



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

**FORMULACIÓN DE UN ALIMENTO UNTABLE ELABORADO A PARTIR DE SUERO
LÁCTEO, A ESCALA DE LABORATORIO**

Lcda. Andrea Celeste Jacinto Rangel

Asesorado por la MSc. Inga. Hilda Palma de Martini

Guatemala, noviembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**FORMULACIÓN DE UN ALIMENTO UNTABLE ELABORADO A PARTIR DE SUERO
LÁCTEO, A ESCALA DE LABORATORIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LCDA. ANDREA CELESTE JACINTO RANGEL
ASESORADO POR LA MSc. INGA. HILDA PALMA DE MARTINI

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
MAESTRA EN ARTES EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

FORMULACIÓN DE UN ALIMENTO UNTABLE ELABORADO A PARTIR DE SUERO LÁCTEO, A ESCALA DE LABORATORIO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Estudios de Postgrado, con fecha 31 de marzo de 2020.

Andrea Celeste Jacinto Rangel



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

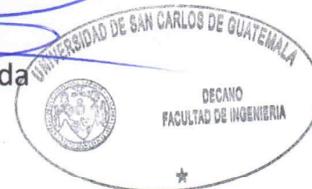
Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101 – 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

DTG. 728.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **FORMULACIÓN DE UN ALIMENTO UNTABLE ELABORADO A PARTIR DE SUERO LÁCTEO, A ESCALA DE LABORATORIO**, presentado por la **Licenciada Andrea Celeste Jacinto Rangel, estudiante de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, noviembre de 2021.

AACE/cc



Guatemala, noviembre de 2021

LNG.EEP.OI.140.2021

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“FORMULACIÓN DE UN ALIMENTO UNTABLE ELABORADO A PARTIR DE SUERO LÁCTEO, A ESCALA DE LABORATORIO”

presentado por **Andrea Celeste Jacinto Rangel** quien se identifica con carné **201113539** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director



**Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería**



Guatemala 29 de noviembre 2020

M.A. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.A. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL** del **TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: **“FORMULACIÓN DE UN ALIMENTO UNTABLE ELABORADO A PARTIR DE SUERO LÁCTEO, A ESCALA DE LABORATORIO”** de la estudiante **Andrea Celeste Jacinto Rangel** quien se identifica con número de CUI **2249 85493 0101** del programa de **Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos**.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,

MSc. Hilda Piedad Palma de Martini
Coordinadora
Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, 30 de octubre del 2020.

Ms. Sc. Ing. Edgar Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Maestro Álvarez Cotí:

Por este medio informo que en calidad de asesora, he revisado y aprobado el Informe Final de Graduación titulado: *"Formulación de un Alimento Untable Elaborado a Partir de Suero Lácteo a Escala de Laboratorio"*, de la estudiante **Andrea Celeste Jacinto Rangel** quien se identifica con número de carne **201113539** del Programa de Maestría en **Ciencia y Tecnología de los Alimentos** de la Escuela de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he comprobado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado, por lo cual el trabajo cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,



MSc. Inga. Hilda Piedad Palma de Martini
Asesora
Colegiada No. 453

INGA. HILDA PALMA DE MARTINI
COLEGIADO No. 453

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser mi fuerza en todo momento y el que me brinda sabiduría.
Mis padres	Jorge y Lucky, por su apoyo y amor en todo momento.
Mi esposo	Jorge Solórzano “Coqui”, por amarme y estar en cada momento importante.
Mi hermano y familia	Sergio, Sindy y Diego, por estar acompañándome en los logros.
Mis familiares y amigos	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova
VOCAL I	Mtro. Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Mtro. Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE DEFENSA DE TESIS

DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova
DIRECTOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Vladimir Iván Pérez Soto
EXAMINADORA	Mtra. Lcda. Blanca Azucena Méndez Cerna
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIII
OBJETIVOS.....	XVII
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XIX
HIPÓTESIS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Leche.....	5
2.1.1. Componentes de la leche	5
2.1.2. Fase acuosa	5
2.1.3. Fase sólida	6
2.1.4. Fase lipídica.....	7
2.1.5. Suero de leche.....	7
2.1.5.1. Suero dulce.....	8
2.1.5.2. Suero ácido.....	8
2.1.6. Proteínas del suero.....	9
2.2. Procedimiento para recuperar el suero lácteo	9
2.3. Usos potenciales del suero.....	10
2.4. Características fisicoquímicas del suero lácteo	10

2.5.	Características microbiológicas del suero lácteo	10
2.6.	Alimento untable	11
2.7.	Evaluación sensorial	11
2.8.	Prueba de aceptación	12
2.9.	Formulación de producto.....	12
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	15
3.1.	Fases de la investigación	15
4.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	17
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	27
	CONCLUSIONES.....	37
	RECOMENDACIONES	39
	REFERENCIAS	41
	APÉNDICES.....	53
	ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Establecimiento del proceso tecnológico de manufactura para la elaboración de un alimento untable a partir de suero lácteo 18
2. Análisis sensorial de las formulaciones de alimento untables, según prueba hedónica de 5 puntos.....21
3. Escala de aceptación del alimento untable Fórmula 2 22

TABLAS

- I. Operacionalización de variables.....XX
- II. Composición nutricional del suero lácteo 8
- III. Criterios microbiológicos para vigilancia11
- IV. Formulación de alimentos untables a partir de suero lácteo17
- V. Resumen de análisis de varianza (ANOVA) de los resultados obtenidos en prueba hedónica de 5 puntos19
- VI. Análisis de Tukey para el aspecto del olor del alimento untable19
- VII. Análisis de Tukey para el aspecto del color del alimento untable20
- VIII. Análisis de Tukey para el aspecto del sabor del alimento untable ...20
- IX. Análisis de Tukey para el aspecto de consistencia del alimento untable20
- X. Análisis fisicoquímico del alimento untable fórmula 222
- XI. Análisis microbiológico del alimento untable fórmula 223

XII.	Análisis proximal del alimento untable fórmula 2, por cada 100 gramos.....	24
XIII.	Análisis proximal del alimento untable fórmula 2, por cada 30 gramos.....	24
XIV.	Valores de referencia nutricional del alimento untable fórmula 2.....	25
XV.	Determinación de costo unitario del alimento untable fórmula 2 en presentación de 454 gramos	26

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
BPM's	Buenas prácticas de manufactura
°Brix	Grados Brix
°C	Grado Celsius
Kg	Kilogramo
Lb	Libra
M	Masa
mL	Mililitro
pH	Potencial de hidrógeno

GLOSARIO

Alimento untable	Alimento de consistencia pastosa que puede esparcirse fácilmente al utilizar una espátula o cuchillo, sobre galletas, pan o similares.
Análisis bromatológico	Medición en la que se obtiene la composición química, valor alimenticio y calórico de un producto.
Análisis de varianza	Conjunto de análisis estadísticos que se usan para evaluar la variabilidad.
Consistencia	Describe la habilidad del material en permanecer junto/uniforme, usada típicamente para describir las propiedades de los sólidos, semisólidos y líquidos.
Grados brix	Unidad de cantidad que sirve para la determinación del cociente total de materia seca, generalmente azúcares, disuelta en un líquido.
LAFYM	Satisface las necesidades analíticas de industrias.

Número más probable	Determina la presencia o ausencia de atributos específicos de microorganismos, a partir de realizar diluciones.
Pectina	Polímero ramificado, componente de la pared celular de células vegetales que tiene la capacidad de dar mayor consistencia en el alimento donde se utilice.
Porcentaje del valor de referencia del nutriente (% VRN)	Es la proporción del contenido de energía o nutrientes de un alimento, con respecto al valor de referencia de nutriente. Se puede expresar por 100 g o mL o porción.
Porción	Es la cantidad de alimento habitualmente consumida por una persona en un tiempo de comida.
Reglamento Técnico Centroamericano	Regula la comercialización en el territorio y establece límites de aditivos alimentarios.
Textura	Grupo de propiedades físicas derivadas de la estructura del alimento mismo que puede ser detectada por el tacto o paladar.
Unidad formadora de colonia	Unidad de medida que se emplea para la cuantificación de microorganismos.

**Valor de referencia
de nutriente**

Cantidad diaria de ingestión de energía o nutrientes establecida para la población para fines de etiquetado, podrá expresarse como VRN o VD.

RESUMEN

En el presente estudio se desarrolló un alimento untable a partir de suero lácteo pasteurizado, proveniente del queso Oaxaca, para su formulación se hizo principalmente uso de suero, sacarosa y estabilizante con pectina.

La realización de una prueba hedónica de cinco puntos, con un panel de treinta consumidores adultos ($n = 30$), permitió obtener datos relevantes, a través de análisis de varianza (ANOVA), tales como el hallazgo de diferencia significativa en el parámetro de olor y la no diferencia significativa en los parámetros de color, sabor y apariencia, a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Lo cual se comprobó a través de análisis de Tukey individual para cada uno de los parámetros, obteniendo los mismos resultados que en el ANOVA.

Así mismo la formulación número 2 demostró ser la de preferencia por los panelistas, por lo que se llevaron a cabo análisis fisicoquímicos dentro de la empresa donde se realizó el estudio, obteniendo un producto con un pH de 5.52 y grados Brix de 82.6. Del mismo modo se analizaron los parámetros microbiológicos en la empresa láctea, cumpliendo con el RTCA 67.04.50:08 y COGUANOR NGO 34:041, encontrándose dentro de los límites permitidos el recuento total de aerobios, coliformes totales y microorganismos patógenos.

El análisis proximal se llevó a cabo en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), evaluándose parámetros de energía, macronutrientes y micronutrientes, entre los que se destacó la presencia de Vitamina A, considerándose fuente de dicha vitamina el alimento untable.

Finalmente se determinó que el costo del alimento untable es aceptable, por lo que podría competir en el mercado guatemalteco con productos similares.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Contexto general

El suero es el componente líquido que se obtiene al precipitar y separarse de la caseína de la leche al elaborar queso (Sánchez, *et al.*, 2009). Está compuesto por aminoácidos de cadena ramificada, aminoácidos esenciales, proteínas, vitaminas y minerales, por lo cual es beneficioso para la salud, además de brindar propiedades antioxidantes, antihipertensivas, anticancerígenas, antihiperlipidémicas, antibacterianas y antivirales (Kreider, 2004).

En las industrias lácteas, se obtiene suero cotidianamente, por lo que su utilización para la producción de diversos productos reduciría el desperdicio inadecuado de dicho subproducto.

- Descripción del problema

Se producen grandes cantidades de suero a nivel mundial, que puede ser utilizado para la elaboración de diversos productos, sin embargo, a pesar de la riqueza nutricional que posee muchas veces no es aprovechado por los productores de lácteos, conllevando a ser vertido en ríos y suelos, causando contaminación ambiental por el alto contenido orgánico que posee, disminuyendo la cantidad de oxígeno, afectando a animales y vegetación (Pilco, 2013).

- Formulación del problema

- Pregunta central

¿Cuál sería la formulación más apropiada para la elaboración de un alimento untable a partir de suero lácteo, dirigido a la población adulta de la Ciudad de Guatemala?

- Preguntas de investigación
 - ¿Cuál es la formulación de un alimento untable que aporte macronutrientes y micronutrientes?
 - ¿Cuál es el proceso tecnológico de manufactura del alimento untable elaborado a partir de suero lácteo?
 - ¿Cuál es la composición nutricional y características fisicoquímicas y microbiológicas del producto?
 - ¿Cuál es la aceptación del alimento untable por parte de los consumidores?
 - ¿Cuál es la factibilidad técnica y económica de la elaboración de un alimento untable a base de suero lácteo?
- Delimitación del problema

Por lo anterior se propuso la elaboración de productos en la industria láctea para que pueda ser utilizado el suero y comercializarse según las necesidades de los consumidores a precio accesible, realizándolo durante el período de octubre de 2019 a octubre de 2020, en una industria procesadora de lácteos.

- Viabilidad de la investigación

El proyecto de investigación fue posible llevarlo a cabo ya que se contó con los recursos humanos, recursos materiales, equipo necesario para la realización del alimento untable, así como recursos económicos para realizar los

análisis microbiológicos, fisicoquímicos, bromatológicos y organolépticos. Considerándose también haber tenido el tiempo para la recolección de información y datos experimentales necesarios, para obtener los resultados propuestos.

OBJETIVOS

General

Desarrollar la formulación de un alimento untable como postre, a partir de suero lácteo a escala de laboratorio, para su consumo en la población adulta de la ciudad de Guatemala.

Específicos

- Definir la formulación de tres alimentos untables a partir de diferentes proporciones de suero lácteo, pectina y glucosa, que aporte elementos nutricionales.
- Establecer el proceso tecnológico de manufactura requerido para la realización del alimento untable elaborado a partir de suero lácteo.
- Evaluar la aceptación del alimento untable con un panel de consumidores.
- Determinar la composición nutricional, características fisicoquímicas y microbiológicas del producto.
- Determinar la factibilidad técnica y económica de la elaboración de un alimento untable a base de suero lácteo.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

- Diseño de la investigación

Experimental, debido a que se recabaron datos que fueron analizados mediante un método estadístico, obteniendo conclusiones válidas y objetivas, brindando información exacta.

- Tipo de estudio

Mixto, debido a que en la investigación se analizaron datos e integraron hallazgos, utilizando métodos cuantitativos y cualitativos.

- Alcance

Descriptivo, dado que se midió información de forma independiente sobre las variables, es decir se indicó la forma en que las variables medidas se relacionan estadísticamente.

- Variables e indicadores

Tabla I. Operacionalización de variables

Nombre de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Formulación de un alimento untable a partir de suero lácteo	Ensayos para determinar los ingredientes y proporciones para el desarrollo de un alimento (Cuéllar, 2017).	Formulación utilizando diferentes proporciones de suero, glucosa y pectina.	<p>-Fórmula 1: 100 % suero, 6 % glucosa, 1 % estabilizante con pectina</p> <p>- Fórmula 2: 100 % suero, 6 % glucosa y 2 % pectina</p> <p>- Fórmula 3: 100 % suero, 6 % glucosa, 3 % estabilizante con pectina</p>
Proceso tecnológico de manufactura	Aplicación de procesos físicos y químicos para generar un producto nuevo (Frías, 2015).	<p>-Hojas de registros y mediciones de temperaturas/pH</p> <p>-Equipos a utilizar</p>	<p>-Pruebas de calidad antes, durante y después del proceso.</p> <p>-Análisis fisicoquímicos: pH (5.8 a 6.6), acidez (0.30 a 0.38), °Brix (65-70)</p> <p>-Diagrama de flujo del proceso</p> <p>-Condiciones y parámetros de operación</p>

Continuación de la tabla I.

<p>Composición y características nutricionales, fisicoquímicas y microbiológicas</p>	<p>Nutricional: se refiere a la cantidad de nutrientes cada 100 gramos o 100 ml del alimento</p> <p>Fisicoquímico: interpretación a nivel molecular y atómico.</p> <p>Microbiológico: estudio de bacterias, virus, mohos y levaduras (Aecosan, s.f.).</p>	<p>se la de cada</p> <p>de</p> <p>brindado por el Lab. Veterinaria USAC)</p> <p>Fisicoquímicos (Lab. privado)</p> <p>Microbiológicos (Lab. privado)</p> <p>-Frecuencia 1 vez por formulación</p>	<p>Nutricionales (Análisis bromatológico)</p> <p>Analisis bromatológico en 100 gramos del producto:</p> <p>-macronutrientes: glúcidos, proteínas, grasa y cenizas.</p> <p>-micronutrientes: vitaminas A, D, B12 y minerales calcio, sodio, magnesio y fósforo.</p> <p>-Fisicoquímicas (pH, acidez, Brix, consistencia)</p> <p>-Microbiológicas (<i>E. coli</i> < 3NMP/mL, <i>Salmonella</i>, <i>L. monocytogenes</i> ausencia en 25 gr y <i>Staphylococcus aureus</i> 10 UFC/g)</p>
<p>Aceptación sensorial del producto</p>	<p>Técnica para la obtención de información sobre una muestra, en un mercado determinado (Hernández, 2005).</p>	<p>-Prueba hedónica de cinco puntos en consumidores</p> <p>-Análisis de varianza ANOVA</p> <p>-Valoraciones hedónicas por cien consumidores</p> <p>-Prueba de Tukey</p>	<p>-Grado de aceptación o rechazo del producto, utilizando escala de cinco puntos</p> <p>-Escala hedónica:</p> <p>Me gusta mucho</p> <p>Me gusta</p> <p>No me gusta, ni me disgusta</p> <p>Me disgusta</p> <p>Me disgusta mucho</p> <p>-Punto de corte: 4</p> <p>-Comparación entre medias</p>

Continuación de la tabla I.

Factibilidad técnica y económica	Demuestra que la inversión en el proyecto está siendo justificada por la ganancia que se generará (Duque, 2017).	-Ecuación para la determinación de rendimientos -Cotizaciones -Comparación de las tres formulaciones -Estimaciones de precio de venta	para de recursos humanos, materiales y equipo para la elaboración del producto -Rendimientos de producto terminado por cada Kilo. -Precio final del producto % Rendimiento = Kg peso final * 100 / Kg peso inicial
----------------------------------	--	--	---

Fuente: elaboración propia.

- Técnicas de análisis de la información

Durante la elaboración del trabajo de investigación, se hará uso de la estadística descriptiva y de esta forma recolectar, organizar y analizar los resultados obtenidos, para luego hacer los respectivos reportes de resultados. Se llevará a cabo a través del uso de análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para determinar si al realizar el panel sensorial sobre las tres formulaciones elaboradas, presentan diferencias significativas entre los consumidores, así como calcular las diferencias mínimas significativas entre las medias obtenidas.

Se elaborarán tablas de los resultados estadísticos a partir del ANOVA y Prueba de Tukey, para representar los datos obtenidos a través del panel sensorial realizado.

HIPÓTESIS

Para este estudio de investigación, se desea determinar si existen diferencias significativas entre las muestras, por lo tanto, se elabora con fines estadísticos las siguientes hipótesis.

- Hipótesis nula

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

No existe diferencia significativa en la aceptabilidad del alimento untable elaborado a partir de suero lácteo.

- Hipótesis alterna

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

Existe diferencia significativa en la aceptabilidad del alimento untable elaborado a partir de suero lácteo.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo, se consideró la utilización del suero lácteo en la elaboración de un alimento untado, para el aprovechamiento de dicho subproducto obtenido en la industria láctea, el cual es beneficioso para el consumo humano, ya que posee propiedades nutricionales y funcionales de alta calidad.

El *Codex Alimentarius* define el suero como la sustancia que se separa de la cuajada tras coagularse la leche, nata, mantequilla, queso o productos similares. Dependiendo del tipo de coagulación utilizada se genera lactosuero dulce o ácido (*Codex Alimentarius*, 1995).

Actualmente el suero lácteo es utilizado para la alimentación animal, debido a que contiene proteínas, lactosa, aminoácidos, entre otros elementos; además es desechado erróneamente, pudiendo contaminar los mantos acuíferos y por consiguiente al medio ambiente.

Por lo que la elaboración de un producto que beneficie tanto al ser humano y la reducción del desecho inadecuado representa una solución para que las industrias lácteas puedan considerar el desarrollo de productos a través de la utilización de subproductos que son desechados o mal aprovechados.

Se abarcó la formulación y el desarrollo del alimento untado, que podrá ser consumido como una opción dentro del mercado de postres, aportando elementos nutricionales, lo cual se determinó a través de análisis proximal y analizando las características fisicoquímicas-microbiológicas del mismo, así

como la evaluación de la aceptación del producto, con un panel de consumidores. Por último, se determinó la factibilidad técnica y económica del alimento innovador.

En la presentación del informe final se desarrolla específicamente el alcance de los objetivos propuestos, a través de la elaboración de la investigación, obtención de resultados, así como la discusión de estos y posteriormente brindar conclusiones y recomendaciones sobre la utilización del suero lácteo en alimentos innovadores.

1. ANTECEDENTES

Entre los sectores que mayor aporte económico proporcionan a países en desarrollo e industrializados, se encuentra la industria de lácteos (Parra, 2009). Se estima se producen aproximadamente 115 millones de toneladas métricas de suero lácteo, al elaborar quesos (Briczinski y Roberts, 2002).

El suero lácteo puede transformarse en diversidad de productos para la alimentación, siendo utilizado en bebidas (45 %), suero en polvo (30 %), lactosa y subproductos (15 %) (Panesar, Kennedy, Gandhi y Bunko, 2017). Para mejorar la utilización del lactosuero, se pueden desarrollar productos de bajo costo, tales como bebidas refrescantes, fermentadas, energéticas, queso crema y alimentos dulces.

Según estudios realizados al eliminarse la caseína, se pueden obtener diferentes tipos de suero lácteo, denominándose dulce cuando la coagulación de la renina ocurre a un pH de 6.5. El suero ácido se obtiene por el proceso de fermentación, al añadir ácidos orgánicos o minerales para coagular la caseína (Jelen, 2003). Se estima que se producen 9 kilos de lactosuero por cada kilo de queso elaborado, es decir que un 55 % de los nutrientes de la leche, están contenidos en el suero lácteo (Liu, Chung, Yang y Yousef, 2015). Esta información fue importante para la realización del estudio y así tomar la decisión de qué tipo de suero utilizar y rendimientos del producto elaborado.

Loaiza (2011), realizó el desarrollo de una bebida de suero de leche fermentada con sabor a mora, realizando pruebas de aceptabilidad del producto, determinándose características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales,

logrando establecer que el producto contenía alto contenido nutricional. Se obtuvo una buena aceptación por parte de los consumidores, logrando aportar una alternativa agroindustrial para la reutilización y aprovechamiento del lactosuero. Así mismo se realizó la determinación de las características del alimento untable durante la elaboración y el producto terminado.

Se realizó un estudio para la obtención de queso crema con adición de lactosuero, obteniendo un queso con alto contenido de proteína y grasa, suplementado con probióticos, manteniendo la viabilidad y calidad del producto, determinándose a través de microbiología (Granados-Conde, González, Galindo, Pérez y Castro, 2016). En el producto untable de lactosuero se llevaron a cabo análisis basados en el RTCA de microbiología, cumpliendo con la normativa.

En Guatemala, se han elaborado bebidas con suero de leche enriquecidas con micronutrientes o probióticos, donde se han tomado en cuenta tres formulaciones con diferentes proporciones de micronutrientes y sabores para mujeres embarazadas, se realizaron pruebas sensoriales y organolépticas aceptadas por las consumidoras, además se determinó el costo siendo de Q4.20 por bebida, dejando un ganancia del 25 % en la producción, lo que conlleva a mencionar que es una bebida accesible a la economía de la población guatemalteca (Mena, 2017). La elaboración del alimento untable puede llegar a ser una opción para llevar la realización no solo a escala de laboratorio, sino a escala industrial y así generar ingresos económicos y empleos en las industrias lácteas.

Se realizó un análisis de factibilidad durante la elaboración de una bebida de lactosuero en el departamento de Quiché, donde la formulación contenía suero, azúcar, colorante, sabor chocolate y cultivo láctico. Considerándose

nutritivo y sensorialmente aceptada, haciéndolo un producto atractivo por los consumidores y por lo tanto financieramente factible (Azzari, 2014).

En Guatemala el lactosuero es utilizado para la alimentación animal (Barrios, 2017). Lo que no es utilizado, erróneamente es vertido a los ríos, convirtiéndose en proporcionando contaminación ambiental, al afectar las características físicas y químicas de los suelos, disminuyendo el rendimiento de cultivos y la vida de animales marinos al agotar el oxígeno disuelto (Aider, 2016). Se pretende que las empresas puedan hacer uso de un subproducto como lo es el lactosuero, en la elaboración de diferentes productos alimenticios.

El lactosuero al estar conformado por componentes como carbohidratos, minerales, vitaminas y proteínas hidrosolubles (Hernández, Recio y Amigo, 2008), es considerado un subproducto altamente nutritivo, que puede ser utilizado para la elaboración de productos para consumo humano, tal como un alimento untado de sabor dulce que puede ser usado para colocar sobre pan o galletas y que pueda servir como un alimento de alto valor nutricional aceptado tanto por niños como adultos, a un precio accesible y atractivo en el mercado.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Leche

Proviene de la secreción de la glándula mamaria de la vaca, con propiedades nutritivas que se encuentran en solución, suspensión o emulsión en agua (Valdivieso, 2012).

Se utiliza como alimento para consumo humano, debido a su composición de nutrientes equilibrada, tanto en azúcares, grasas y proteínas, debido a su alta composición nutritiva, es un producto inestable y perecedero que puede sufrir contaminación microbiológica (Mansson, 2003).

2.1.1. Componentes de la leche

La leche puede clasificarse en tres fases:

2.1.2. Fase acuosa

- Sales: entre las principales se encuentran fosfato de calcio y cloruro de potasio en un 90 %, así mismo se pueden encontrar oligoelementos como zinc, aluminio y hierro, correspondientes a un 10 % (Belitz y Grosh, 1997).
- Azúcares: la lactosa predomina al presentarse en una concentración de 40-50 gr/litro de leche de vaca, además la leche contiene glucosa, galactosa, amino azúcares, azúcares fosforilados, entre otros (Mehra, Marnila y Korhonen, 2006).

- Agua: Es el componente mayoritario de la leche, confiriéndole una actividad de agua (A_w) de 0.97 (Turmero, s.f.), siendo regulada por la lactosa que es sintetizada en las células secretoras de la glándula mamaria (Alviar, 2010).

2.1.3. Fase sólida

- Proteínas: constituyen una parte importante y compleja de la leche, debido a su composición nutricional. Entre las cuales se puede mencionar a la caseína, α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, inmunoglobulinas, lactoferrina y lactoperoxidasa. Algunas de estas proteínas tienen actividades enzimáticas e inmunológicas (Meyer, Kircher, Usami, Berlin y Medina, 1986).

Las más relevantes tanto en sus propiedades físicas y químicas son:

- Caseína: compuesta por fosfo y glicoproteínas, encontrándose en suspensión coloidal, las cuales, mediante proteasas animales o vegetales, pueden coagularse (Belitz y Grosch, 1997).
- β -lactoglobulina: es la más abundante en el suero lácteo, además de ser soluble y precipitar en un pH de 4.5 y 100 °C. Se conforma por 162 residuos de aminoácidos, siendo cinco de cisteína que establecen puentes disulfuro, quedando un grupo tiol activo, siendo de importancia en la función tecnológica de la leche, ya que puede llegar a reaccionar con otras proteínas (Caessens, Visser y Gruppen, 1997).

- α -lactoalbúmina: es uno de las más importantes del suero lácteo, siendo una proteína que se desnaturaliza fácilmente con el aumento de temperatura (Cox y Lehninger, 2006).
- Globulinas: incluye principalmente a las inmunoglobulinas, las cuales tienen una acción antibacteriana en la leche cruda, contra bacterias y esporas, siendo las más termoresistentes (Belitz y Grosch, 1997).
- Proteosas/peptona: mezcla de polipéptidos que son solubles aún después de pasteurizar la leche a 95 °C y disminuir el medio a pH de 4.6, las cuales aportan la fracción nitrogenada, siendo inhibidas por la lipólisis en la leche de vaca (Belitz y Grosch, 1997).
- Lactoferrina: se considera proteína protectora de la leche, al tener funciones importantes como acción bacteriostática y transporte de hierro (Wakabayashi, Yamauchi y Takase, 2006).

2.1.4. Fase lipídica

- Vitaminas y minerales: en asociación con la caseína, se encuentra el calcio y el fósforo en proporciones altas. Considerándose el calcio como la mejor fuente para mantener la integridad de los huesos. Así como vitaminas liposolubles A y B (Alviar, 2010).
- Grasas: principalmente compuestas por esteroides, tal como el colesterol (Csapó, Martin, Kiss y Házás, 1996).

2.1.5. Suero de leche

Es un subproducto, obtenido durante la elaboración de productos lácteos. Su composición nutricional (ver tabla I) varía de acuerdo con la leche que se utiliza, existiendo dos tipos:

2.1.5.1. Suero dulce

Generado por acción enzimática, presentando mayor contenido de lactosa.

2.1.5.2. Suero ácido

Obteniéndose por medio de acción ácida, teniendo mayor concentración de proteínas. (Abd El-Salam, El-Shibiny y Salem, 2009).

Tabla II. **Composición nutricional del suero lácteo**

Nutrientes	% (m/m)
Agua	93.0 - 94.0
Lactosa	4.5 - 5.0
Proteínas	0.8 - 1.0
Grasa	3.0 - 4.0
Cenizas	0.5 - 0.7
Sales y minerales	9.6 - 9.8
Sólidos totales	6.5 - 6.8
Calcio	0.45 - 0.47
Fósforo	0.4 - 0.6
pH	6.2 - 6.5

Fuente: Azzari, (2014). *Análisis para la fabricación de lactosuero.*

2.1.6. Proteínas del suero

Se encuentran presentes la α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, albúmina, inmunoglobulinas y proteínas bioactivas, las cuales están relacionadas con efectos positivos sobre la salud ósea, antihipertensivo, actividad antimicrobiana, antioxidante, entre otros (Morita, *et al.*, 2012).

2.2. Procedimiento para recuperar el suero lácteo

Al momento de elaborar queso, a la leche líquida pasteurizada se le agrega cuajo, utilizando el que proviene del estómago de rumiantes, considerándose un fermento natural, lo que provoca que la leche se coagule a 30 °C – 35 °C, obteniéndose una masa rica en caseína y grasa, que se convierte en queso. Al ser retirado el queso, se obtiene un sobrenadante conocido como suero lácteo, caracterizándose por ser un líquido color amarillo-verdoso, de sabor dulce o ácido (Discovery salud, 2003). A continuación, se presenta una descripción del proceso y su respectivo diagrama de flujo (ver apéndice 1).

- Conectar tubería y bomba en el tanque de acero inox que contiene la cuajada, hacia marmita donde se colocará el suero obtenido.
- Continuar abriendo la llave de vapor de entrada a la marmita.
- Aumentar la temperatura de 70 °C a 75 °C, evitando que los sólidos migren a la superficie.
- Si se utilizará inmediatamente el lactosuero para la elaboración del alimento untable, se deberán añadir los ingredientes seleccionados, para la mezcla.
- Por el contrario, si se realizará un día después la elaboración del alimento untable, se deberá transferir el suero a burulas limpias y desinfectadas.
- Almacenar en cuarto frío a una temperatura entre 0 a 4 °C.

2.3. Usos potenciales del suero

Las aplicaciones son diversas, tal como la elaboración de suero en polvo, bebidas proteicas, utilizados por fisiculturistas y deportistas. Así como también en nutrición infantil, por sus propiedades nutricionales. Así mismo, se ha utilizado para la alimentación animal, lo cual debe ser controlado, a fin de no causar diarreas en los porcinos y terneros (Davisco Foods, 2007).

Los usos son amplios, debido a que, según el tratamiento térmico y condiciones de acidez, se puede aprovechar para la realización de requesón, otros tipos de quesos y alimentos (Foegeding y Luck, 2002).

2.4. Características fisicoquímicas del suero lácteo

El suero lácteo posee diversas propiedades nutritivas, sin embargo, dentro de sus características, se conoce que posee un porcentaje de sólidos del 6 al 7 %, con una demanda biológica de oxígeno de 40-50 mg por litro. El cual es vertido a los mantos acuíferos, cuando las empresas tienen un mal manejo de desechos, poniendo en peligro a los ríos. Un río puede tener 10 mg/L de oxígeno, por lo que, si el oxígeno llega a descender a 4 mg/L, puede llegar a provocar la muerte de los peces y demás vida acuática (Hernández, Prieto, Reyes, Marmolejo y Méndez, 2012).

2.5. Características microbiológicas del suero lácteo

Las leches fermentadas, deben cumplir requisitos microbiológicos, lo cual aplica de la misma forma para el suero lácteo (RTCA, 2018).

Tabla III. **Criterios microbiológicos para vigilancia**

Grupo de alimento: Leche y productos lácteos		
Parámetro	Límite	
	M	M
<i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/mL	-
<i>Salmonella sp/25 g</i>	Ausencia	-
<i>Listeria monocytogenes/25 g</i>	Ausencia	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	10 UFC/mL	10 ² UFC/mL

Fuente: RTCA, (2018). *Etiquetado nutricional de producto alimenticios*.

2.6. **Alimento unttable**

Es el que se considera de consistencia pastosa, fácil de ser esparcido al utilizar una espátula o cuchillo sobre galletas, pan o similares, dando textura y sabor, pudiendo considerarse como condimento o ingrediente (Ichef, 2019).

Según el RTCA de Alimentos y Bebidas Procesadas se puede clasificar el alimento unttable a base de suero lácteo en el numeral 01.6.3 Queso de suero, el cual se entiende la obtención de un producto por concentración del suero, con o sin adición de leche, crema u otras materias de origen lácteo (RTCA, 2012).

2.7. **Evaluación sensorial**

Es definida como “el uso de la disciplina científica para medir, analizar e interpretar las reacciones a las características de alimentos y otras sustancias, las cuales son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”, según el Instituto de Alimentos de Estados Unidos (Aenor, 1997, p. 6).

Se deben tener bien establecidas las condiciones para la aplicación de las pruebas sensoriales, tomando en cuenta el formulario que se brindará a los consumidores, número de muestras, cantidades, alimentos adicionales para ingerir la muestra, recipientes que contendrán la muestra, etcétera (Anzaldúa-Morales, 1994).

2.8. Prueba de aceptación

Se pueden encontrar pruebas de diferenciación que se utilizan para comparar dos o cinco muestras a la vez, tal es el caso de la prueba de aceptación, donde los panelistas muestran la preferencia hacia un producto alimenticio, para conocer si está dispuesto a adquirirlo, según dulzor, color, dureza, etcétera. Posteriormente se determina la significancia entre las diferencias de las muestras, a través de análisis estadístico, como lo es el análisis de varianza ANOVA (Hernández, 2005).

2.9. Formulación de producto

El desarrollo de nuevas formulaciones se basa en la elección de ingredientes a utilizar, así como los procedimientos de elaboración que se llevarán a cabo, reduciendo o eliminando la posibilidad de causar contaminación cruzada o formulaciones erróneas de productos (Fundación vasca para la seguridad agroalimentaria, s.f.).

Durante la formulación se identifican todas las materias primas a utilizar, realizando la evaluación de la ficha técnica, a manera de conocer alérgenos, descripción del producto, aplicación del producto, niveles de uso sugeridos, instrucciones de uso, declaración de ingredientes, especificaciones fisicoquímicas, microbiológicas, entre otras propiedades.

Así también se deben incluir los procesos y condiciones necesarias para llevar a cabo la elaboración del alimento untado, por medio de descripción de pasos y diagramas de flujo.

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Fases de la investigación

Para llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos planteados en el trabajo de investigación, fue necesario realizar las siguientes fases:

- Fase 1. Revisión documental: se realizó investigación documental, en la cual se recolectaron datos de estudios basados en la utilización de suero lácteo, a través de la búsqueda de información y antecedentes para sustentar el trabajo a elaborar.
- Fase 2. Definir la formulación de tres alimentos untables: se definió la formulación que se llevó a cabo para la realización de las tres pruebas del alimento untable, utilizando diferentes proporciones de suero lácteo, estabilizante con pectina y glucosa. Se contó con un laboratorio dentro de una empresa láctea, para realizar los cálculos y formulaciones.
- Fase 3. Establecer el proceso tecnológico de manufactura: se estableció el proceso tecnológico de manufactura, a través de la identificación de equipos y materiales a utilizar, así como la recolección de datos a través de fotografías y registros de mediciones de pH, °Brix y consistencia.
- Fase 4. Evaluar la aceptación del alimento untable con panel de consumidores: un total de 30 consumidores mayores de 18 años, fueron citados en grupos de 10 personas en el área de evaluación de productos dentro de la empresa de lácteos, durante 10 días hábiles, donde se evaluó

la preferencia sensorial a través de una prueba hedónica de cinco puntos de las tres formulaciones realizadas del alimento untable. El cual fue servido sobre pan tostado, para evaluar olor, color, sabor y textura, posteriormente se realizó la evaluación de los resultados obtenidos, a través de un análisis de varianza y prueba de Tukey, para poder determinar las diferencias significativas entre las formulaciones y la de mayor preferencia.

- Fase 5. Determinar la composición nutricional, características fisicoquímicas y microbiológicas: se determinó la composición bromatológica de macronutrientes y micronutrientes, análisis fisicoquímicos y microbiológicos, que se llevaron a cabo en el laboratorio de la empresa láctea y laboratorio del instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), de la formulación elegida por el panel de treinta consumidores, con el fin de conocer las características del alimento untable seleccionado y si contenía nutrientes en proporciones adecuadas para el consumo humano.
- Fase 6. Determinar factibilidad técnica y económica: al concluir de obtener el análisis estadístico, se evaluó la factibilidad técnica y económica por cada libra de producto terminado, para proponer la elaboración del alimento untable en una planta de lácteos a escala industrial, lo que puede incursionar en el mercado guatemalteco como un producto innovador y nutricional.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

- Formulación del producto

Tabla IV. **Formulación de alimentos untables a partir de suero lácteo**

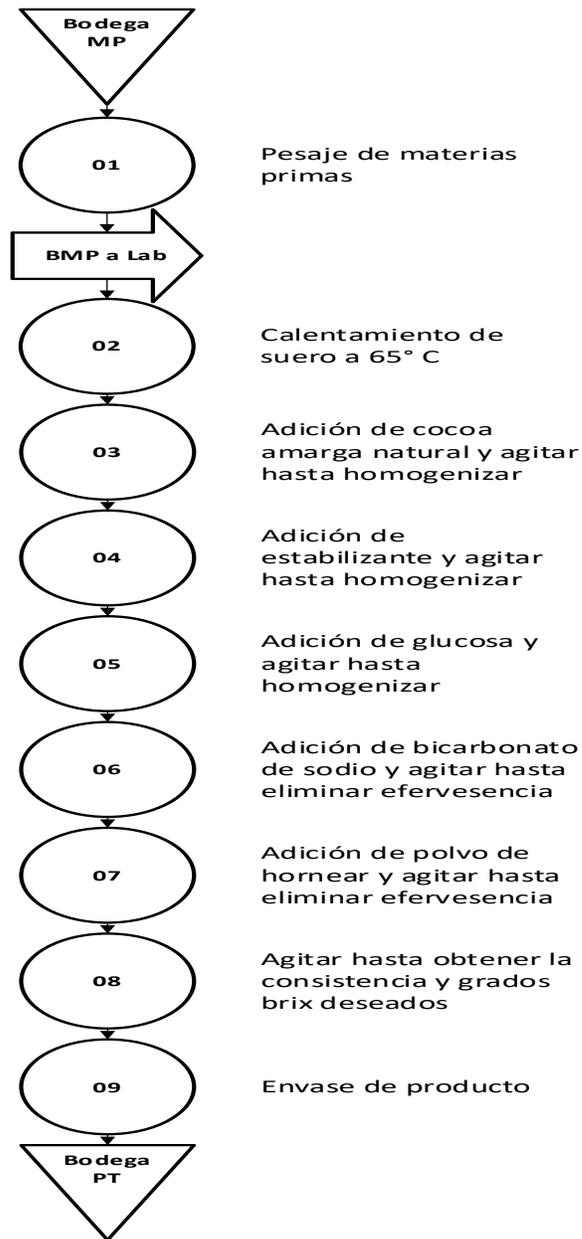
Ingrediente	Fórmula 1 (%)	Masa (g)	Fórmula 2 (%)	Masa (g)	Fórmula 3 (%)	Masa (g)
Suero	91.35	2400	89.74	2400	88.82	2400
Glucosa/Sacarosa	6.39	168	6.28	168	6.22	168
Cocoa amarga natural	0.76	20	1.50	40	1.48	40
Bicarbonato	0.30	8	0.30	8	0.30	8
Polvo para hornear	0.19	5	0.19	5	0.19	5
Estabilizante con pectina	1.00 %	26.2	2.00 %	53.5	3.00 %	81

Fuente: elaboración propia.

Se realizaron tres formulaciones, donde la variación principal fue el porcentaje de estabilizante con pectina, lo que determinó la consistencia del producto terminado. Se observa que se hizo uso de glucosa al inicio de la elaboración de formulaciones, sin embargo, finalmente se utilizó sacarosa, en la misma proporción.

- Proceso tecnológico

Figura 1. **Establecimiento del proceso tecnológico de manufactura para la elaboración de un alimento untable a partir de suero lácteo**



Fuente: elaboración propia.

Durante el desarrollo de las formulaciones, fue necesario evaluar el orden en el que se realizó el proceso y los tiempos en cada etapa del mezclado de

ingredientes, con el fin de estandarizar los parámetros fisicoquímicos, que son importantes en el aporte de sabor, olor, color y consistencia del alimento untable.

- Evaluación de la aceptación del alimento untable

Tabla V. **Resumen de análisis de varianza (ANOVA) de los resultados obtenidos en prueba hedónica de 5 puntos**

Análisis	P	Valor alfa	Conclusión
Olor	0.000		Si existe diferencia significativa
Color	0.144	0.05	No existe diferencia significativa
Sabor	0.059		
Consistencia	0.134		

Fuente: elaboración propia.

Al analizar la comparación entre los valores p obtenidos, a un nivel de significancia del 95 %, para cada uno de los parámetros, únicamente se halló diferencia significativa en el parámetro de olor en las tres formulaciones realizadas, en lo que respecta al color, sabor y apariencia no existe diferencia significativa.

Tabla VI. **Análisis de Tukey para el aspecto del olor del alimento untable**

Número de fórmula	Media	Agrupación
1	4.0667	B
2	4.5333	A
3	3.7667	B

Fuente: elaboración propia.

La formulación 2, es significativamente diferente en olor, respecto a las formulaciones 1 y 3.

Tabla VII. **Análisis de Tukey para el aspecto del color del alimento untable**

Número de fórmula	Media	Agrupación
1	4.2667	A
2	4.4000	A
3	4.1000	A

Fuente: elaboración propia.

No hay diferencia significativa, respecto al color en las tres formulaciones realizadas.

Tabla VIII. **Análisis de Tukey para el aspecto del sabor del alimento untable**

Número de fórmula	Media	Agrupación
1	4.1000	A
2	4.4667	A
3	4.0667	A

Fuente: elaboración propia.

No hay diferencia significativa, respecto al color en las tres formulaciones realizadas.

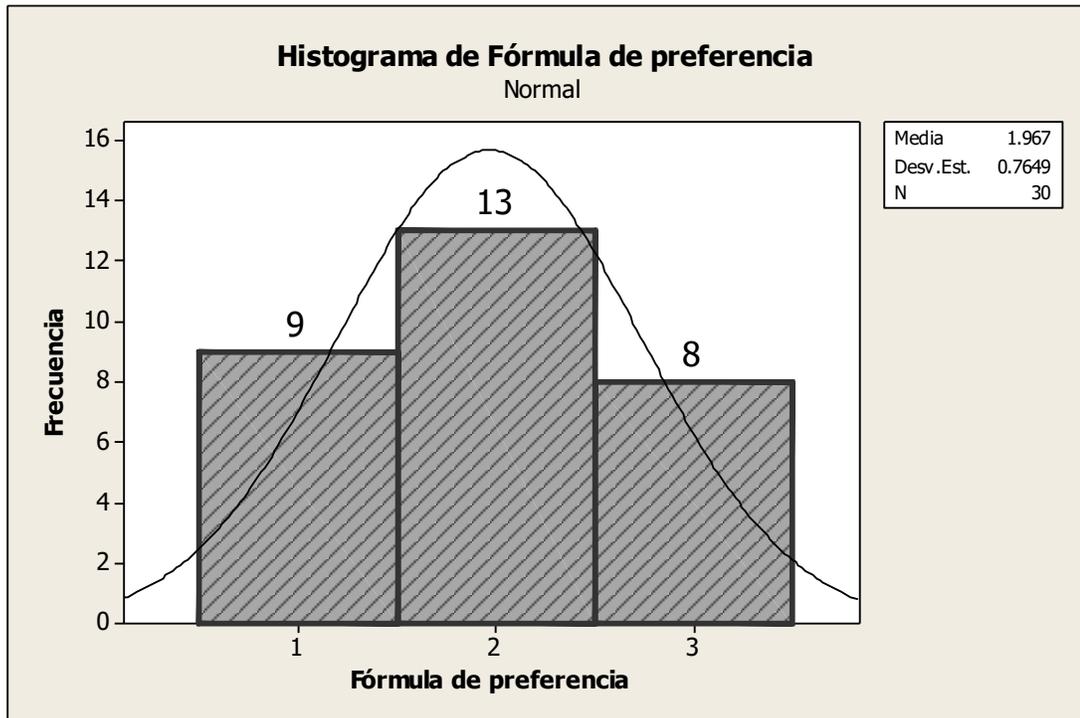
Tabla IX. **Análisis de Tukey para el aspecto de la consistencia del alimento untable**

Número de fórmula	Media	Agrupación
1	4.1000	A
2	4.1000	A
3	3.7000	A

Fuente: elaboración propia.

No hay diferencia significativa, respecto a la consistencia en las tres formulaciones realizadas.

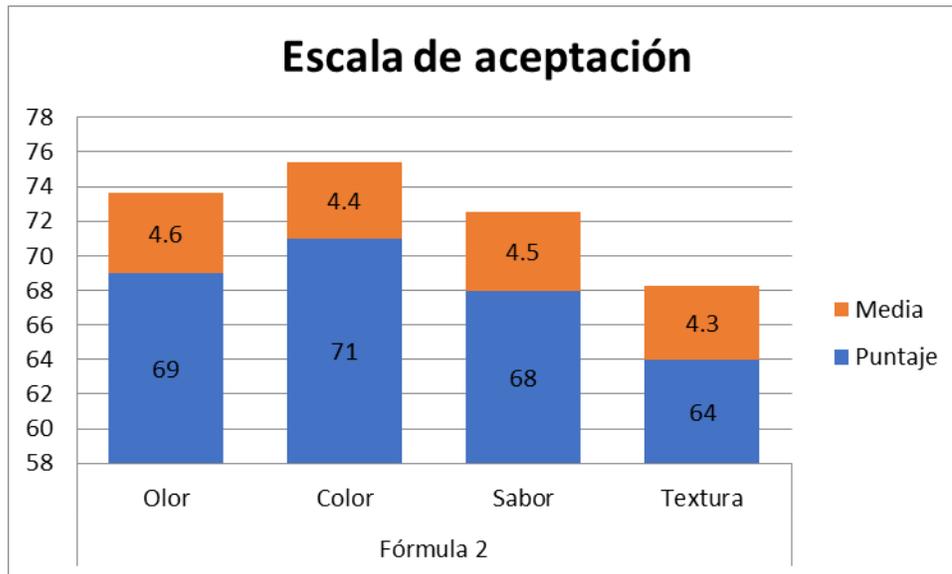
Figura 2. **Análisis sensorial de las formulaciones de alimentos untables, según prueba hedónica de 5 puntos**



Fuente: elaboración propia.

En la realización de la prueba hedónica, se evaluaron parámetros de olor, color, sabor y consistencia, demostrando una mayor preferencia por el panel de consumidores, hacia la formulación 2.

Figura 3. **Escala de aceptación del alimento untable fórmula 2**



Fuente: elaboración propia.

En la prueba hedónica realizada, donde la preferencia mayoritaria se observó hacia la formulación 2, se obtuvieron medias por arriba de 4 en los parámetros evaluados, lo cual sugiere que el panel de consumidores consideró el alimento untable como “me gusta”.

- Determinación de análisis fisicoquímico, microbiológico y proximal

Tabla X. **Análisis fisicoquímico del alimento untable fórmula 2**

Muestra formulación 2			
pH	°Brix	Consistencia	Humedad
5.52	82.6	4 cm	36.85 g/100 g

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvieron parámetros fisicoquímicos durante el proceso tecnológico, brindando las características adecuadas al producto en sabor y consistencia.

Tabla XI. **Análisis microbiológico del alimento untable fórmula 2**

Fecha	1er análisis		2do análisis		
Fórmula 2	Resultado		Resultado		
				Límites permitidos	
Recuento total de aerobios	240,000 UFC/gr		< 1000 UFC/gr		50,000 UFC/gr
Recuento coliformes fecales	<	10	NA		< 500 UFC/gr
<i>Escherichia coli</i>	<	10	NA		< 10 UFC/gr
<i>Staphylococcus aureus</i>	<	10	NA		< 100 UFC/gr
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia/25 gr		NA		Ausencia/Presencia en 25 gr
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausencia/25 gr		NA		Ausencia/Presencia en 25 gr

Fuente: elaboración propia.

El alimento untable fórmula 2, no demostró estar dentro de los parámetros permitidos por la norma COGUANOR NGO 34:041 para recuento total de aerobios. Por lo tanto, se realizó un segundo análisis para este parámetro, con el propósito de disminuir el conteo, por lo cual se sometió a esterilización el frasco con el producto en baño maría a 85 °C por 30 min, esto provocó una notable disminución de dicho parámetro, cumpliendo con la calidad higiénica durante la elaboración del alimento y con el RTCA y COGUANOR.

Tabla XII. **Análisis proximal del alimento untable fórmula 2, por cada 100 gramos**

Parámetro	Resultados	Dimensionales
Energía	268	kcal/100g
Carbohidratos totales	51.85	g/100g
Proteína	4.31	g/100g
Grasa total	4.85	g/100g
Vitamina A (Retinol)	456	µg/100g
Calcio	282.3	mg/100g
Sodio	465.9	mg/100g
Magnesio	49.5	mg/100g
Cenizas	2.14	g/100g

Fuente: Laboratorio INCAP, (2020). *Tabla de composición de alimentos de Centro América.*

Se obtuvieron los resultados de los parámetros de energía, macronutrientes y micronutrientes del alimento untable, expresado por cien gramos de alimento untable.

Tabla XIII. **Análisis proximal del alimento untable fórmula 2, por cada 30 gramos**

Parámetro	Resultados	Dimensionales
Energía	80	kcal/30g
Carbohidratos totales	16	g/30g
Proteína	1	g/30g
Grasa total	1.5	g/30g
Vitamina A	140	µg/30g
Calcio	80	mg/30g
Sodio	140	mg/30g
Magnesio	15	mg/30g
Cenizas	0.64	g/30g

Fuente: elaboración propia.

Con base en el análisis proximal, se elaboró el valor nutritivo del alimento untable por tamaño de porción de 30 gramos.

Fórmula 1. Determinación del porcentaje de valor nutricional del alimento untable

$$\frac{456 \mu\text{g}/100\text{g}}{800 \mu\text{g}/100 \text{ g}} * 100 = 60 \%$$

Tabla XIV. **Valores de referencia nutricional del alimento untable fórmula 2**

Parámetro	VRN según FAO/OMS	VRN de alimento Fórmula 2
Vitamina A $\mu\text{g}/100\text{g}$	800	480

Fuente: elaboración propia.

VRN = Valor de referencia nutricional

Se realizó el redondeo de la vitamina A por cada 100 gramos de alimento untable, aplicando las reglas para el redondeo en la declaración de nutrientes, según el RTCA de etiquetado nutricional.

- Factibilidad técnica y económica

Fórmula 2. Determinación de rendimiento del alimento untable

Porcentaje se Rendimiento = Kg peso final * 100 / Kg peso inicial

Porcentaje de Rendimiento = 0.937 Kg * 100 / 2.67 Kg

35 %

Tabla XV. **Determinación de costo unitario del alimento unttable fórmula 2 en presentación de 454 gramos**

Grupo	Item	Costo
Ingrediente	Suero	Q 1.53
	Sacarosa o azúcar normal	Q 0.66
	Cocoa amarga natural	Q 1.49
	Bicarbonato	Q 0.12
	Polvo para hornear	Q 0.04
	Estabilizante con pectina	Q 0.60
	Empaque	Bolsa plástica sellada térmicamente
Mano de obra		Q 11.25
Gas		Q 3.16
	Total	Q 19.50

Fuente: elaboración propia.

Se realizaron los costos unitarios con base en una presentación de 454 gramos, que sería la forma de comercialización del producto.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Formulación de tres alimentos untables a partir de diferentes proporciones de suero lácteo, pectina y glucosa

Las tres formulaciones propuestas en la elaboración del alimento untable, contiene suero como ingrediente principal, el cual es un subproducto que se obtiene durante la elaboración de queso, al haber precipitación de la caseína. Este contiene sustancias de valor nutritivo, proteínas, minerales, vitaminas y grasa (Parra, 2008).

Se agregó glucosa a la mezcla, la cual está constituida por una molécula de azúcar, posee un rendimiento energético de 3.75 Kcal/g, dentro de la industria de alimentos es conocida como dextrosa y es obtenida por hidrólisis enzimática del almidón presente en los cereales (Cabezas, Hernández y Vargas, s.f.). Es importante mencionar que en las formulaciones se estaba haciendo uso de glucosa líquida, debido a que este edulcorante evita la cristalización del producto elaborado, sin embargo, se observó que aumenta el tiempo de mezclado, comparado con el azúcar común o sacarosa, además el precio de la glucosa es mayor que el de la sacarosa.

Durante las pruebas realizadas, se observó que el alimento untable no presentaría una coloración llamativa hacia el consumidor, por lo que se agregó cocoa amarga natural, la cual le dio un aspecto y olor característico. La cocoa, al ser natural proporciona antioxidantes, vitaminas y minerales; entre los primeros, se encuentran los flavonoides, donde se incluyen catequinas, procianidinas y

epicatequinas, todo ello disminuye riesgos de accidente cerebrovascular (Flórez, 2020).

Al haber utilizado suero obtenido de la elaboración de queso Oaxaca, el cual es elaborado agregando un cultivo láctico concentrado liofilizado, logra la generación de acidez (ácido láctico) controlada (Food News Latam, 2016). Por lo que se utilizó bicarbonato de sodio en la fórmula para proporcionar la neutralización del ácido láctico en el suero, proveniente de la lactosa, evitando la coagulación de los remanentes de caseína y favoreciendo la reacción de Maillard, la cual le brinda un color café o marrón (Viña, 2017). Se utilizó en un bajo porcentaje 0.30 %, para evitar sabores desagradables y exceso de espuma durante la evaporación que se produce.

Para lograr un efecto más rápido en la obtención de la consistencia y control de la gasificación, provocada por el bicarbonato de sodio (Simmons, 2008), se agregó polvo de hornear.

El estabilizante utilizado, contiene almidón modificado, carragenina y pectina, cumpliendo con las especificaciones por parte de la Food and Drug Administration (FDA), La carragenina, proviene de las algas marinas, que es usado como gelificante y espesante, además de mejorar la textura, incrementar la vida de anaquel y reducir costos en el producto (Wiki, 2010). El almidón modificado ayuda en la consistencia, viscosidad y textura; así mismo la pectina, la cual es obtenida a partir de las paredes y tejidos de frutas, tiene como función la absorción de agua, formando geles, por lo cual se agregó para modificar la textura del alimento untable en menor tiempo (Chasquibol, Arroyo y Morales, 2008).

- Proceso de manufactura requerido del alimento untable

Se establecieron las etapas necesarias para la producción del alimento untable, desde el pesaje de materias primas, hasta el envasado del producto (Ver figura 1). El proceso fue realizado a nivel laboratorio, haciendo uso de estufa eléctrica, cuidando la inocuidad del alimento untable. Al calentar el suero a 65 °C, se comienza a dar una desnaturalización de las proteínas presentes, facilitando la interacción entre estas y los azúcares reductores como la lactosa, lo que implica reacciones químicas como lo es la reacción de Maillard, donde se da una glicación no enzimática, debido a la modificación en las proteínas, ya que sus aminoácidos tienen cambios químicos. Lo anterior proporciona características organolépticas en cuanto a sabor, aroma y color al alimento untable (HFE, 2017).

Se realizaron mediciones de consistencia y grados brix, durante el proceso con el fin de obtener la textura deseada del alimento untable. Al observar los parámetros fisicoquímicos requeridos, se procedió a envasar el alimento untable en frasco de vidrio. Cabe mencionar que a nivel industrial se empacaría en bolsa plástica, sellada con máquina de calor. Posteriormente se almacenó en bodega fría, a una temperatura de 0 a 4 °C, sin embargo se puede dejar a temperatura ambiente, si se agregara un aditivo con fines de conservación, tales como nisina, la cual es efectiva contra bacterias gram positivas/negativas, al bloquear la membrana celular, siendo resistente a procesos térmicos (Sibel, 2009) o natamicina, siendo efectiva contra hongos y levaduras (Rispen y den Hond, 2012), las anteriores no imparten cambios de sabor, color u olor, realizando la observación, que después de abierto, debe refrigerarse.

- Aceptación del alimento untable

A través de una prueba hedónica de cinco puntos, realizada por treinta consumidores, se evaluaron los parámetros de olor, color, sabor y textura. Es importante mencionar que inicialmente se propuso un panel de cien

consumidores, sin embargo, no se pudo llevar a cabo, debido a la pandemia de COVID-19.

Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA), para determinar si las medias entre las muestras son diferentes (Minitab, 2019). Tal y como se muestra en la tabla V, el parámetro de olor, si presentó diferencia significativa en cuanto a la percepción del consumidor, por lo que se descarta la hipótesis nula, esta diferencia se debe a la variación del porcentaje de la cocoa amarga natural, la cual aporta aroma al alimento untado y tuvo variación en su porcentaje en las tres fórmulas. Los parámetros de color, sabor y textura no presentaron diferencia entre sí, por lo que se acepta la hipótesis nula.

Así mismo, para los parámetros anteriormente mencionados, se realizaron análisis de Tukey, para obtener datos más detallados acerca de las diferencias entre las medias. El método de Tukey permite el control de la tasa de error por familia en comparaciones múltiples, ajustando el nivel de confianza de cada parámetro (olor, color, sabor y textura) (Minitab, 2019).

En la tabla VI, se observa que la formulación 2, es significativamente diferente en olor, lo que concuerda en el resultado obtenido en el ANOVA, así mismo los parámetros de color, sabor y textura (ver tablas VII a la IX), no presentaron diferencia significativa, a un nivel de confianza del 95 %.

Los treinta consumidores al momento de realizar la prueba hedónica demostraron preferencia por la fórmula 2 (n=13), colocando dentro de los comentarios que la elegían sobre la fórmula 1 y 3, debido al sabor suave, dulzor agradable al paladar y consistencia adecuada para untar (ver figura 2).

Se estableció un punto de corte en la prueba hedónica de 4 de aceptabilidad, (ver figura 3), esto es de importancia ya que indica que el alimento untado fórmula 2, se encuentra dentro de la categoría “me gusta”, lo cual es favorable al momento de querer elaborar el alimento, no solo a escala laboratorio, sino industrial. Se evidenció que los panelistas, asociaron el producto, como si se tratara de un dulce de leche o arequipe, realizando la observación que al paladar el sabor era menos dulce y que les agradaría poder llegar a adquirirlo en el mercado.

- Composición nutricional, características fisicoquímicas y microbiológicas del producto

Al producto terminado elegido durante la prueba de preferencia sensorial, que en este caso fue la formulación 2, se evaluaron parámetros fisicoquímicos (Ver Tabla X). El pH es importante para la conservación del alimento, ya que, dependiendo del grado de acidez de un alimento, puede verse favorecido el crecimiento de microorganismos, entre los cuales algunos son patógenos, se recomiendan valores por debajo de 4,6 para asegurar la inhibición del crecimiento de microorganismos, entre ellos *Clostridium botulinum* (Chavarrías, 2013).

El pH obtenido fue medianamente ácido, lo cual puede aún permitir el crecimiento de microorganismos que puedan afectar el alimento, para ello se propone que, a nivel industrial, se pueda hacer uso de preservantes, tales como natamicina y nisina.

Los grados Brix, determinan el contenido de sacarosa en el agua, dicha medición se llevó a cabo, a través de un refractómetro digital, a una temperatura controlada de 20 °C, según indicaciones del equipo. Con ello se permitió estimar la cantidad de sólidos presentes y determinar la finalización del calentamiento del

alimento unttable, según la literatura y productos similares al elaborado en este estudio, se esperaba llegar a una concentración de sólidos por encima de 70° Brix (Kurlat, 2010). Esta determinación es necesaria para el control de la calidad del alimento unttable, ya que a 82.6° Brix, se amplía la vida útil de producto, siendo la sacarosa utilizada la que actúa como conservante, inhibiendo microorganismos, puesto que el agua disponible fue absorbida lo que ya no permitiría el crecimiento de bacterias, mohos y levaduras (Lázaro, 2017).

La consistencia se obtuvo a través de un consistómetro Bostwick de acero inoxidable, midiendo de manera rápida y sencilla la propiedad de flujo de sustancias viscosas (Pce, s.f.). Se evidenció que la consistencia obtenida fue pastosa, sin cristales perceptibles, recorriendo 4 cm en el instrumento de medición. Al tratarse de un alimento semisólido, se evalúa la consistencia, en productos similares se mencionan consistencias blandas, uniformes, suaves, lisas y entre 4 a 8 cm de grados Bostwick (Cienfuegos, 2014).

El parámetro de humedad se presentó en 36.85 % (ver tabla X). En Guatemala no existen normativas sobre los límites mínimos o máximos permitidos, en productos tales como el dulce de leche, arequipe o manjar. En la literatura y normativas internacionales como la de Argentina, se considera que la humedad debe estar en un rango de 28 a 30 %, sin embargo, en los estudios realizados se admite que dependerá de la textura o consistencia que se requiera en el producto final (Zea, 1998). El tener una humedad como la del presente producto, puede llegar a afectarlo, ya que puede ser una vía para el desarrollo de microorganismos que pueden causar daños sensoriales y de inocuidad en el alimento unttable, por lo que hay que considerar la utilización de un empaque adecuado y el uso de conservantes si lo desea el fabricante.

Se llevó a cabo análisis microbiológicos (ver tabla XI), los cuales cumplen con la norma del RTCA, donde se especifica que el alimento debe cumplir con inocuidad, demostrando que está dentro de los parámetros para recuento total de aerobios, recuento de coliformes fecales y ausencia de *E. coli*, *Salmonella*, *S. aureus* y *Listeria monocytogenes*. Es importante mencionar que se realizaron dos mediciones con cinco días de diferencia para el análisis de recuento total de aerobios, debido a que en la primera medición se encontraba en 240 mil, lo cual no se encuentra dentro del rango permitido (20 mil a 50 mil UFC/mL), según COGUANOR NGO 34:041, para leche de vaca pasteurizada, aplicando en el presente estudio realizados estos límites para el suero pasteurizado (COGUANOR, s.f.).

Si se toma en cuenta que se utilizó leche grado B en la cual el conteo de microorganismos aeróbicos se permite entre 400 mil y menor a 1 millón de UFC/ml (MAGA, 2002). Y el uso de cultivos liofilizados en el proceso de elaboración del queso Oaxaca (ANMAT, 2014), del cual se obtuvo el suero, ambos contribuyeron a la presencia de un recuento elevado de microorganismos, a pesar haber pasteurizado el suero lácteo.

Lo anterior ocasiona problemas de inocuidad en el alimento al tener menor tiempo de vida de anaquel, por lo que luego de envasar el producto, se realizó un tratamiento térmico, a través de la aplicación de temperatura en baño maría a 85 °C por 30 min, lo cual evita riesgos de contaminación y por ende prolonga la vida útil del producto, facilitando el almacenaje (Kurlat, 2010). Logrando de esta forma que el recuento de microorganismos patógenos se encuentre dentro de los límites permisibles. Sin embargo, cabe mencionar que, si el alimento untable llegara a realizarse a nivel industrial, se empacaría en bolsa plástica y se podría agregar un preservante como fin tecnológico.

La información del contenido nutricional del alimento unttable destaca al producto alimenticio, en cuanto a los nutrientes que se deben declarar según el RTCA (RTCA, 2010). En la tabla XII, se muestran los valores obtenidos en el análisis realizado en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), en donde se expresan los datos, por cada 100 gramos de alimento unttable. Esto se realizó con el fin de brindar datos acerca de la calidad nutricional, a través del aporte energético y nutrientes. Realizando una comparación con la leche de vaca, con cocoa, fluida presentada en la tabla de composición de los alimentos del INCAP, que es uno de los alimentos que más se asemejan al alimento unttable, por los ingredientes mencionados, se puede destacar que el alimento unttable, es superior en todos los parámetros analizados y reportados (Ver anexo 1).

En el mercado guatemalteco existen alimentos unttables tales como dulce de leche, arequipe, queso crema, entre los más conocidos y consumidos. Según el RTCA de etiquetado nutricional, el producto realizado en el presente trabajo se encuentra dentro de la categoría de productos lácteos, por lo que se debe consumir por tiempo de comida en porciones de 30 gramos (ver tabla XIII).

De acuerdo con la declaración de propiedades, el alimento unttable es bajo en sodio, al no contener más de 140 mg por porción. Al comparar el producto con un queso crema, se observó que el alimento unttable contiene menor cantidad de energía y grasa total; por otro lado, posee mayor cantidad de carbohidratos, debido a la utilización de sacarosa en la formulación, así mismo mayor cantidad de calcio, el cual se encuentra en el suero lácteo de forma natural y que puede actuar como un producto de alta biodisponibilidad, para el consumo de este micronutriente, favoreciendo la salud ósea (Poveda, 2013).

A diferencia del queso crema, hay presencia de Vitamina A, por la adición de azúcar fortificada y la existencia de ésta en el suero lácteo, además se determinó la presencia de magnesio, sin embargo, este dato no es relevante, debido a que la ingesta diaria recomendada es de 300 mg/100 g (FAO/OMS) (ver tabla XIII) (INCAP, 2007).

La formulación de un arequipe en el mercado nacional se comparó con el alimento untable y se constató que el primero contiene menor cantidad de sodio y carbohidratos, así mismo el contenido de proteína es similar a la formulación experimental elaborada, sin embargo, el arequipe no contiene vitamina A, por lo que se diferencia en gran forma el alimento untable realizado.

Otro de los parámetros evaluados, fue el contenido de ceniza que constituye uno de los elementos más representativos del suero, en la literatura se reportan valores menores del 5 %, en el alimento untable se obtuvo 2.14 g/100 g del alimento, es decir un 4.6 % aproximadamente, por lo que se encuentra dentro del rango e indica la cantidad de material inorgánico, tales como minerales que se presentan después de haber realizado el proceso térmico del alimento, eliminando el agua y materiales orgánicos como grasas y proteínas (Márquez, 2014).

Para ampliar más acerca del parámetro obtenido de vitamina A, se tomó en cuenta el valor de referencia nutricional establecido por FAO/OMS, el cual indica el consumo de ingesta diario de energía y de algunos de los macronutrientes y micronutrientes, para ello se realizó una comparación entre el parámetro teórico y calculado obtenido (ver tabla XIV), donde se observa que en lo que respecta a vitamina A, se encuentra dentro de la ingesta diaria recomendable y puede considerarse el alimento untable como fuente de vitamina A, al contener no

menos del 10 % del VRN por 100 g, ya que representa un 60 % de VRN (ver fórmula 1).

- Factibilidad técnica y económica de la elaboración de un alimento unttable a base de suero lácteo

Se obtuvo un bajo rendimiento del producto (35 %), debido a que durante el proceso se da una evaporación del agua contenida en el suero lácteo, mientras que el restante es absorbido por los demás ingredientes dentro de la formulación, por lo que se puede decir que el proceso fue efectivo ya que se obtuvo el producto con la consistencia deseada, sin embargo, se debe considerar este aspecto y realizar pruebas a nivel industrial (ver fórmula 2), en elaboraciones de productos similares, se reporta en la literatura rendimientos del 35 al 40 % (Mora, 2012).

Se determinaron los costos de elaboración del alimento unttable fórmula 2, para conocer la competencia en el mercado guatemalteco, el cual fue de Q 19.50, proponiendo un precio de Q 30.00, por la variación de precios que pueda existir en el futuro, respecto a materias primas, obteniendo un 35 % de ganancias, considerando que no se tomaron en cuenta los precios de almacenamiento en cuarto frío y distribución. El precio competitivo radica en que se está haciendo uso de suero lácteo, el cual tiene bajo costo, a diferencia de otros productos en el mercado, los cuales están realizados con leche pasteurizada, leche entera de cabra o leche descremada en polvo. Los productos similares en el mercado por 454 gramos se encuentran en un rango de precios que van desde los Q19.00 hasta Q 52.00 (ver tabla XV).

CONCLUSIONES

1. Se logró elaborar tres formulaciones de alimento untable a partir de suero lácteo, para los cuales se estableció el proceso de manufactura, realizando análisis fisicoquímicos como: pH y grados Brix, siendo requisitos en la obtención de la consistencia final, caracterizando al producto.
2. El análisis de varianza y pruebas de Tukey, demostraron que el alimento untable fórmula 2, presentó diferencia significativa para el parámetro de olor, descartando la hipótesis nula ($p < 0.05$). Los parámetros de color, sabor y textura no presentaron diferencia significativa, por lo que se acepta la hipótesis nula ($p > 0.05$).
3. A través de la realización de una prueba hedónica, evaluada por 30 consumidores, se estableció que la segunda formulación que contiene 2 % de estabilizante, fue la de mayor preferencia sensorial.
4. El alimento untable formulación 2, cumple con las normas COGUANOR NGO 34:041 y RTCA 67.04.50:08 de inocuidad, al encontrarse dentro de los parámetros permitidos de recuento total de aerobios, coliformes totales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp.* y *Listeria monocytogenes*.
5. El producto final obtenido cumple con los requerimientos nutricionales y valores de referencia de nutrientes establecidos por la FAO/OMS, especificados en el RTCA 67.01.60:10, tales como: carbohidratos totales, proteína, grasa total, vitamina A, calcio y sodio.

6. Por medio del análisis proximal realizado por el INCAP, se logró determinar que el producto es una buena fuente de vitamina A, lo cual se debe a las propiedades naturales del suero lácteo y el uso de sacarosa fortificada con dicha vitamina.

7. El rendimiento del producto fue de un 35 % y se determinaron los costos unitarios del producto, siendo de Q 19.50, demostrando que tiene alto potencial para poder ser introducido al mercado guatemalteco.

RECOMENDACIONES

1. Se deben realizar más estudios para determinar la vida de anaquel del producto, haciendo uso de preservantes.
2. Realizar formulaciones utilizando cocoa alcalina, con el objeto de minimizar costos y disminuir la efervescencia del bicarbonato de sodio y polvo para hornear.
3. Optimizar el proceso propuesto para minimizar las pérdidas e incrementar el rendimiento final del producto.
4. Proponer investigaciones futuras sobre la utilización de suero lácteo como fuente de biodisponibilidad de nutrientes esenciales como proteína, calcio y vitaminas.

REFERENCIAS

1. Abd El-Salam, M.; El-Shibiny, S. y Salem, A. (2009). *Factors Affecting the functional properties of whey protein products a review. Food Rev International*, 25(3), 251-70.
2. Aecosan. (s.f.). *Información alimentaria*. España: Ministerio de sanidad, servicios sociales e igualdad
3. Aenor, (1997). *Análisis sensorial*. España: Recopilación de Normas UNE.
4. Aider, M.; Halleux, D.; y Melnikova, I. (febrero, 2016). Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10(3), 334-341.
5. Alviar, J. (2010). *Manual Agropecuario: tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente*. Ecuador: Editorial Limerin.
6. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. (2014). *Microorganismos indicadores*. España: INAL-ANMAT.
7. Anzaldúa M. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. España: Editorial Acribia.

8. Azzari, M. (2014). *Análisis de factibilidad para la fabricación de una bebida refrescante de lactosuero*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
9. Barrios, O. (2017). *Formulación y aceptabilidad de una bebida funcional a base de lactosuero, suplementada con colágeno, estudio realizado en una industria láctea del municipio de San Cristóbal, Totonicapán, departamento de Totonicapán*. (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
10. Belitz, H. y Grosch, W. *Química de los alimentos*. Alemania: Editorial Acribia.
11. Briczinski, E. y Roberts, R. (17 de marzo de 2002). Production of an exopolysaccharide-containing whey protein concentrate by fermentation of whey. *Journal of Dairy Science*, 85(12), 3189-3197.
12. Cabezas, C.C., Hernández, B.C. y Vargas, M. (2015). Azúcares adicionados a los alimentos. *Revista Facultad de Medicina*, 64(2), 319-29.
13. Caessens, P. Visser, S. y Gruppen, H. (11 de octubre de 1997). Method for the isolation of bovine β -lactoglobulin from a cheese whey protein fraction and physicochemical characterization of the purified product. *Journal Dairy International*, 229-235.
14. Campos, P.; Granados, P. y Rodríguez, F. (2009). Sustitutos en la alimentación animal. *Revista de la Universidad de Costa Rica*, (48), 1008-1015.

15. Chavarrías, M. (2 de septiembre 2013). *El pH de los alimentos y la seguridad alimentaria*. Eroski Consumer. Recuperado de: <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/el-ph-de-los-alimentos-y-la-seguridad-alimentaria.html>
16. Chasquibol, N.; Arroyo, E. y Morales, J. (2008). Extracción y caracterización de pectinas obtenidas a partir de frutos de la biodiversidad peruana. *Revista de Ingeniería Industrial*, (26), 175-199.
17. Cienfuegos, M. (2014). *Formulación, desarrollo y diseño de un producto a base de pudín de banano común (Musa sapientum L) fortificado con hierro para la sustentación nutricional de niños de dos a diez años*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos. Guatemala.
18. Codex Alimentarius. (1995). *Norma general para los aditivos alimentarios*. Guatemala: FAO. Recuperado de: http://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf
19. COGUANOR. (s.f.). Leche de vaca pasteurizada, fresca, ultra alta temperatura (UHT) y esterilizada, homogeneizada. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/.%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CGTM_9.pdf
20. Cox, M. y Lehninger, D. (2006). *Principios de bioquímica*. España: Editorial Omega.

21. Csapó, J.; Martin, G.; Kiss, Z.; y Házás, Z. (1996). Protein, fats, vitamin and mineral concentrations in porcine colostrum and milk from parturition to 60 days. *Journal Dairy International*, (6), 881-902.
22. Cuéllar, G. (2017). *Formulación de alimento balanceado*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
23. Davisco Foods. (14 de abril de 2007). *Propiedades de las proteínas del suero de leche*. [Mensaje en un blog] Recuperado de: [http://www.alimentacion.org.ar/index.php?option=com_contentview=articleid=1273:propiedades-de-las-proteinas-de-suero-de-lecheycatid=38:publicaciones-especializadas&Itemid=56](http://www.alimentacion.org.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=1273:propiedades-de-las-proteinas-de-suero-de-leche&catid=38:publicaciones-especializadas&Itemid=56)
24. Discovery salud. (23 de enero 2003). *El suero de leche: una fuente de proteínas poco conocida*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://www.dsalud.com/index.php?pagina-articuloyc-730>
25. Duque, J. (2 de mayo de 2017). *Factibilidad técnica, operativa y económica*. [Mensaje de blog]. Recuperado de: <https://prezi.com/opjkiqrxkllj/factibilidad-tecnica-operativa-y-economica/>
26. Flórez, K. (10 de agosto de 2020). *Beneficios del cacao amargo*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://mejorconsalud.com/11-increibles-beneficios-del-cacao-amargo/>
27. Food News Latam. (3 de julio de 2016). *Choozit: cultivo estabilizador*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.lacteoslatam.com/productos/23-ingredientes->

aditivos/3469-choozit,-nuevo-cultivo-estabilizador-de-queso-curado.html

28. Foegeding, E. y Luck, P. (2002). *Whey protein products*. Encyclopedia of Foods Sciences and Nutrition. New York: Academic Press.
29. Frías, J. (18 de febrero de 2015). *Manufactura*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://tecnologiademanzana.wordpress.com/2015/06/28/manufactura/>
30. Fundación vasca para la seguridad agroalimentaria. (s.f.). *Formulación de productos*. Guatemala: Autor. Recuperado de <https://alimentos.elika.eus/wp-content/themes/elikaindustria/formacion/4.2.formulacion%20de%20productos.pdf>
31. Granados, C.; González, R.; Galindo, W.; Pérez, D. y Castro, N. (2016). Obtención de queso crema con propiedades funcionales suplementado con sólidos de lactosuero e inoculado con *Lactobacillus casei*. *Orinoquia*, 2(20), 40-46.
32. Health Fitness Evolution. (21 de diciembre de 2017). *¿Se puede calentar la proteína?*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.hfesaludintegral.com/blog/postres-fit-proteina/>
33. Hernández, E. (2005). *Evaluación sensorial*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Colombia. Bogotá.

34. Hernández, J.; Prieto, F.; Reyes, V.; Marmolejo, Y. y Méndez, M. (julio de 2012). Caracterización fisicoquímica de un lactosuero. *Revista de la Universidad de Guanajuato*, 22(1), 11-18.
35. Hernández, B.; Recio, B. y Amigo, L. (2008). β -lactoglobulin as source of bioactive peptides. *Amino acids*, 35, 257-265.
36. Ichef. (19 de noviembre de 2019). *Alimentos untables*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://web.archive.org/web/20110713001528/http://www.ichef.com/recipe.cfm?filterid=recipecategoryidyletter=allyrecipecategoryid=45ytask=categorysearch>
37. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. (2007). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica*. Guatemala: INCAP/OPS.
38. Jelen, P. (2003). *Whey processing: utilization and products*. Encyclopedia of Dairy Sciences. London: Academic Press.
39. Kreider, B.R. (2004). *La nutrición del adulto mayor y las proteínas del suero de leche*. USA: Dairy Export Council.
40. Kurlat, J. (2010). *Elaboración de dulce de leche*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
41. Lázaro, I. (13 de enero 2017). *Grados Brix en las frutas en conserva*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de:

<https://www.lazayafruits.com/es/blog-de-frutas-en-conserva/grados-brix-en-las-frutas-en-conserva-que-miden/>

42. Loaiza, M. (2011). *Aprovechamiento del suero de leche para la elaboración de una bebida funcional*. (Tesis de licenciatura). Universidad de las Américas. Chile.
43. Liu, X.; Chung, K.; Yang, S. y Yousef, A. (2015). Continuous nisin production in laboratory media and whey permeate by immobilized *Lactococcus lactis*. *Journal Process Biochemistry*, (40) 13-24.
44. Mansson, H. (2003). Composition of Swedish dairy milk. *Journal Dairy International*, (13), 409-425.
45. Márquez, B. (2014). *Cenizas y grasas*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de San Agustín: Perú.
46. Mehra, R. Marnila, P. y Korhonen, H. (2006). Milk immuns for helth promotion. *Journal Dairy International*, (16) 1334-1340.
47. Mena, S. (2017). *Bebida con suero de leche enriquecida con micronutrientes como alternativa ecológica y nutritivamente saludable de alimentación en las diferentes etapas del embarazo de la mujer guatemalteca*. (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
48. Meyer, M.; Kircher, S.; Usami, O; Berlin, J. y Medina, F. (1986). *Elaboración de productos lácteos: Manuales para educación agropecuaria*. México: Editorial Trillas.

49. Minitab. (30 de junio de 2019). *¿Qué es ANOVA?*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/basics/what-is-anova/>
50. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2002). *Normas para la inocuidad, pasteurización y rehidratación de la leche, comercialización de los productos lácteos, su empaque y etiquetado, así como las contravenciones y sanciones por su incumplimiento*. Guatemala: MAGA. Recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gua68462.pdf>
51. Morita, Y.; Ono-Ohmachi, A.; Higurashi, S.; Matsuyama, H.; Serizawa, A. y Takeya, T. (2012). The bone strengthening activity of milk basic protein is not dependent on lactoferrin. *Internat Dairy j*,(27), 40-46.
52. Mora, D. (2012). Sistema de producción a pequeña escala de dulce de leche caprino en Costa Rica. *Red de revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 23(1), 151-158.
53. Panesar, P.; Kennedy, J.; Gandhi, D. y Bunko, K. (2017). Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry*, 105, 1-14.
54. Parra, R. (2008). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía de Medellín*, 62(1), 4967-4982.
55. PCE. (s.f.). *Consistómetro Bostwick*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles->

tecnicos/instrumento-de-medida-laboratorio/consistometro-
bostwick-zxcon.htm

56. Pilco, J. (2013). *Utilización de pectina, gelatina y goma xantana en el manjar de leche a base de lactosuero*. (Tesis de licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
57. Poveda, E. (2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(4), 397-403.
58. Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) (2010). *Etiquetado Nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años*. Guatemala: Autor. Recuperado de: <https://www.mspas.gob.gt/component/jdownloads/send/260-reglamentos-tecnicos-centroamericanos/2116-etiquetado-nutricional-de-productos-alimenticios-preenvasados-para-consumo-humano-para-la-poblacion-a-partir-de-3-anos-de-edad.html>
59. Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA). (2012). *Alimento y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios*. Guatemala: Autor. Recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/sica180233anx.pdf>
60. Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA). (7 de marzo de 2018). *Alimentos: Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de:

<https://www.mspas.gob.gt/images/files/drca/normativasvigentes/RTCACriteriosMicrobiologicos.PDF>

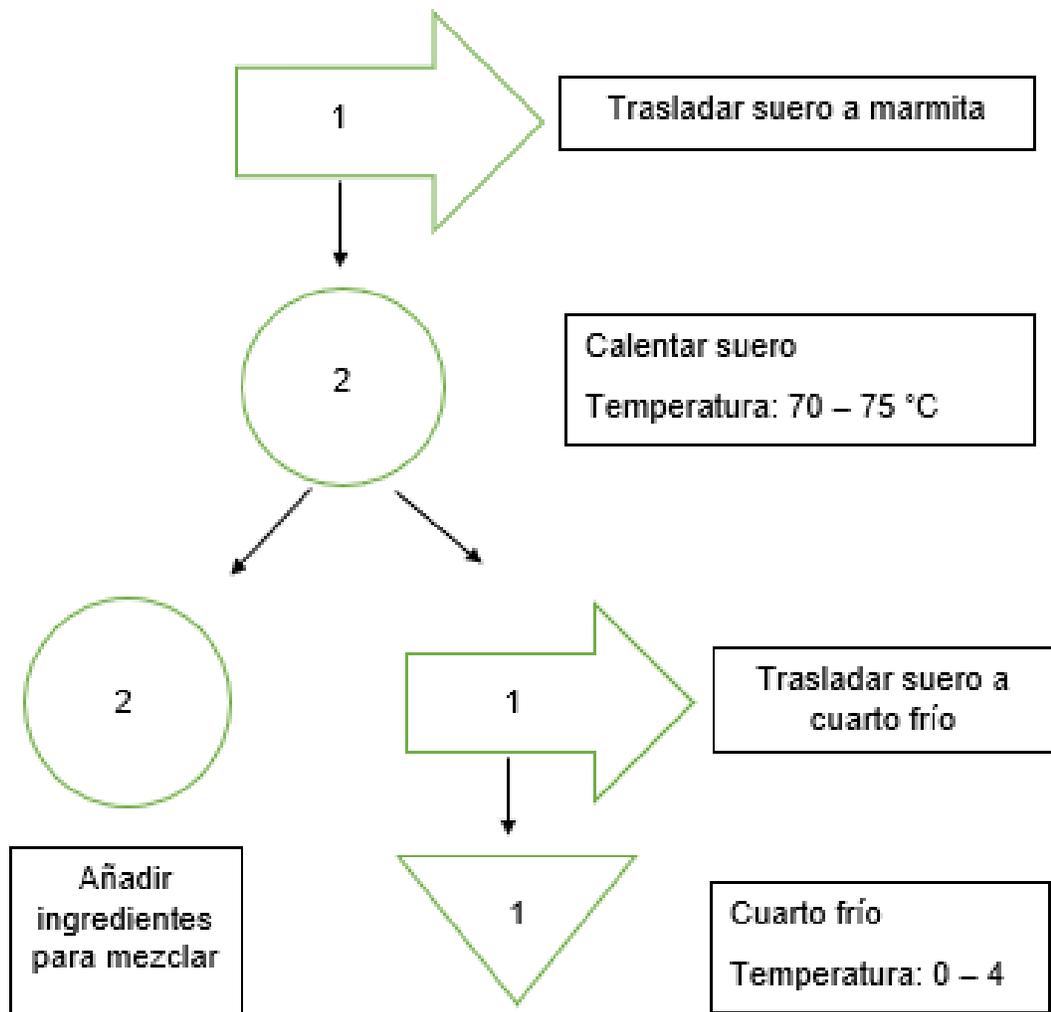
61. Rispens, S. y den Hond, B. (5 de febrero de 2012). *De kleine schimmel*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.nemokennislink.nl/publicaties/de-kleine-schimmeldoder/>
62. Sánchez, G.; Gil; M.J.; Gil, M.A.; Giraldo, F.J.; Millán, L.J. y Villada, M.E. (2009), Aprovechamiento del suero lácteo de una empresa del norte antioqueño mediante microorganismos eficientes. *Producción limpia*, (4), 66-74.
63. Sibel, R. (2009). *Natural antimicrobials for the minimal processing of foods*. Nueva York: CRC Press.
64. Simmons, A. (2008). *American cookery*. USA: Oxford University Press.
65. Turmero, P. (s.f.). *Actividad acuosa en los alimentos*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/gmanrique/images/Apunte_Actividad_de_agua.pdf
66. Valdivieso, J. (2012) *Elaboración DE 3 productos lácteos, utilizando leche entera y uvilla laphysalis peruviana*. (Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias Pecuarias. Ecuador.
67. Viña, A. (22 de septiembre de 2017). *Dulce de leche*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de:

<https://es.scribd.com/document/343113934/Funcion-Del-Bicarbonato-en-Arequipe>

68. Wakabayashi, H.; Yamauchi, K. y Takase, M. (2006). Lactoferrin research, technology, and applications. *Journal Dairy International*, (16), 1241-1251.
69. Wiki, C. (marzo de 2010). *¿Para qué sirve la carragenina? Beneficios y propiedades*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://blog.nutritienda.com/carragenina/>
70. Zamora, O. (2013). *Estudio de factibilidad para comercializar queso ricotta como subproducto del proceso de fabricación de otros quesos*. (Tesis de licenciatura). Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.
71. Zea, S. (1998). *Tres tipos de dulce de leche como opción para la comercialización de excedentes de producción láctea en el Municipio de Nueva Concepción, Escuintla*. (Tesis de licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

APÉNDICES

Apéndice 1. Procedimiento para recuperación de suero lácteo



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Instrumento de recolección de datos para prueba hedónica de 5 puntos



Prueba de aceptación de producto

Fecha: _____

Género: Masculino _____ Femenino _____

Edad: _____

Frente a usted hay tres muestras de alimento untable elaborado a partir de suero lácteo, pruébelas una a una y seleccione la categoría de preferencia según la escala hedónica y finalmente la muestra de su preferencia.

Escala hedónica	
Categoría	
Me gusta mucho	
Me gusta	
No me gusta, ni me disgusta	
Me disgusta	
Me disgusta mucho	

Muestra	Olor	Color	Sabor	Textura
1				

Muestra	Olor	Color	Sabor	Textura
2				

Muestra	Olor	Color	Sabor	Textura
3				

Marque con una "x" la muestra de su preferencia

Prefiero la muestra: 1 2 3

Comentarios y sugerencias:

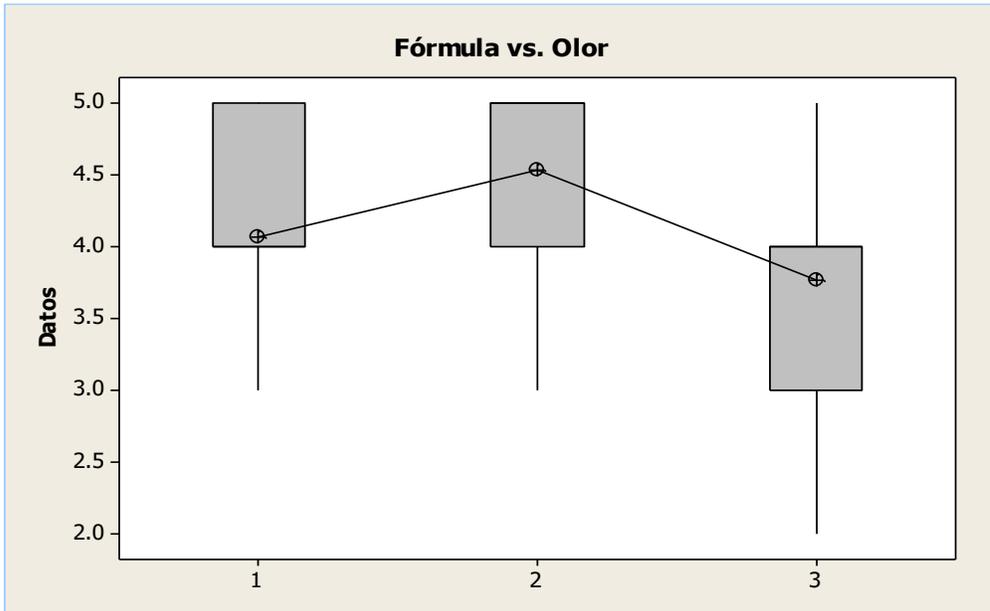
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Producto final obtenido**



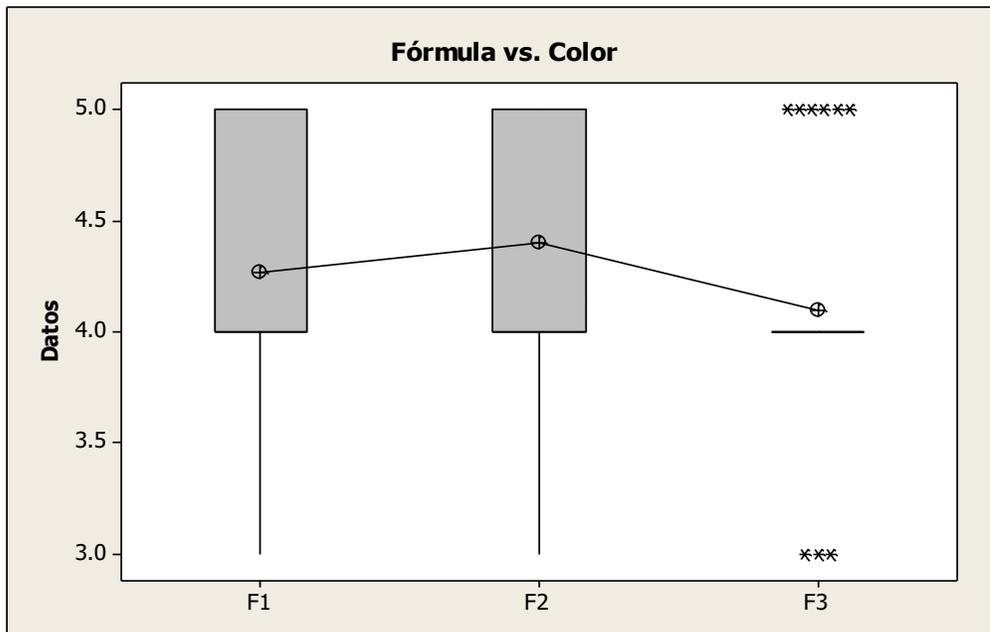
Fuente: [Fotografía de Andrea Jacinto]. (Empresa privada de lácteos. 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 4. **Análisis de Tuckey para fórmula 2 vs. olor**



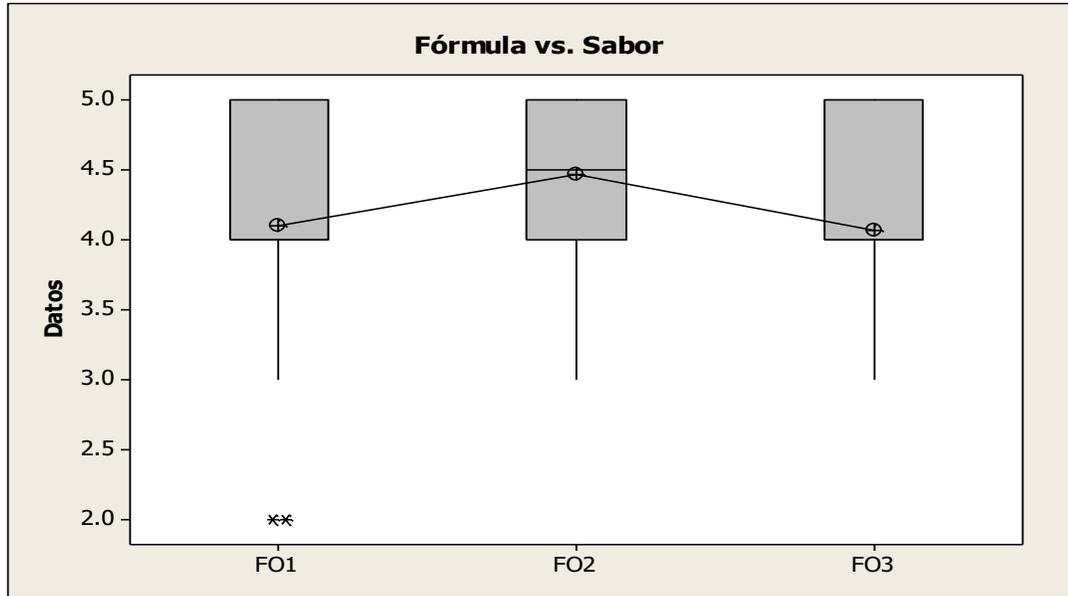
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Análisis de Tuckey para fórmula 2 vs. color**



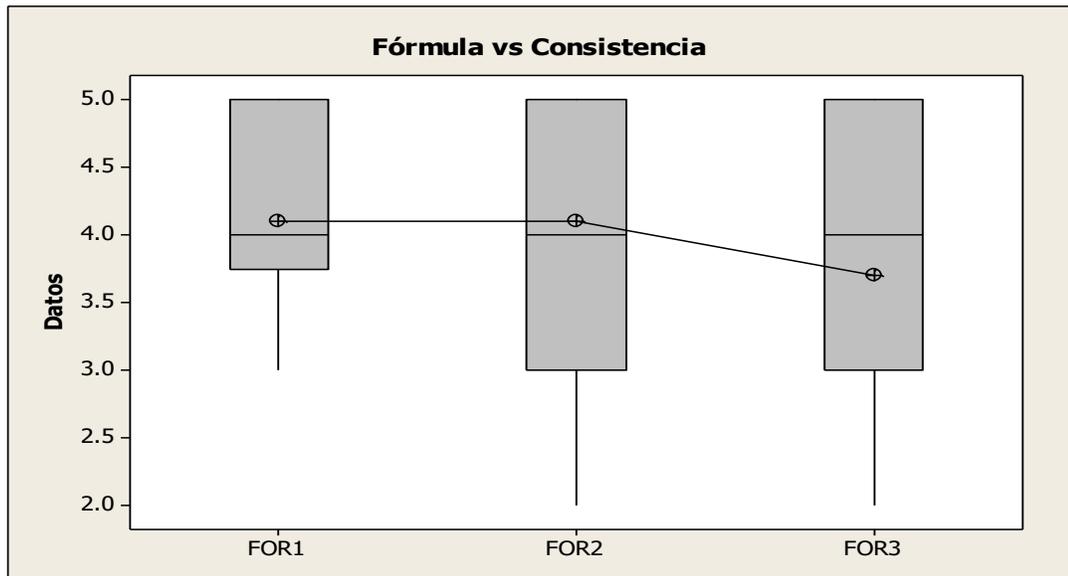
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Análisis de Tuckey para fórmula 2 vs. sabor**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Análisis de Tuckey para fórmula 2 vs. consistencia**



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de composición de alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá

Código	NOMBRE	Agua	Energía	Proteína	Grasa Total	Carbohidratos	Fibra Diet. total	Ceniza	Calcio	Fosforo	Hierro	Tiamina	R Riboflavina	Niacina	Vit. C	Vit. A Equiv. Retinol	Ac. grasos mono-insat.	Ac. grasos poli-insat.	Ac. Grasos saturados	Colesterol	Potasio	Sodio	Zinc	Magnesio	Vit. B6	Vit. B12	Ac. Fólico	Folato Equiv. FD	Fracción Comestible		
		%	Kcal.	g	g	g	g	g	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mcg	g	g	g	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mcg	mcg	mcg	%		
01. PRODUCTOS LÁCTEOS Y SIMILARES																															
1001	CREMA, ESPESA	57.71	345	2.05	37.00	2.79	0.00	0.45	65	62	0.03	0.02	0.11	0.04	1	411	10.69	1.37	23.03	137	75	38	0.23	7	0.03	0.18	0	4	1.00		
1002	CREMA, RALA	73.75	195	2.70	19.31	3.66	0.00	0.58	96	80	0.04	0.03	0.15	0.06	1	181	5.58	0.72	12.02	66	122	40	0.27	9	0.03	0.22	0	2	1.00		
1003	CREMA, SUSTITUTO NO LÁCTEO, EN POLVO	2.21	546	4.79	35.48	54.88	0.00	2.64	22	422	1.15	0.00	0.17	0.00	0	2	0.97	0.01	32.53	0	812	181	0.51	4	0.00	0.00	0	0	1.00		
1004	LECHE DE BURRA, FLUIDA	90.20	43	1.70	1.20	6.50		0.40	126	57	0.20	0.02	0.09	0.10	2														1.00		
1005	LECHE DE CABRA, FLUIDA	87.03	69	3.56	4.14	4.45	0.00	0.82	134	111	0.05	0.05	0.14	0.28	1	57	1.11	0.15	2.67	11	204	50	0.30	14	0.05	0.07	0	1	1.00		
1008	LECHE DE VACA, CHOCOLATADA, FLUIDA, BAJA EN GRASA	82.17	76	2.99	1.90	12.13	0.70	0.81	109	76	0.24	0.05	0.56	0.16	0	64	0.46	0.09	1.18	8	123	66	0.39	14	0.02	0.33	0	2	1.00		
1045	LECHE DE VACA, CON COCOA, FLUIDA	82.57	77	3.52	2.33	10.63	1.00	0.65	105	105	0.48	0.04	0.18	0.13	0	51	0.68	0.03	1.43	8	197	44	0.63	23	0.04	0.42	0	5	1.00		
1009	LECHE DE VACA, CONDENSADA C/AZÚCAR, ENLAT.	27.16	321	7.91	8.70	54.40	0.00	1.83	284	253	0.19	0.09	0.42	0.21	3	74	2.43	0.34	5.49	34	371	127	0.94	26	0.05	0.44	0	11	1.00		
1012	LECHE DE VACA, DESCREMADA C/VIT A, EN POLVO	3.16	362	36.16	0.77	51.98	0.00	7.93	1257	968	0.32	0.41	1.55	0.95	7	653	0.20	0.03	0.50	20	1794	535	4.08	110	0.38	4.03	0	50	1.00		
1013	LECHE DE VACA, DESCREMADA C/VIT A, EN POLVO INSTANTÁNEA	3.96	358	35.10	0.72	52.19	0.00	8.03	1231	985	0.31	0.41	1.74	0.89	6	709	0.19	0.03	0.47	18	1705	549	4.41	117	0.34	3.99	0	50	1.00		
1046	LECHE DE VACA, DESCREMADA C/VIT A, FLUIDA (1% GRASA)	89.92	42	3.37	0.97	4.99	0.00	0.75	119	95	0.03	0.02	0.19	0.09	0	58	0.28	0.04	0.63	5	150	44	0.42	11	0.04	0.44	0	5	1.00		

Fuente: INCAP (2007). *Tabla de composición de alimentos de Centro América.*

Anexo 2. **Tabla de composición de alimentos**

Proteína	g	50
Vitamina A	µg	800
Vitamina D	µg	5
Vitamina C	mg	60
Tiamina	mg	1,4
Riboflavina	mg	1,6
Niacina	mg	18
Vitamina B6	mg	2
Acido fólico	µg	200
Vitamina B12	µg	1
Calcio	mg	800
Magnesio	mg	300
Hierro	mg	14

Fuente: RTCA, (2010). *Etiquetado nutricional de productos.*