

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**ELABORACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DEL SUERO DE LECHE EN LA  
ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA, BÁRCENAS, VILLA NUEVA,  
GUATEMALA.**

**JOSÉ CARLOS OSORIO ENRIQUEZ**

**GUATEMALA, MAYO DE 2025**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ELABORACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DEL SUERO DE LECHE EN LA  
ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA, BÁRCENAS, VILLA NUEVA,  
GUATEMALA.**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
POR

**JOSÉ CARLOS OSORIO ENRIQUEZ**

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
**INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**

EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
**LICENCIATURA**

GUATEMALA, MAYO 2025

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**RECTOR**

M.A. WALTER RAMIRO MAZARIEGOS BIOLIS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona

VOCAL II

Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez

VOCAL III

Ing. Agr. M.A. Jorge Cabrera Madrid

VOCAL IV

Br. Sahara Yarith Méndez Anckermann

VOCAL V

P.A.E. Yonshual Nehemías Xinico Ajú

SECRETARIO

Ing. Agr. Edi Noe Quan Barrios

GUATEMALA, MAYO 2025

Guatemala, mayo de 2025

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

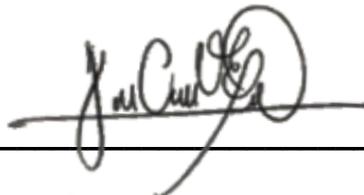
Honorables miembros

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el trabajo de graduación titulado: **ELABORACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DEL SUERO DE LECHE EN LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA, BÁRCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, como requisito previo a optar al título de **Ingeniero en Industrias Agropecuarias y Forestales** en el grado académico de **Licenciatura**.

Dicho trabajo de graduación se presenta con los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José Carlos Osorio Enríquez', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

José Carlos Osorio Enríquez

## TRABAJO QUE DEDICO

**A:**

**DIOS**

Por darme la vida, su amor y acompañamiento en cada etapa de mi vida, un pilar fundamental que me llena de bendición todos los días.

**VIRGEN MARÍA**

Mi madre celestial quien me protege todos los días, quien me cuida desde el cielo y que intercede por mí.

**MI MADRE**

Irma Enríquez, por todo su amor, respaldo, comprensión, por ser la persona que me apoya en todo momento, sin ella no sería la persona que soy y de quien me siento orgulloso por la luchadora y la excelente madre que es.

**MI PADRE**

César Osorio, mi viejo que me ha apoyado toda mi vida, me ha enseñado responsabilidad, a valorar cada oportunidad que se me presenta y que siempre está para mí sin importar la situación que se presente.

**MI ABUELITA**

Blanca Olivia, que me cuida desde el cielo y extraño todos los días, me cuidó, llenándome de su cariño y su ternura, sé que estaría muy orgullosa de mí. La llevo en mi corazón a quien fue mi primer amor.

**MIS HERMANOS**

Darilyn, Juan Carlos, Julio y Mario, personas que han estado para mi en todo momento, mostrándome su amor y apoyo incondicional, quienes admiro y estaré siempre agradecido por nunca dejarme solo.

**MI CUÑADA**

Dana Diéguez, por todos los consejos, cariño y apoyo, una persona que admiro mucho que siempre está para ayudar a las personas.

**MIS SOBRINAS**

Camila, Fátima y Yolandita, quienes son la luz de mis ojos y alegran mis días, quienes me dieron la oportunidad de ser tío y de sentir el cariño de parte de ellas.

**MI NOVIA**

Por brindarme su amor incondicional, mostrarme su apoyo y ser mi acompañante de grandes aventuras, con quien espero poder hacer toda mi vida.

**MIS PRIMOS Y TIOS**

Por su cariño, amor especial y buenos momentos que hemos pasado juntos.

**MIS AMIGOS**

Por sus muestras de cariño y buenos tiempos juntos. Además de apoyarme en esta etapa que concluyo.

**AGRADECIMIENTO A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por brindarme la oportunidad de formarme como profesional y darme acceso a la educación superior mediante una educación digna.
<b>Facultad de Agronomía</b>	Por haberme permitido formar parte de una reconocida casa de estudios, darme la oportunidad de brindarme de conocimientos y de conocer a muchas personas importantes en mi vida.
<b>La Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA)</b>	Por permitirme realizar mi ejercicio profesional supervisado en sus instalaciones y brindarme todos los recursos y el apoyo en las actividades realizadas.
<b>Mi supervisora Ingeniera Gabriela Tanchez</b>	Por su paciencia, tiempo, esfuerzo, confianza y apoyo durante todo el proceso de mi Ejercicio Profesional Supervisado.
<b>Ingeniero Mario Valiente</b>	Por ser una guía, brindarme su apoyo y sus conocimientos en la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado.
<b>Personal operativo de agroindustria y comercialización de la Escuela Nacional Central de Agricultura</b>	Por brindarme sus conocimientos, apoyo, por las enseñanzas y experiencias vividas en el tiempo de mi estadía.

**Mi hermano Julio Osorio**

Por ser mi ejemplo a seguir, le agradezco toda su sabiduría, amor, cuidado y a quien con mucho orgullo considero como un segundo padre.

**Wendy Enriquez y Juan Carlos Pérez**

Dos grandes personas que me han acompañado durante todo el proceso, me han brindado consejos, me han abierto las puertas de su casa y mostrado un gran cariño.

**Paula Ramírez, Eduardo Reyes,  
Gerardo López, Mynor Isidro,  
Sebastián Palacios, Benjamín Cujcuj,  
Roger Douma.**

Amigos y compañeros con los que vivimos las mejores etapas de la carrera universitaria, noches de desvelo y distintas alegrías, personas que siempre han estado brindándome su apoyo y a quienes volvería a escoger como mis mejores amigos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
Índice de contenido .....	8
Índice figuras.....	11
Índice de tablas .....	13
Resumen.....	14
Introducción.....	15
Planteamiento del problema.....	16
Marco teórico .....	17
Marco conceptual.....	17
Leche de ganado vacuno .....	17
Producción de leche en Guatemala.....	17
Elaboración de quesos .....	18
Suero lácteo .....	19
Clasificación de los tipos de suero.....	19
Contenido nutricional del suero de leche.....	21
Usos del suero de leche en productos alimenticios .....	22
Bebidas saborizadas .....	23
Bebidas hidratantes .....	24
Helados .....	26
Marco referencial .....	27
Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA- .....	27
Ubicación geográfica .....	27
Área de agroindustria .....	28
OBJETIVOS .....	29
Objetivo General .....	29
Objetivos Específicos .....	29
METODOLOGÍA.....	30
Tipo de Investigación .....	30

Diseño.....	30
Proceso para la Elaboración de Productos a Base de Suero de Leche.....	30
Formulaciones .....	31
Análisis Físicoquímico.....	32
Pruebas de estabilidad .....	32
Análisis Microbiológico.....	33
Análisis Sensorial.....	33
Análisis Estadístico .....	33
Contenido Nutricional.....	34
Tonicidad.....	34
Índice de aireación.....	35
RESULTADOS .....	36
Formulaciones .....	36
Procedimientos de elaboración.....	38
Análisis Físicoquímico.....	42
Tonicidad .....	43
Índice de Aireación del Helado Cremoso .....	44
Pruebas de Estabilidad .....	44
Análisis Microbiológico.....	46
Análisis Sensorial.....	46
Bebida Chocolatada .....	47
Bebida Hidratante Isotónica de Naranja .....	49
Helado .....	51
Análisis Estadístico .....	53
Bebida Chocolatada .....	54
Bebida Hidratante Isotónica de naranja.....	55
Helado .....	56
Información Nutricional .....	57
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	61
CONCLUSIONES.....	67
RECOMENDACIONES .....	68

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	69
ANEXOS .....	74

## ÍNDICE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
<b>Figura 1</b> Distribución de la producción de leche a nivel nacional para el año 2016 .....	18
<b>Figura 2</b> Localización y Ubicación de la ENCA .....	28
<b>Figura 3</b> Diagrama de operaciones del proceso de la bebida chocolatada con suero de leche .....	39
<b>Figura 4</b> Diagrama de operaciones del proceso de la bebida hidratante de naranja con suero de leche .....	40
<b>Figura 5</b> Diagrama de operaciones del proceso de helado cremoso con suero de leche .....	41
<b>Figura 6</b> Diagrama de aceptación de la bebida chocolatada con 50% suero de leche y 50% leche descremada.....	48
<b>Figura 7</b> Diagrama de aceptación de la bebida chocolatada con 60% suero de leche y 40% leche descremada.....	48
<b>Figura 8</b> Diagrama radial de las medias generales para la bebida chocolatada .....	49
<b>Figura 9</b> Diagrama de aceptación de la bebida hidratante de naranja de 50% suero de leche y 50% agua.....	50
<b>Figura 10</b> Diagrama de aceptación de la bebida hidratante de naranja de 40% suero de leche y 60% agua.....	50
<b>Figura 11</b> Diagrama radial de las medias generales para la bebida hidratante isotónica de naranja.....	51
<b>Figura 12</b> Diagrama de aceptación del helado 60% leche entera y 40% suero de leche.....	52
<b>Figura 13</b> Diagrama de aceptación del helado 100% suero de leche .....	52
<b>Figura 14</b> Diagrama radial de las medias del helado cremoso.....	53
<b>Figura 15A</b> Encuesta de aceptación de las bebidas .....	74
<b>Figura 16A</b> Encuesta de aceptación para el helado .....	75
<b>Figura 17A</b> Obtención de la acidez por el método de titulación .....	76
<b>Figura 18A</b> Análisis sensorial realizado a las dos muestras de la bebida chocolatada .....	76

FIGURA	PÁGINA
<b>Figura 19A</b> Análisis sensorial realizado a las dos muestras de la bebida hidratante de naranja .....	77
<b>Figura 20A</b> Análisis sensorial realizado a las dos muestras de helado cremoso .....	77
<b>Figura 21A</b> Bebida saborizada de chocolate, hidratante de naranja y helado cremoso a base de suero de leche elaborados en la investigación.....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
<b>Tabla 1</b> Composición del lacto suero dulce y ácido .....	20
<b>Tabla 2</b> Composición nutricional del suero de leche .....	21
<b>Tabla 3</b> Clasificación de los colorantes naturales .....	24
<b>Tabla 4</b> Plantas correspondientes al área de agroindustria de la ENCA.....	29
<b>Tabla 5</b> Formulaciones de los productos realizados .....	31
<b>Tabla 6</b> Formulación de la bebida chocolatada a base de suero de leche.....	36
<b>Tabla 7</b> Formulación de la bebida de naranja hidratante a base de suero de leche.....	37
<b>Tabla 8</b> Formulación del helado cremoso a base de suero de leche .....	37
<b>Tabla 9</b> Análisis Fisicoquímico de los productos a base de suero de leche .....	42
<b>Tabla 10</b> Pruebas de estabilidad de los productos elaborados con suero de leche.....	45
<b>Tabla 11</b> Análisis microbiológico obtenido de los productos elaborados con suero de leche.....	46
<b>Tabla 12</b> Escala hedónica de puntuación para el análisis sensorial .....	47
<b>Tabla 13</b> Prueba de Friedman para los atributos de la bebida chocolatada de suero de leche.....	54
<b>Tabla 14</b> Prueba de Friedman para los atributos de la bebida hidratante de naranja de suero de leche.....	55
<b>Tabla 15</b> Prueba de Friedman para los atributos del helado cremoso a base de suero de leche.....	56
<b>Tabla 16</b> Tabla de información nutricional de la bebida chocolatada .....	58
<b>Tabla 17</b> Tabla de información nutricional de la bebida hidratante de naranja.....	59
<b>Tabla 18</b> Tabla de información nutricional del helado cremoso.....	60
<b>Tabla 19A</b> Repeticiones de la medición de pH y acidez titulable para los productos elaborados .....	79

## RESUMEN

El suero de leche es un subproducto obtenido de la elaboración de queso el cual contiene una gran cantidad de nutrientes con proteínas de alto valor biológico y en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA- no es aprovechado. La presente investigación responde a la necesidad de aprovechar el suero de leche a través del desarrollo de productos alimenticios que diversifiquen los productos ya existentes, optimizando recursos y materia prima a su vez de mejorar el contenido nutricional gracias a los componentes que aporta el suero. Se elaboraron tres productos alimenticios que emplearon el suero de leche como ingrediente principal, estos productos buscan ser una alternativa para la utilización del suero de leche que se recolecta en la planta de lácteos de la ENCA siendo estos: una bebida chocolatada, una bebida hidratante de tipo isotónica de naranja y un helado cremoso.

Con cada uno de los productos elaborados se desarrolló una metodología a cumplir para optimizar los procesos productivos de elaboración asegurando que cumplan con los estándares de calidad. Para cumplir con estos estándares se llevaron a cabo distintos análisis que garantizan la funcionalidad de los productos, estos incluyeron análisis fisicoquímicos para determinar las propiedades físicas y químicas las cuales dieron paso a pruebas de estabilidad que estimaron la vida útil de los productos a través del tiempo; análisis microbiológicos que garantizan la inocuidad y aseguran la correcta implementación de BPM's; también pruebas sensoriales para conocer la preferencia de los consumidores ante las formulaciones presentadas, las cuales fueron acompañadas por un análisis estadístico que validaron las diferencias y tendencias en las respuestas del análisis sensorial, por último se realizaron las etiquetas nutricionales de los productos que indican la composición de macronutrientes, micronutrientes, vitaminas, minerales y el contenido calórico que aporta cada uno, adaptando los productos desarrollados a las tendencias actuales de consumo.

A su vez, se detalla el proceso de producción en diagramas de operaciones de proceso de cada producto generando una estandarización en la elaboración de los mismos. Se recomienda seguir desarrollando pruebas con el suero de leche debido a que es un subproducto muy versátil que aporta nutrientes esenciales y gracias a su bajo costo es una alternativa accesible para seguir realizando investigaciones.

## INTRODUCCIÓN

La producción de quesos en la planta de lácteos de la ENCA consume grandes cantidades de leche, lo que genera un sub producto en grandes volúmenes: el suero. Durante la elaboración de quesos aproximadamente de un 80 a 90% de la leche utilizada se convierte en suero, es decir, que, por cada kilo de queso producido, genera ocho litros de suero lácteo.

El suero se distingue por su color amarillo verdoso y su alto valor nutricional, debido a que contiene proteínas de elevado valor biológico. Su inadecuada gestión no solo implica desaprovechamiento, sino que también contribuye a la contaminación ambiental. Aunque en algunos casos, una pequeña fracción del suero se reutiliza para la alimentación animal o la producción de requesón, la mayor parte es descartada.

En Guatemala, el desarrollo de productos alimenticios derivados del suero es un área poco explorada. Este desaprovechamiento se debe, en parte, a la falta de tecnología y procesos adecuados en muchas industrias para transformar el suero en productos de valor agregado. En la ENCA, la producción anual de quesos supera las 20,000 libras, lo que genera grandes cantidades de suero, la mayoría de las cuales se desperdician.

Ante esta situación, se decidió llevar a cabo una investigación para aprovechar el suero de leche generado en la planta de lácteos de la ENCA. El proyecto se centró en desarrollar nuevos productos alimenticios basados en suero: una bebida saborizada, una bebida hidratante y un helado. Cada uno de estos productos fue evaluado a través de análisis sensorial, microbiológico, fisicoquímico y nutricional, garantizando que cumplan con los parámetros y normativas vigentes establecidas. El objetivo de la investigación es aprovechar el suero de leche para el desarrollo de nuevos productos alimenticios en la ENCA, con el fin de desarrollar alternativas innovadoras que utilicen este subproducto lácteo.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El suero lácteo es un subproducto de la elaboración del queso que se caracteriza por el color amarillo verdoso de aspecto opalescente, y el alto valor nutritivo debido a la presencia de proteínas de alto valor biológico (Miranda, Fonseca, Ponce, Cedeño, Rivero & Vázquez, 2014). La Escuela Nacional Central de Agricultura, cuenta con una planta especializada en la producción de productos lácteos principalmente quesos y yogurt; en la cual se procesan semanalmente más de 3000 litros de leche. Actualmente, el suero lácteo se utiliza principalmente para productos como el requesón y en ciertos procesos de elaboración de quesos, como el de pita, panela y queso crema. Sin embargo, el aprovechamiento del suero para la creación de nuevos productos es prácticamente inexistente. Como resultado, el desperdicio de suero sigue siendo significativo, lo que eleva los costos de producción y reduce el rendimiento final.

La creación de nuevos productos a partir del lacto suero, es un desafío para muchas industrias que no cuentan con la capacidad de producción adecuada. En la mayoría de los casos, el suero es desechado sin darle un uso adicional, ya que por cada 10 litros de leche se obtienen de ocho o nueve litros de suero y solo un kilo de queso. No obstante, el suero lácteo tiene un alto valor nutricional, pues contiene macronutrientes beneficiosos para la salud, además podrían aprovecharse en la elaboración de nuevos productos. En el informe anual de 2024, la ENCA, se destacó que, en el área agroindustrial, específicamente en la planta de lácteos se alcanzó la meta anual de producción de quesos, con un total de 20 584 libras, lo que generó aproximadamente 66,000 litros de suero, la mayoría de los cuales no fueron aprovechados.

Esta situación, propuso el desarrollo de tres productos cuyo ingrediente principal es el suero lácteo obtenido de la planta de lácteos de la ENCA. Estos productos incluirán principalmente helado y bebidas saborizadas a base de suero, con la adición de aminoácidos. Para el desarrollo de productos, se evaluaron las propiedades sensoriales de cada formulación, junto con un análisis fisicoquímico y microbiológico, además de un análisis nutricional que complementa la información de los productos.

## MARCO TEÓRICO

### Marco Conceptual

#### *Leche de Ganado Vacuno*

La leche de vaca es un alimento de primera necesidad. De gran demanda por su alto valor nutricional que se refleja en sus componentes, es considerada un alimento básico en la dieta de niños, ancianos, enfermos, y en general de toda la población (Agudelo & Bedoya, 2005). La denominación de “leche”, sin indicación de la especie animal de que procede, se reserva a la leche de vaca.

Se indica que la leche es un líquido de color blanco opalescente característico. Este color se debe a la refracción que sufren los rayos luminosos que inciden en ella al chocar con los coloidales en suspensión (Agudelo & Bedoya, 2005).

#### *Producción de leche en Guatemala*

En Guatemala, conforme a información de la Asociación de Desarrollo Lácteo, el número de fincas productoras de leche es de 14,000 aproximadamente. De estas 800 son formales y pertenecen a las 16 empresas que producen entre 200,000 a los 5,000 kilos de leche por día. Mientras que otros 3,000 productores entregan su leche a 250 pequeñas plantas artesanales (Asodel, 2022). El resto de las plantas son de autoconsumo.

Para el año 2022 indica que a producción de leche a lo largo del año fue de Q1,200 millones (\$150 millones) que van directamente al área rural los 365 días al año, esto, a diferencia de otras actividades agropecuarias que son estacionales (Asodel, 2022).

En la figura 1, se observa la distribución de la producción de leche por departamento, contabilizada en un día censal. Dicha producción se distribuyó entre los departamentos de Escuintla 18%, Jutiapa 13%, Santa Rosa 9%, Guatemala 6%, Petén 6% e Izabal 5%, y los demás departamentos suman el 48% restante (MAGA, 2016).



de los constituyentes sólidos de la leche, una proteína llamada caseína, se separe del suero por la acción de las bacterias del ácido láctico o lácticas (Herrera & Vergara, 2016).

Posteriormente pasa a un proceso de escurrido del suero, quitando el mismo para evitar que la cuajada se acidifique demasiado, aquí mismo se añade sal, que funciona para realzar el aroma y a la contribución de la preservación del queso. Por último, la cuajada obtenida se introduce en moldes para darle forma.

### ***Suero lácteo***

El lactosuero es el subproducto lácteo obtenido de la separación del coágulo de la leche, de la crema o de la leche semidescremada durante la fabricación del queso mediante la acción ácida o de enzimas del tipo de cuajo (renina, enzima digestiva de los rumiantes) que rompen el sistema coloidal de la leche en dos fracciones sólida y líquida (Zambrano & Rivadeneira, 2021).

La fracción sólida está compuesta principalmente por proteínas insolubles y lípidos que en su proceso de precipitación arrastran y atrapan minoritariamente alguno de los constituyentes hidrosolubles, la fracción líquida corresponde al lactosuero en cuyo interior están suspendidos todos los componentes nutricionales que no fueron integrados a la coagulación de la caseína, de esta forma se encuentran en el lactosuero partículas solubles y no solubles (Zambrano & Rivadeneira, 2021).

Los autores (Cuellas & Wagner, 2010) mencionan que el suero de leche es un líquido verduzco de alto valor nutritivo, contiene más del 50 % del total de sólidos de la leche, entre los que se encuentran: proteínas, vitaminas, carbohidratos y ciertos minerales.

### ***Clasificación de los tipos de suero***

Según (Massari, Da Costa & Romero, 2019), el suero se obtiene durante la elaboración de distintos tipos de quesos, por lo que pueden identificarse cuatro tipos principales.

- Suero de queso dulce; procedente de la fabricación de quesos coagulados mediante cuajo a pH 6 - 6,4 por ejemplo, queso cheddar.

- Suero de queso ácido; procedente de la elaboración de quesos coagulados a pH 4,5 como resultado de la producción de ácido láctico por bacterias iniciadoras, por ejemplo, cottage.
- Suero de caseína ácida, procedente de la fabricación de caseína ácida (pH 4,5).

Las principales proteínas del suero de la leche son  $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactoalbúmina, albumina del suero sanguíneo, inmunoglobulinas y peptonas proteasas, que representan aproximadamente el 50, 20, 6, 12 y 12 %. El lactosuero representa el 90 % de la leche, este ha sido desechado durante la elaboración del queso, salvo una pequeña proporción que se utiliza para alimentar animales (Massari, Da Costa & Romero, 2019). La tabla 1 indica la composición del suero de leche ácido y dulce mencionado por Araúz (2020) expresando los componentes y la cantidad aproximada de cada uno.

**Tabla 1**

*Composición del lactosuero dulce y ácido*

<b>Componente</b>	<b>Lactosuero dulce (g/L)</b>	<b>Lactosuero ácido (g/L)</b>
Sólidos totales	63.0- 70.0	63.0- 70.0
Lactosa	46.0- 52.0	44.0- 46.0
Proteína	6.0- 10.0	6.0- 8.0
Calcio	0.4- 0.6	1.2 1.6
Fosfatos	1.0- 3.0	2.0- 4.5
Lactato	2.0	6.4
Cloruros	1.1	1.1

**Nota.** Adaptado de *Fermentación de lactosuero para la obtención de etanol y su uso en cervezas y bebidas saborizadas Revisión de Literatura*, de Araúz (2020). Elaborado en Microsoft Word.

### **Contenido nutricional del suero de leche**

El contenido nutricional del suero de leche puede variar considerablemente dependiendo del tipo de queso elaborado, las características de la leche que es utilizada para la elaboración de este, así como del proceso tecnológico empleado en la fabricación del queso.

En la tabla 2, la autora (Contreras, 2021) indica la composición nutricional del suero de leche mencionando los componentes y observaciones de cada uno.

**Tabla 2**

*Composición nutricional del suero de leche*

<b>Componente</b>	<b>Observaciones</b>
Lactosa	95% de la lactosa de la leche, en una proporción de 46.0 – 52.0 g/L en suero de leche dulce y 44.0 – 46.0 g/L en suero de leche ácido.
Proteína	Presenta alrededor del 25% de las proteínas contenidas normalmente en la leche: 6.0 g/L en suero de leche dulce y 6.0 – 8.0 g/L en suero de leche ácido.
$\alpha$ – Lactoalbúmina	30% del total del contenido proteico.
$\beta$ – Lactoalbúmina	Importante porque tienen propiedades emulsionantes y cumple una función importante al interactuar con compuestos como ácidos grasos
Globulina	Corresponden a 10% del total de proteínas
Proteasas-peptonas	Lactoferrinas, albúmina, inmunoglobulinas, factores de crecimiento, glicoproteínas.
Lípidos	0.5% y 8% de la materia grasa de la leche
Vitaminas	Tiamina 0.38 mg/mL, riboflavina 1.2 mg/mL, ácido nicotínico 0.85 mg/mL, ácido pantoténico 3.4 mg/mL
Minerales	Calcio 0.4 – 0.6 g/L en suero de leche dulce y 1.2 – 1.6 g/L en suero de leche ácido, fósforo, potasio, sodio y magnesio.
Compuestos biológicamente activos y péptidos bioactivos	Para ejercer determinados efectos fisiológicos y bioactivos, con potencial antihipertensivo, actividad antimicrobiana, antioxidante, incremento de la saciedad, entre otros.

**Nota.** Adaptado de *Elaboración de películas comestibles a partir de suero de leche fermentado por bacterias ácido lácticas.*, de Contreras (2021). Elaborado en Microsoft Word.

### ***Usos del suero de leche en productos alimenticios***

El suero de leche presenta diversas aplicaciones en la industria, debido al alto contenido de proteína y minerales. Las proteínas del suero de leche son utilizadas en una diversidad de alimentos debido a sus características tecno funcionales como son: capacidad de emulsificación, solubilidad, retención de agua/grasa, espesante, espumante y gelificación, además, que realizan del producto un interesante ingrediente alimenticio (Contreras, 2021).

- **Productos cárnicos:** Las proteínas de suero se utilizan principalmente como agentes aglutinantes, actuando como modificadores de la textura, ayudan a intensificar los sabores del producto, poseen un elevado valor nutritivo, contienen aminoácidos esenciales digeribles y biodisponibles. Las proteínas de suero de leche se pueden utilizar en: carnes procesadas (hamburguesas, productos embutidos, jamón curado, etc.) (Prabhu y Keeton, 2008).
- **Productos lácteos:** Gran parte del suero de leche es empleado en la industria de los lácteos donde es adicionado nuevamente en quesos procesados y quesos cremosos donde contribuye a elevar la textura, color, apariencia e incrementar el contenido proteico y de calcio, también se emplea como sustituto de grasa en bebidas lácteas bajas en calorías, proporcionando una textura similar a la de los productos fermentados como el yogurt (Contreras, 2021).
- **Productos de panadería y confitería:** Los concentrados de proteína de suero son comúnmente utilizados en la industria de la panificación y repostería debido en buena parte al sabor lácteo, a la blandura que brindan a los productos, además de que ayudan a mejorar el valor nutritivo, el color y la apariencia. También se utilizan para reemplazar total o parcialmente las propiedades de emulsificación que otorgan ingredientes como el huevo (Contreras, 2021).

### ***Bebidas saborizadas***

Grandes cantidades de bebidas son elaboradas a partir de la pulpa o jugos de frutas y muchos son consumidos como jugo puro de frutas, mientras que otros contienen azúcar, agua y algún preservante. La categoría de no alcohólicas surgió debido a la demanda de los consumidores de alejarse del consumo de bebidas alcohólicas, sustituyéndolas por las de sabores naturales y saludables (Salinas, 2002).

**Saborizantes.** Los saborizantes alimenticios son los preparados especiales de sustancias que disponen de principios sápidos aromáticos, que son reclutados de la naturaleza o provienen de sustancias artificiales y son de uso autorizado en materia legal. Estos saborizantes pueden clasificarse naturales, sintéticos o artificiales.

(Salinas, 2002), indica que al desarrollar una bebida se debe encontrar una proporción adecuada de saborizantes, preservantes y edulcorantes, otra consideración es que los aditivos agregados no deben precipitarse y afectar la apariencia de la bebida.

**Colorantes.** Un colorante es una sustancia utilizada como aditivo en un alimento para recuperar su color perdido tras un procesado industrial, para acentuar el color original o para dotarle de un color más atractivo. Los colorantes pueden ser naturales, si son extraídos de una sustancia vegetal, animal, mineral, o sintéticos, si son productos modificados química o físicamente (Sánchez, 2013). La autora indica la clasificación de los colorantes naturales que se encuentra en la Tabla 3.

**Tabla 3***Clasificación de los colorantes naturales*

<b>Colorantes Naturales Hidrosolubles</b>	
Curcumina (E100)	Riboflavina, lactoflavina o B2 (E101)
Cochinilla o ácido carmínico (E120)	Caramelo (E150)
Caramelo (E150)	
Betanina o rojo de remolacha (E162)	Antocianos (E163)
Antocianos (E163)	
<b>Colorantes Naturales Liposolubles</b>	
Clorofilas (E140 y 141)	Carotenoides (E160)
Xantofilas (E161)	
<b>Minerales</b>	
Carbón vegetal (E153)	Carbonato cálcico (E170)
Dióxido de titanio (E171)	Óxidos e hidróxidos de hierro (E172)
Aluminio (E173)	Plata (E174)
Oro (E175)	

**Nota.** Adaptado de *La Química del Color en los Alimentos*, de Sánchez (2013). Elaborado en Microsoft Word.

**Edulcorantes.** Los edulcorantes son endulzantes que aportan un sabor agradable a los alimentos, su objetivo teórico es endulzar distintos alimentos y bebidas producidas en la industria alimentaria, tiene mayor efecto en el dulzor, ayudan en el control de calorías y enfermedades crónicas, no afectan a la salud de adultos mayores, mujeres embarazadas, niños, adolescentes siempre y cuando se cuiden sus necesidades nutricionales básicas (Pilco et al., 2023).

**Bebidas hidratantes**

Una bebida hidratante para la actividad física y el deporte es aquella destinada fundamentalmente a reponer agua y electrolitos perdidos durante la actividad física y el deporte, calmar la sed, mantener el equilibrio metabólico y suministrar fuentes de energía de fácil absorción y metabolismo rápido (Calderón, 2015).

Las bebidas hidratantes han sido creadas para lograr una rehidratación rápida en la persona que la ingiere, debido a que repone el agua y las sales minerales que se pierden a través del sudor luego de realizar alguna actividad física por más de una hora. Después de realizar una actividad deportiva lo más recomendable es tomar una bebida con un alto contenido de electrolitos y la ingesta de agua no es suficiente para cumplir ese requisito (Morán & Muñoz, 2019).

**Bebidas isotónicas.** Son bebidas que contienen igual número de partículas de azúcar y electrolitos que los fluidos corporales, poseen entre 4 a 8 g de azúcar por 100 ml o una osmolaridad lo más parecida a la del plasma, entre 250 y 340 mOsm/L y, son cuatro absorbidas tanto o más rápido que el agua. Este tipo son las más requeridas en el campo deportivo, perfecta si el ejercicio fue intenso, debido a que otorgan un equilibrio idóneo entre la rehidratación y el reabastecimiento de carbohidratos y electrolitos perdidos (Morán & Muñoz, 2019).

**Electrolitos.** Los electrolitos afectan la cantidad de agua en el cuerpo, la acidez de la sangre (pH) y, la actividad muscular. Se pierden electrolitos cuando se suda y, se deben reponerlos tomando líquidos que los contengan, el agua no contiene electrolitos. Los electrolitos son sustancias esenciales en el cuerpo requerido para la transmisión de señales de la función de la célula. Los principales electrolitos en el cuerpo humano son sodio (Na<sup>+</sup>), potasio (K<sup>+</sup>), calcio (Ca<sup>2+</sup>), magnesio (Mg<sup>2+</sup>), cloruro (Cl<sup>-</sup>), fosfato del hidrogeno (HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), carbonato de hidrogeno (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (Calderón, 2015).

El sodio es el elemento que se pierde en mayor cantidad durante una actividad física, por medio del sudor. Este electrolito es importante para la regulación de la hidratación, ya que reduce la pérdida de fluidos y mantiene el equilibrio intracelular. (Morán & Muñoz, 2019).

**Osmolalidad.** La osmolalidad es una medida del número de partículas en solución de una bebida, está directamente relacionada con la concentración de solutos en la bebida; al aumentar la cantidad de carbohidratos o electrolitos en una bebida (más partículas en solución) también aumentará su osmolalidad. Las investigaciones indican que las bebidas deportivas deben ser hipotónicas o isotónicas para garantizar una buena hidratación (Gómez, 2021).

**Tonicidad.** La tonicidad es la osmolaridad de la solución comparada con la osmolaridad del plasma, es decir, la comparación entre la concentración de iones dentro de la célula en relación al medio extracelular (Escobar, 2014). Las soluciones que tienen la misma osmolaridad que el plasma son isotónicas. Las soluciones con mayor osmolaridad que el plasma son hipertónicas. Las soluciones con menos osmolaridad que el plasma son hipotónicas.

### **Helados**

Son los productos alimenticios llevados al estado sólido o pastoso por medio de la congelación, elaborados con dos o más de los ingredientes siguientes: Leche o productos lácteos en sus diferentes formas, grasa de leche, grasas vegetales desodorizadas; edulcorantes permitidos, huevos, agua, jugos y pulpa de fruta, frutas, chocolates, nueces y/o productos similares, aditivos permitidos y otros (Ruíz de Castilla, 2017).

**Tipos de helado.** Según el autor (Villa, 2023), los diferentes tipos de helado se clasifican según sus características e ingredientes que se emplean para la elaboración:

- Helado de crema de leche. Producto preparado a base de leche y grasa procedente de la leche (grasa butírica) y cuya única fuente de grasa y proteína es la láctea.
- Helado de leche: Producto preparado a base de leche y cuya única fuente de grasa y proteína es la láctea.
- Helado de leche con grasa vegetal: Producto cuyas proteínas provienen en forma exclusiva de la leche o sus derivados y parte de su grasa puede ser de origen vegetal.
- Helado de yogur. Producto en donde todos o parte de los ingredientes lácteos son inoculados y fermentados con un cultivo característico de microorganismos productores de ácido láctico (*Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) y probióticos, los cuales deben ser abundantes y viables en el producto final.
- Helado de agua o nieve. Producto preparado con agua potable, azúcar y otros aditivos permitidos. No contienen grasa, ni proteína, excepto las provenientes de los ingredientes adicionados y puede contener frutas o productos a base de frutas.

## **Marco referencial**

### ***Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-***

La Escuela Nacional Central de Agricultura es la entidad rectora de la educación media agropecuaria, forestal y agroindustrial de Guatemala (Escuela Nacional Central de Agricultura, 2023).

La presente investigación se realizó en coordinación con la ENCA, en atención a la propuesta de investigación inicial titulada: “Elaboración de nuevos productos a base del suero de leche” bajo la línea de investigación de innovación y desarrollo.

El desarrollo de esta investigación se realizó bajo la supervisión directa del área de agroindustria, el cual es administrado bajo la Coordinación de Producción Animal que pertenece a la Coordinación de Producción de la ENCA.

### ***Ubicación geográfica***

La ENCA, se encuentra localizada en aldea Bárcenas de Villa Nueva, municipio del Departamento de Guatemala, ubicado al sur de la ciudad capital. Dicho municipio limita: al Norte los municipios de Mixco y Guatemala; al Este San Miguel Petapa; al Sur Amatitlán; y al Oeste Magdalena Milpas Altas, Santa Lucía Milpas Altas y San Lucas Sacatepéquez. Latitud 14° 31' 32" (Hernández, & Reyes, 2005). La Figura 2 muestra un mapa de la localización y ubicación de la ENCA dentro del municipio de Villa Nueva.

## Figura 2

### Localización y Ubicación de la ENCA



**Nota.** La figura representa la ubicación y localización de la ENCA dentro de la Aldea Bárcenas ubicada en el Municipio de Villa Nueva en el departamento de Guatemala. Tomado de Hernández, & Reyes, 2005. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_1301.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_1301.pdf) Consultado el 17 de octubre de 2024.

Las vías de acceso a la finca se pueden llegar por varias vías ya sea por la carretera asfaltada que se comunica con la autopista CA-4 que comunica a la Ciudad Capital en tan solo 17 km, o bien la interconexión Bárcenas Antigua Guatemala con 18 km, de distancia, por lo que, la ENCA se encuentra dentro de una formación urbana con un acceso estratégico hacia las distintas zonas agrícolas del altiplano central, movimiento rápido hacia centros de mayoreo o bien centrales distribuidoras.

### **Área de agroindustria**

El área potencial el desarrollo de la investigación es el área de agroindustria bajo la coordinación de producción animal. El área de agroindustria involucra las siguientes subáreas o plantas de trabajo, tal como se presenta en la tabla 4:

**Tabla 4***Plantas correspondientes al área de agroindustria de la ENCA*

<b>Planta de agroindustria</b>	<b>Productos elaborados</b>
Cárnicos	Embutidos, carne adobada, carne en chimichurri, pollo adobado, pollo en chimichurri.
Lácteos	Quesos, requesón, crema, yogur.
Frutas y hortalizas	Escabeche, salsas, bebida de café, bebidas saborizadas, mermeladas, jaleas.

**Nota.** Se identifican los productos elaborados en las tres plantas de agroindustria de la ENCA. Elaborado en Microsoft Word.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Aprovechar el suero de leche para la elaboración de nuevos productos alimenticios en la Escuela Nacional Central de Agricultura, con el fin de desarrollar alternativas innovadoras que utilicen este subproducto lácteo.

### **Objetivos Específicos**

1. Desarrollar tres productos alimenticios que utilicen el suero lácteo como ingrediente principal en cada formulación.
2. Determinar el valor nutricional de los productos elaborados a partir del suero lácteo analizando su contenido calórico y sus macronutrientes.
3. Evaluar la aceptabilidad de los productos a través de un análisis sensorial.
4. Evaluar las propiedades fisicoquímicas de los productos durante un periodo en almacenamiento, con el fin de determinar la estabilidad de los mismos.

## **METODOLOGÍA**

### **Tipo de Investigación**

En la presente investigación se utilizó una metodología con un enfoque investigativo mixto, debido a que fue cualitativo-cuantitativo. Se realizó bajo un alcance descriptivo, esto debido a la naturaleza de la investigación y los objetivos alcanzados al realizarla.

### **Diseño**

El diseño de esta investigación fue de tipo experimental, debido a que se controlaron diferentes variables y la formulación de cada una de las bebidas y helados que integraron los enfoques cualitativo y cuantitativo. El enfoque permitió realizar distintos análisis orientados a perfil nutricional, fisicoquímicos y microbiológicos y de aceptación sensorial enfocados a la misma investigación.

### **Proceso para la Elaboración de Productos a Base de Suero de Leche**

Los procedimientos para la elaboración de los nuevos productos a base de suero de leche se desarrollaron en la planta de lácteos de la ENCA garantizando la calidad e inocuidad de los mismos. Cada uno de los productos sigue un proceso estandarizado que consigue una formulación exacta, controlando los parámetros en cada una de las etapas de producción.

Cada uno de los productos comienza con la obtención del suero de leche dulce a partir de la cuajada de distintos quesos, posteriormente se analiza la calidad de la materia prima, un tamizado para eliminar impurezas y partículas que afecten la inocuidad de los productos y un descremado al suero para evitar la precipitación de la grasa. Posteriormente el proceso de producción de cada producto pasa por distintos pasos como la dosificación de los ingredientes, saborizantes, estabilizantes, edulcorantes y conservantes, mezcla, homogeneizado, pasteurización y almacenado de los mismos.

Una vez obtenido el producto final se procedió a realizar los análisis microbiológicos y fisicoquímicos que garantizan la calidad e inocuidad de los mismos asegurando la seguridad alimentaria y la buena implementación de BMP's. Posteriormente se realizaron los análisis sensoriales para identificar la aceptación por

parte de los panelistas no entrenados y con estos resultados, se realizó un análisis estadístico identificando si existen diferencias significativas entre cada atributo de cada uno de los tratamientos de los productos realizados. Finalizando con la elaboración de la etiqueta para cada bebida y el helado aceptado detallando el contenido nutricional.

### Formulaciones

Para cada bebida y helado se realizaron dos tratamientos siendo el suero de leche el principal ingrediente en cada una. Los tratamientos se realizaban con distintas proporciones de suero de leche y leche para la bebida chocolatada y el helado, mientras que, para la bebida de naranja la proporción de suero de leche y agua era la diferente; en la Tabla 5 se encuentran las formulaciones para cada tratamiento de los productos desarrollados.

#### Tabla 5

##### *Formulaciones de los productos realizados*

Formulación	Bebida
Muestra 151: 50% suero de leche y 50% leche	
Muestra 152: 60% suero de leche y 40% leche	Bebida saborizada de chocolate
Muestra 264: 50% suero de leche y 50% agua	
Muestra 265: 40% suero de leche y 60% agua	Bebida hidratante isotónica sabor naranja
Muestra 377: 40% suero de leche y 60% leche entera.	
Muestra 378: 100% suero de leche, sin adición de leche entera.	Helado de fresa/vainilla

**Nota.** La Tabla 5 muestra las formulaciones con distintas proporciones de suero de leche, leche y agua que fueron empleadas para la elaboración de la bebida chocolatada, de naranja isotónica y el helado. Elaborado en Microsoft Word.

## Análisis Físicoquímico

La caracterización físicoquímica de los productos realizados se determinó utilizando equipo del laboratorio de agroindustria de la ENCA, y se tuvo en cuenta las especificaciones de muestras para análisis de la Norma COGUANOR NGO 34 046 Leche y Productos lácteos (Obligatoria, 1975). Los parámetros determinados fueron: pH, acidez, densidad y °Bx; para el pH se empleó un pHMetro marca Hanna. La acidez se midió como acidez titulable, expresada como ácido láctico. Se colocaron 10.0 mL de producto en un Erlenmeyer, luego se añadieron 3 gotas de solución indicadora de fenolftaleína y con agitación se tituló con una solución de hidróxido de sodio (0.1 N), una vez visualizado el color rosado se contabilizó el consumo de la solución de hidróxido de sodio y se obtuvo el porcentaje de acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL) determinado con la siguiente ecuación:

$$ATECAL = \frac{ml \text{ gastados de } NaOH * (0.1N) * (0.09)}{ml \text{ de la muestra}} * 100$$

La medición de grados brix se obtuvo utilizando un refractómetro digital marca Hanna colocando una pequeña muestra del producto indicando los grados brix presentes en el mismo, por último, la densidad se obtuvo por el método de probeta, pesando en una balanza la masa de la probeta y tarando, luego se miden 10ml de producto en la probeta y volviendo a pesar, por último, el peso de la probeta con el producto se divide dentro de la cantidad de la muestra para obtener la densidad final.

## Pruebas de estabilidad

Las pruebas de estabilidad se realizaron para los tres productos a través de pruebas físicoquímicas de pH y acidez titulable, dejando varias muestras selladas en refrigeración a una temperatura de 4°C para las bebidas y de -10°C para el helado, durante un tiempo de entre diez a catorce días, siendo catorce días el máximo de durabilidad de los productos para ser utilizados dentro de la ENCA. Durante este tiempo se fueron tomando las mediciones verificando la estabilidad de cada producto realizado.

### **Análisis Microbiológico**

Para obtener los parámetros microbiológicos se enviaron muestras de los tres productos a un laboratorio de microbiología de alimentos externo a la ENCA, el cual aplicó las especificaciones del Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.50:08 CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE ALIMENTOS (Centroamericano, 2009) para productos lácteos.

En el análisis microbiológico se analizó principalmente la presencia de los siguientes microorganismos: *bacterias ácido lácticas*, *Escherichia coli*, *aerobios mesófilos*, *coliformes totales*, *mohos*, *levaduras* y *Listeria Monocytogenes*. Para la medición de estos parámetros se utilizó el método de recuento en siembra de placas Petrifilm 3M con muestras de 25 gramos.

### **Análisis Sensorial**

La prueba de evaluación sensorial que se aplicó fue la de escala hedónica con un panel de 51 personas no entrenadas el cual estaba conformado por estudiantes de la carrera de Perito Agroindustrial de segundo año de la ENCA. Las pruebas sensoriales de aceptación se realizaron con escala hedónica con puntuación de 1 a 5, donde los rangos de aceptación fueron: 1 me disgusta mucho, 2 me disgusta poco, 3 ni me gusta ni me disgusta, 4 me gusta poco y 5 me gusta mucho. Los atributos evaluados en el estudio fueron: color, olor, sabor y apariencia/textura (Anexo A Figura 15 y 16). Estos atributos han sido considerados en otras investigaciones de bebidas y helados a base de suero de leche como ingrediente principal (Delgado & Morán, 2016) y (Rodríguez-Basantes et al., 2020).

### **Análisis Estadístico**

Para determinar si existen diferencias significativas entre los atributos de las muestras de cada producto elaborado se realizó un análisis estadístico por medio de la prueba de Friedman para muestras relacionadas. Este análisis estadístico no paramétrico fue aplicado debido a que los datos obtenidos no cumplen con el supuesto de normalidad y se trata de respuestas provenientes de los panelistas.

Se ordenan los datos por rangos dentro del mismo bloque con una significancia de ( $P < 0.05$ ) para determinar que existe diferencia significativa. En el análisis estadístico empleado se define una hipótesis nula y una hipótesis alternativa:

$H_0$  = No existe diferencia significativa entre los atributos evaluados.

$H_1$  = Existe diferencia significativa en al menos uno de los atributos evaluados.

Este análisis se realizó con el software InfoStat/L. Una vez obtenido los resultados de la prueba de Friedman para las muestras relacionadas nos indica si existe diferencias significativas entre los atributos para posterior aceptar o rechazar la hipótesis nula.

### Contenido Nutricional

La información nutricional de las bebidas y el helado de suero de leche se determinó mediante una tabla de contenido nutricional elaborada siguiendo las especificaciones del Reglamento Técnico Centroamericano 67.01.60:10 Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de tres años de edad (Centroamericano, 2012) y de la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP (INCAP, 2012) obteniendo el contenido de micronutrientes, macronutrientes y vitaminas presentes, así como el contenido energético de cada producto.

### Tonicidad

Para determinar la tonicidad de la bebida hidratante se realizaron los cálculos teóricos enumerando cada ingrediente de la bebida que contribuye a la tonicidad los cuales son: sacarosa, cloruro de sodio, cloruro de calcio, ácido cítrico, ácido ascórbico, benzoato de sodio y sorbato de potasio. Posteriormente, se calculó la osmolalidad de cada uno utilizando la masa molecular de los ingredientes determinando el aporte de mOsm/L utilizando la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} & \textit{gramos soluto} * \frac{1 \textit{ mol soluto}}{\textit{peso molecular soluto}} * \frac{\textit{especie osmoti. activa del soluto}}{1 \textit{ mol soluto}} \\ & = \frac{\textit{Osmoles obtenidos}}{\textit{Litros de solución}} * \frac{1000 \textit{mOsmol}}{1 \textit{ Osmol}} = \textit{mOsmol/L} \end{aligned}$$

Posteriormente se realizó la sumatoria total de osmolalidad que debe de estar en el rango de 240-350 mOsm/L para considerarse una bebida isotónica como indica (Morán & Muñoz, 2019).

### **Índice de aireación**

El índice de aireación se conoce como la cantidad de aire agregado a la mezcla en porcentaje sobre la misma en volumen. Este análisis se realizó colocando un recipiente en una balanza tarándolo, anotando el volumen y el peso. Primero se pesó la mezcla sin aire incorporado, luego se repitió el proceso de medición después de la aireación; esto se realizó con la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de aireación} = \frac{\text{Volumen del helado final} - \text{Volumen de la mezcla}}{\text{Volumen de la mezcla}} * 100$$

## RESULTADOS

### Formulaciones

La formulación de nuevos productos se realiza con un enfoque preciso que permita asegurar la calidad y el cumplimiento de normativas, buscando un equilibrio en los ingredientes mejorando sabores y texturas que sean característicos de productos comerciales. En la planta de lácteos el proceso de innovación permite mejorar la competitividad de la planta, adaptándose a las necesidades y demanda del mercado logrando que los nuevos productos sean duraderos y estables. Las tablas 6, 7 y 8 muestran las formulaciones finales obtenidas a través de pruebas piloto para la bebida chocolatada, bebida hidratante de naranja y el helado correspondientemente.

**Tabla 6**

*Formulación de la bebida chocolatada a base de suero de leche*

Ingredientes	Formulación 1	Formulación 2
	%	
Leche descremada	46.3	37.0
Suero de leche dulce	46.3	55.6
Azúcar	5.83	5.83
Cocoa	1.5	1.5
Benzoato de sodio	0.0368	0.0368
Sorbato de potasio	0.0246	0.0246
Carragenina (estabilizante)	0.01	0.01
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Nota.** La tabla 6 corresponde a las formulaciones de bebida de chocolate con suero de leche y leche descremada, siendo la formulación 1 la de 50% suero de leche y 50% leche descremada y, la formulación 2 de 60% suero de leche y 40% leche descremada. Elaborado en Microsoft Word.

**Tabla 7***Formulación de la bebida de naranja hidratante a base de suero de leche*

Ingredientes	Formulación 1	Formulación 2
	%	
Agua	45.5	54.5
Suero de leche dulce	45.5	36.4
Azúcar	8.55	8.55

*Continuación de la Tabla 7*

Saborizante	0.25	0.25
Benzoato de sodio	0.024	0.024
Sorbato de potasio	0.012	0.012
Ácido cítrico	0.15	0.15
Ácido ascórbico	0.04	0.04
Cloruro de sodio (sal común)	0.012	0.012
Cloruro de calcio	0.03	0.03
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Nota.** La tabla 7 corresponde a las formulaciones de bebida de naranja hidratante de tipo isotónica con suero de leche y agua, siendo la formulación No. 1 la de 50% suero de leche y 50% agua y, la formulación No. 2 de 40% suero de leche y 60% agua. Elaborado en Microsoft Word.

**Tabla 8***Formulación del helado cremoso a base de suero de leche*

Ingredientes	Formulación 1	Formulación 2
	%	
Suero de leche dulce	13.7	43.5
Leche entera	31.5	0.0
Azúcar	14.0	14.0
Cocoa	3.0	3.0
Crema de leche	35.0	36.7
Leche descremada en polvo	2.5	2.5
Goma xantana (estabilizante)	0.3	0.3
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Nota.** La tabla 8 corresponde a las formulaciones de bebida de naranja hidratante de tipo isotónica con suero de leche y agua, siendo la formulación No. 1 la de 40% suero de leche y 60% leche entera y, la formulación No. 2 de 100% suero de leche sin la adición de leche entera. Elaborado en Microsoft Word.

### **Procedimientos de elaboración**

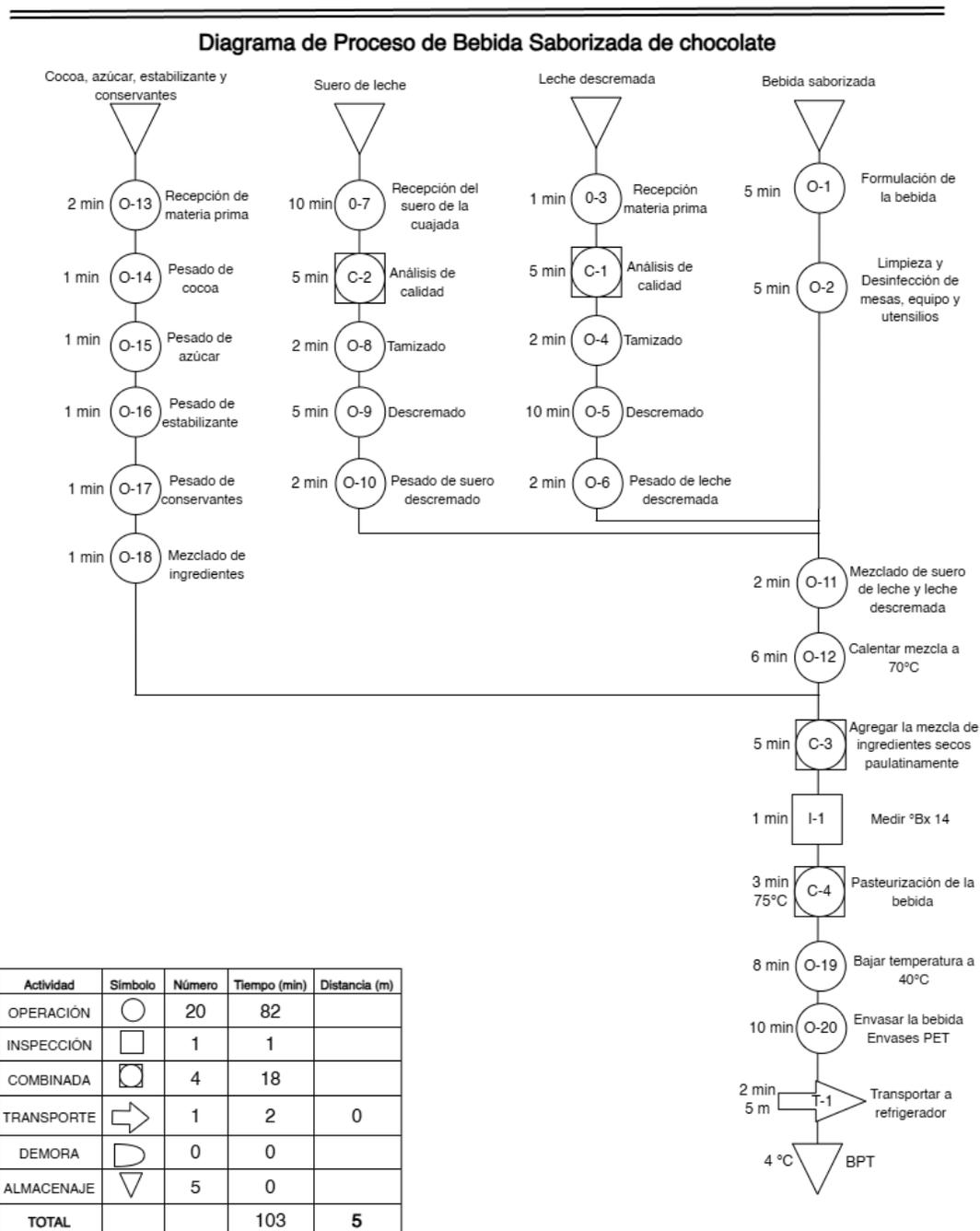
A través de diagramas de operaciones de proceso se muestra de manera detallada los pasos a seguir para la elaboración de las bebidas y el helado a base de suero de leche. La Figura 3, 4 y 5 indica el proceso de elaboración de la bebida chocolatada, bebida hidratante de naranja y el helado cremoso respectivamente.

**Figura 3**

*Diagrama de operaciones del proceso de la bebida chocolatada con suero de leche*

Nombre del proceso: Elaboración de Bebida saborizada con suero de leche  
 Método: Semi industrial  
 Diagramado por: José Carlos Osorio Enriquez

Página No. 1 de 1  
 Fecha: Diciembre de 2024



**Nota.** Procedimiento para la elaboración de la bebida chocolatada con suero de leche. Elaborado en Draw.io

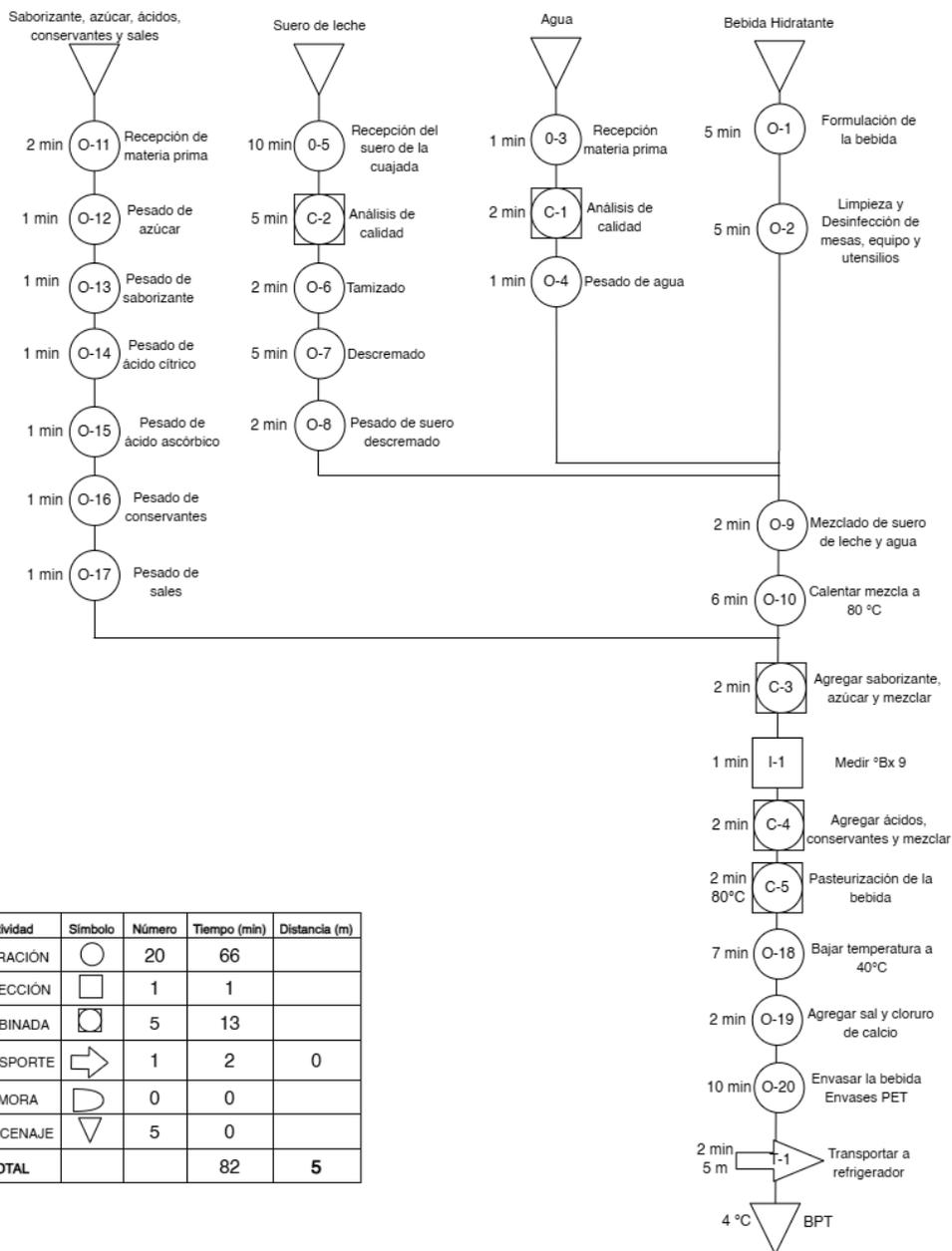
**Figura 4**

*Diagrama de operaciones del proceso de la bebida hidratante de naranja con suero de leche*

Nombre del proceso: Elaboración de Bebida hidratante con suero de leche  
 Método: Semi industrial  
 Diagramado por: José Carlos Osorio Enriquez

Página No. 1 de 1  
 Fecha: Diciembre de 2024

**Diagrama de Proceso de Bebida Hidratante Isotónica de Naranja**



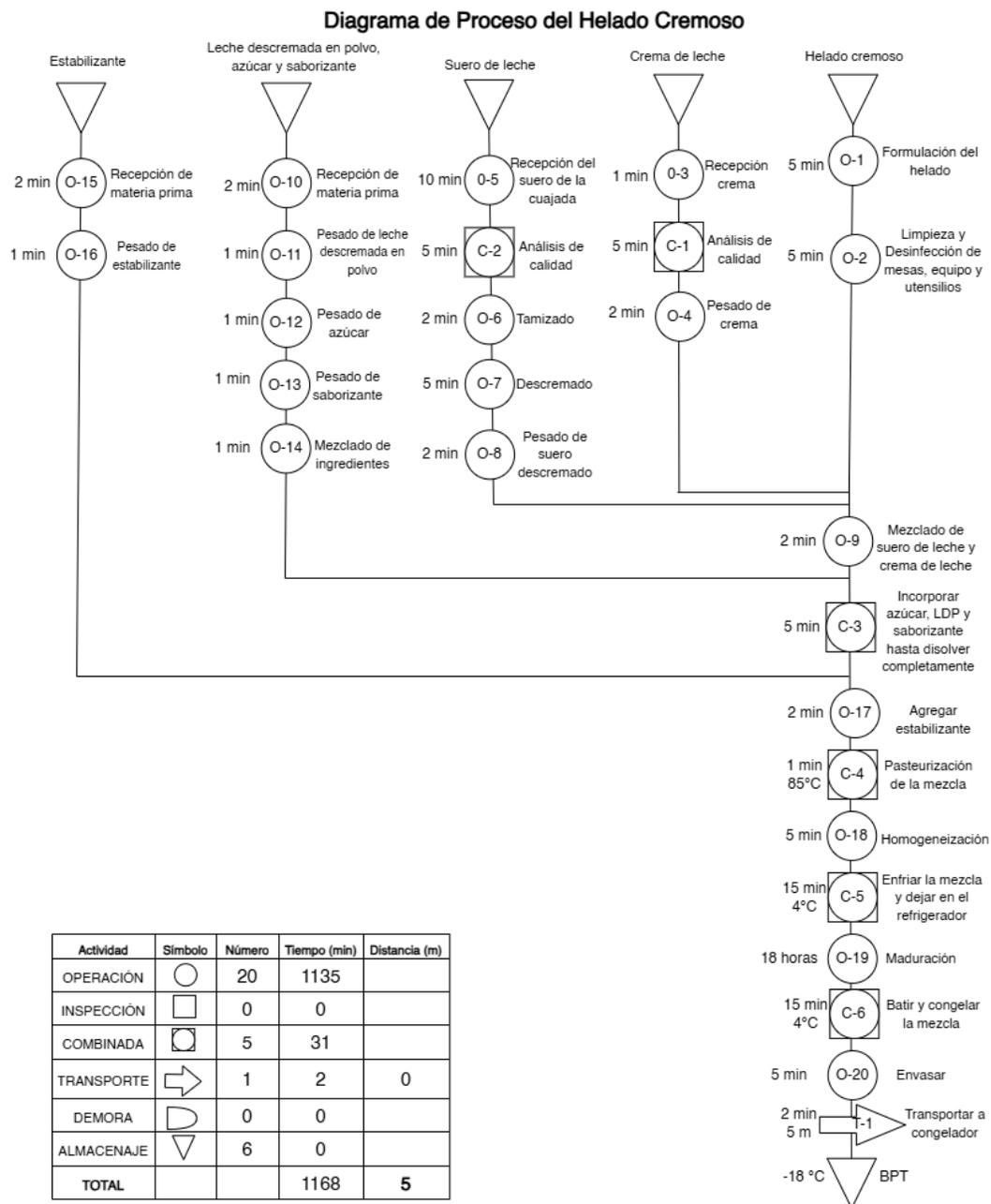
**Nota.** Procedimiento para la elaboración de la bebida de naranja hidratante de tipo isotónica con suero de leche. Elaborado en Draw.io

**Figura 5**

*Diagrama de operaciones del proceso de helado cremoso con suero de leche*

Nombre del proceso: Elaboración de helado cremoso con suero de leche  
 Método: Semi industrial  
 Diagramado por: José Carlos Osorio Enriquez

Página No. 1 de 1  
 Fecha: Diciembre de 2024



**Nota.** Procedimiento para la elaboración de la bebida de naranja hidratante de tipo isotónica con suero de leche. Elaborado en Draw.io

## Análisis Físicoquímico

Se realizó el análisis físicoquímico con el equipo de laboratorio de agroindustria de la ENCA obteniendo pH, densidad, acidez y grados brix de las bebidas y el helado realizado. En la Tabla 9 se observa los parámetros medidos a las bebidas y el helado a base de suero de leche; mediante de un promedio de repeticiones medidos a los productos elaborados (Anexo A Tabla 19) se registraron los valores de pH y de acidez titulable.

**Tabla 9**

*Análisis Físicoquímico de los productos a base de suero de leche*

Muestra	pH	Rango según Normativo COGUANOR NGO 34 046	Densidad (g/ml)	Acidez Titulable (%)	Rango según Normativo COGUANOR NGO 34 046	Brix (°Bx)	Rango según Normativo COGUANOR NGO 34 046
Muestra 151	6.4	6.0-6.5	1.034	0.189	0.19-0.28	14	14-19°Bx
Muestra 152	6.3	6.0-6.5	1.035	0.195	0.19-0.28	14	14-19°Bx
Muestra 264	3.9	3.5-4.5	1.035	0.231	0.20-0.50	9	4-12°Bx
Muestra 265	4.1	3.5-4.5	1.034	0.224	0.20-0.50	9	4-12°Bx
Muestra 377	6.3	6.0-6.5	0.908	0.179	0.17-0.30	23.5	20-30°Bx
Muestra 378	6.2	6.0-6.5	0.898	0.201	0.17-0.30	23	20-30°Bx

**Nota.** La Tabla 9 indica los parámetros físicoquímicos obtenidos para los productos elaborados a base de suero de leche. La muestra No. 151 y No. 152 corresponden a las bebidas chocolatadas (50-50 y 40-60); las muestras 264 y 265 corresponden a las bebidas hidratantes de naranja (50-50 y 40-60); por último, las muestras 377 y 378 corresponden al helado de suero de leche (40-60 y 100-0). Elaborado en Microsoft Word.

### Tonicidad

Para verificar que la bebida de naranja hidratante de suero de leche cumpla que sea de una tonicidad isotónica se realizaron los cálculos correspondientes a partir de los ingredientes que se utilizaron en la formulación, estos mismos son solutos disueltos que contribuyen a la tonicidad. El cálculo realizado para la tonicidad de 250 ml de bebida es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 & 21.35g \text{ sacarosa} * \frac{1 \text{ mol de sacarosa}}{342.3 \text{ g sacarosa}} * \frac{1 \text{ Osmol sacarosa}}{1 \text{ mol sacarosa}} \\
 & = \frac{0.06237 \text{ Osmol de sacarosa}}{0.25 \text{ L}} * \frac{1000 \text{ mOsmol}}{1 \text{ Osmol}} = 249.48 \text{ mOsmol/L} \\
 & 0.06g \text{ benzoato} * \frac{1 \text{ mol de sacarosa}}{144.1 \text{ g benzoato}} * \frac{2 \text{ Osmol benzoato}}{1 \text{ mol benzoato}} \\
 & = \frac{0.000832 \text{ Osmol de benzoato}}{0.25 \text{ L}} * \frac{1000 \text{ mOsmol}}{1 \text{ Osmol}} = 3.33 \text{ mOsmol/L} \\
 & 0.03g \text{ sorbato} * \frac{1 \text{ mol de sorbato}}{150.22 \text{ g sorbato}} * \frac{2 \text{ Osmol sorbato}}{1 \text{ mol sacarosa}} \\
 & = \frac{0.000399 \text{ Osmol de sorbato}}{0.25 \text{ L}} * \frac{1000 \text{ mOsmol}}{1 \text{ Osmol}} = 1.597 \text{ mOsmol/L} \\
 & 0.375g \text{ A. Citrico} * \frac{1 \text{ mol de A. Citrico}}{192.13 \text{ g A. Citrico}} * \frac{4 \text{ Osmol A. Citrico}}{1 \text{ mol A. Citrico}} \\
 & = \frac{0.00780 \text{ Osmol de A. Citrico}}{0.25 \text{ L}} * \frac{1000 \text{ mOsmol}}{1 \text{ Osmol}} = 31.22 \text{ mOsmol/L} \\
 & 0.1g \text{ A. Ascor} * \frac{1 \text{ mol de A. Ascor}}{176.12 \text{ g A. Ascor}} * \frac{1 \text{ Osmol A. Ascor}}{1 \text{ mol A. Ascor}} \\
 & = \frac{0.00056 \text{ Osmol de A. Ascor}}{0.25 \text{ L}} * \frac{1000 \text{ mOsmol}}{1 \text{ Osmol}} = 2.27 \text{ mOsmol/L} \\
 & 0.03g \text{ NaCl} * \frac{1 \text{ mol de NaCl}}{58.44 \text{ g NaCl}} * \frac{2 \text{ Osmol NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}} = \frac{0.00102 \text{ Osmol de NaCl}}{0.25 \text{ L}} * \frac{1000 \text{ mOsmol}}{1 \text{ Osmol}} \\
 & = 4.11 \text{ mOsmol/L} \\
 & 0.075g \text{ CaCl}_2 * \frac{1 \text{ mol de CaCl}_2}{147 \text{ g CaCl}_2} * \frac{3 \text{ Osmol CaCl}_2}{1 \text{ mol CaCl}_2} \\
 & = \frac{0.00153 \text{ Osmol de CaCl}_2}{0.25 \text{ L}} * \frac{1000 \text{ mOsmol}}{1 \text{ Osmol}} = 6.12 \text{ mOsmol/L} \\
 & \sum = 298.1 \frac{\text{mOsmol}}{\text{L}}
 \end{aligned}$$

La sumatoria indica que una bebida hidratante de naranja a partir de suero de leche y otros ingredientes tiene una osmolaridad de 298.1 mOsmol/L, por lo que, se encuentra en el rango de una bebida isotónica tal como indican algunos autores (200-320 mOsm/L) (Urdampilleta & Gómez-Zorita, 2014).

### **Índice de Aireación del Helado Cremoso**

El proceso de aireación o de “overrun” se basa en colocarle aire a la mezcla del helado que previamente ha sido madurada por un tiempo de 4-6 horas o bien toda la noche. En la mezcla de helado elaborado se logró incorporar un 23% de aire a la mezcla, siendo este un bajo índice de aireación debido a que como indica el autor para los helados artesanales de leche y suero de leche el aire que se incorpora suele ser de 20-50%. En la siguiente ecuación se observa el cálculo para obtener el overrun del helado cremoso a base de suero de leche.

Para calcular el índice de aireación o de “overrun” se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de aireación} = \frac{\text{Volumen del helado final} - \text{Volumen de la mezcla}}{\text{Volumen de la mezcla}} * 100$$

Donde:

- Volumen del helado final: Es el volumen después de la aireación
- Volumen de la mezcla: Es el volumen de la mezcla antes de hacer la aireación.

Por lo cual, se obtuvo el siguiente índice de aireación:

$$\text{Índice de aireación} = \frac{1.23 \text{ litros} - 1 \text{ litro}}{1 \text{ litro}} * 100$$

$$\text{Índice de aireación} = 23\%$$

El índice de aireación conseguido fue de un 23%.

### **Pruebas de Estabilidad**

Las pruebas de estabilidad se realizaron a cada una de las formulaciones de los tres productos elaborados por medio de la medición de pH y acidez titulable durante un tiempo aproximado de catorce días. En este tiempo se dejaron varias muestras selladas en refrigeración y en congelación (en el caso del helado) obteniendo el comportamiento

de los productos a través del tiempo conociendo su vida útil estimada, estos valores se encuentran en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Pruebas de estabilidad de los productos elaborados con suero de leche*

<b>BEBIDA CHOCOLATADA</b>				
<b>pH (6.0-6.5)</b>				
	<i>Día 1</i>	<i>Día 5</i>	<i>Día 9</i>	<i>Día 12</i>
<b>Muestra 151</b>	6.4	6.1	5.6	4.9
<b>Muestra 152</b>	6.3	5.9	5.2	4.8
<b>Acidez (0.19-0.28)</b>				
	<i>Día 1</i>	<i>Día 5</i>	<i>Día 9</i>	<i>Día 12</i>
<b>Muestra 151</b>	0.189	0.213	0.324	0.504
<b>Muestra 152</b>	0.195	0.234	0.335	0.512
<b>BEBIDA HIDRATANTE DE NARANJA</b>				
<b>pH (3.5 – 4.5)</b>				
	<i>Día 1</i>	<i>Día 5</i>	<i>Día 8</i>	<i>Día 14</i>
<b>Muestra 264</b>	3.9	3.9	3.8	3.7
<b>Muestra 265</b>	4.1	4.1	3.9	3.8
<b>Acidez (0.2-0.5)</b>				
	<i>Día 1</i>	<i>Día 5</i>	<i>Día 8</i>	<i>Día 14</i>
<b>Muestra 264</b>	0.231	0.235	0.241	0.262
<b>Muestra 265</b>	0.224	0.224	0.235	0.258
<b>HELADO CREMOSO</b>				
<b>pH (6.0-6.5)</b>				
	<i>Día 1</i>	<i>Día 5</i>	<i>Día 8</i>	<i>Día 10</i>
<b>Muestra 377</b>	6.3	6.3	6.3	6.2
<b>Muestra 378</b>	6.2	6.2	6.1	6.1
<b>Acidez (0.17-0.30)</b>				
	<i>Día 1</i>	<i>Día 5</i>	<i>Día 8</i>	<i>Día 10</i>
<b>Muestra 377</b>	0.179	0.179	0.181	0.181
<b>Muestra 378</b>	0.201	0.201	0.204	0.204

**Nota.** La Tabla 10 indica las pruebas de estabilidad realizada por medio de la medición de pH y acidez titulable a los productos elaborados. La muestra 151 y 152 corresponden a las bebidas chocolatadas (50-50 y 40-60); las muestras 264 y 265 corresponden a las bebidas hidratantes de naranja (50-50 y 60-40); por último, las muestras 377 y 378 corresponden al helado de suero de leche (40-60 y 100-0). Elaborado en Microsoft Word.

## Análisis Microbiológico

El análisis microbiológico se determinó en un laboratorio de alimentos externo a la ENCA, obteniendo resultados de los siguientes parámetros de microorganismos: *bacterias ácido lácticas*, *Escherichia coli*, *aerobios mesófilos*, *coliformes totales*, *mohos*, *levaduras* y *Listeria Monocytogenes*. El recuento de UFC/g de este análisis se muestra en la Tabla 11, datos que resaltan la calidad e inocuidad de los productos elaborados.

**Tabla 11**

*Análisis microbiológico obtenido de los productos elaborados con suero de leche*

<b>Parámetro</b>	<b>Bebida chocolatada</b>	<b>Bebida isotónica de naranja</b>	<b>Helado cremoso</b>	<b>Límite permitido RTCA 67.04.50:08</b>
<i>Bacterias ácido lácticas</i>	0 UFC/g	0 UFC/g	0 UFC/g	/
<i>Escherichia coli</i>	0 NMP/ml	0 UFC/g	0 UFC/g	<10 NMP/ml
<i>Aerobios mesófilos</i>	0 UFC/g	0 UFC/g	0 UFC/g	<10 UFC/g
<i>Coliformes totales</i>	<1 UFC/g	0 UFC/g	0 UFC/g	<10 UFC/g
<i>Mohos y levaduras</i>	0 UFC/g	0 UFC/g	0 UFC/g	<100 UFC/g
<i>Listeria monocytogenes</i>	0 UFC/g	0 UFC/g	0 UFC/g	Ausencia

## Análisis Sensorial

El análisis sensorial se realizó con un total de 51 estudiantes de la carrera de peritos agroindustriales de la ENCA, quienes se tomaron como un panel no entrenado y que, a través de una encuesta de aceptación (Figura 10A) se solicitó a los participantes que evaluaran las formulaciones de los productos elaborados en cuatro atributos: color, olor, sabor y apariencia/textura, así mismo, esta evaluación presentó una escala hedónica con puntuación de 1 a 5 a cada uno de los atributos, esta puntuación representa la escala de la Tabla 12.

**Tabla 12***Escala hedónica de puntuación para el análisis sensorial*

<b>Característica</b>	<b>Escala</b>
Me disgusta mucho	1
Me disgusta ligeramente	2
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me gusta ligeramente	4
Me gusta mucho	5

**Nota.** La tabla 12 representa la escala hedónica con puntuación de 1 a 5 utilizada en las encuestas de aceptación sensorial de los productos a base de suero de leche. Elaborado en Microsoft Word.

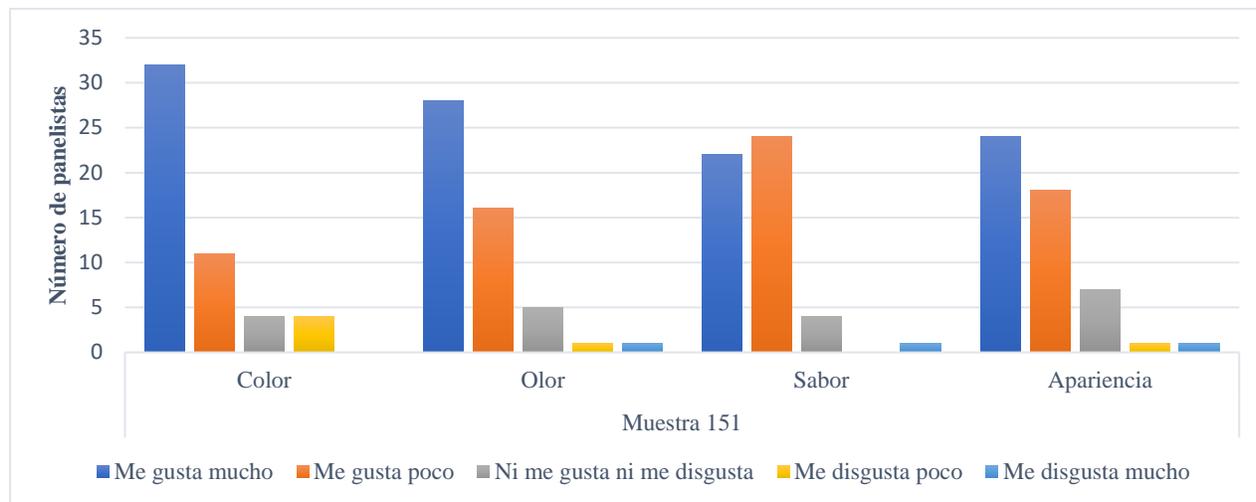
### ***Bebida Chocolatada***

Se analizó la preferencia de los panelistas sobre las dos muestras de bebida chocolatada a base de suero de leche elaboradas, la muestra 151 de 50% suero de leche y 50% leche descremada con la muestra 152 de 60% suero de leche y 40% leche descremada. Los resultados de esta prueba indicaron que los panelistas tuvieron una preferencia por la muestra 151, esto debido a que presentó mejor resultados en las puntuaciones de los cuatro atributos analizados (color, olor, sabor y apariencia).

Con estos resultados, la formulación aceptada para la bebida chocolatada es la muestra 151, la cual obtuvo un mayor porcentaje de aceptación por parte de los panelistas en los cuatro atributos a comparación de la formulación 152 que tuvo una baja aceptación en el atributo de olor y sabor, obteniendo respuestas en la escala hedónica de me disgusta ligeramente. La bebida con 50% suero de leche y 50% leche descremada obtuvo mejores comentarios generales lo cual se percibe en las puntuaciones recibidas, estas se observan en la figura 6 y 7 las cuales son representadas por diagramas de barras proporcionando una visión detallada de las respuestas obtenidas. Por medio de un diagrama radial (figura 8) se visualiza las medias generales de los atributos evaluados por los panelistas, mostrando una mayor aceptación hacía la muestra 151.

**Figura 6**

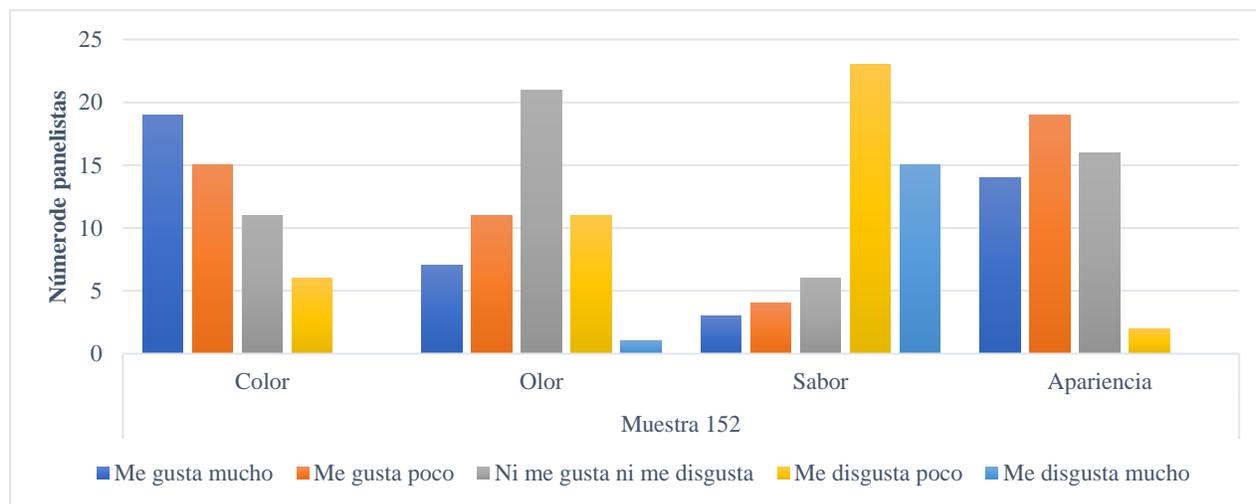
*Diagrama de aceptación de la bebida chocolatada con 50% suero de leche y 50% leche descremada*



**Nota.** La figura 6 indica los resultados de las puntuaciones obtenidas de la muestra 151, en la que obtuvo una buena aceptación general en la escala de me gusta mucho y me gusta poco. Elaborado en Microsoft Excel.

**Figura 7**

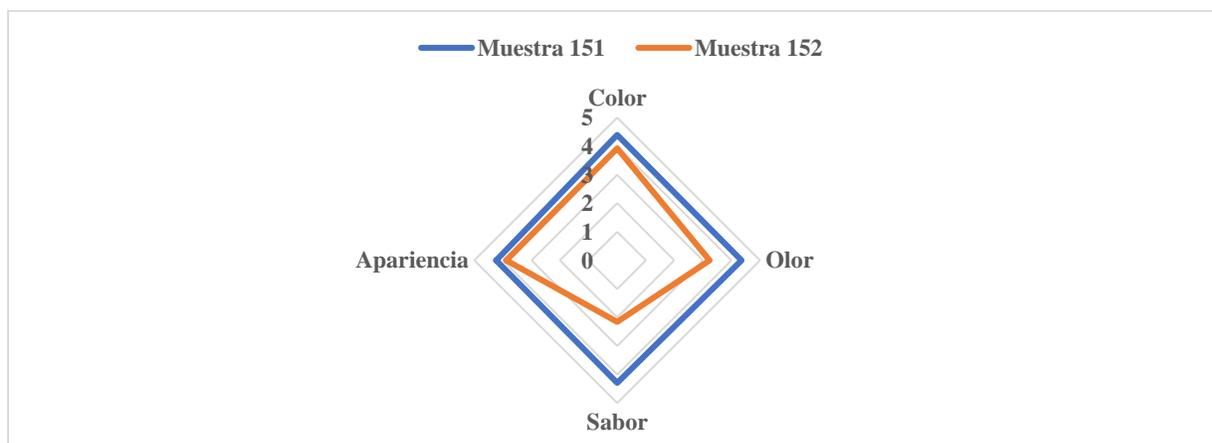
*Diagrama de aceptación de la bebida chocolatada con 60% suero de leche y 40% leche descremada*



**Nota.** El diagrama de barras indica las puntuaciones de los panelistas para la muestra 152 en la que obtuvo una baja aceptación general destacando el atributo de olor y sabor. Elaborado en Microsoft Excel.

**Figura 8**

*Diagrama radial de las medias generales para la bebida chocolatada*



**Nota.** El diagrama radial indica las medias de los atributos evaluados correspondiente a las muestras 151 y 152. Elaborado en Microsoft Excel.

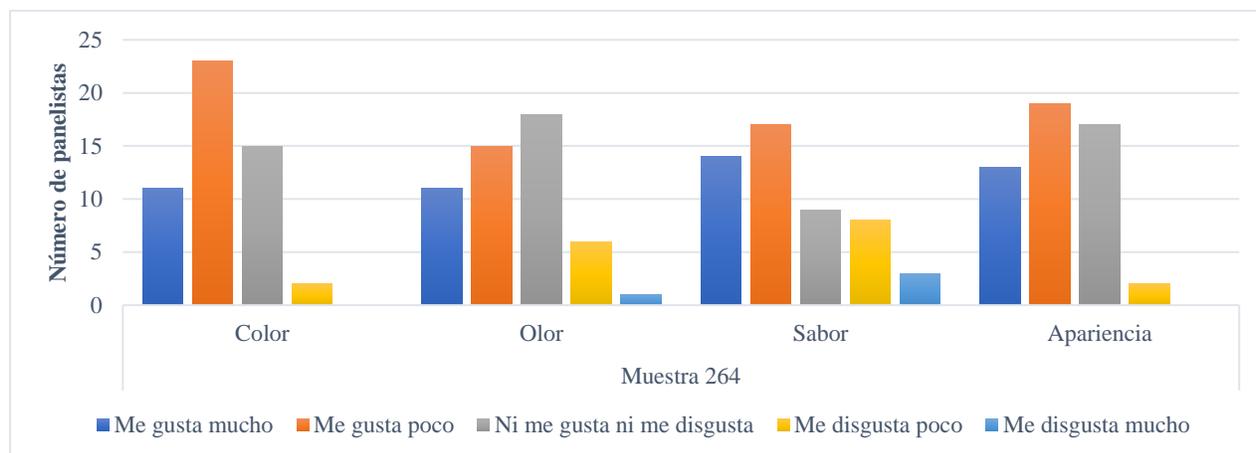
### ***Bebida Hidratante Isotónica de Naranja***

Se evaluaron las respuestas y la preferencia de los panelistas para las dos muestras de bebida de naranja, la muestra 264 de 50% suero de leche y 50% agua y la muestra 265 de 40% suero de leche y 60% agua. La encuesta aplicada a los 51 estudiantes mostró que la formulación 265 tuvo una mejor aceptación en el atributo de color, la formulación 264 mejor aceptación el atributo de sabor; y ambos obtuvieron igual aceptación en los atributos de olor y apariencia siendo todos estos en la escala de me gusta mucho. Las respuestas y aceptación de los panelistas se observan en las figuras 9 y 10 observando que las puntuaciones son similares obteniendo una aceptación general en ambas; junto con un diagrama de araña presentado en la figura 11 que muestra un patrón similar en las medias generales de cada atributo de la bebida hidratante.

Debido a que los resultados de las encuestas fueron similares la formulación a aceptar fue la 264 de 50% suero de leche y 50% agua por tener una aceptación general en los atributos además de que el objetivo de la investigación es el aprovechamiento del suero de leche por lo que, al tener esta formulación un mayor uso en el desarrollo del producto permite disminuir el desperdicio de suero empleándolo en la bebida hidratante de naranja.

**Figura 9**

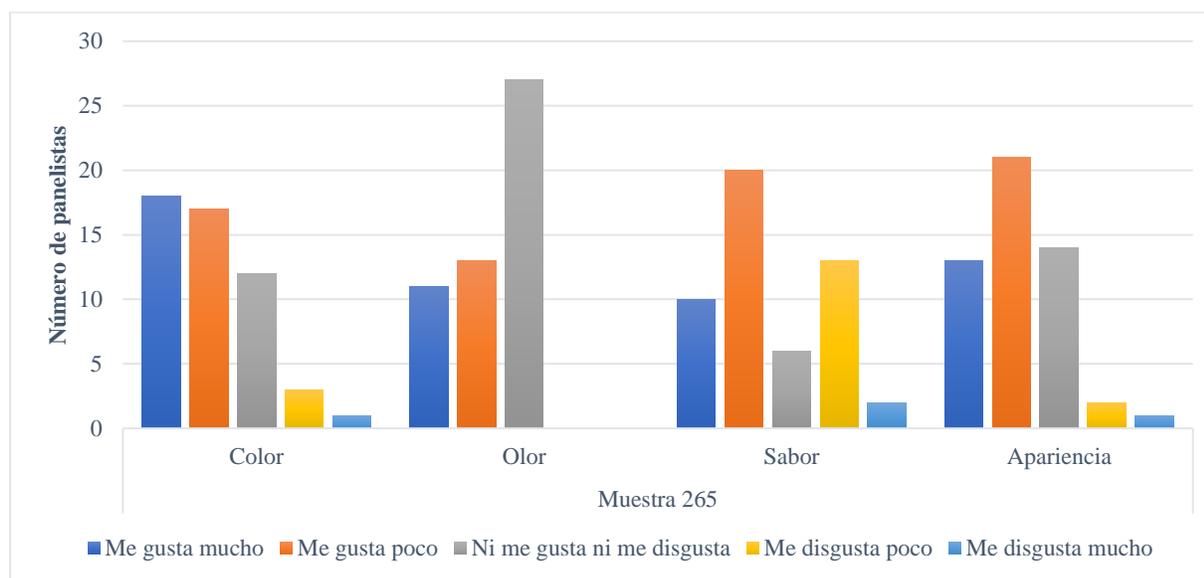
*Diagrama de aceptación de la bebida hidratante de naranja de 50% suero de leche y 50% agua*



**Nota.** El diagrama de barras indica las puntuaciones de los panelistas para la muestra 264 en la que obtuvo una aceptación general en los cuatro atributos, destacando el color y sabor. Elaborado en Microsoft Excel.

**Figura 10**

*Diagrama de aceptación de la bebida hidratante de naranja de 40% suero de leche y 60% agua*



**Nota.** El diagrama de barras indica las puntuaciones de los panelistas para la muestra 265 en la que obtuvo una aceptación general en los cuatro atributos, destacando el de apariencia. Elaborado en Microsoft Excel.

**Figura 11**

*Diagrama radial de las medias generales para la bebida hidratante isotónica de naranja*



**Nota.** El diagrama radial indica las medias de los atributos evaluados correspondiente a las muestras 264 y 265 en una escala desde 3.2 hasta 4 en la ponderación. Elaborado en Microsoft Excel.

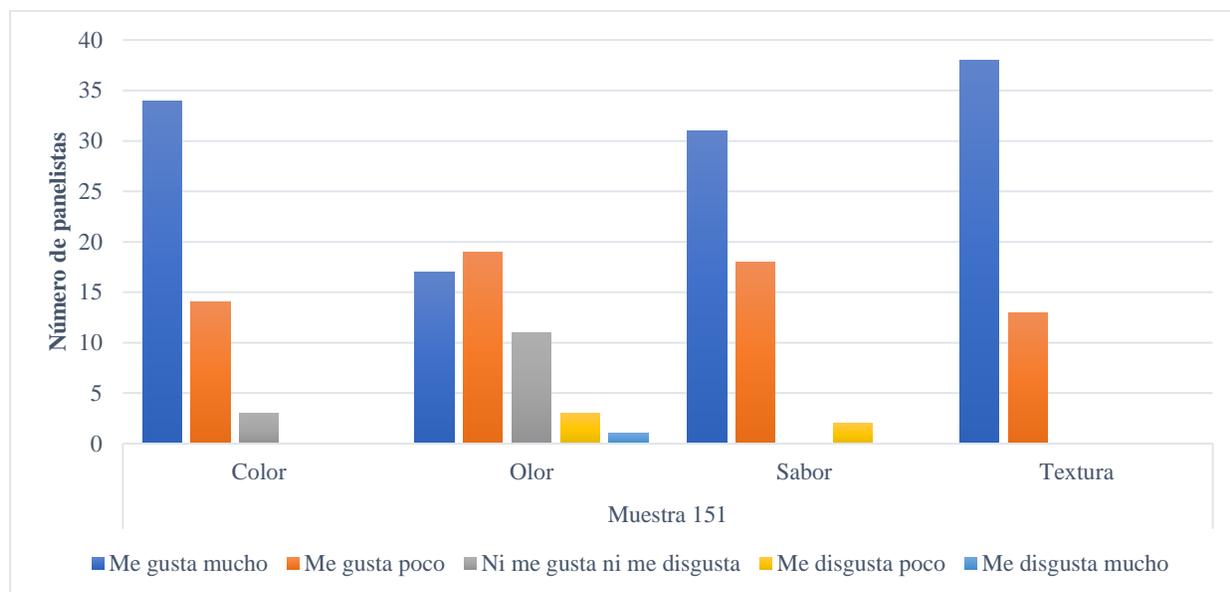
### **Helado**

Se evaluó la preferencia de los panelistas sobre las dos muestras de helado elaboradas, la muestra No. 377 de 60% leche entera y 40% suero de leche con la muestra No. 378 de 100% suero de leche sin la adición de leche entera. Los resultados de esta prueba indicaron que de los 51 panelistas encuestados tuvieron una preferencia por la muestra No. 378, el helado de 100% suero de leche debido a que una mayor cantidad puntuaron la escala de me gusta mucho los atributos de color, olor y sabor mientras que, la muestra No. 377 obtuvo una mayor puntuación en el atributo de textura.

Debido a esto, la formulación aceptada fue la del helado 100% suero de leche por tener más alto grado de preferencia entre los panelistas. Las respuestas de los panelistas se encuentran representados mediante diagramas en las Figuras 12 y 13, proporcionando una visión detallada de la aceptación general de los helados presentados. Para complementar el diagrama de barras, se realizó un diagrama radial de medias de los atributos del helado que se indica en la Figura 14; en este diagrama se visualiza una aceptación general positiva para ambas formulaciones.

**Figura 12**

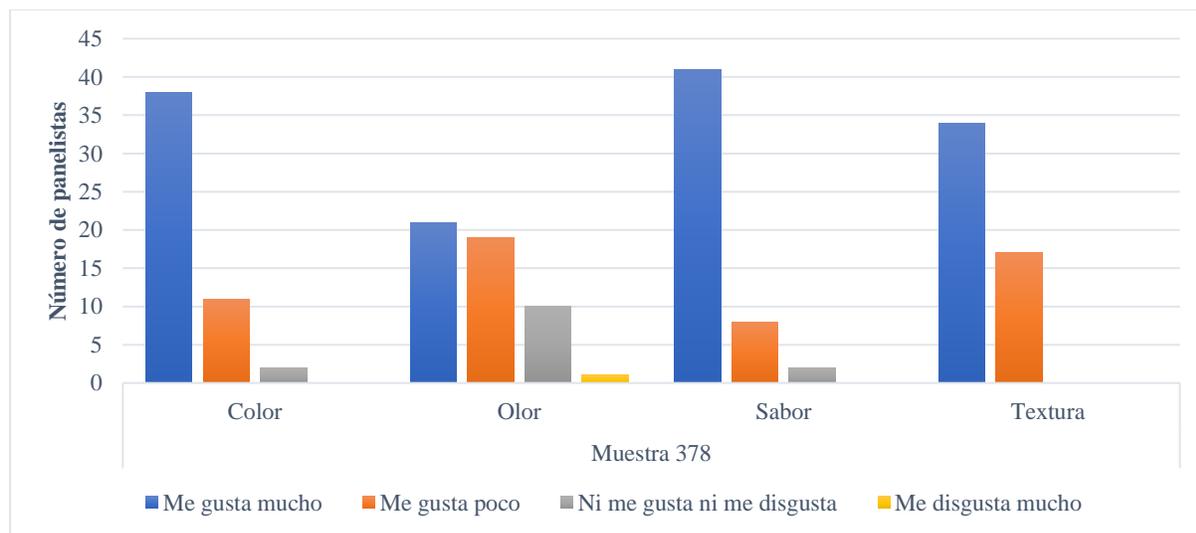
*Diagrama de aceptación del helado 60% leche entera y 40% suero de leche*



**Nota.** Los resultados indican que la muestra 377 tuvo aceptación positiva destacando el atributo de textura el que presentó mayor aceptación en la escala de me gusta mucho. Elaborado en Microsoft Excel.

**Figura 13**

*Diagrama de aceptación del helado 100% suero de leche*



**Nota.** La figura muestra los resultados de la formulación 378 con una buena aceptación general en las puntuaciones de los cuatro atributos, destacando los porcentajes en la escala de me gusta mucho el atributo de sabor y color. Elaborado en Microsoft Excel.

**Figura 14**

*Diagrama radial de las medias del helado cremoso*



**Nota.** El diagrama radial indica las medias de los atributos evaluados correspondiente a las muestras 377 y 378, mostrando buena aceptación general en los cuatro atributos evaluados. Elaborado en Microsoft Excel.

### **Análisis Estadístico**

Se aplicó la prueba de Friedman para muestras relacionadas evaluando si existe o no diferencia significativa entre los atributos de las muestras de cada producto elaborado para corroborar que las respuestas del análisis sensorial tengan relación y que la aceptación de cada formulación sea correcta.

### **Bebida Chocolatada**

La prueba de Friedman para análisis de varianza no paramétrica evaluada en la bebida de chocolate con suero de leche señaló que existen diferencias significativas en los cuatro atributos evaluados: olor, color, sabor y apariencia, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa indicando que existen diferencias significativas en las respuestas de los panelistas. Los resultados de esta prueba se muestran en la Tabla 13.

**Tabla 13**

*Prueba de Friedman para los atributos de la bebida chocolatada de suero de leche*

<b>Prueba de Friedman</b>			
Color151	Color152	T <sup>2</sup>	P
1.70	1.30	24.27	<0.0001
Olor151	Olor152	T <sup>2</sup>	P
1.17	1.83	65.83	<0.0001
Sabor151	Sabor152	T <sup>2</sup>	P
1.89	1.11	124.22	<0.0001
Apariencia151	Apariencia152	T <sup>2</sup>	P
1.66	1.34	10.05	0.026
<b>Tratamiento</b>	<b>Suma de Rangos</b>	<b>Media de Rangos</b>	<b>N</b>
Color152	66.50	1.30	51 A
Color151	86.50	1.70	51 B
Olor152	59.50	1.17	51 C
Olor151	93.50	1.83	51 D
Sabor152	56.50	1.11	51 E
Sabor151	96.50	1.89	51 F
Apariencia152	68.50	1.34	51 G
Apariencia151	84.50	1.66	51 H

**Nota.** Las medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ ). Elaborado en InfoStat.

### **Bebida Hidratante Isotónica de naranja**

La prueba de Friedman para análisis de varianza no paramétrica evaluada en la bebida hidratante de naranja señaló que no existen diferencias significativas en los cuatro atributos evaluados, dado que ( $P>0.05$ ) por lo que se acepta la hipótesis nula indicando que no existen diferencias significativas en las respuestas de los panelistas. Los resultados de esta prueba se muestran en la Tabla 14.

**Tabla 14**

*Prueba de Friedman para los atributos de la bebida hidratante de naranja de suero de leche*

<b>Prueba de Friedman</b>			
Color264	Color265	T <sup>2</sup>	P
1.46	1.54	0.72	0.3991
Olor264	Olor265	T <sup>2</sup>	P
1.45	1.55	0.80	0.3744
Sabor264	Sabor265	T <sup>2</sup>	P
1.58	1.42	1.92	0.1724
Apariencia264	Apariencia265	T <sup>2</sup>	P
1.52	1.48	0.20	0.6592
<b>Tratamiento</b>	<b>Suma de Rangos</b>	<b>Media de Rangos</b>	<b>N</b>
Color264	74.50	1.46	51 A
Color265	78.50	1.54	51 A
Olor264	74.00	1.17	51 B
Olor265	79.00	1.83	51 B
Sabor265	72.50	1.42	51 C
Sabor264	80.50	1.58	51 C
Apariencia265	75.50	1.48	51 D
Apariencia264	77.50	1.52	51 D

**Nota.** Las medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p>0.050$ ). Elaborado en InfoStat.

## Helado

La prueba de Friedman para análisis de varianza no paramétrica evaluada en el helado cremoso señaló que existe diferencia significativa en el atributo de sabor, por lo que se rechaza la hipótesis nula indicando que existen diferencias significativas en al menos un atributo de las respuestas de los panelistas. Los resultados de esta prueba se muestran en la Tabla 15.

**Tabla 15**

*Prueba de Friedman para los atributos del helado cremoso a base de suero de leche*

Prueba de Friedman			
Color377	Color378	T <sup>2</sup>	P
1.45	1.55	1.69	0.1997
Olor377	Olor378	T <sup>2</sup>	P
1.43	1.57	1.71	0.1965
Sabor377	Sabor378	T <sup>2</sup>	P
1.38	1.62	8.22	0.0061
Textura377	Textura378	T <sup>2</sup>	P
1.54	1.46	0.61	0.4382
Tratamiento	Suma de Rangos	Media de Rangos	N
Color377	74.00	1.45	51 A
Color378	79.00	1.55	51 A
Olor377	73.00	1.43	51 B
Olor378	80.00	1.57	51 B
Sabor377	70.50	1.38	51 C
Sabor378	82.50	1.62	51 D
Textura378	74.50	1.46	51 E
Textura377	78.50	1.54	51 E

**Nota.** Las medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ ). Elaborado en InfoStat.

## **Información Nutricional**

El Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) establece los requisitos específicos para el etiquetado de alimentos en Guatemala, incluyendo normas sobre el etiquetado nutricional. Aunque la inclusión de información nutricional en las etiquetas no es obligatoria, cuando se proporciona, debe ajustarse a los estándares establecidos para ofrecer datos claros y precisos sobre el contenido nutricional del producto (Ávalos, 2024). Las etiquetas deben proporcionar la información relevante y esencial para que los consumidores elijan sus productos de acuerdo a dietas y preferencia en los productos, la información nutricional de las bebidas y el helado con suero de leche se encuentran en las Tablas 16, 17 y 18.

**Tabla 16***Tabla de información nutricional de la bebida chocolatada*

<b>INFORMACIÓN NUTRICIONAL</b>			
Tamaño de la porción:	250.00		
Porción por envase:	1		
	<b>Cantidad</b>	<b>por</b>	<b>% VRN*</b>
	<b>porción</b>		
Energía (KJ)	586		
Energía (Kcal)	140		
Grasa total (g)	2.00		
Ácidos grasos saturados (g)	1.00		
Ácidos grasos mono insaturados (g)	0.50		
Ácidos grasos poli insaturados (g)	0.50		
Colesterol (mg)	10.00		
Carbohidratos (g)	26.00		
Azúcares (g)	14.00		
Fibra (g)	0.00		
Sodio (mg)	140.00		
Proteína total (g)	5.00		0.7
Potasio (mg)	360.00		
Vitamina A (ug)	200.00		1.7
Vitamina C (mg)	0.00		0
Tiamina (mg)	0.08		0.4
Riboflavina (mg)	0.40		1.67
Niacina (mg)	0.36		0.13
Vitamina B6 (mg)	0.08		0.3
Ácido fólico (ug)	0.00		0
Vitamina B12 (ug)	0.35		2.3
Calcio (mg)	200.00		1.67
Magnesio (mg)	24.00		0.53
Hierro (mg)	0.28		0.13
Zinc (mg)	0.60		0.27

\*Valor de Referencia de nutrientes de acuerdo a FAO/OMS Codex Alimentarius

**Nota.** Tabla Nutricional según los ingredientes y cantidades de la bebida chocolatada de suero de leche, para una porción de 250 ml. Elaborado en Microsoft Excel.

**Tabla 17***Tabla de información nutricional de la bebida hidratante de naranja*

<b>INFORMACIÓN NUTRICIONAL</b>			
Tamaño de la porción:	250.00		
Porción por envase:	1		
	<b>Cantidad</b>	<b>por</b>	<b>% VRN*</b>
	<b>porción</b>		
Energía (KJ)	293		
Energía (Kcal)	70		
Grasa total (g)	0.50		
Ácidos grasos saturados (g)	0.50		
Ácidos grasos mono insaturados (g)	0.00		
Ácidos grasos poli insaturados (g)	0.00		
Colesterol (mg)	Menos de 5 mg		
Carbohidratos (g)	16.00		
Azúcares (g)	9.00		
Fibra (g)	0.00		
Sodio (mg)	70.00		
Proteína total (g)	1.00		0.1
Potasio (mg)	180.00		
Vitamina A (ug)	120.00		1.0
Vitamina C (mg)	0.00		0
Tiamina (mg)	0.06		0.27
Riboflavina (mg)	0.16		0.67
Niacina (mg)	0.36		0.13
Vitamina B6 (mg)	0.04		0.1
Ácido fólico (ug)	0.00		0
Vitamina B12 (ug)	0.30		2.0
Calcio (mg)	48.00		0.4
Magnesio (mg)	12.00		0.26
Hierro (mg)	0.28		0.13
Zinc (mg)	0.30		0.13

\*Valor de Referencia de nutrientes de acuerdo a FAO/OMS Codex Alimentarius

**Nota.** Tabla Nutricional según los ingredientes y cantidades de la bebida de naranja hidratante de suero de leche, para una porción de 250 ml. Elaborado en Microsoft Excel.

**Tabla 18***Tabla de información nutricional del helado cremoso*

<b>INFORMACIÓN NUTRICIONAL</b>			
Tamaño de la porción:	100.00		
Porción por envase:	1		
	<b>Cantidad</b>	<b>por</b>	<b>% VRN*</b>
	<b>porción</b>		
Energía (KJ)	628		
Energía (Kcal)	150		
Grasa total (g)	8.00		
Ácidos grasos saturados (g)	5.00		
Ácidos grasos mono insaturados (g)	2.00		
Ácidos grasos poli insaturados (g)	0.50		
Colesterol (mg)	25.00		
Carbohidratos (g)	19.00		
Azúcares (g)	14.00		
Fibra (g)	0.00		
Sodio (mg)	70.00		
Proteína total (g)	3.00		0.4
Potasio (mg)	160.00		
Vitamina A (ug)	200.00		1.7
Vitamina C (mg)	1.20		0.13
Tiamina (mg)	0.03		0.13
Riboflavina (mg)	0.16		0.67
Niacina (mg)	0.36		0.13
Vitamina B6 (mg)	0.04		0.1
Ácido fólico (ug)	0.00		0
Vitamina B12 (ug)	0.30		2.0
Calcio (mg)	120.00		1
Magnesio (mg)	12.00		0.27
Hierro (mg)	0.28		0.13
Zinc (mg)	0.30		0.13

\*Valor de Referencia de nutrientes de acuerdo a FAO/OMS Codex Alimentarius

**Nota.** Tabla Nutricional según los ingredientes y cantidades del helado cremoso de suero de leche, para una porción de 100 gr. Elaborado en Microsoft Excel.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las formulaciones realizadas de los productos fueron estandarizadas a través de varias pruebas piloto hasta conseguir la formulación final. En el caso de la bebida chocolatada (Tabla 6) la formulación No. 1 contiene la misma proporción de suero de leche y de leche descremada ofreciendo un balance en los componentes lácteos obteniendo una bebida más tradicional mientras que, en la formulación No. 2 el porcentaje empleado de suero de leche fue mayor con el objetivo de aprovechar el suero y disminuir la leche. A su vez, los ingredientes secundarios y el uso de la carragenina como estabilizante se mantuvieron constantes en ambas, asegurando un perfil dulce, balanceado y una estabilidad física evitando la sedimentación y la separación de las fases. A la bebida hidratante de naranja (Tabla 7) se le realizaron dos formulaciones; la primera contiene el mismo porcentaje de agua y suero de leche favoreciendo a un balance en la hidratación y el aporte de electrolitos por parte del suero, mientras que en la segunda formulación aumenta el porcentaje de agua haciendo que la bebida sea más ligera. Para la recuperación de electrolitos que hacen que la bebida sea hidratante se utilizaron cloruro de calcio y cloruro de sodio los cuales son cruciales para la reposición de electrolitos durante la actividad física, el nivel de azúcar y saborizante aseguran un perfil sensorial característico con el sabor a naranja y, el uso de los ácidos funcionan como reguladores de acidez (ácido cítrico) y acidulante (ácido ascórbico) los cuales junto con los conservantes aseguran una estabilidad microbiológica y un pH óptimo para la bebida.

Las formulaciones de la Tabla 8 muestran los ingredientes para las formulaciones del helado cremoso. En la formulación No. 1 utiliza leche entera y suero de leche que mejora la cremosidad debido al contenido graso y proteico de la leche entera; en la formulación No. 2 al utilizar solo el suero de leche se incrementa el contenido de crema de leche para el aporte graso necesario que compensa la leche entera. La goma xantana en ambas formulaciones previene la formación de grandes cristales de hielo al momento de congelar la mezcla asegurando una textura uniforme y cremosa; la utilización de la leche descremada en polvo es un aporte de proteínas y de sólidos no grasos mejorando el contenido nutricional del helado, por último, el contenido de azúcar garantiza un dulzor característico mezclado con la cocoa obteniendo un helado cremoso tradicional.

Los análisis fisicoquímicos obtenidos representan el pH, acidez titulable, densidad y grados brix de los tres productos realizados (Tabla 9). El pH de las bebidas chocolatadas indica una ligera acidez adecuada en estas bebidas ayudando a evitar la partición de componentes; para la bebida hidratante reflejan una mayor acidez obtenida por la adición de ácidos en las formulaciones y que en ocasiones favorece a una percepción refrescante en este tipo de bebidas; en el caso del helado el pH se mantiene entre 6.0 y 6.5 el adecuado para este tipo de productos lácteos. La acidez se obtuvo por el método de titulación para los tres productos, la bebida chocolatada obtuvo porcentajes de 0.19 y 0.20% que está dentro de lo recomendado para estas bebidas influyendo el suero de leche que aporta acidez y la cocoa que tiene un leve sabor amargo; para las bebidas hidratantes la acidez sube entre 0.22 y 0.23% obtenido por la utilización de acidulantes y reguladores de acidez que mantienen la bebida en estos parámetros; el helado obtuvo porcentajes de 0.18 y 0.20% siendo la segunda formulación de 100% suero de leche mayor al primero, esto debido a la acidez que aporta el suero de leche, sin embargo, se mantiene dentro de los parámetros aceptables.

La densidad de los dos tipos de bebida indica que son bebidas ligeras, con buena consistencia y textura. La densidad de 1.034-1.035 g/ml es habitual para las bebidas lácteas que tienen sólidos disueltos como azúcares, saborizantes, conservantes, etc. En el caso del helado el resultado obtenido de 0.89-0.90% indica una densidad baja reflejando la incorporación de aire a la mezcla durante el batido contribuyendo a la consistencia más suave y cremosa característica de los mismos. Por último, en los análisis fisicoquímicos realizados, los grados brix obtenidos en las bebidas chocolatadas muestra un perfil de sólidos solubles y nivel de dulzura moderado sin llegar a ser empalagoso; en las bebidas hidratantes de naranja el dulzor es menor obteniendo un menor contenido de sólidos solubles que es el requerido para reponer energía; en el caso de las bebidas elaboradas los 14°Bx y 9°Bx obtenidos fueron a partir de bebidas comerciales que están estandarizadas con este nivel. Los grados brix obtenidos en el helado fueron de 23.5°Bx para la primera formulación y de 23°Bx para la segunda, esta pequeña variación se debió a la utilización de leche entera y el contenido de grasa de la crema que incrementan los sólidos totales y por consiguiente los grados brix.

Por medio de cálculos se obtuvo la tonicidad de la bebida hidratante de naranja a través de la osmolalidad de los solutos disueltos que aportan a la tonicidad. El resultado final obtenido fue de 298.1 mOsmol/L por lo que la bebida se encuentra en el rango de una bebida isotónica, es decir, formulada para tener una osmolalidad similar a la de la sangre, asegurando la facilidad de ser absorbida por el cuerpo y facilitando la reposición de electrolitos y sales añadidas en la formulación.

El índice de aireación obtenido fue de un 23%, lo que indica que por un litro de mezcla que se dosifique, después del proceso de batido se obtiene 1.23 litros de mezcla final debido a la incorporación de aire. Este nivel se considera bajo ya que algunos autores como Ibáñez Figueroa y Maceda (2020), destacan que el sobre aumento en los helados cremosos artesanales son de un 43 a un 58%. En esta investigación el sobre aumento se vio afectado por el equipo utilizado en la elaboración del helado ya que, al no utilizar un equipo industrial y realizar el batido con batidora de mano no se terminó de alcanzar un mayor porcentaje de aireamiento.

Las pruebas de estabilidad realizadas a los productos (Tabla 10) ayudaron a calcular un tiempo estimado de vida útil a cada uno, esto a través de la medición de pH y acidez titulable durante un tiempo aproximado de dos semanas. Para la bebida chocolatada mostró que aproximadamente al noveno día el nivel de pH fue de 5.6 y 5.2 y el porcentaje de acidez fueron de 0.32 y 0.33 superando los límites permitidos (pH entre 6.0-6.5 y la acidez 0.19-0.28), indicando que la bebida ya no era apta para su consumo, esto se debe a la interacción del suero con la leche descremada, donde el suero de leche acidifica la mezcla y permite la proliferación de bacterias ácido lácticas por lo que se recomienda consumir el producto durante los primeros siete días y mantenerlo siempre en refrigeración a una temperatura de 4°C. La bebida hidratante durante los 14 días que se tomaron las mediciones tuvo un descenso mínimo en el pH indicando una leve acidificación, esto gracias a la utilización de conservantes y reguladores de acidez empleadas en las formulaciones, a su vez, en la medición de la acidez durante el tiempo de 14 días no mostró cambios significativos por lo que la bebida es apta para su consumo garantizando calidad y un perfil sensorial agradable. Para el helado las mediciones realizadas durante 10 días no mostraron cambios significativos, manteniéndose con un pH de 6.2-6.3 y una acidez de 0.18-0.20%, esto se debe a que el helado al ser un

producto que se mantiene en congelación a temperaturas de  $-10^{\circ}\text{C}$  evita la propagación de bacterias ácido lácticas por lo que no varía las mediciones con el tiempo, obteniendo que este producto es apto para el consumo incluso 10 días después de haberse realizado.

El análisis microbiológico se realizó en un laboratorio externo a la ENCA haciendo un recuento de distintos parámetros microbiológicos a los productos realizados. Los resultados de este análisis se encuentran en la Tabla 11, en el recuento de bacterias ácido lácticas, *Escherichia Coli*, aerobios mesófilos, mohos, levaduras, *listeria monocytogenes* y *coliformes totales* los tres productos no presentan presencia cumpliendo con los límites permitidos establecidos en el RTCA 67.04.50:08 Criterios Microbiológicos Para La Inocuidad De Alimentos. Al estar dentro de estos límites permitidos demuestra que los productos elaborados son inocuos y que se aplicaron correctamente las BMP's en el proceso de elaboración, además, la correcta pasteurización de cada uno influye positivamente en estos resultados.

Los resultados del análisis sensorial por parte de los 51 panelistas no entrenados mostraron aceptación en los productos a base de suero de leche elaborados. La bebida chocolatada fue evaluada en los atributos de color, olor, sabor y apariencia indicando que la formulación No. 151 de 50% suero de leche y 50% leche descremada tuvo una mejor aceptación entre los panelistas, esto se observa en la Figura 6 mostrando que los atributos en su mayoría fueron puntuados en la escala de me gusta mucho y me gusta poco, mientras que la formulación No. 152 que sus respuestas se ven reflejadas en la Figura 7 tuvo una baja aceptación general en los cuatro atributos.

La bebida de naranja fue puntuada por los mismos 51 panelistas en los mismos atributos que la bebida chocolatada. Para esta bebida la formulación No. 264 fue la aceptada debido a que presentó mejor aceptación en los cuatro atributos en la escala de me gusta mucho y me gusta poco (Figura 9), aunque la formulación No. 265 presentó una aceptación general positiva estuvo debajo en algunos atributos como el de olor al puntuar los panelistas en la escala de ni me gusta ni me disgusta (Figura 10). Los resultados de esta bebida fueron similares, principalmente por la formulación que al no variar significativamente en los porcentajes se pueden apreciar muy similar, sin embargo, al tener una mayor proporción de suero de leche hace que la bebida tenga una sensación

diferente y, al ser el objetivo de la investigación el aprovechamiento del suero de leche se acepta la formulación que emplea este subproducto de mayor manera.

El helado fue evaluado por el panel no entrenado en los atributos de color, olor, sabor y textura obteniendo una aceptación general en las dos formulaciones presentadas. La formulación No. 378 de 100% suero de leche tuvo mejor aceptación que la formulación No. 377 de 40% suero de leche y 60% leche entera en los cuatro atributos puntuados por parte de los panelistas como se observa en las Figuras 12 y 13, destacando que estos puntuaron en la escala de me gusta mucho y me gusta poco gracias a la textura cremosa, el sabor, olor y color característicos de un helado de chocolate.

Correspondiente al análisis estadístico se utilizó la prueba de Friedman para muestras relacionada debido a la naturaleza de los datos recopilados al no ser datos normalizados. La prueba de Friedman para la bebida chocolatada indicó que existen diferencias significativas para los cuatro atributos evaluados lo que se compara con los resultados del análisis sensorial encontrando diferencia en las respuestas de los panelistas y una aceptación por la formulación No.151, esto se pudo haber influenciado por la proporción del suero de leche al tener un sabor más ácido hace que se perciba menos lácteo y la apariencia al existir diferencia de opacidad o de color que presenta el suero con la leche descremada.

La prueba de Friedman para la bebida hidratante de naranja señaló que no se encontraron diferencias significativas en los cuatro atributos evaluados aceptando la hipótesis nula. Al no encontrarse diferencias significativas corresponde a las respuestas del análisis sensorial ya que ambas formulaciones de la bebida tuvieron una aceptación general positiva por lo que, se aceptó la formulación No. 264 al contener una mayor proporción de suero de leche; estos resultados obtenidos se debe a los ingredientes utilizados en la formulación, al no existir una diferencia de proporción de suero en las bebidas, además de que el saborizante utilizado influye en el color y sabor, al utilizar las mismas cantidades las respuestas fueron similares.

En el helado cremoso se encontró diferencia significativa en el atributo de sabor, el autor Muñoz et al. (2018) indica 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 la presente investigación se reemplazó 100% de la leche entera por suero dulce, lo que pudo afectar la aceptación del sabor. Debido a esto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, teniendo que la aceptación general de los dos helados elaborados se ve reflejada en las puntuaciones de los panelistas y en el análisis estadístico.

La información nutricional de los productos se obtuvo a partir de RTCA 67.01.60:10 conjunto de la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP logrando indicar la composición nutricional de los productos elaborados. La tabla nutricional de la bebida chocolatada (Tabla 16) indica el tamaño de la porción de 250 ml que aporta 140 kcal, grasa total de 2 gramos, 26 gramos de carbohidratos de los cuales 14 gramos son de azúcar añadido que a pesar de tener una cantidad moderada lo recomendable es evitar el exceso de azúcares; 140mg de sodio y un aporte proteico de 5 gramos funcional para una dieta diaria.

Para la bebida hidratante de naranja su tabla nutricional se muestra en la Tabla 17 indicando que el tamaño de la porción es de 250 ml que aporta 70 kcal lo cual esta en lo moderado para ser una bebida deportiva, 0.50 gramos de grasa total, 16 gramos de carbohidratos de los cuales 9 gramos son de azúcar añadido, aporta 70 mg de sodio y 1 gramo de proteína gracias al suero de leche. Por último, el helado en la Tabla 18 muestra la información nutricional de este alimento, indicando que el tamaño de la porción es de 100 gramos lo que equivale a una bola de helado comúnmente, estos 100 gramos aportan 150 kcal, 8 gramos de grasa provenientes de la crema, 19 gramos de carbohidratos de los cuales 14 gramos son de azúcar añadido, 70 mg de sodio y 3 gramos de proteína, siendo este último gracias al suero, la crema y la leche descremada en polvo.

## CONCLUSIONES

Se desarrollaron tres productos alimenticios siendo el suero lácteo el ingrediente principal en cada uno, siendo estos productos una bebida chocolatada, una bebida hidratante isotónica de naranja y un helado tipo cremoso. Estos tres productos alimenticios aprovechan el suero de leche generado en la planta de lácteos el cual, resultó ser un producto versátil que mejora el valor nutricional y que muestra que este subproducto puede ser transformado en distintas alternativas alimenticias de alta calidad.

A través de tablas de información nutricional se detallaron los macronutrientes, micronutrientes, vitaminas, minerales y el contenido calórico de cada bebida y helado realizado con el suero de leche. La tabla de contenido nutricional de la bebida chocolatada declaró que por una porción de 250 ml contiene 140 kilocalorías, 2 gramos de grasa, 26 gramos de carbohidratos y 5 gramos de proteína; para la bebida hidratante de naranja mostró que una porción de 250 ml contiene 70 kilocalorías, 0.5 gramos de grasa, 14 gramos de carbohidratos y 1 gramo de proteína; por último para el helado cremoso una porción de 100 gramos contiene 150 kilocalorías, 8 gramos de grasa, 19 gramos de carbohidratos y 3 gramos de proteína.

El análisis sensorial fue realizado a los productos por medio de encuestas a un panel no entrenado de 51 personas. Los resultados de este análisis indicaron que los productos desarrollados tuvieron una aceptación general positiva dejando como formulaciones aceptadas: la bebida chocolatada con formulación No. 151 de 50% suero de leche y 50% leche descremada; la bebida hidratante de naranja con formulación No. 264 de 50% suero de leche y 50% agua y, el helado cremoso con la formulación No. 378 que contenía 100% suero de leche.

Los análisis fisicoquímicos realizados a los productos justificaron las pruebas de estabilidad, tomando mediciones de pH y de acidez a los productos alimenticios de suero de leche durante un tiempo aproximado de 14 días. Estos resultados muestran que la bebida hidratante y el helado tienen una estabilidad mayor a los 14 y 10 días a los que fueron sometidos los análisis, mientras que, la bebida chocolatada tiene una estabilidad no mayor a 8 días debido a que los niveles de acidez superan el límite lo que hace que la bebida sufra una separación de los componentes.

## RECOMENDACIONES

Debido a la relevancia actual sobre las nuevas tendencias en el mercado al consumo de productos más saludables, se sugiere que se realicen pruebas a los productos desarrollados utilizando alternativas más saludables en las formulaciones como el uso de edulcorantes no calóricos para sustituir el azúcar de mesa y el uso de saborizantes naturales.

Se recomienda seguir formulando nuevos productos alimenticios a base del suero de leche que permita aprovechar este subproducto generado en la planta de lácteos de la ENCA, logrando una diversificación en distintas categorías alimenticias como diferentes tipos de snacks, productos para repostería o incluso como suplementos proteicos.

En la ENCA se cultiva y cosecha una variedad de frutas que se emplean en los distintos procesos productivos agroindustriales, por lo que se recomienda elaborar helados naturales con estas frutas ofreciendo productos de temporada que permita abrir el mercado externo y diversifique el helado al tener distintos sabores naturales.

Se recomienda enviar muestras de los productos para realizar un análisis bromatológico que se complemente con las etiquetas nutricionales elaboradas, obteniendo en este análisis un contenido más exacto de macro y micronutrientes, vitaminas, minerales y lograr así con el cumplimiento de las normativas establecidas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo Gómez, D. A., & Bedoya Mejía, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Lasallista de Investigación*. Volumen 2(1), 38-42. <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/e8aef7ee-c7cb-4309-afe5-83ecc66fd900/content>
- Aráuz, M. S. (2020). Fermentación de lactosuero para la obtención de etanol y su uso en cervezas y bebidas saborizadas Revisión de Literatura. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/dac4a18a-1b49-41ed-b8d3-bdf98ec7e58f/content>
- Ávalos, D. (2024). "DISEÑO PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS EN LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA-". [Tesis de grado, Universidad San Carlos de Guatemala]. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-04152.pdf>
- Asodel. (26 de julio de 2022). *Los lácteos representan un porcentaje alto en la economía del país*. <https://asodel.com/2022/07/26/los-lacteos-representan-un-porcentaje-alto-en-la-economia-del-pais/>
- Centroamericano, R. T. (20 de marzo de 2009). *RTCA 67.04.50:08*. Obtenido de ALIMENTOS. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE ALIMENTOS.: [https://www.oirsa.org/contenido/2017/El\\_Salvador\\_INOCUIDAD/26.%20RTCA%2067%2004%2050%2008%20CRITERIOS%20MICROBIOLOGICOS%20PARA%20LA%20INOCUIDAD%20DE%20ALIMENTOS.pdf](https://www.oirsa.org/contenido/2017/El_Salvador_INOCUIDAD/26.%20RTCA%2067%2004%2050%2008%20CRITERIOS%20MICROBIOLOGICOS%20PARA%20LA%20INOCUIDAD%20DE%20ALIMENTOS.pdf)
- Centroamericano, R. T. (14 de mayo de 2012). *ETIQUETADO NUTRICIONAL DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PREENVASADOS PARA CONSUMO HUMANO PARA LA POBLACIÓN A PARTIR DE 3 AÑOS DE EDAD*. <https://andequat.org.gt/wp-content/uploads/2015/03/RTCA-EtiquetadoNutricional.pdf>
- Contreras López, M. F. (2021). Elaboración de películas comestibles a partir de suero de leche fermentado por bacterias ácido lácticas. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/a7b05ed1-97d5-4f57-9d91-0dd763d96e67/content>

- Cuellas, A., & Wagner, J. (2010). Elaboración de bebida energizante a partir de suero de quesería. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay*. INNOTEC, 5, 54. <https://www.redalyc.org/pdf/6061/606166710010.pdf>
- Delgado Orellana, V. D., & Morán Romero, D. A. (2016). *Elaboración de helado a partir de lactosuero saborizado con cocoa y relleno de galleta* (Doctoral dissertation). <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4998/1/231031.pdf>
- Escobar Álvarez, F. J. (2014). *Elaboración de una bebida hidratante hipotónica en base a distintos niveles de lactosuero enriquecida con vitaminas* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3838/1/27T0272.pdf>
- Escuela Nacional Central de Agricultura. (2019). INFORME DE RESULTADOS MENSUALES PARA LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA - ENCA., BAJO SUBVENCIÓN Y PROGRAMACIÓN OE DESEMBOLSOS. [https://www.enca.edu.gt/wp-content/uploads/2023/08/INFORME\\_DE\\_RESULTADOS\\_DE\\_JOSE\\_CARLOS\\_MEDA\\_SAEZ\\_DEL\\_MES\\_DE\\_ABRIL.pdf](https://www.enca.edu.gt/wp-content/uploads/2023/08/INFORME_DE_RESULTADOS_DE_JOSE_CARLOS_MEDA_SAEZ_DEL_MES_DE_ABRIL.pdf)
- Escuela Nacional Central de Agricultura. (2023). *Quienes somos*. <https://www.enca.edu.gt/acerca-de/>
- Gómez Giraldo, D. F. (2021). *Desarrollo de una bebida isotónica a base de permeado de lactosuero obtenido por ultrafiltración adicionada con uchuva (Physalis peruviana L.)* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia). <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/81914/1042426368.2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández Rodríguez, B. A., & Reyes Carcamo, E. R. (2005). Análisis de Estado Actual y Valorización de los Edificios del Casco Central de la Escuela Nacional Central de Agricultura, ENCA, -Bárcenas. [Tesis de grado, Universidad San Carlos de Guatemala]. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_1301.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_1301.pdf)
- Ibáñez Figueroa, R. A., & Maceda Coello, J. (2020). Efectos del nitrógeno líquido y estabilizantes en los parámetros del proceso de elaboración de helado artesanal de fresa. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5f5830fc-e5d0-4542-b9ec-cf2f12f1de6a/content>

- INCAP. (febrero de 2012). *TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS DE CENTROAMÉRICA*. Obtenido de <https://www.sennutricion.org/media/tablas/INCAP.pdf>
- Massari, S., Da Costa, M. E., & Romero, D. (2019). Formulación de una bebida nutricional a base de suero de leche y jugo de fresa. *Revista Tecnocientífica URU*, (16), 61-67. <https://ojs.uru.edu/index.php/tecnocientificauru/article/view/massaridacostaromeron16a19/pdfmassaridacostaromero2019>
- Mejía, O. M. A., Galvis-Pedrosa, C. F., Heredia-Mazuera, H. A., & Restrepo-Pinzón, A. (2008). Efecto de las bebidas energizantes con base en taurina y cafeína sobre la atención sostenida y selectiva en un grupo de 52 adultos jóvenes entre 18 y 22 años de la ciudad de Bogotá. *Revista iberoamericana de psicología*, 1(1), 73-85. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4905157.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2016). *Leche Agro en Cifras 2016*. [https://www.maga.gob.gt/sitios/diplan/download/informacion\\_del\\_sector/agro\\_en\\_cifras/2016/individuales/Leche%20Agro%20en%20Cifras%202016.pdf](https://www.maga.gob.gt/sitios/diplan/download/informacion_del_sector/agro_en_cifras/2016/individuales/Leche%20Agro%20en%20Cifras%202016.pdf)
- Morán López, N. R., & Muñoz Villacís, M. G. (2019). Diseño de una bebida hidratante a partir de permeado de suero de leche de una industria láctea. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/46962/1/D-CD88712.pdf>
- Murillo Calderón, L. A. (2015). *Desarrollo de una bebida hidratante elaborada a base de agua de coco y suero de leche siguiendo la normativa para bebidas isotónicas* (Bachelor's thesis, ESPOL). <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/30248/1/D-100409.pdf>
- Muñoz, J. D. A., Espinoza, M. G. Z., Saltos, L. J. L., Morán, J. R. Z., & Fernández, R. D. R. (2017). Características sensoriales de un helado artesanal elaborado con suero de leche. *Revista Espamciencia*, 8(2), 69-73. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7020057>
- Obligatoria, N. G. (1975). *Leche y Productos Lácteos*. Obtenido de Toma de muestras: <https://cretec.org.gt/wp-content/uploads/2021/03/ngo34046h11ra.revisionlecheyproductoslacteos.pdf>

- Pilco, C. J., Quicaliquin, R. M., Andrade, B. S. R., Meneces, E. S., & Salguero, H. D. R. S. (2023). Edulcorantes no calóricos en la industria alimentaria: efectos y beneficios frente a la salud humana: non-caloric sweeteners in the food industry: effects and benefits on human health. *Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1), 130. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9585571>
- Prabhu, G., Keeton, J. (2008). Aplicaciones de productos de suero y lactosa en carnes procesadas. *Mundo Lácteo y Cárnico*. 1:18-25. [https://lactodata.info/docs/lib/prabhu\\_g\\_%20aplicaciones\\_2003.pdf](https://lactodata.info/docs/lib/prabhu_g_%20aplicaciones_2003.pdf)
- Reyes Herrera, Á. L., & Vergara Baldovino, E. D. (2016). *Automatización del proceso de elaboración de queso*. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Bolívar] <https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/1240/0069407.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rocío Sánchez Juan. (2013). La química del color en los alimentos. *Revista Química Viva*, 3(12), 234-246. <https://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf>
- RODRÍGUEZ-BASANTES, A. I., ABAD-BASANTES, C. A., PÉREZ-MARTÍNEZ, A. M. A. U. R. Y., & DIÉGUEZ-SANTANA, K. A. R. E. L. (2020). Elaboración de una bebida a base de suero lácteo y pulpa de *Theobroma grandiflorum*. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(2), 166-175. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612020000200166&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612020000200166&script=sci_arttext)
- Ruiz de Castilla Loo, R. A. (2017). Producción de helados a nivel industrial. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/60d8a3d4-84d3-4bbd-b29f-863bb7b85269/content>
- Salinas, J. R. (2002). *Elaboración de una bebida saborizada con base en agua y sabores artificiales de frutas* (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2013.). <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/747db631-3bd6-4b4c-84c9-6266fcc11bf3/content>
- Tomi. (s/f). Contenido [https://tomi.digital/es/117001/contenido-de-los-productos-industrializados-ariadna-benitez?utm\\_source=google&utm\\_medium=seo](https://tomi.digital/es/117001/contenido-de-los-productos-industrializados-ariadna-benitez?utm_source=google&utm_medium=seo)

- Universidad Nacional de la Plata. (2020). *Introducción a la elaboración de quesos*. <https://lipa.multisitio.sedici.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/Guia-QUESOS.pdf>
- Urdampilleta, A., & Gómez-Zorita, S. (2014). De la deshidratación a la hiperhidratación; bebidas isotónicas y diuréticas y ayudas hiperhidrantes en el deporte. *Nutrición Hospitalaria*, 29(1), 21-25. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112014000100004&script=sci\\_arttext](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112014000100004&script=sci_arttext)
- Villa Colcha, K. M. (2023). *Elaboración de helados con el aprovechamiento de lactosuero y mortiño (Vaccinium meridionale)* (Bachelor's thesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo). <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/10461/3/VILLA%20K.%282023%29%20%E2%80%9CElaboraci%C3%B3n%20de%20helados%20con%20el%20aprovechamiento%20de%20lactosuero%20y%20morti%C3%B1o%20%28Vaccinium%20meridionale%29%E2%80%9D%20%281%29.pdf>
- Zambrano, M. B. W., & Rivadeneira, A. D. (2021). Alternativas para el aprovechamiento del lactosuero: Antecedentes investigativos y usos tradicionales. *La Técnica*, 11(2), 39-50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8232844>

## ANEXOS

**Figura 15A**

Encuesta de aceptación de las bebidas

**Encuesta para Análisis Sensorial**

A continuación, se le presentan dos muestras de un nuevo helado. Por favor marque con una "X" en la casilla que refleje su opinión respecto a los atributos correspondientes.

Producto a consumir: \_\_\_\_\_

**Muestra 377**

Características	Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho
Color					
Olor					
Sabor					
Textura					

Producto a consumir: \_\_\_\_\_

**Muestra 378**

Características	Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho
Color					
Olor					
Sabor					
Textura					

**Figura 16A**

Encuesta de aceptación para el helado

**Encuesta para Análisis Sensorial**

A continuación, se le presentan dos muestras de una nueva bebida. Por favor marque con una "X" en la casilla que refleje su opinión respecto a los atributos correspondientes.

Producto a consumir: \_\_\_\_\_

**Muestra 151**

Características	Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho
Color					
Olor					
Sabor					
Apariencia					

Producto a consumir: \_\_\_\_\_

**Muestra 152**

Características	Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho
Color					
Olor					
Sabor					
Apariencia					

**Figura 17A**

*Obtención de la acidez por el método de titulación*



**Nota.** La obtención de los análisis fisicoquímicos se realizó en el Laboratorio de Agroindustria de la ENCA.

**Figura 18A**

*Análisis sensorial realizado a las dos muestras de la bebida chocolatada*



**Figura 19A**

*Análisis sensorial realizado a las dos muestras de la bebida hidratante de naranja*

**Figura 20A**

*Análisis sensorial realizado a las dos muestras de helado cremoso*



**Figura 21A**

*Bebida saborizada de chocolate, hidratante de naranja y helado cremoso a base de suero de leche elaborados en la investigación*



**Nota.** Los tres productos alimenticios elaborados a base de suero de leche se desarrollaron en la planta de lácteos de la ENCA.

**Tabla 19A***Repeticiones de la medición de pH y acidez titulable para los productos elaborados*

<b>No. Repetición</b>	<b>pH</b>		<b>Acidez titulable</b>	
	<b>Muestra 151</b>	<b>Muestra 152</b>	<b>Muestra 151</b>	<b>Muestra 152</b>
1	6.4	6.3	0.189	0.195
2	6.4	6.3	0.185	0.195
3	6.5	6.3	0.189	0.195
4	6.4	6.3	0.189	0.195
5	6.4	6.3	0.192	0.195
6	6.3	6.5	/	/
7	6.4	6.3	/	/
8	6.3	6.3	/	/
9	6.4	6.0	/	/
10	6.5	6.3	/	/
<b>No. Repetición</b>	<b>Muestra 264</b>	<b>Muestra 265</b>	<b>Muestra 264</b>	<b>Muestra 265</b>
1	3.9	4.1	0.231	0.221
2	3.9	4.1	0.220	0.221
3	3.8	4.1	0.235	0.225
4	3.8	4.1	0.231	0.219
5	3.8	4.1	0.232	0.222
6	3.9	4.0	/	/
7	3.9	4.0	/	/
8	4.0	4.0	/	/
9	3.9	4.1	/	/
10	3.9	4.3	/	/
<b>No. Repetición</b>	<b>Muestra 377</b>	<b>Muestra 378</b>	<b>Muestra 377</b>	<b>Muestra 378</b>
1	6.3	6.2	0.179	0.201
2	6.3	6.3	0.180	0.202
3	6.3	6.2	0.180	0.201
4	6.3	6.2	0.179	0.200
5	6.5	6.2	0.179	0.201
6	6.5	6.2	/	/
7	6.4	6.3	/	/
8	6.2	6.2	/	/
9	6.3	6.2	/	/
10	6.3	6.3	/	/