

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Agroindustria Alimentaria**  
**Ingeniería en Agroindustria Alimentaria**



**Proyecto Especial de Graduación**  
**Efecto del uso de suero dulce en la elaboración de helado de vainilla**

Estudiante

Marlon Roberto Alvarado Diaz

Asesores

Blanca Carolina Valladares, M.Sc.

Jorge Cardona, PhD.

Honduras, agosto 2022

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ADELA M. ACOSTA MARCHETTI**

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Resumen .....	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos .....	12
Ubicación del Estudio.....	12
Proceso para la Elaboración de Helado de Vainilla.....	12
Análisis Sensorial.....	14
Análisis Físicoquímicos.....	14
Determinación del Índice de Aireación.....	14
Punto de Congelación .....	14
Potencial de Hidrógeno (pH).....	15
Determinación de la Tasa de Derretimiento.....	15
Costos Variables de Formulación.....	15
Diseño Experimental y Análisis Estadístico .....	15
Resultados y Discusión.....	17
Análisis Sensorial.....	17
Aceptación de Color .....	17
Aceptación de Olor .....	17
Aceptación de Sabor .....	18
Aceptación de Textura .....	19
Aceptación de Apariencia en General.....	20
Análisis Físicoquímicos.....	20

	4
Punto de Congelamiento .....	20
Índice de Aireación .....	21
Tasa de Derretimiento .....	23
Potencial de Hidrógeno (pH).....	24
Perfil de Azúcares.....	24
Costos Variables de Producción.....	25
Conclusiones .....	27
Recomendaciones.....	27
Referencias.....	29
Anexos.....	33

**Índice de Cuadros**

Cuadro 1 Formulación de los tratamientos de helado de vainilla .....	12
Cuadro 2 Resultados análisis sensorial afectivo: prueba aceptación de color .....	17
Cuadro 3 Resultados análisis sensorial afectivo: prueba aceptación de olor .....	18
Cuadro 5 Resultados análisis sensorial afectivo: prueba aceptación de textura.....	19
Cuadro 6 Resultados análisis sensorial afectivo: prueba aceptación de apariencia en general.....	20
Cuadro 7 Resultados análisis fisicoquímico: Punto de congelamiento (°C).....	21
Cuadro 8 Resultados análisis fisicoquímico: índice de aireación (%).....	22
Cuadro 9 Resultados análisis fisicoquímico: Tasa de derretimiento (%) .....	23
Cuadro 10 Resultados análisis químico: Potencial de hidrogeno (pH) .....	24
Cuadro 11 Resultados del análisis químico: Perfil de Azúcares (%).....	25
Cuadro 12 Costos variables de formulación para la elaboración de 2 L de helado de vainilla control.	25
Cuadro 13 Costos variables de formulación para la elaboración de 2 L de helado de vainilla con suero dulce.....	26

**Índice de Figura**

Figura 1 Flujo de Proceso de Elaboración de Helado de Vainilla .....	13
--	----

**Índice de Anexos**

Anexo A Hoja para evaluación sensorial prueba afectiva de aceptación. ....	33
Anexo B Escala hedónica de 5 puntos .....	34
Anexo C Correlación entre los atributos de análisis sensorial .....	35
Anexo D Correlación entre propiedades fisicoquímicas .....	36

## Resumen

El suero dulce es uno de los principales desperdicios producidos por la industria láctea, éste cuenta con alto contenido de nutrientes, por lo que, en la actualidad, se buscan alternativas que disminuyan los niveles de desperdicio de esta industria. Como objetivo se evaluó el efecto del uso de suero dulce en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del helado de vainilla, además se determinaron los costos variables de formulación del proceso en la elaboración del helado. Se realizaron dos formulaciones, una formulación de helado de vainilla con suero dulce y un control (helado comercial de Zamorano). Al obtener la formulación de helado con suero dulce que cumplió con composiciones similares en cuanto a sólidos soluble y grasa, se realizó la evaluación sensorial afectiva mediante prueba de aceptación con 35 panelistas por repetición y se evaluaron los atributos olor, color, sabor, textura y aceptación en general. Además se realizaron pruebas fisicoquímicas: punto de congelamiento, pH, índice de aireación, tasa de derretimiento y perfil de azúcares. Para el análisis sensorial, por la variabilidad de los panelistas no entrenados, se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) bloqueando para los panelistas, además se utilizó un análisis de varianza con separación de medias Duncan. Mientras que para los análisis fisicoquímicos se utilizó una prueba-T en donde se expuso dos tratamientos, se realizaron tres repeticiones por tratamiento para un total de seis unidades experimentales. El estudio concluyó que el suero dulce en la mezcla de helado mantiene la aceptación del color, olor, textura y apariencia general, pero disminuye la aceptación de sabor del helado de vainilla. La adición del suero dulce mantiene los parámetros de punto de congelamiento, pH y tasa de derretimiento pero disminuye la tasa de aireación y los costos variables de formulación de dos litros de helado.

*Palabras clave:* índice de aireación, perfil de azúcares, punto de congelamiento, sabor, tasa de derretimiento, textura.

### **Abstract**

Sweet whey is one of the main waste produced by the dairy industry, it has a high nutrient content, so alternatives are currently being sought to reduce the levels of waste in this industry. As an objective, the effect of the use of sweet whey on the physicochemical and sensory properties of vanilla ice cream was evaluated, in addition, the variable costs of formulating the process in the production of ice cream were determined. Two formulations were made, a formulation of vanilla ice cream with sweet whey and a control (commercial ice cream from Zamorano). When obtaining the formulation of ice cream with sweet whey that complied with similar compositions in terms of soluble solids and fat, the affective sensory evaluation was carried out through an acceptance test with 35 panelists per repetition and the attributes aroma, color, flavor, texture and properties were evaluated. generally accepted. In addition, physicochemical tests were carried out: freezing point, pH, aeration index, melting rate and sugar profile. For the sensory analysis, due to the variability of the untrained panelists, a Randomized Complete Block design (RCBD) was used, blocking for the panelists. While for the physicochemical analyses, a Student T-test was used where two treatments were exposed, three repetitions per treatment were carried out for a total of six experimental units. The study concluded that sweet whey in ice cream mix maintains acceptance of color, odor, texture, and overall appearance, but decreases flavor acceptance of vanilla ice cream. The addition of sweet whey maintains the freezing point, pH and melting rate parameters but decreases the aeration rate and the variable costs of formulating two liters of ice cream.

*Keywords:* aeration rate, flavor, freezing point, melting rate, sugar profile, texture.

## Introducción

La industria láctea es uno de los sectores más importantes de la economía de los países industrializados y en desarrollo (Amézquita et al. 2018). En las procesadoras de productos lácteos uno de los mayores residuos es el suero de leche, este es un severo contaminante a nivel ambiental derivado de la producción de quesos (Gil et al. 2009). El suero es obtenido de la separación del coágulo de la leche para la elaboración de queso, el proceso se da mediante la acción ácida o de enzimas del tipo de cuajo que rompen el sistema coloidal de la leche en dos fracciones: líquida y sólida (Chacha Pozo 2016). El suero se puede clasificar en suero ácido y suero dulce. El suero dulce surge de la coagulación por la renina a pH 6.5 mientras el suero ácido, resulta del proceso de fermentación de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína como en la elaboración de quesos frescos (Araujo et al. 2013).

La industria trabaja arduamente para poder realizar productos alternos a partir de este suero, como bebidas lácteas, de las cuales los infantes inválidos y dietéticos sacan provecho. Otro es el Biol el cual es un abono foliar y se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos (Leitón 2016).

Un producto derivado del procesamiento de la leche es el helado, el cual, es un alimento congelado que resulta de la mezcla de algunos productos lácteos con azúcar, estabilizador, sabores naturales o sintético, colorantes y algunas veces otros productos como huevo o frutas (Delgado Orellana y Moran Romero 2016). El helado es catalogado como un postre y en las últimas décadas ha aumentado su consumo, pasando a ser común en los menús de las personas (Betancur y Vargas Londoño 2019). Este producto está compuesto de carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas, minerales y fibras, las cuales provienen principalmente de la leche (Mora y Maestre 2017). El helado también puede obtenerse a partir de una mezcla de agua, azúcares y otros ingredientes y aditivos permitidos en los códigos normativos vigentes de cada país (Rojas et al. 2012).

Los helados se pueden clasificar en: helados de crema, que son helados de 10 o más porcentaje de grasa, de 6 a 8% de sólidos no grasos, 20 a 32% de sólidos totales y con un sobre aumento de 100%; los helados de leche que contienen 2.5% de grasa de leche, 5% de sólidos no grasos, 12-27% de sólidos totales y sobre aumento de 100%. Otro tipo son los helados de agua conocidos como granizados o sorbetes; estos se elaboran con fruta, color y sabores artificiales. Su composición química es mínimo 20% de extracto seco y un máximo 1,5% de materia grasa de leche. Hay helados de yogur los cuales contienen fruta, de 3 a 6% de grasa, de 11 a 20% de azúcar, de 10 a 12% de sólidos no grasos y, por último, están los helados dietéticos, los cuales tienen bajo contenido calórico; contienen alrededor de 14% de azúcar, 9% de miel, 73% de agua y 3% de fructosa (Eras 2013).

Según la empresa TETRAPAK (2018) las tendencias de consumo de helado están dirigidas a productos más saludables y ejemplo de ello son las personas intolerantes a la lactosa, las cuales, buscan un producto que cumplan con sus necesidades. El consumidor de helados también busca productos más naturales y nutricionales que aporten beneficios a la salud por lo que esperan mayor contenido de frutas, además de que sean envasados en porciones pequeñas, que se pueda disfrutar en casa y además productos por temporadas. Los consumidores también están considerando el tema de ética de las empresas que sean responsable con el medio ambiente, con la no sobre explotación laboral y que elaboren productos veganos. los cuales, buscan concientizar sobre la explotación animal.

Considerando los potenciales beneficios económicos, ambientales y apertura en la cadena de mercados para la elaboración de un nuevo producto, se propuso el uso del suero dulce en la elaboración de un helado. Por lo anterior, se establecieron los siguientes objetivos, evaluar el efecto del uso de suero dulce en las propiedades fisicoquímicas del helado, además evaluar el efecto del uso de suero dulce en las propiedades sensoriales del helado y determinar los costos variables de formulación en la elaboración del helado.

## Materiales y Métodos

### Ubicación del Estudio

Este estudio se realizó en las instalaciones del departamento de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano (EAP), localizada en el km 30 de la carretera hacia Danlí, en el departamento de Francisco Morazán, Honduras. Las Formulaciones de helado a base de suero dulce se produjeron en la Planta de Lácteos, los análisis sensoriales se realizaron en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA), mientras que los análisis fisicoquímicos se realizaron en Laboratorio de Análisis de Alimento (LAAZ) y en el laboratorio de la Planta de Lácteos.

### Proceso para la Elaboración de Helado de Vainilla

En este estudio se utilizó como control la formulación de helado de la planta de lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano más una fórmula a base de suero dulce (Cuadro 1). El proceso de este helado fue a nivel piloto dentro de esta área de procesamiento de Zamorano.

### Cuadro 1

*Formulación de los tratamientos de helado de vainilla.*

Formulaciones: ingredientes (%)	Control	Helado con suero dulce
Porcentaje de grasa en helado	17.00	17.00
Suero dulce 0.5% grasa	---	43.30
Crema 35% grasa	37.33	39.65
Leche semidescremada 2% grasa	45.62	---
Leche Descremada en polvo	2.50	2.50
Estabilizador	0.30	0.30
Esencia de Vainilla	0.25	0.25
Azúcar	14.00	14.00

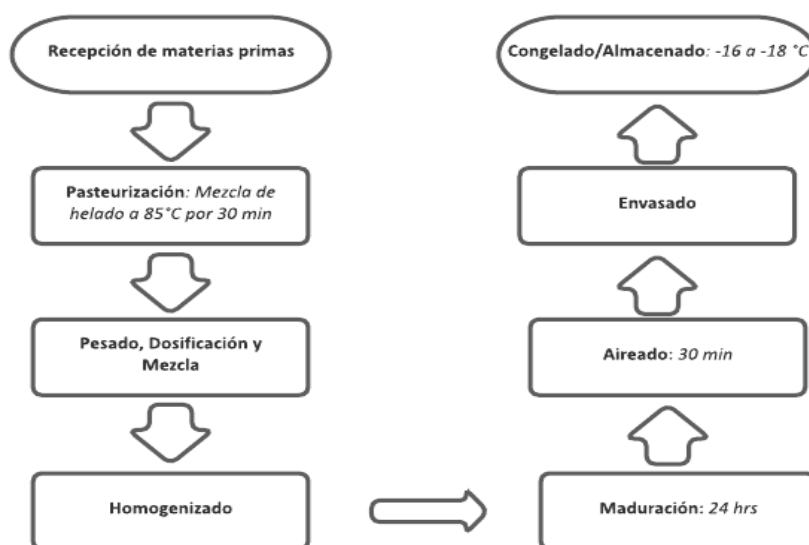
La Figura 1 muestra la descripción del proceso, la cual, inició con la recepción de materia prima, etapa en la que se recibió el suero dulce y la crema de leche, en esta etapa evaluó subjetivamente la frescura del suero. Para el pasteurizado, el suero dulce y la crema se sometieron a 85 °C por 30 min, con el fin de que se logrará una reducción microbiana en ambos productos. Luego el pesado, dosificación y su respectiva mezcla se hizo base a la formulación de los tratamientos, la cual

varía su composición mediante la sustitución de leche por suero dulce, pero dichas fórmulas fueron estandarizadas en porcentaje de grasa para que este parámetro no influyera en este estudio.

En la homogeneización, la mezcla se sometió a este proceso, en la cual evitó el desarrollo de grumos. Así mismo se logró que la grasa estuviese distribuida de una forma uniforme en el producto final. Este principio se realizó con una licuadora, la cual cumple las mismas funciones de una homogeneizadora. Para la actividad de maduración, la mezcla fue retenida en una cámara fría al menos por 24 horas, esto se realizó para que se hidrataran las proteínas y otros sólidos y así evitar cristalización cuando esta pasara a ser congelada. Cuando se realizó la aireación, una vez que la mezcla se madurara de forma correcta, se introdujo en la máquina de helado “NOSTALGIA” por 30 min en la cual realizó un sobre aumento, mejorando su textura y sus características sensoriales. En el envasado, el helado se introdujo en recipientes de polietileno con su respectiva tapadera. Finalizando con el almacenamiento, se llevó inmediatamente después a un cuarto de congelamiento a una temperatura de -16 a -18 °C.

**Figura 1**

*Flujo de Proceso de Elaboración de Helado de Vainilla.*



### **Análisis Sensorial**

Se realizó un análisis afectivo con prueba de aceptación con tres repeticiones y con panelistas no entrenados (35 participantes por repetición). Se entregó a cada panelista una boleta de trabajo con una escala hedónica de 5 puntos (1 siendo “Me disgusta mucho” y 5 “Me gusta mucho) en la que evaluaron atributos de: sabor, color, olor, textura y apariencia en general (Anexo A).

### **Análisis Físicoquímicos**

Se realizaron diferentes análisis físicoquímicos a las muestras de helado de vainilla para definir los parámetros de calidad del producto. Los análisis son los siguientes:

#### ***Determinación del Índice de Aireación***

Este parámetro también conocido como sobre aumento, se define como cantidad de aire incorporado a la mezcla sobre el volumen de la muestra, también toma en consideración la relación entre los sólidos totales y la cantidad de aire a incorporar en la mezcla, pues a mayor cantidad de sólidos, más aire se puede incorporar (García 2019). Este análisis se realizó colocando un recipiente en una balanza donde posteriormente se taró donde se tomó en cuenta el volumen y el peso. Esto se realizó a la mezcla sin aire incorporado y luego se tomó el peso de la masa de la de la mezcla al salir del proceso de aireación. Para este análisis se usó la Ecuación 1.

$$\text{Aireamiento (\%)} = \left( \frac{\text{Masa de mezcla antes de aireacion} - \text{Masa del helado}}{\text{Masa del helado}} \right) \times 100 \quad [1]$$

#### ***Punto de Congelación***

Se define como la temperatura, a una presión determinada, en la cual un líquido se solidifica. Este se alcanza en una solución cuando la energía cinética de las moléculas se hace menor a medida que la temperatura disminuye (Ramírez Navas 2015). Este análisis se realizó después de que la mezcla pasara por sobre aumento en donde con la ayuda de un termómetro se le tomó y registro la temperatura del helado luego de haber salido del proceso antes mencionado.

### ***Potencial de Hidrógeno (pH)***

Se midió con la ayuda de un potenciómetro y se implementó el método oficial de análisis es 981.12 [AOAC, 2000]. Luego de haber madurado la mezcla por al menos 24 horas se tomó muestra de producto de 10 mL y se anotó la medida para cada unidad experimental.

### ***Determinación de la Tasa de Derretimiento***

Se define como la pérdida de peso ocurrida entre el tiempo de iniciación y el tiempo en el cual se derritió el mayor porcentaje de la muestra (Villanueva 2019). Este Análisis se realizó tomando una muestra almacenada a temperaturas de congelamiento (aproximadamente -16 a -18 °C), se tomó una muestra de helado de una masa aproximada de 45 g. Luego la muestra se colocó en un tamiz (con aperturas cuadrado de 2.5 mm de ancho) el cual estaba sobre un recipiente previamente tarado en una balanza. Se tomaba el peso cada dos minutos y se registraba hasta que la muestra se derritiera por completo.

### ***Costos Variables de Formulación***

Se realizó una comparación en cuanto a costos variables de formulación para 2 litros de helado de cada helado de este estudio. A estos costos se les conoce como aquellos varían dependiendo de la fórmula y son los que están constituidos principalmente por las materias primas (Tello-Ayala et al. 2017).

### ***Diseño Experimental y Análisis Estadístico***

Para la evaluación sensorial afectiva se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con dos tratamientos (Cuadro 1) y cada tratamiento se sometió a tres repeticiones obteniendo seis unidades experimentales. Se realizó un análisis de varianza con el programa “Statistical Analysis System” SAS, con una significancia del modelo ( $P < 0.05$ ) y una separación de medias Duncan. Así mismo se realizó un análisis de correlación entre los resultados atributos de los helados.

Para el análisis estadístico de las variables fisicoquímicas se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS® versión 9.4) y se realizó un prueba-T para determinar diferencias significativas

en la muestra. Se utilizaron dos tratamientos, se sometió a tres repeticiones obteniendo seis unidades experimentales.

## Resultados y Discusión

### Análisis Sensorial

#### *Aceptación de Color*

De acuerdo con los resultados en Cuadro 2, para la aceptación de color se determinó que no existió una diferencia significativa entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ). Por lo tanto, en cuanto a este atributo, ambas formulaciones de helado fueron de igual agrado para los panelistas y acorde con la escala utilizada fueron valorados como “me gusta poco”. Para un helado de vainilla, el color más común es un color crema (amarillo pálido), lo cual haría que las personas asocien este color con el sabor del helado (Quintero Vásquez 2005).

#### **Cuadro 2**

*Resultados análisis sensorial afectivo: prueba aceptación de color.*

Tratamiento	Aceptación color Media $\pm$ D. E
Helado control	4.49 $\pm$ 0.695 <sup>a</sup>
Helado con suero dulce	4.50 $\pm$ 0.735 <sup>a</sup>
CV (%)	11.24

*Nota.* CV: Coeficiente de Variación, DE: Desviación Estándar, <sup>a</sup> Letras iguales dentro de la misma columna indican que no hay diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). En este cuadro se usó una escala hedónica (1 siendo “Me disgusta mucho” y 5 “Me gusta mucho”)

El color es un factor psicológico influyente en la decisión de los consumidores y condiciona su respuesta a la hora de realizar una percepción sensorial. La edad y la cultura van de la mano con la respuesta tanto emocional la aceptación de un color (Rasines 2019). En los análisis sensoriales, el color está relacionado directamente con la vista y es considerado como el primer filtro hacia la aceptación de un alimento por parte de las personas (Mejía 2019).

#### *Aceptación de Olor*

El Cuadro 3 muestra que no hubo una diferencia significativa entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ) en cuanto a la aceptación de olor y los panelistas aceptaron el olor de ambos helados indicando les “gusta poco”. De acuerdo con Castellón Lira et al. (2017), los helados con diferentes porcentajes de

suero (0, 75 y 50%) no muestran diferencias estadísticas con respecto al atributo de olor y explica que se debe a que el suero lácteo tiene el mismo olor característico de la leche.

### Cuadro 3

*Resultados análisis sensorial afectivo: prueba aceptación de olor.*

Tratamiento	Aceptación olor Media $\pm$ D. E
Helado control	4.10 $\pm$ 0.966 <sup>a</sup>
Helado con suero dulce	4.09 $\pm$ 1.00 <sup>a</sup>
CV (%)	18.33

*Nota.* CV: Coeficiente de Variación, DE: Desviación Estándar, <sup>a</sup> Letras iguales dentro de la misma columna indican que no hay diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). En este cuadro se usó una escala hedónica (1 siendo “Me disgusta mucho” y 5 “Me gusta mucho”)

El olor es un atributo de alta importancia en las pruebas sensoriales, pero evaluar es aún muy complejo, ya que su identificación en alimentos requiere de trabajo especializado con el sistema nasal (Manfugás 2020). La esencia de vainilla es muy importante en la industria alimentaria, ya que se utiliza para aromatizar alimentos como cremas, pasteles o helados (Carrasco 2014). Según Mejía (2019), la etapa de detección de olores de la vainilla en alimentos se debe utilizar al menos 0.5 mL por mL de mezcla, en este estudio la formulación de los helados utilizó un 0.25% de esencia de vainilla por lo que no llega a los parámetros expresados por dicho autor.

### ***Aceptación de Sabor***

El Cuadro 4 muestra que hubo diferencias estadísticas entre la aceptación de sabor de los helados ( $P < 0.05$ ) se encontró que la aceptación del sabor del helado comercial fue superior y acuerdo de con la escala hedónica se catalogó como “Me gusta poco” (Anexo B). Arteaga Muñoz et al. (2018) indican que el helado al ser un producto elaborado con lácteos es posible que enmascare la presencia del suero hasta en un 15% en su composición, en este estudio se reemplazó 100% de la leche por suero dulce. Lo anterior pudo afectar la aceptación del sabor obteniendo la valoración de “Ni me disgusta ni me gusta” y pudo estar relacionado con que la presencia de suero en helado presenta una sinergia con los sólidos grasos dentro los tratamientos, pudiendo resaltar sabor a cocido en helados (Arévalo Pereira y Zamora Castañeda 2011).

#### Cuadro 4

*Resultados análisis sensorial afectivo: prueba aceptación de sabor.*

Tratamiento	Aceptación de sabor Media $\pm$ D. E
Helado control	4.54 $\pm$ 0.772 <sup>a</sup>
Helado con suero dulce	4.35 $\pm$ 0.820 <sup>b</sup>
CV (%)	14.47

*Nota.* CV: Coeficiente de Variación, DE: Desviación Estándar, <sup>ab</sup> Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).

En este cuadro se usó una escala hedónica (1 siendo “Me disgusta mucho” y 5 “Me gusta mucho”)

El sabor involucra a más de un órgano sensorial e incluye atributos de aroma, sensaciones trigeminales, gustos residuales y persistencia global (Zuluaga Arroyave 2017). El sabor de helados con mayor consumo es el sabor a vainilla, el cual representa al menos el 30% del mercado en el helado (Martínez 2008).

#### **Aceptación de Textura**

El Cuadro 5 muestra que en el experimento no se encontró una diferencia significativa entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ) en cuanto a la aceptación de la textura y en este estudio el helado fue valorado como “Me gusta poco” en ambos tratamientos.

#### Cuadro 4

*Resultados análisis sensorial afectivo: prueba aceptación de textura.*

Tratamiento	Aceptación textura Media $\pm$ D. E
Helado control	4.28 $\pm$ 0.871 <sup>a</sup>
Helado con suero dulce	4.15 $\pm$ 0.918 <sup>a</sup>
CV (%)	18.42

*Nota.* CV: Coeficiente de Variación, DE: Desviación Estándar, <sup>a</sup> Letras iguales dentro de la misma columna indican que no hay diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). En este cuadro se usó una escala hedónica (1 siendo “Me disgusta mucho” y 5 “Me gusta mucho”)

La textura es un atributo sensorial del alimento que pueden relacionarse con la dureza, posesividad, viscosidad, elasticidad y adhesividad (Zuluaga Arroyave 2017). En este estudio pudo no encontrarse diferencias en la aceptación este atributo porque en las de pruebas preliminares se aseguró que ambas formulaciones contaran con el mismo porcentaje de grasa, tiempo de maduración y tiempo de sobre aumento. Acorde a Ramírez Navas (2015), la textura en el helado es inherente a la

formulación y los ingredientes utilizados a la hora de su manufactura. La textura del helado depende de su estructura tridimensional formada por las burbujas de aire, glóbulos de grasa y los cristales de hielo, que macroscópicamente dan esa sensación cremosa al helado (Ramírez Navas 2015).

### ***Aceptación de Apariencia en General***

De acuerdo con el Cuadro 6, no hubo una diferencia significativa en la aceptación de apariencia en general ( $P > 0.05$ ), en ambos casos este producto fue valorado como “me gusta poco” (anexo B). Según Arteaga Muñoz et al. (2018) en su estudio no tuvo una diferencia en la aceptación de apariencia y textura, aunque variaba su porcentaje de suero de leche (15, 25, 35%) y pudo relacionarse a que visualmente no se nota diferencias entre los helados.

### **Cuadro 5**

*Resultados análisis sensorial afectivo: prueba aceptación de apariencia en general.*

Tratamiento	Aceptación apariencia en general Media $\pm$ D. E
Helado control	4.42 $\pm$ 0.769 <sup>a</sup>
Helado con suero dulce	4.38 $\pm$ 0.739 <sup>a</sup>
CV (%)	12.19

*Nota.* CV: Coeficiente de Variación, DE: Desviación Estándar, <sup>a</sup> Letras iguales dentro de la misma columna indican que no hay diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). En este cuadro se usó una escala hedónica (1 siendo “Me disgusta mucho” y 5 “Me gusta mucho”)

La apariencia envuelve atributos que en conjunto hacen que se evalúe este parámetro, estos son color, tamaño, forma y textura. Es una propiedad sensorial que es detectada mayormente por el sentido de la vista, acorde con la literatura, también abarca el sentido del oído, por lo tanto, es la primera impresión del alimento transmitida a los consumidores (Zuluaga Arroyave 2017).

### **Análisis Físicoquímicos**

#### ***Punto de Congelamiento***

El Cuadro 7, muestra que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ), por lo que la adición de suero dulce en la mezcla de helado de vainilla no afectó el punto de congelamiento. Acorde con la literatura, a mayor concentración de solubles, menor es el punto de

congelación, por lo que implica un mayor requerimiento de energía para lograr la solidificación del helado (Rubiano-Vargas et al. 2022).

### Cuadro 6

*Resultados análisis fisicoquímico: Punto de congelamiento (°C).*

Tratamiento	Variable punto de congelamiento Media $\pm$ D. E
Helado control	-1.23 $\pm$ 0.42
Helado con suero dulce	-1.47 $\pm$ 0.21
Pr > t	0.43

*Nota.* DE: Desviación Estándar, Pr >|t| menor a 0.05 presentan diferencia estadística.

El punto de congelamiento en el helado determina el punto exacto en el cual existe un cambio de mezcla líquida a sólida. El punto de congelación del helado depende del tipo y contenido de constituyentes de la mezcla, específicamente de los sólidos solubles, los de mayor relevancia son los azúcares (Posadas et al. 2012). En este estudio se realizó correlación (Anexo D) entre punto de congelamiento y azúcar, pero sus correlaciones no fueron significativas ( $P < 0.05$ ).

### **Índice de Aireación**

Con los resultados obtenidos en el Cuadro 8 se pudo observar que hubo una diferencia estadística entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ), encontrando que la adición de suero dulce a la mezcla de helado disminuyó el índice de aireación. La incorporación de aire depende mucho de la composición de la mezcla, influyendo principalmente, el contenido de grasa, los estabilizadores y emulsionantes utilizados (Ramírez Navas 2015). En este estudio, el helado con suero dulce y el helado comercial contaban con 17% de grasa y también con el mismo porcentaje de sólidos solubles añadidos. Mediante correlación (Anexo D) muestra que a mayor contenido de lactosa mayor será el índice de aireación. Según Lazo y Verdugo (2010), el poder anticongelante de los azúcares es fundamental para la incorporación de aire, textura y cremosidad de un helado. La lactosa, aunque no aporta dulzor, aporta poder anticongelante, el cual es igual al de la sacarosa (Lazo y Verdugo 2010). Además, Abrate (2017) mencionan que la lactosa del suero lácteo en helados puede ocasionar disminución en la incorporación de aire y crear una textura arenosa. Por otro lado, Michue et al. (2015) mencionan que

los sólidos no grasos de leche (proteínas, lactosa y sales minerales) son necesarios para que los helados obtengan una textura firme, un cuerpo cremoso, esponjoso y con mayor volumen. Es primordial tener una balanza, ya que, si se utiliza en pequeñas cantidades, afecta la estructura del helado, si es excesivo el helado se vuelve arenoso (Michue et al. 2015). En este estudio el helado con suero dulce, si bien es cierto obtuvo la misma cantidad de sacarosa que el helado control, no obtuvo el mismo porcentaje de lactosa (Cuadro 11) por ende afecto el sobre aumento.

### Cuadro 7

*Resultados análisis fisicoquímico: índice de aireación (%).*

Tratamiento	Variable índice de aireación
	Media $\pm$ D. E
Helado control	53.39 $\pm$ 2.03
Helado con suero dulce	48.42 $\pm$ 0.40
Pr > t	0.01

*Nota.* DE: Desviación Estándar, Pr >|t| menor a 0.05 presentan diferencia estadística.

Si el índice de aireación es bajo, el helado será más duro, compacto y su margen de utilidad será menor. En estudio de Erazo Morocho et al. (2020), el helado con proteína de leche de suero obtuvo un sobre aumento de 49.9% y en otro estudio el porcentaje de aireamiento alcanzado es considerado para un helado artesanal de 43 - 58% (Ibáñez Figueroa y Maceda 2020). En este estudio el sobre aumento pudo estar influenciado por no utilizar el equipo industrial y, por tanto, no alcanzar un mayor porcentaje de aireamiento. Otro factor que influyó el índice de aireación es la cantidad de proteínas que contienen los helados por sus propiedades. En este caso, el helado control tiene mayor cantidad de proteínas, ya que cuenta con caseínas, el cual representan el 80% de proteína, mientras el helado con suero dulce solo cuenta con proteínas como son las lactoalbúminas y las lactoglobulinas, el cual representa alrededor de 20% de las proteína en la leche. Las proteínas aportan tres importantes papeles funcionales para el desarrollo de la estructura en helados: emulsificación y contribución resultante a la coalescencia parcial y formación de estructuras grasas; aireación y estabilidad de la espuma (McSweeney y O'Mahony 2016).

### **Tasa de Derretimiento**

El Cuadro 9 muestra que no hubo diferencia estadística entre las muestras de helado independiente del uso de suero dulce ( $P > 0.05$ ). Según Castellón Lira et al. (2017) quienes utilizaron tres porcentajes de suero lácteo (100, 75 y 50%) en la elaboración de helado, no se encontró diferencias estadísticas en la percepción de derretimiento por la cantidad de sólidos soluble añadidos y sobre aumento era el mismo para todas las formulaciones. El derretimiento es la capacidad de resistencia de un helado al exponerse a temperaturas mayores a 0 °C por un periodo de tiempo y sobre él influye formulación la del helado, la cantidad de aire incorporado, la naturaleza de los cristales de hielo y la matriz de glóbulos de grasa formados durante el congelamiento (Banegas y Varela 2014). Al manejar todos los factores antes mencionados en ambos tratamientos, entonces influenciaron en la tasa de derretimiento tanto el helado de vainilla con suero como del helado comercial de Zamorano.

### **Cuadro 8**

*Resultados análisis fisicoquímico: Tasa de derretimiento (%).*

Tratamiento	Variable Tasa de derretimiento
	Media $\pm$ D. E
Helado control	70.05 $\pm$ 8.54
Helado con suero dulce	69.04 $\pm$ 3.32
Pr > t	0.86

*Nota.* DE: Desviación Estándar, Pr >|t| menor a 0.05 presentan diferencia estadística.

También entran en consideración los estabilizadores utilizados y su concentración, por ello Ramirez Navas et al. (2015), expresan que a mayor concentración de estabilizante disminuye el porcentaje de derretimiento. Campo et al. (2022), dicen que los hidrocoloides en helados (estabilizantes) tienen como función principal modificar las propiedades reológicas en la fase acuosa, al mejorar la viscosidad, la incorporación de aire, dar cuerpo y textura, así como retardar la formación y el crecimiento de los cristales de hielo en la matriz. En este estudio se utilizaron porcentajes similares de estabilizante, porcentaje de grasa y porcentaje de aireación, por lo que no pudieron influir sobre este parámetro.

### **Potencial de Hidrógeno (pH)**

Al analizar los resultados que corresponden a pH (Cuadro 10), se determinó que no hubo una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos, por tanto, el suero dulce en el helado mantiene el pH al igual que el tratamiento control. En un suero dulce el pH tiene una variación de acidez entre 6.3 - 6.7 Castellón Lira et al. (2017) y Ramírez Navas (2015), afirman que una mezcla para helado el valor de pH fluctúa entre 6 y 7, lo anterior podría explicar por qué en este estudio no hubo diferencias entre mezclas de helado.

### **Cuadro 9**

*Resultados análisis químico: Potencial de hidrogeno (pH).*

Tratamiento	Variable pH Media $\pm$ D. E
Helado control	6.02 $\pm$ 0.02
Helado con suero dulce	6.07 $\pm$ 0.01
Pr > t	0.011

*Nota.* DE: Desviación Estándar, Pr >|t| menor a 0.05 presentan diferencia estadística.

En suero, el pH es primordial, ya que este subproducto se puede dividir en dos categorías, suero dulce el cual cuenta con un pH de 5.82 hasta 7.42 y suero ácido que oscila entre 5.75 o menos (Paredes Montoya et al. 2014). El suero dulce surge a partir de la coagulación de la caseína de la leche, mientras que el suero ácido surge de la acidificación de ácidos orgánicos o inorgánicos que se utilizan en el proceso de elaboración de queso fresco (Álava et al. 2014).

### **Perfil de Azúcares**

El Cuadro 11 muestra que en relación con sacarosa no hubo diferencia estadística entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ) esto dado a que los porcentajes de sacarosa incluidos en ambos tratamientos fueron los mismos. Esto tiene correlación con índice de aireación, ya que la azúcar evita la cristalización (Espín Ochoa 2017). En este estudio se realizó correlación (Anexo D) entre índice de aireación y azúcar, lo que sustenta a lo expresado por Espín Ochoa (2017), a mayor porcentaje de azúcar, mayor será el índice de aireación en el helado, y viceversa.

## Cuadro 10

*Resultados del análisis químico: Perfil de Azúcares (%).*

Tratamiento	Sacarosa Media $\pm$ D. E	Lactosa Media $\pm$ D. E
Helado control	16.28 $\pm$ 1.36	7.05 $\pm$ 0.11
Helado con suero dulce	16.21 $\pm$ 1.51	6.26 $\pm$ 0.13
Pr >  t	0.96	0.01

*Nota.* DE: Desviación Estándar, Pr > |t| menor a 0.05 presentan diferencia estadística.

En cuanto a la lactosa, el Cuadro 11 muestra que hubo diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), encontrando que el suero dulce disminuyó el valor de lactosa en el helado de vainilla. Álava et al. (2014) expresan que la lactosa se encuentra en el suero dulce hasta un 4% y Abrate (2017) muestra que la lactosa en la leche oscila de 4.7 a 5.1%. Por lo tanto, sus concentraciones si cambian, además Poveda (2013) sostiene que el suero contiene 95% de la lactosa de la leche.

### Costos Variables de Producción

En los Cuadros 12 y 13 se especifican las cantidades necesarias de ingredientes para la elaboración de dos litros de mezcla de helado y se encontró que hubo una reducción del 39% en costos variables del helado al incorporar suero dulce a la mezcla de helado de vainilla.

## Cuadro 11

*Costos variables de formulación para la elaboración de 2 L de helado de vainilla control.*

Ingrediente	Cantidad	Precio (HNL) / Unidad	Total (HNL)
Crema 35%	0.754 kg	18.22	13.67
Leche semidescremada 2%	0.905 L	12.20	11.10
Azúcar	0.280 kg	3.38	0.95
Leche descremada en Polvo	0.050 kg	6.38	0.32
Estabilizador	0.006 kg	1.09	0.01
Esencia	0.005 kg	10.88	0.05
<b>Total</b>	<b>2.000</b>		<b>HNL 26.09</b>

*Nota.* HNL Lempiras Tasa de cambio: HNL 24.5617 por USD 1. 20/5/2022

En el proyecto de Motta y Moquera (2015), en el cual utilizaron suero lácteo y en el cual evaluaron costos, concluyeron que los productos con exitosa aceptación debido a sus bajos costos de producción, grado de calidad alimenticia y aceptable sabor, fueron los que los productos en los cuales se utilizaron suero lácteo.

**Cuadro 12**

*Costos variables de formulación para la elaboración de 2 L de helado de vainilla con suero dulce.*

Ingrediente	Cantidad	Precio (HNL) / Unidad	Total (HNL)
Crema 35%	0.790 kg	18.22	14.39
Suero dulce 0.5%	0.870 L	0.35	0.30
Azúcar	0.280 kg	3.38	0.95
Leche descremada en Polvo	0.050 kg	6.38	0.32
Estabilizador	0.006 kg	1.09	0.01
Esencia	0.005 kg	10.88	0.05
<b>Total</b>	<b>2.000</b>		<b>HNL 16.02</b>

*Nota* HNL Lempiras. Tasa de cambio: HNL 24.5617 por USD 1. 20/5/2022

### **Conclusiones**

En base a resultados se encontró que el suero dulce mantuvo aceptación en cuanto a los atributos de color, olor, textura y apariencia general en la mezcla del helado de vainilla de Zamorano, sin embargo, disminuyó la aceptación del sabor del producto, ya que el suero obtuvo un sabor cocido durante el proceso de elaboración de helado el cual no es del agrado de los panelistas.

Incorporar suero dulce a la mezcla de helado de vainilla de Zamorano mantuvo valores en cuanto a sacarosa, punto de congelamiento, pH y tasa de derretimiento, pero disminuyó el índice de aireación y lactosa. Lo cual generó que el helado con suero dulce obtuviera un sobre aumento menor al helado comercial de zamorano.

El suero dulce disminuyó los precios variables de formulación del helado de vainilla en un 39% en comparación al helado comercial de Zamorano. Por lo cual la elaboración de helado con suero dulce puede disminuir gastos en el procesamiento de este producto.

### **Recomendaciones**

Realizar un estudio de mercadeo fuera de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano para determinar la demanda potencial de helado, así como posible presentación del producto y el precio que el potencial cliente estaría dispuesto a pagar.

Evaluar el efecto de la adición de suero dulce en la microbiología del helado de vainilla, considerando lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano.

Realizar un análisis proteico para determinar posible relación de contenido proteico y el índice de aireación.

Realizar formulaciones de helado con suero dulce que contengan otros saborizantes, porciones de frutas o jarabe de fruta con el objetivo de aumentar su aceptación en cuanto a sabor.

## Referencias

- Abrate F. 2017. Evaluación de la estabilidad en helados de crema utilizando diferentes tipos de proteínas [Tesis]. Córdoba: Universidad Católica de Córdoba; [consultado el 31 de may. de 2022]. [http://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/1453/1/TM\\_AbrateDeco.pdf](http://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/1453/1/TM_AbrateDeco.pdf).
- Álava C, Gómez M, Maya J. 2014. Caracterización fisicoquímica del suero dulce obtenido de la producción de queso casero en el municipio de Pasto. *Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*. 1:22–32. doi:10.23850/24220582.110.
- Amezquita AM, Camargo AF, Guerrero D. 2018. Diseño de un subproducto a base de lactosuero en la Fábrica de Lácteos Belén. [Tesis]. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana; [consultado el 5 de oct. de 2021]. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/36471/AmezquitaCoronadoAnaMaria2018.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
- Araujo Á, Monsalve L, Quintero A. 2013. Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*; [consultado el 3 de jun. de 2022]. 4(2):55–65. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5344986.pdf>.
- Arévalo Pereira LD, Zamora Castañeda MA. 2011. Evaluación del uso de concentrado de proteína de suero y dos concentraciones de grasa en helado de vainilla [Tesis]. Francisco Morazan, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano; [consultado el 30 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5429/1/AGI-2011-T003.pdf>.
- Arteaga Muñoz J, Zambrano Espinoza MG, Loo Saltos L, Zambrano Morán JR, Rivera Fernández RD. 2018. Características sensoriales de un helado artesanal elaborado con suero de leche. *ESPAMCIENCIA*. 8(2):69–73. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7020057>.
- Banegas C, Varela S. 2014. Efecto de dos tipos de queso en las características físico-químicas y sensoriales del helado de queso [Tesis]. Francisco Morazan, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/5803a419-175f-4612-9037-d7740fcd8ff6/content>.
- Betancur LF, Vargas Londoño Á. 2019. Formulación de campaña publicitaria para el lanzamiento de helados Cremo Rico en Cali. [Tesis]. Santiago de cali: Universidad Santiago de Cali. <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/3544/FORMULACI%c3%93N%20DE%20CAMPAC%3%91A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Campo V, Rojas J, Ramírez J. 2022. Efecto de la adición de carragenina, goma guar y metilcelulosa en los parámetros de calidad de un helado con licor. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*. 23(2). [https://doi.org/10.21930/rcta.vol23\\_num2\\_art:2209](https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2209).
- Carrasco G. 2014. Extracto, Esencia y Edulcorante [Tesis]. México: Instituto Politecnico Nacional; [consultado el 30 de may. de 2022]. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/23008/Extractos%2C%20Esencias%20y%20Edulcorantes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Castellón Lira P, Vallejos Escoto I, Díaz Oliva A. 2017. Estudio técnico para el aprovechamiento del lacto suero en la elaboración de helado en la pequeña empresa lácteos Xomolact y su posterior validación en el mercado urbano de Somoto-Madriz. [Tesis]. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería; [consultado el 23 de may. de 2022]. <https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUNI2732>.

- Chacha Pozo EG. 2016. Evaluación y aprovechamiento biotecnológico de residuos agroindustriales de zanahoria y suero de leche generados en el Cantón Riobamba en la elaboración de bioensilaje como alimento para rumiantes [Tesis]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; [consultado el 4 de oct. de 2021]. <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/6225/1/236T0234.pdf>.
- Delgado Orellana VD, Moran Romero DA. feb. 2016. Elaboración de helado a partir de lactosuero saborizado con cocoa y relleno de galleta. [Tesis]. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; [consultado el 4 de oct. de 2021]. <http://riul.unanleon.edu.ni/jspui/bitstream/123456789/4998/1/231031.pdf>.
- Eras J. 2013. Determinación de parámetros técnicos para la elaboración de helados con frutas nativas del Cantón Loja. [Tesis]. Loja, Ecuador: Universidad nacional de loja; [consultado el 3 de jun. de 2022]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5193/1/DETERMINACI%C3%93N%20DE%20PAR%C3%81METROS%20T%C3%89CNICOS%20PARA.pdf>.
- Erazo Morocho EA, Galárraga Estrella M, López Peña MJ. dic. 2020. Uso de Emulsificantes y Estabilizantes Para el Aumento de Overrun en Helados: Una Revisión Bibliográfica. Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito USFQ; [consultado el 23 de may. de 2022]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/9665>.
- Espín Ochoa B. 2017. Estudio de acetabilidad de diferentes propuestas de helado en base a alimentos fuentes de vitamina A. 2015. [Tesis]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; [consultado el 31 de may. de 2022]. <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/11432/1/84T00534.pdf>.
- García V. 2019. Desarrollo y caracterización de helados salados con microalgas [Tesis]. Valencia, España: Universitat Politècnica de Valencia; [consultado el 29 de may. de 2022]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/119795/Garc%3%ada%20-%20Desarrollo%20y%20caracterizaci%3%b3n%20de%20helados%20salados%20con%20microal gas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Gil M, Giraldo FJ, Millán LDJ. 2009. Aprovechamiento del suero lácteo de una empresa del norte antioqueño mediante microorganismos eficientes [Tesis]. Caldas, Colombia: Unilasallista Corporación Universitaria; [consultado el 5 de oct. de 2021]. [https://www.researchgate.net/publication/277045268\\_Aprovechamiento\\_del\\_suero\\_lacteo\\_de\\_una\\_empresa\\_del\\_norte\\_antioqueno\\_mediante\\_microorganismos\\_eficientes](https://www.researchgate.net/publication/277045268_Aprovechamiento_del_suero_lacteo_de_una_empresa_del_norte_antioqueno_mediante_microorganismos_eficientes).
- Ibáñez Figueroa R, Maceda J. 2020. Efectos del nitrógeno líquido y estabilizantes en los parámetros del proceso de elaboración de helado artesanal de fresa [Tesis]. Lima, Perú: Universidad de San Ignacio de Loyola; [consultado el 26 de may. de 2022]. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5f5830fc-e5d0-4542-b9ec-cf2f12f1de6a/content>.
- Lazo J, Verdugo P. 2010. Estudio para optimizar la calidad tecnológica y sensorial del helado tipo mantecado con hidrólisis [Tesis]. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay; [consultado el 7 de jun. de 2022]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6285/1/08094.pdf>.
- Leiton JL. 2016. Estudio de factibilidad para el desarrollo de alternativas de productos a base de lactosuero para la industria láctea Simbaña&Simbaña Cia. Ltda. "Simporlac" del Cantón Otavalo Provincia de Imbabura [Tesis]. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte; [consultado el 31 de

- may. de 2022]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6718/1/02%20ICA%201193%20TRABAJO%20GRADO.pdf>.
- Manfugás J. 2020. Evaluación Sensorial de los Alimentos. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria. ISBN: 978-959-16-0539-9. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=heDzDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP6&dq=manfugas&ots=yiStUdpf\\_C&sig=-tP09WWX9CNU5bTvrpffGGnDDX0](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=heDzDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP6&dq=manfugas&ots=yiStUdpf_C&sig=-tP09WWX9CNU5bTvrpffGGnDDX0).
- Martínez B. 2008. Desarrollo de un helado saborizado con vainilla y canela con adición de galletas tipo mantequilla [Tesis]. Francisco Morazan, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano; [consultado el 30 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4911/1/AGI-2008-T027.pdf>.
- McSweeney P, O'Mahony J, editores. 2016. Advanced Dairy Chemistry. 4ª ed. New York: Springer Science+Business Media. 1 vol. ISBN: 978-1-4939-2799-9.
- Mejía M. 2019. Desarrollo de una metodología para el entrenamiento de un grupo de jueces y propuesta para el uso de las herramientas del análisis sensorial en la escuela de Ingeniería de Alimentos de la Universidad del Azuay [Tesis]. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay; [consultado el 31 de may. de 2022]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9475/1/15111.pdf>.
- Michue J, Encina C, Ludeña F. 2015. Optimización del overrun (aireado), de la dureza, la viscosidad y los costos de un helado mediante el diseño de mezclas. Ingeniería Industrial. (33):229–250. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337443854010>.
- Mora J, Maestre S. 2017. Fundamentos científicos de la Heladería. Universitat d'Alacant: UNE. ISBN: 978-84-9717-534-0.
- Motta Y, Moquera W. 2015. Aprovechamiento del lactosuero y sus componentes como materia prima en la industria de alimentos. @limentech Ciencia y Tecnología Alimentario. 13(1):81–91. [https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/1634/839](https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/1634/839).
- Paredes Montoya P, Chávez Martínez A, Rodríguez Figueroa JC, Aguilar Palma N, Rentería Monterrubio AL, Rodríguez Hernández G. 2014. Características fisicoquímicas y microbiológicas de suero de leche de queso Chihuahua. Investigación y Ciencia. 22(62):11–16. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67432507002>.
- Posadas L, Sepulveda J, Restrepo D. 2012. Selección y evaluación de un estabilizante integrado de gomas sobre las propiedades de calidad en mezclas para helado duro. VITAE. 19(2):166–177. <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v19n2/v19n2a3.pdf>.
- Poveda E. 2013. Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. Chil Nutr. 40(4):397–403. <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v40n4/art11.pdf>.
- Quintero Vásquez L. 2005. Producción y comercialización de helado de vainilla en los municipios de: Marinilla, El Santuario y Apartadó [Tesis]. Medellín, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia; [consultado el 30 de may. de 2022]. <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/20108/1/lmqinterov.pdf>.
- Ramírez Navas JS, Rengifo Velásquez C, Rubiano Vargas A. 2015. Parámetros de calidad en helados. ReCITELA. 15(1):80–92. <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/559/Par%C3%A1metros%20de%20calidad%20en%20helados.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Ramírez Navas J. 2015. Diseño de procesos en Industria Láctea: Transformación de lactosuero. [sin lugar]: UNIMAR.
- Rasines L. 2019. Revisión bibliográfica sobre los colores y su influencia en la percepción sensorial y en la respuesta emocional. *Esp Nutr Comunitaria*. 25(1). [https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC\\_2019\\_1\\_05.\\_L\\_Rasines.\\_Influecia\\_de\\_colores\\_en\\_alimentacion.pdf](https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC_2019_1_05._L_Rasines._Influecia_de_colores_en_alimentacion.pdf).
- Rojas C, Tripaldi P, Pérez A, Quinteros P. 2012. Diseño experimental y métodos de decisión multicriterio para optimizar la composición del helado mantecado [Tesis]. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay; [consultado el 31 de may. de 2022]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3892174>.
- Rubiano-Vargas A, Ramírez-Navas J, Rengifo-Velásquez C. 2022. Evaluación del efecto de la concentración de dos emulsionantes-estabilizantes comerciales sobre los parámetros de calidad de un helado de vainilla. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*. 23(1). <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/1929/938>.
- Tello-Ayala I, Vaca A, Estupiñan C, Herrera E, editores. 2017. Costos de producción y procesos. Guayaquil, Ecuador: Grupo Compás. ISBN: 978-9942-33-261-5.
- TETRAPAK. 2018. Tendencias globales en helados. [sin lugar]: [sin editorial]. <https://www.tetrapak.com/content/dam/tetrapak/publicweb/ar/es/processing/Tendencias%20Globales%20en%20Helados.pdf>.
- Villanueva LF. 2019. Optimización de helado deslactosado reducido en grasa y azúcar [Tesis]. Francisco Morazan, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano; [consultado el 29 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6520/1/AGI-2019-T062.pdf>.
- Zuluaga Arroyave N. 2017. El análisis sensorial de alimentos como herramienta para la caracterización y control de calidad de derivados lácteos. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia; [consultado el 23 de may. de 2022]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/62784/1128280679.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

## Anexos

### Anexo A

*Hoja para evaluación sensorial prueba afectiva de aceptación.*

#### Hoja de Evaluación Sensorial

**Efecto del uso de suero dulce en la elaboración de Helado de vainilla**

Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:**

Frente a usted se presentan dos muestras de Helado. Por favor, observe y pruébelas, yendo de izquierda a derecha. Evalúe la apariencia antes de degustar cada muestra. Marque con una X el cuadro indicando su grado de aceptación guiándose de la tabla hedónica.

Luego de degustar cada muestra se recomienda ingerir agua y comer un trozo de galleta para evitar residuos de la muestra anterior.

N° de Muestra: \_\_\_\_\_



Atributo	1	2	3	4	5
Color					
Olor					
Sabor					
Textura					
Apariencia en General					

**Anexo B***Escala hedónica de 5 puntos*

Me gusta mucho	5
Me gusta poco	4
Ni me gusta, ni me disgusta	3
Me disgusta poco	2
Me disgusta mucho	1

### Anexo C

#### *Correlación entre los atributos de análisis sensorial*

	<b>COLOR</b>	<b>OLOR</b>	<b>SABOR</b>	<b>TEXTURA</b>	<b>AG</b>
<b>COLOR</b>	1	0.32569 <.0001	0.27547 <.0001	0.15678 0.0231	0.37228 <.0001
<b>OLOR</b>	0.32569 <.0001	1	0.28928 <.0001	0.17396 0.0116	0.44308 <.0001
<b>SABOR</b>	0.27547 <.0001	0.28928 <.0001	1	0.29295 <.0001	0.46378 <.0001
<b>TEXTURA</b>	0.15678 0.0231	0.17396 0.0116	0.29295 <.0001	1	0.52569 <.0001
<b>AG</b>	0.37228 <.0001	0.44308 <.0001	0.46378 <.0001	0.52569 <.0001	1

## Anexo D

*Correlación entre propiedades fisicoquímicas*

	PH	I_AIREACION	T_DERRETIMIENTO	P_COGELACION	SACAROSA	LACTOSA
<b>PH</b>	1.00000	-0.78703	0.47268	-0.35550	0.26914	-0.85660
		0.0632	0.3438	0.4892	0.6060	0.0294
<b>I_AIREACION</b>	-0.78703	1.00000	-0.29319	0.65919	-0.05646	0.93246
	0.0632		0.5728	0.1544	0.9154	0.0067
<b>T_DERRETIMIENTO</b>	0.47268	-0.29319	1.00000	0.00527	0.47203	-0.10785
	0.3438	0.5728		0.9921	0.3445	0.8389
<b>P_COGELACION</b>	-0.35550	0.65919	0.00527	1.00000	0.10411	0.54348
	0.4892	0.1544	0.9921		0.8444	0.2650
<b>SACAROSA</b>	0.26914	-0.05646	0.47203	0.10411	1.00000	0.05106
	0.6060	0.9154	0.3445	0.8444		0.9235
<b>LACTOSA</b>	-0.85660	0.93246	-0.10785	0.54348	0.05106	1.00000
	0.0294	0.0067	0.8389	0.2650	0.9235	