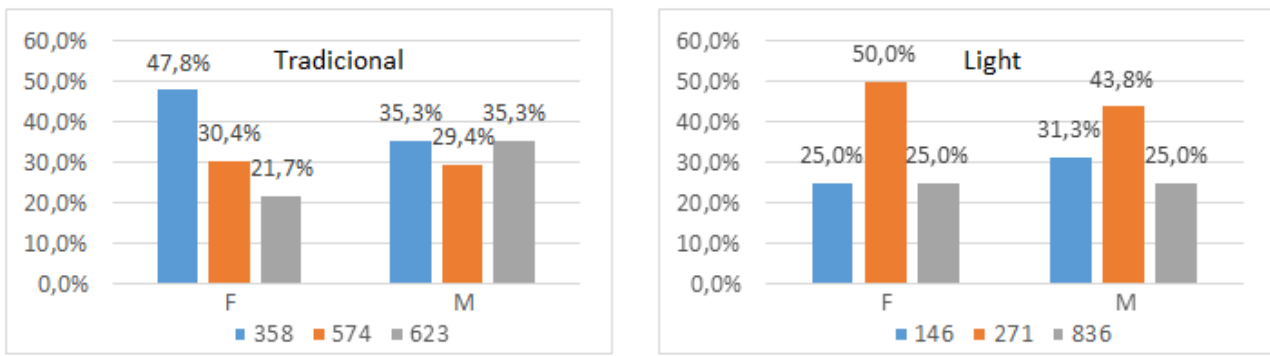
Esto se puede corroborar con la figura 6 en la prueba de Friedman indicando una alta calificación en todos sus atributos, en comparación a los otros dos. En donde solo la única característica que perciben con igualdad para los tres helados es el sabor, pero difiriendo en textura, color y olor. También vemos que tanto el código 836 y 146 tienen un menor nivel de preferencia casi igual, corroborando así que la vainilla en polvo hace sensorialmente un mejor helado cuando se utilizan edulcorantes para remplazar de azúcar.

Del mismo modo se observa el nivel de preferencia por género de los dos tipos de helados, como se muestra en la figura 7, para el helado tradicional se observa una mayor preferencia del género femenino, para el helado con el código 358 (47,8%) y menor para el 623 (21,7%), mientras que estas mismas referencias en el género masculino obtuvo el mismo valor (35,3%). indicando que las mujeres son más susceptibles a los helados que contiene salsa de chocolate, ya que este induce a resaltar la textura y olfato como se observa en la figura 6, mientras para el código 574 aunque tenga salsa de chocolate también contiene un acidulante, este se incluye en los alimentos con el objetivo de modificar su acidez o reforzar su sabor pero se observa que opaca la salsa de chocolate indicando un menor grado de preferencia con respecto al primero, por ultimo está el helado de código 623, aquí el aditivo es solo la vainilla, no aportando lo suficiente para tener un helado con mejores atributos sensoriales, siendo este el de menor aceptabilidad.

En el caso de los hombres tuvieron una misma preferencia en los helados con salsa de chocolate y vainilla, pero con menor preferencia el que contenía el acidulante. Esta diferencia entre hombres y mujeres como lo argumenta Alfaro (2017) en su blog web se debe a que el chocolate no solo sabe bien, sino que está compuesto de sustancias como la teobromina, que tienen una acción directa sobre el cerebro, a la que las mujeres parecen ser mucho más sensibles.



Para el helado *light* la preferencia de ambos géneros es mayor para el código 271 con 50,0% y 43,8% para femenino y masculino respectivamente. Para los helados con código 836 y 146 presentan una igualdad del 25,0% por parte del género femenino, mientras que en estas dos referencias para el género masculino hay mayor preferencia del código 146 (31,3%) y en menor medida al 836 (25,0%). En este tipo de helado tanto el género femenino y masculino prefieren el helado con aditivo vainilla en polvo, indicando que este en presencia de stevia realza los atributos, esto lo podemos evidenciar la figura 6 donde los atributos para el helado 271 son más altos en comparación a lo que no contienen la mezcla stevia- vainilla.



**Figura 7. Preferencia de los consumidores frente a cada marca de helado por género.**  
Fuente: Elaboración propia con base a los datos del panel sensorial

A continuación se observa los resultados obtenidos en la prueba de Friedman para determinar si cualquiera de las diferencias entre las medianas es estadísticamente significativa. Demostrando que las medias de los códigos 358, 574, 623 del helado tradicional son muy cercanas entre sí, indicando poca diferencia entre ellos. Es decir que los tres helados son aceptados en el mercado sin importar que se sean de diferentes marcas. Para los atributos: olor ( $p=0.1 > 0.05$ ), color ( $p=0.3 > 0.05$ ), sabor ( $p=0.3 > 0.05$ ) y textura ( $p=0.8 > 0.05$ ) entre los códigos 358, 574 y 623 no difieren significativamente, este criterio nos permite ver que los tres helados cuentan con propiedades sensoriales que satisfacen a todos los consumidores. Pero cabe resaltar que en la figura 6 hay atributos que resaltan más que otros, esto se debe a lo mencionado anteriormente.



**Tabla 4. Prueba de Friedman para helados de chocolate Tradicional**

Código	Rango promedio			
	Olor	Color	Sabor	Textura
358	2,18	2,05	2,05	2,06
574	2,03	2,11	2,10	1,94
623	1,80	1,84	1,85	2,00
$F_{r(3)}$	4,145	2,354	2,218	0,481
P	1,E-01	3,E-01	3,E-01	8,E-01

**Fuente:** Elaboración propia con base a los datos del panel sensorial

En el caso específico de los helados light las comparaciones de las mediciones de los rangos (mediana) son cercanos y determinan que no hay diferencia entre ellos. Para corroborar esto se realizó la prueba de Friedman: Olor ( $p=0.09>0.05$ ), color ( $p=0.3>0.05$ ), sabor ( $p=0.9>0.05$ ) y textura ( $p=0.07>0.05$ ), determinando que no hay diferencia significativa entre los helados light, y que estos presentan una buena aceptabilidad por los consumidores.

**Tabla 5. Prueba de Friedman para helados de chocolate Light**

Código	Rango promedio			
	Olor	Color	Sabor	Textura
146	1,99	1,84	1,95	1,78
271	2,20	2,09	2,05	2,20
836	1,81	2,08	2,00	2,03
$F_{r(3)}$	4,869	2,490	0,254	5,458
P	9,E-02	3,E-01	9,E-01	7,E-02

**Fuente:** Elaboración propia con base a los datos del panel sensorial

A continuación, se presentan los resultados fisicoquímicos obtenidos de los seis helados de chocolate evaluados. Los resultados evidencian, según lo comúnmente reportado por la literatura que las muestras de helado presentan una composición dentro de los rangos normales de calidad establecidos por la NTC 1239.



**Tabla 6. Resultados obtenidos de los análisis Físicoquímicos – Bromatológicos realizados**

Análisis	Tradicional			Light		
	358	574	623	146	271	836
<b>pH</b>	6,68	6,66	6,50	6,55	6,82	6,63
%RSD pH	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
<b>Viscosidad (Cp)</b>	4400	3600	1400	900	2600	3400
%RSD Viscosidad	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
<b>Conductividad (µS/Cm)</b>	1069	1757	1115	1783	992	872
%RSD Conductividad	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>Karl Fisher (%)</b>	65,2	78,6	62,0	58,6	75,0	70,0
%RSD Karl Fisher	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3
<b>Densidad (g/mL)</b>	0,7469	0,8590	0,9718	1,1231	0,6024	0,8799
%RSD Densidad	1,5	1,2	1,0	1,3	1,2	1,2
<b>Residuo de ignición (%) (800°C x 3 Horas)</b>	1,1	1,3	1,3	1,5	1,4	1,4
<b>Contenido de Nitrógeno Kejdahl (% Proteína)</b>	1,3	2,5	1,0	0,5	3,9	3,9
<b>Overrun (%)</b>	84,8	97,7	123,7	112,5	102,4	117,9
<b>Caída primera gota (min)</b>	14:24	6:40	9:08	10:56	12:22	5:53
<b>Tiempo derretimiento (min)</b>	45:26	42:44	39:49	44:03	46:43	41:37
<b>Contenido de grasa soluble en hexano (%)</b>	2,5	3,6	10,6	7,4	3,2	37,6
<b>L*</b>	22,35	4,50	11,81	18,61	6,41	5,69
%RSD L*	0,7	5,5	2,5	1,4	1,7	3,5
<b>a*</b>	11,39	10,07	10,90	9,45	10,94	8,76
%RSD a*	0,7	1,9	0,6	0,7	3,1	5,9
<b>b*</b>	17,79	7,48	14,16	14,74	9,10	7,97
%RSD b*	1,2	4,8	5,0	0,9	3,5	3,5
<b>Cromaticidad</b>	21,1	12,5	17,9	17,5	14,2	11,8
<b>Tonalidad</b>	57,4	36,6	52,4	57,3	39,8	42,3
<b>Diferencia de color</b>	0,4	0,9	1,5	0,6	0,6	1,0

Fuente: Elaboración propia con base a los análisis físicoquímicos obtenidos de los seis helados.

Realizando la comparación de los helados con mayor aceptación por los consumidores (271 Light y 358 Tradicional) respecto a los análisis físicoquímicos obtenidos para cada uno de ellos (ver Tabla 6), se encontró en primer lugar que ambos helados presentan el mayor valor de pH, la diferencia entre este valor y los otros helados es mínima. Como vemos, los resultados son uniformes, pero se podrían ver afectados y a su vez afectar la calidad del producto pues los helados constan de una fase dispersa (con tres principales componentes estructurales: burbujas de aire, cristales de hielo y glóbulos de grasa emulsionados y dispersados) que se encuentran inmersos en una fase continua (fase líquida de alta viscosidad



con azúcares, proteínas de leche, e hidrocoloides disueltos en agua no congelada, fase denominada suero) (Clarke, 2004). De acuerdo con (Pintor y Totosaus 2013) la estabilidad de la compleja mezcla de muchos ingredientes, con diferentes propiedades, depende de la funcionalidad de éstos, los cuales a su vez dependen de las condiciones del sistema (temperatura, fuerza iónica y pH) para su óptimo desempeño en la formulación del helado.

El pH es altamente dependiente de la temperatura. Las variaciones de esta causan muchos cambios en el sistema buffer de la leche, principalmente se ve afectada la solubilidad del fosfato de calcio (Fox y McSweeney, 1998). El pH disminuye en promedio 0,01 unidades por cada °C que aumenta, fundamentalmente a causa de la insolubilización del fosfato de calcio. Esta variación es muy importante considerando el estrecho rango de variación del pH (Castillo, 2016).

Los resultados de viscosidad obtenidos para las tres muestras de cada tipo nos indican que los helados con mayor preferencia son aquellos que tienen una alta viscosidad para el caso del tradicional y una viscosidad intermedia para el light (ver tabla 6). En el proceso de fabricación, el agua se utiliza para la dispersión de ingredientes en la formulación. Los primeros componentes en disolverse son los llamados sólidos lácteos no grasos. Estos son principalmente proteínas lácteas (leche en polvo descremada, caseinatos y/o suero de leche), que tienen por objeto estabilizar y aumentar la viscosidad de la mezcla-base para helado. Como observamos la viscosidad obtenida es mayor en un tipo de helado mientras que el otro está en segundo lugar cercano al mayor, esto debido a que una mayor viscosidad mejora su textura, tiempo de derretimiento y caída de la primera gota, este parámetro es ligado directamente a los emulsificantes y estabilizantes. Los cuales son un grupo de ingredientes usados en la elaboración de helados en bajas concentraciones y son usualmente polisacáridos o gomas como carrageninas, goma guar, goma de algarrobo, goma xantana, goma tara, goma de celulosa y/o celulosa microcristalina (Clarke, 2004).

En conjunto, los emulsificantes y estabilizantes determinan las propiedades reológicas del producto (Clarke, 2004). Los emulsificantes ayudan a estabilizar la emulsión debido a su estructura molecular, disminuyendo la tensión interfacial. Además de desestabilizar parcialmente la grasa (esto es, ayudan a que se produzca cierta coalescencia y agregación de las gotas de grasa para que pueda ser formada una red que estabilice las burbujas de aire y por lo tanto la estructura del helado). El objetivo de estos hidrocoloides es dar suavidad, cuerpo y textura en los helados, retardando o reduciendo el crecimiento de cristales de hielo durante el almacenamiento, especialmente durante los periodos de fluctuación, impartiendo uniformidad y resistencia al derretimiento. También como se mencionó anteriormente





incrementan la viscosidad de la mezcla, promueven la incorporación de aire y estabilizan al sistema contra la separación de fases, ligando el agua libre (Akesowan, 2008).

La estabilidad de la fase continua antes de la adición de la grasa y batido para incorporar aire es importante para el correcto desarrollo de la textura deseada en el producto final. La solubilidad de las proteínas y su interacción con otros componentes de la mezcla (como polisacáridos o gomas) afectan la capacidad de emulsionar y estabilizar los glóbulos de grasa que serán dispersos en esta fase, para posteriormente cristalizar durante el batido-congelamiento y estabilizar a su vez el aire incorporado (Clarke, 2004).

Un componente importante es la grasa. En realidad, las grasas de los alimentos tienen una función en su aceptabilidad final. Ni la cantidad ni el tipo de grasas se pueden cambiar de manera indiscriminada sin cambiar las características que hacen que un alimento sea atractivo (Matthew, 2010). Los resultados muestran para ambos helados preferidos el menor contenido de grasa, y a su vez el menos preferido el mayor contenido de grasa (ver tabla 6). Esto se podría asociar a una sensación más intensa de sabor grasoso para los de menos aceptación, factor por el cual saturaba el gusto de los panelistas. De acuerdo con Akoh (1998) la grasa como componente de los alimentos aporta beneficios fisiológicos y sensoriales que son claves en la percepción de los alimentos, entre ellos el sabor, el aroma, la sensación en boca, la cremosidad, la estabilidad y la textura de los alimentos. Además, contribuye con características especiales de la comida como la estructura cristalina, su punto de solidificación y de fusión.

La grasa que se incorpora en el helado puede ser de origen lácteo, vegetal, o bien, ambas. Utilizar diferentes tipos de grasa vegetal con diferente grado de insaturaciones (como aceite de girasol o de palma) puede resultar en diferentes agregados estructurales, mejorando la estabilidad al derretimiento del helado (Méndez y Douglas, 2012). La grasa juega un papel esencial en el helado, ya que disminuye el derretimiento, estabiliza y promueve la incorporación y dispersión de aire, incrementa la viscosidad, imparte el aroma y favorece la formación de cristales de hielo. Durante la agitación de los glóbulos de grasa se rompe la película proteica interfacial que se formó durante el proceso de mezclado y al aproximarse quedan enganchados por el contacto grasa/grasa. Esta grasa cristalizada impide que la coalescencia sea completa, formándose agregados de forma irregular que se unen entre sí, constituyendo una red continua en la matriz del producto (Chung, Heyman, Grun, 2006).

La capacidad de la grasa de promover y mantener la dispersión de aire en el helado es debido a que la grasa se coloca en la superficie de las burbujas de aire, proporcionándoles una fina capa que las estabiliza. Para ayudar a la formación de agregados en la grasa láctea, es importante añadir emulsificantes que ayuden a desplazar a las proteínas de leche de la



superficie de las burbujas, ampliando así la superficie de contacto (Aykan, Sezgin, y Guzel, 2008). Recientemente se ha propuesto que los tipos de interacciones entre la grasa (como la coalescencia parcial de cristales de hielo, la floculación inducida por proteínas o puenteo, o bien la floculación, la coalescencia o combinaciones de estas) afectan la textura del helado (Mendez y Douglas, 2012).

El *overrun* es la cantidad de aire que se introduce mediante el batido en frío (-12°C) y es un ingrediente necesario porque sin él el helado sería demasiado denso, duro y frío. Su rango es mayor en los helados cremosos que en los de fruta. De esta manera los productos de helados tienen que contener una cantidad equilibrada de *overrun*, porque si es muy alto este tendría un mayor rendimiento, pero se corre el riesgo de que el helado no tenga una buena conservación; en cambio sí es bajo, el helado será duro y demasiado compacto, lo que reducirá considerablemente el margen de utilidad (Huaroma, 2014). Este es de gran importancia ya que la estructura de la sustancia puede tener un gran efecto en el sabor, esto se debe a que cuanto más grande sea la estructura (helado, en este caso), más tiempo se necesita para que las moléculas de sabor sean liberadas. Estas estimulan los receptores en la boca y en la lengua (Rohrig, 2014).

Los resultados obtenidos para los dos tipos de helado con mayor preferencia muestran el menor contenido de *overrun* y las menores densidades (ver tabla 6). Estos parámetros están asociados ya que la densidad va a depender del contenido de aire que le ingrese al helado. Los resultados de *overrun* indican valores altos, esto debido a que se realizó experimentalmente para tener un estimado sin conocer los valores reales en la fabricación, ya que en este proceso se tiene en cuenta el volumen de la mezcla que ingresa a la máquina antes de ser batida y el volumen final obtenido. Para ambos tipos de helados con mayor preferencia, aunque el *overrun* obtenido es alto, se mantiene por debajo de los otros. Esto quiere decir que al no ser tan alto tendrá una buena conservación y al no ser tan bajo no son tan compactos y densos, parámetro corroborado con las densidades obtenidas. Por tanto, la conservación y cremosidad fueron claves para los panelistas a la hora de calificar estos helados.

El aire en el proceso es otro ingrediente básico que conforma la estructura del helado, formando un alimento que es una emulsión y una espuma a la vez. Cuanto, más alto es el contenido de sólidos en el helado, más cantidad de aire es incorporado durante el batido-congelado. Finalmente, la formación de cristales de hielo durante la congelación es resultado de la fusión a 0 °C de las moléculas de agua que forman estructuras hexagonales (clatratos en solución por interacciones entre moléculas de agua). Debido a la pérdida del calor latente, la temperatura se mantiene constante hasta que el agua restante libre, no químicamente unida



a otras macromoléculas o componentes del sistema lácteo se convierte en hielo. Aquí es importante la nucleación o crecimiento de los cristales de hielo. Debido al alto contenido de sólidos, la temperatura de super-enfriamiento es menor (en vez de los  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  necesarios se llega  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) permitiendo la formación de cristales de hielo estables (Clarke, 2004). El efecto más marcado sobre la fase hielo de los helados es debido a los azúcares presentes en la formulación (tipo y concentración). Afectan la depresión del punto de congelación de la mezcla durante el congelamiento y el volumen de la fase hielo, donde una alta concentración de azúcares resulta en un bajo volumen de la fase hielo. En contraste, los estabilizantes no afectan las características de congelamiento del helado, y el efecto de depresión del punto de congelación no es importante en comparación al efecto de los azúcares (Flores y Goff, 1999).

El papel de las burbujas de aire es proporcionar al helado una textura ligera y suave, sin aire la emulsión congelada daría una sensación muy fría en la boca y demasiado densa para el estómago. Además de esto, el aire logra que la conductividad térmica del helado sea más baja y se mantenga congelado durante el tiempo que dura ser consumido (Romero y Josep 2004). Parámetro ligado y confirmado con el tiempo de derretimiento y caída de la primera gota los cuales fueron mayores para los helados de mayor preferencia (ver tabla 6). Como indican los resultados fisicoquímicos, se obtuvo una menor conductividad en el helado de preferencia tradicional y una conductividad intermedia para el helado light, ambas con valores similares ( $1069\text{ }\mu\text{S}/\text{Cm}$  y  $992\text{ }\mu\text{S}/\text{Cm}$ ) respectivamente (ver tabla 6). Estas características le permitieron al consumidor degustar un helado de optima consistencia, que no se derritió en un corto tiempo y que la sensación al comerlo fue agradable respecto a la temperatura.

El contenido de agua es un factor crítico ya que está relacionado a la textura del helado y al proceso de congelamiento, en este proceso se termina de congelar el agua que queda libre en la matriz del helado. La formación de grandes cristales de hielo es uno de los problemas que causan una textura indeseada. Por ello, después de que la base fue aireada y enfriada, se pasa a congeladores de  $-18$  a  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con la finalidad de congelar la mezcla rápidamente, para evitar la formación de cristales grandes de hielo. En este punto del proceso, los hidrocoloides juegan el papel más importante de todos los compuestos por su habilidad para retener grandes cantidades de agua. Cuando la mezcla se congela lentamente se produce la nucleación, que es un fenómeno en el cual un cristal pequeño es rodeado por otras moléculas de agua hasta formar cristales de tamaño mayor y por lo tanto una textura defectuosa. Si existe una cantidad apropiada de sólidos totales, la cantidad de agua a congelar se reduce. El contenido de grasa reduce el tamaño de los cristales de hielo y produce un efecto lubricante, lo que provoca una sensación de suavidad en la boca (Goff, 2002). Por tanto, es importante que haya la cantidad necesaria de agua y no en exceso para que altere la textura, en los resultados obtenidos para los helados de mayor preferencia observo una humedad intermedia para el helado tradicional



y una mayor humedad para el light (ver tabla 6). Estos datos no dan una información certera de si es bajo o alto el contenido de agua ya que se conocen las cantidades exactas de solidos totales agregados y que tendrían su interacción con el agua, en este caso su calificación obtenida dependería de su formulación y textura.

Los cristales de hielo se forman cerca de la superficie del equipo de congelamiento que bate la base para helado, dispersándolos hacia el centro donde estos cristales de hielo crecen. La nucleación (principalmente secundaria) y el comportamiento de crecimiento de los cristales resultan en la formación de pequeños cristales en el equipo (Hartel, 1996). La remoción de agua líquida como hielo del sistema, concentra la fase continua o suero e incrementa la depresión del punto de congelación de la mezcla. Solamente del 30 al 70 % del agua es congelada en este paso del proceso. Durante el congelamiento el agua continúa congelándose y el crecimiento de los cristales de hielo predomina sobre la nucleación (Muhr, Blanshard, y Sheard, S.J. 1986). Actualmente, el estándar de la industria es conservar el helado a  $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pero al disminuir a  $-26$  o incluso  $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$  las fluctuaciones de temperatura en este rango afectarán en menor medida la calidad del helado que por encima de  $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Buyck, Baer, y Choi, J., 2011). La estructura general de los helados es suave debido a la cremosidad que imparten los componentes de la fase dispersa. Es decir, cristales pequeños de agua, glóbulos de grasa y las burbujas de aire. Esta compleja composición determinará la textura del helado.

El análisis de residuo de ignición muestra que para los dos tipos de helados de preferencia se obtuvo como resultado un menor valor (ver tabla 6). Este residuo o cenizas se refieren a los residuos inorgánicos que permanecen después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica. También como índice de calidad en la pureza de alguno de los componentes, este último muy importante ya que la pureza debe ser asegurada para garantizar un producto de calidad y aceptación. Por otro lado, un producto con baja pureza podría alterar alguno de los procesos de fabricación modificando las interacciones anteriormente descritas y obteniendo un producto de baja calidad. Respecto al sabor, este se relaciona con la calidad del azúcar u otros ingredientes provocando que este y la textura se pierdan por las impurezas de la materia prima empleada en su proceso de elaboración.

El contenido de proteínas en los helados crema, leche y helados es similar al de la leche y, como en su caso, tienen un valor biológico elevado. En los helados elaborados a partir de leche en polvo desnatada y en los mantecados, el contenido proteico aumenta y destaca el aporte de lisina, aminoácido limitante de muchas proteínas. La incorporación de caseinatos aumentará el contenido proteico del producto, así como el chocolate o los frutos secos, que pueden triplicar el contenido proteico de la fórmula base (González, 2007).



Los resultados obtenidos para los helados de mayor preferencia nos muestran un alto contenido de proteínas para el light y un contenido intermedio para el tradicional (ver tabla 6). Adicional al aporte nutricional, las proteínas están también relacionadas a la textura del helado, parámetro por el cual se podría asignar dicha preferencia a las marcas seleccionadas por los panelistas. Esto se ve en el proceso de maduración de la mezcla, la cual es enfriada para su reposo con el fin de que se terminen de hidratar las proteínas de leche y estabilizantes. Esto permite el aumento de viscosidad de la base para helado, afectando positivamente la textura de este y por lo tanto su calidad.

Es importante que esta cristalización no sea total, sino que un núcleo de grasa líquida permanezca en los glóbulos. De acuerdo con Clarke (2004) estos fenómenos son muy importantes para el siguiente paso que es el batido, donde la cantidad de aire incorporado depende de la estabilidad e interacción de los componentes, así como de la cantidad y calidad de estos. Conforme la mezcla se bate, los glóbulos de grasa chocan y se fusionan ampliando aún más el contacto superficial. Las proteínas y los emulsificantes proporcionan estabilidad a las burbujas de aire contra la coalescencia. Después de la incorporación de aire, el helado adquiere una consistencia cremosa. La estabilidad de este sistema (aire-cristales de hielo-gotas de grasa-fase líquida) dependerá del grado de incorporación de aire que se introduzca al helado, del tamaño de las celdas de aire y, fundamentalmente, del espesor de la capa que rodea las células de aire. Esta capa está constituida por la grasa parcialmente desestabilizada, proteínas de la leche, estabilizantes y emulsificantes. Si las burbujas de aire se unen entre sí y se escapan de la matriz, el helado no podrá mantener su forma y colapsará. Los glóbulos sólidos de grasa contribuyen a la formación de la estructura y estabilidad, mientras que las proteínas estabilizan los glóbulos líquidos actuando como relleno inerte (Méndez, Goff, Douglas, 2011).

Otros ingredientes en la formulación son los azúcares que disminuyen el punto de congelación de la fase acuosa (Álvarez, Wolters, Vodovotz, y Ji 2005). Proporcionan el sabor dulce, influyen sobre el punto de congelación e incrementan la viscosidad, mejorando la textura y palatabilidad del helado. De acuerdo con Álvarez y Hagiwara (1996) los azúcares también disminuyen la dureza de los helados, al coadyuvar determinan el tamaño final de los cristales de hielo modificando el contenido de agua disponible en el sistema.

El color es un fenómeno fisicoquímico asociado a las infinitas combinaciones de la luz, en las diferentes longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético, que perciben las personas a través de los ojos como una sensación y que les permite diferenciar los objetos con mayor precisión. El color es una apreciación subjetiva. Todo cuerpo iluminado absorbe una parte de las ondas electromagnéticas y refleja (y/o esparce) lo restante.



Las ondas reflejadas (y/o esparcidas) son captadas por el ojo e interpretadas por el cerebro como colores según las longitudes de ondas correspondientes, comprendidas entre 380 nm y 780 nm. Según Cassasa (2006 como se cita en Ramírez, 2010) la llamada “diferencia de color CIE-LAB” ( $\Delta E^*$ ) cuantifica numéricamente la diferencia de percepción de color, para el ojo humano, lo definen como el índice general de diferencia de color.

**Tabla 7. Relación entre el juicio del observador y la diferencia de color  $\Delta E$**

Diferencia percibida sensorialmente	Valor de $\Delta E$
Ninguna	0 - 0,7
Ligera	0,7 - 2,5
Notable	2,5 - 3,0
Apreciable	3,0 - 6,0
Considerable	6,0 - 12,0
Extraordinaria	12

Fuente: Ramírez, 2010.

Como observan en los resultados obtenidos (ver tabla 6) se obtienen valores para los helados de preferencia tradicional y light de 0,4 y 0,6 respectivamente. Los cuales no tienen ninguna percepción sensorial (ver tabla 7), mientras que los helados de menor aceptación presentan valores de 1,5 y 1,0 para tradicional y light respectivamente. Donde se observa una ligera percepción (ver tabla 7), esto nos indica que hay una relación entre el color y la aceptación de los helados por los consumidores, aunque sea ligera esta percepción.

Como se observa en la figura 6 el color no difiere entre muestras para los dos tipos de helado, es ligera más no significativa pero un tono más claro es de mejor agrado.

#### 4 CONCLUSIONES

- Para los consumidores de helado tradicional de código 358 fue preferido sobre las otras marcas evaluadas sensorialmente. La mayor aceptación se debe a su olor, textura, esta preferencia se hace relación al aditivo crema de chocolate que tenía en sus ingredientes.
- Para los consumidores de helado light de código 271 fue preferido sobre las otras marcas evaluadas sensorialmente. La mayor aceptación se debe a su olor, textura y sabor. Esta preferencia se relaciona ya que este tenía en su formulación vainilla, ayudando a mejorar la sensación del helado.
- Los helados tipo tradicional y light no difieren significativamente en los diferentes atributos evaluados de acuerdo con la prueba de Friedman pero aun así hay inclinaciones de preferencia por parte de los consumidores.



- Todos los helados evaluados cumplen con los estándares de calidad que dictan la NTC 1239 y la resolución 2310 de 1986, esto se determinó mediante varios parámetros : sensorial, fisicoquímica y funcional.

## 5 AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por el apoyo incondicional, a la Universidad Santiago de Cali y su personal por permitir la realización del estudio en sus instalaciones, a cada participante en la encuesta, a cada uno de nuestros compañeros que nos apoyaron y colaboraron para que este proyecto se pudiera realizar y nuestro director por el apoyo constante en esta investigación.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, Macarena. (2017). *Psicología-Online*. Porque a las mujeres les gusta el chocolate. Recuperado de <https://www.psicologia-online.com/por-que-a-las-mujeres-les-gusta-el-chocolate-114.html>
- Álvarez, B., Wolters, C., Vodovotz, Y., y Ji, T. (2005). Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates. *Journal of Dairy Science*. 88 (3), 862-871. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15738219>
- Akesowan, A. (2008). Effect of combined stabilizers containing konjac flour and k- carrageenan on ice cream”. Assumption University Journal Technology. *AU.J.T* 12 (2) 81-85. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/a060/7ae5c2120e204baf8ee93d1a17f84f3c638b.pdf>
- Akoh, C., Casmir. (1998). Fat Replacers. *The Society for Food Science and Technology* 52 (3) 47-52. Recuperado de [http://www.ift.org/~media/Knowledge%20Center/Science%20Reports/Scientific%20Status%20Summaries/fatreplacers\\_0398.pdf](http://www.ift.org/~media/Knowledge%20Center/Science%20Reports/Scientific%20Status%20Summaries/fatreplacers_0398.pdf)
- Aykan, V., Sezgin, E., y Guzel, Z. B. (2008). Use of fat replacers in the production of reduced-calorie vanilla ice cream. *European Journal of Lipid Science and Technology* 110 (6), 516-520. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ejlt.200700277>
- AOAC,(1990). *Determination of total ash and organic matter*. Virginia, USA. Em T. a. Chemists, Association of Official Analytical Chemists.
- Sensory Bites (2017). *Sensory Value*. Por qué hay más mujeres que hombres en los paneles sensoriales. Recuperado de <https://www.sensoryvalue.com/por-que-hay-mas-mujeres-que-hombres-en-los-paneles-sensoriales/>
- Buyck, J. R., Baer, R. J., y Choi, J. (2011). Effect of storage temperature on quality of light and full-fat ice cream. *Journal of Dairy Science*. 94 (5) 2213-2219. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21524511>
- Castillo, L., R.J (2016). *Derivados de los lacteos*. El pH y acidez de la leche. Productos Lácteos. Recuperado de <http://derivadoslacteos.com/analisis-de-productos-lacteos/el-ph-y-la-acidez-de-la-leche>
- Celada, C. D., Morales, J. C., y Valencia, S. M. (2013). Historia y Análisis del Mercado del helado en Colombia. *Revista CIES – ISSN 22116-0167, 33-40*.



- Chung, J., S., Heyman, H., y Grun, IU. (2006). Temporal release of flavor compounds from low-fat and high-fat ice cream during eating. *Journal of Food Science* 68 (6) 2150-2156. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.2003.tb07035.x>
- Clarke, C. (2004). The science of ice cream. Cambridge. *Royal Society of Chemistry*.
- Colorado Peralta, J. M. (2014). La química del sabor. Universidad Veracruzana, 2-4.
- Flores, A. y Goff, D. (1999). Ice crystal size distributions in dynamically frozen model solutions and ice cream as affected by stabilizers. *Journal of Dairy Science* 82 (7)1399-1407. Recuperado de [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(99\)75366-X/abstract](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(99)75366-X/abstract)
- Fox, P. F., y McSweeney, P. L. H. (1998). *Dairy Chemistry and Biochemistry*. Editorial Springer International Publishing.
- Geyer, J. (1989). Métodos de análisis químicos y físicos. En: FRITZ. Fabricación de Helados. Zaragoza, Acribia, 265-285.
- Goff, D. (2002). Formation and stabilization of structure in ice cream and related products. *Current Opinion in Colloids and Interface Science*. 7 (5-6), 432-437. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359029402000766>
- Gonzalez, C., María. (2007). Valor nutritivo de los helados. *Offarm*, 26 (8) 86-92. Recuperado de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-valor-nutritivo-los-helados-13109817>
- Guzman, F., Lozano, S. p., y Ramírez-Navas, J. S. (2016). Efecto del reemplazo de azúcar por stevia o fructosa, sobre las propiedades físicas de un helado duro . *Researchgate*.
- Hagiwara, T. y Hartel, R. W. (1996). Effect of sweeteners stabilizer and storage temperature on ice recrystallization in ice cream. *Journal of Dairy Science*. 79 735-744.
- Hartel, R. W. (1996). Ice crystallization during the manufacture of ice cream. *Trends in Food Science and Technology* 7 (10), 315-321. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0924224496100339>
- Huaroma, J. I. (2014). *Elaboración de helados*. Lima, Peru: Editorial Macro.
- ICONTEC. (2017) *Determinación Del Contenido Porcentual De Grasa O Aceite*. NTC 6240. Recuperado de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC6240.pdf>
- ICONTEC. (2002). *Helados y mezclas para helados* NTC 1239. Recuperado de [https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/normatividad-lacteos/Colombia/NTC\\_Helados\\_y\\_Mezclas\\_para\\_Helados\\_1239.pdf](https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/normatividad-lacteos/Colombia/NTC_Helados_y_Mezclas_para_Helados_1239.pdf)
- ICONTEC. (2001). *Leche y productos lácteos. Determinación de la acidez titulable* NTC 4978. Recuperado de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC4978.pdf>
- Larmond, E. (1977). *Laboratory methods for sensory evaluation of food*. Canada : Editorial Ottawa : Agriculture Canada, Research Branch.
- Lawless, H. T., y Heymann, H. (2010). *Evaluación sensorial de alimentos*. Nueva York, Estados Unidos: Editorial Springer-Verlag Nueva York.
- Licata, M. (2019). *zonadiet.com*. Fuente: El helado, un alimento nutritivo, que puede formar parte de una dieta saludable. Recuperado de <https://www.zonadiet.com/comida/helado.htm>
- Lopez B, F.N. Y Sepulveda V, J.U. Evaluation of non fat solids substitutes (nsl) in a hard dairy ice cream mix with vegetable fat. *VITAE*, 2012, vol. 19, no. 2, p. 197-206.
- Matthew, Tarka. (2010). *International Food Information Council Foundation*. Todo lo que tiene que saber acerca de las funciones de las grasas en los alimentos. Recuperado de <https://foodinsight.org/todo-lo-que-tiene-que-saber-acerca-de-las-funciones-de-las-grasas-en-los-alimentos/>





- Méndez, V., Carlos y Goff, H., Douglas. (2011). Enhancement of fat colloidal interactions for the preparation of ice cream high in unsaturated fat. *International Dairy Journal*. 21 (8) 540-547. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694611000744>
- Méndez, V., Carlos y Goff, H., Douglas. (2012). Fat structure in ice cream: A study on the types of fat interactions. *Food Hydrocolloids* 29 (1) 152-159. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X12000331>
- Méndez, V., Carlos y Goff, H., Douglas. (2012). Fat structures as affected by unsaturated or saturated monoglyceride and their effect on ice cream structure, texture and stability. *International Dairy Journal* (2012) 24 (1), 33-39. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694611002949>
- Morales, G. J., y Ramírez Navas, J. S. (2015). El helado desde la antigüedad hasta nuestros días. *Heladeria y Panaderia Lationamericana* N° 233, 60-68. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/273831451\\_El\\_helado\\_desde\\_la\\_antigüedad\\_hasta\\_nuestros\\_días](https://www.researchgate.net/publication/273831451_El_helado_desde_la_antigüedad_hasta_nuestros_días)
- Muhr, A. H., Blanshard, J. M. V., y Sheard, S.J. (1986). Effect of polysaccharide stabilizers on the nucleation of ice. *International Journal of Food Science and Technology* 21 (5) 587-603. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.13652621.1986.tb00397.x>
- Pintor, J., M., Aurora y Totosaus, Alfonso. (2013). Propiedades funcionales de sistemas lácteos congelados y su relación con la textura del helado: una revisión. *CienciaUAT* 7, 56-61.
- Prácticas y Soluciones (2009). *Ficha técnica N° 16: Componentes que se emplean en la elaboración del helado*.
- Ramírez N., Sebastian. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *ReCiTeIA* 12 (1) 83-102.
- Ramírez N., Sebastian. (2010). Espectrocolorimetría en caracterización de leche y quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana* 61, 52-58. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/257890462\\_Espectrocolorimetria\\_en\\_caracterizacion\\_de\\_leche\\_y\\_quesos](https://www.researchgate.net/publication/257890462_Espectrocolorimetria_en_caracterizacion_de_leche_y_quesos)
- Rohrig, B. (2014). Hielo , Crema y Química. *ChemMatters*, 1-6.
- Romero, C., Roser y Mestres, L., Josep (2004). *Productos lácteos. Tecnología*. Catalunya, España: Editorial Universitat Politècnica
- USP (2019). *Farmacopea de los Estados Unidos de América: USP 39 NF 34*. Maryland, USA: Editorial The United States Pharmacopeial Convention.
- Velázquez, C. J., y Rubiano Vargas, A. (2015). Parametros de Calidad en Helados. *ReCiTeIA*, 15 (1) 79-64.