



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

Aplicación de emulsiones con adición de hidrocoloides como sustituto de grasa en la elaboración de chocolate unttable con tres tipos de variedades de cacao.

**ERREYES CABRERA GRACE CAROLAYNE
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**AGUILAR AGUILAR EMILY DAYANA
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

Aplicación de emulsiones con adición de hidrocoloides como sustituto de grasa en la elaboración de chocolate untable con tres tipos de variedades de cacao.

**ERREYES CABRERA GRACE CAROLAYNE
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**AGUILAR AGUILAR EMILY DAYANA
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

TRABAJOS EXPERIMENTALES

Aplicación de emulsiones con adición de hidrocoloides como sustituto de grasa en la elaboración de chocolate unttable con tres tipos de variedades de cacao.

**ERREYES CABRERA GRACE CAROLAYNE
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**AGUILAR AGUILAR EMILY DAYANA
INGENIERA EN ALIMENTOS**

BELTRAN BALAREZO CAROLINA ESTEFANIA

**MACHALA
2024**

Aplicación de emulsiones con adición de hidrocoloides como sustitutos de grasa para la elaboración de chocolate untable con tres tipos de variedades de cacao

por Emily Dayana Aguilar Aguilar

Fecha de entrega: 09-ago-2024 04:53p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2429708479

Nombre del archivo: n_de_chocolate_untable_con_tres_tipos_de_variedades_de_cacao.pdf (2.2M)

Total de palabras: 16175

Total de caracteres: 92907

Aplicación de emulsiones con adición de hidrocoloides como sustitutos de grasa para la elaboración de chocolate untado con tres tipos de variedades de cacao

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
2	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1%
3	Submitted to Universidad Complutense de Madrid Trabajo del estudiante	<1%
4	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%
5	www.chefuri.net Fuente de Internet	<1%
6	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
7	idus.us.es Fuente de Internet	<1%
8	idoc.pub	

Fuente de Internet

<1 %

9

Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD

Trabajo del estudiante

<1 %

10

eprints.uanl.mx

Fuente de Internet

<1 %

11

repositorio.utmachala.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

12

pdfcookie.com

Fuente de Internet

<1 %

13

Submitted to Higher Education Commission Pakistan

Trabajo del estudiante

<1 %

14

www.scielo.org.co

Fuente de Internet

<1 %

15

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

16

eprints.ucm.es

Fuente de Internet

<1 %

17

libros.utb.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

18

repositorio.unas.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

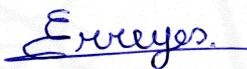
Las que suscriben, ERREYES CABRERA GRACE CAROLAYNE y AGUILAR AGUILAR EMILY DAYANA, en calidad de autoras del siguiente trabajo escrito titulado Aplicación de emulsiones con adición de hidrocoloides como sustituto de grasa en la elaboración de chocolate untable con tres tipos de variedades de cacao., otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Las autoras declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Las autoras como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



ERREYES CABRERA GRACE CAROLAYNE

0705966034



AGUILAR AGUILAR EMILY DAYANA

0707268231

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis en primer lugar a Dios, por brindarme salud, vida e inteligencia para poder culminar con éxito mis estudios. En especial dedico este trabajo a mis padres, por todo el esfuerzo y apoyo que me han dado, por estar en mis momentos más difíciles siendo mi mayor inspiración, permitiéndome construir un futuro mejor para mí. A mis hermanos y demás familiares, quienes han celebrado cada uno de mis logros y han compartido mi alegría a lo largo de este camino. Su presencia y aliento han sido fundamentales en este proceso.

A mi grupo de amigos, por siempre sacarme una sonrisa en los momentos más difíciles y por hacer de mi etapa universitaria una experiencia maravillosa. Su amistad y compañía han sido un pilar en mi vida. Finalmente, a mi enamorado, por todo el apoyo que me ha brindado, y a mi mayor inspiración, mi gato Ares, el amor de mi vida, quien me ha acompañado en esta larga trayectoria, ofreciéndome su acogedora compañía en mis noches de desvelos.

Emily Dayana Aguilar Aguilar

Dedico esta tesis a mi madre, a Richard mi papá, mi familia, enamorado, amigos y más personas que Dios puso en mi camino para apoyarme y ser tan especiales en todo momento. Esto es un tributo a su amor, paciencia y compañía durante este arduo proceso.

Grace Carolayne Erreyes Cabrera

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por darme vida, fortaleza y sobre todo por la gran fortuna de tener a mis padres aún con vida y mucha salud. En especial, me siento plenamente agradecida con mis padres, por creer en mí, por siempre estar orgullosos de todo lo que he logrado, por su amor y sacrificio, ya que han sido mi mayor fuente de inspiración. Además, quiero agradecer a nuestros docentes de la Carrera de Alimentos quienes han sido parte de este largo proceso, a nuestra tutora la Ing. Carolina Beltrán, por su constancia y apoyo para llevar a cabo de manera exitosa nuestro trabajo de titulación.

Emily Dayana Aguilar Aguilar

Quisiera expresar mi gratitud a nuestra tutora académica Ing. Carolina Beltrán, por su ayuda técnica durante todo el proceso de investigación y demás involucrados que permitieron el correcto desarrollo de este proceso. En especial quiero agradecer a mi mamá por confiar en mí y por esforzarse para que alcance mis metas, sin duda gracias a ella esto no sería posible. Y sobre todo quiero agradecerme por ser constante conmigo misma, por exigirme y por el esfuerzo que me ha llevado todo lo que he realizado hasta ahora.

Grace Carolayne Erreyes Cabrera

RESUMEN

La creciente preocupación por la salud ha impulsado a la industria a alimentos bajos en contenido de grasas saturadas y trans, favoreciendo el desarrollo de productos más saludables. En este contexto, los hidrocoloides se han convertido en una alternativa eficaz para formular alimentos con perfiles lipídicos similares a las grasas sólidas, pero con menos impacto negativo en la salud. Además de reducir las grasas no deseadas, los hidrocoloides preservan propiedades reológicas esenciales, como la viscosidad y elasticidad, fundamentales para la textura y la experiencia sensorial del consumidor.

Este estudio se centró en la elaboración de emulsiones de aceite de maíz con carboximetilcelulosa (CMC), metilcelulosa (MC) y goma xantana (GX) como sustitutos de grasa en chocolate untable, utilizando tres variedades de cacao: nacional, trinitario y forastero. Se realizaron análisis reológicos de firmeza, suavidad y untabilidad para comparar las cremas obtenidas con productos comerciales como Nutella y Delilu utilizando un TA.XTplusC. Los resultados mostraron que la mezcla con 50% de emulsión con el hidrocoloide metilcelulosa y 50% de crema de chocolate compartía propiedades similares a las cremas comerciales.

Las muestras se sometieron a una evaluación sensorial, donde se identificaron diferencias significativas en el grado de aceptabilidad mediante un análisis ANOVA con un $p < 0.05$, confirmando que la combinación de emulsiones con chocolate untable puede ofrecer productos con características sensoriales atractivas y saludables.

PALABRAS CLAVE: hidrocoloides, emulsión, cremas de chocolate, metilcelulosa, reología.

ABSTRACT

The growing concern for health has driven the food industry toward the development of products with reduced saturated and trans fat content, promoting healthier alternatives. In this context, hydrocolloids have emerged as an effective strategy for formulating foods with lipid profiles similar to solid fats but with a reduced negative impact on health. In addition to lowering undesirable fats, hydrocolloids maintain essential rheological properties, such as viscosity and elasticity, which are crucial for the texture and sensory experience of the consumer.

This study focused on the formulation of corn oil emulsions using carboxymethylcellulose (CMC), methylcellulose (MC), and xanthan gum (GX) as fat substitutes in chocolate spreads, utilizing three cocoa varieties: Nacional, Trinitario, and Forastero. Rheological analyses, including firmness, smoothness, and spreadability, were conducted to compare the resulting spreads with commercial products like Nutella and Delilu. The findings indicated that the mixture containing 50% methylcellulose-based emulsion and 50% chocolate spread shared similar properties with commercial spreads.

The samples underwent sensory evaluation, where significant differences in acceptability were identified through ANOVA analysis, confirming that the combination of these emulsions with chocolate spreads can produce products with appealing and health-conscious sensory characteristics.

KEY WORDS: hydrocolloids, emulsion, chocolate creams, methylcellulose, rheology.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
JUSTIFICACIÓN	7
OBJETIVOS	9
MARCO TEÓRICO	10
1.1 Grasa en los alimentos	10
1.1.1 Enfermedades crónicas no transmisibles	10
1.2 Sustitutos de grasa.....	11
1.2.1 Clasificación de los sustitutos de grasa	11
1.2.2 Emulsiones alimentarias como sustituto de grasa	15
1.2.3 Hidrocoloides como sustitutos de grasa	16
1.3 Cacao.....	18
1.3.1 Propiedades del cacao.....	18
1.3.2 Variedades de cacao	19
1.3.3 Productos derivados del cacao.....	21
1.4 Alternativas alimentarias en chocolatería	22
1.4.1 Cremas untables de cacao con celulosa.....	22
1.5 Propiedades reológicas.....	23
1.5.1 Viscosidad	23
1.5.2 Suavidad	23
1.5.3 Firmeza.....	23
1.5.4 Untabilidad	24
1.6 Análisis sensorial	24
1.6.1 Pruebas afectivas, escalas hedónicas.....	24
METODOLOGÍA	26

2.1 Preparación de emulsiones aceite/agua.....	26
2.1.1 Evaluación de la viscosidad y pH de la emulsión (O/W) con metilcelulosa..	27
2.2 Preparación de la crema untable	28
2.2.1 Formulación del producto.....	28
2.2.2 Estudio de variables dependientes.....	30
2.2.3 Evaluación sensorial de las cremas de cacao.....	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1 Ensayos Preliminares	34
3.2 Determinación de pH y viscosidad de la emulsión (O/W) con metilcelulosa.....	36
3.3 Análisis texturales en las cremas untables de chocolate formuladas	37
3.3.1 Análisis de firmeza	37
3.3.2 Análisis de suavidad.....	40
3.3.3 Análisis de Untabilidad	43
3.4 Análisis sensorial	46
3.4.1 Análisis estadístico	48
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS Anexo 1 Elaboración de la emulsión de aceite en agua y metilcelulosa....	64
Anexo 2 Componentes para la elaboración de la crema de chocolate untable	64
Anexo 3 Crema de chocolate untable.....	64
Anexo 4 Hoja de Cata	65
Anexo 5 Análisis sensorial de las cremas untables.....	65
Anexo 6 Evidencia fotográfica.....	66

LISTA DE TABLA

<i>Tabla 1</i> Clasificación de los tipos de sustitutos de grasas _____	11
<i>Tabla 2</i> Clasificación de los hidrocoloides aplicados en la Industria Alimentaria. ____	16
<i>Tabla 3</i> Productos obtenidos a partir del grano de cacao. _____	21
<i>Tabla 4</i> Preparación de pruebas preliminares de emulsiones con distintos hidrocoloides. _____	26
<i>Tabla 5</i> Formulación de la emulsión _____	27
<i>Tabla 6</i> Composición de emulsión y crema de cacao de los diferentes tratamientos del diseño experimental. _____	29
<i>Tabla 7</i> Formulación de crema untable de chocolate _____	29
<i>Tabla 8</i> Ajustes del TA para la medición de la firmeza. _____	31
<i>Tabla 9</i> Ajustes del TA para el análisis de suavidad en las muestras. _____	32
<i>Tabla 10</i> Ajustes del TA para el análisis de la untabilidad _____	33
<i>Tabla 11</i> Propiedades de los hidrocoloides _____	35
<i>Tabla 12</i> Parámetros físicos de la emulsión (O/W) con metilcelulosa _____	36
<i>Tabla 13</i> Análisis de varianza (ANOVA) - Color _____	48
<i>Tabla 14</i> Análisis de varianza (ANOVA) - Aroma _____	49
<i>Tabla 15</i> Análisis de varianza (ANOVA) - Sabor _____	49
<i>Tabla 16</i> Análisis de varianza (ANOVA) - Textura _____	49

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Cacao Nacional _____	19
<i>Figura 2</i> Cacao Trinitario _____	20
<i>Figura 3</i> Cacao Forastero _____	20
<i>Figura 4</i> Medición de la viscosidad de la emulsión _____	28
<i>Figura 5</i> Montaje del texturómetro para medir la firmeza de las muestras. _____	30
<i>Figura 6</i> Montaje del texturómetro para medir la suavidad de las muestras. _____	31
<i>Figura 7</i> Medición de la untabilidad de la muestra comercial (Delilú) _____	32
<i>Figura 8</i> Emulsiones con CMC, goma xantana y metilcelulosa. _____	34
<i>Figura 9</i> Análisis de firmeza de diferentes mezclas con cacao Nacional _____	38
<i>Figura 10</i> Análisis de firmeza de diferentes mezclas con cacao Trinitario. _____	38
<i>Figura 11</i> Análisis de firmeza de diferentes mezclas con cacao Forastero. _____	39

Figura 12 <i>Análisis comparativo de la mezcla (50:50) de las tres variedades de cacao - Firmeza</i>	40
Figura 13 <i>Análisis de suavidad con diferentes mezclas con cacao Nacional.</i>	41
Figura 14 <i>Análisis de suavidad con diferentes mezclas con cacao Trinitario.</i>	41
Figura 15 <i>Análisis de suavidad con diferentes mezclas con cacao Forastero</i>	42
Figura 16 <i>Análisis comparativo de la mezcla (50:50) de las tres variedades de cacao - Suavidad</i>	43
Figura 17	44
Figura 18 <i>Análisis de untabilidad en cremas de chocolate untable a base de cacao Trinitario.</i>	44
Figura 19 <i>Análisis de untabilidad en cremas de chocolate untable a base de cacao Forastero.</i>	45
Figura 20 <i>Análisis comparativo de la mezcla (50:50) de las tres variedades de cacao - Untabilidad</i>	45
Figura 21 <i>Gráfica Radial de atributos sensoriales de las tres muestras de crema untables de cacao</i>	47

INTRODUCCIÓN

En el escenario actual de una industria alimentaria competitiva, es esencial mejorar o crear ideas innovadoras para satisfacer las necesidades, deseos y preferencias fluctuantes del consumidor para asegurar el crecimiento y la ventaja competitiva en el mercado, siendo la mayor preocupación de los consumidores el progreso de la ciencia de la nutrición (Rocha et al., 2019). Si bien, en la actualidad la salud tiene un papel importante e influyente sobre los productos que adquieren los consumidores dado que buscan evitar enfermedades no transmisibles como diabetes, obesidad, enfermedades coronarias, cardiovasculares, etc. los cuales son causados principalmente por alimentos que contienen en su composición grasas sólidas, por ello la necesidad de buscar alimentos que tengan las mismas características organolépticas que les proveen estas grasas pero con mejores características nutricionales.

Según la Organización Panamericana de la Salud (PAHO) (2023) las ENT o enfermedades crónicas no transmisibles “son la principal causa de muerte y discapacidad en el mundo (...) y matan a 41 millones de personas cada año en todo el mundo, lo que equivale al 71% de todas las muertes a nivel mundial”. Sin embargo, la mayoría de las ENT se pueden prevenir y la mala salud se debe en gran medida a cinco factores de riesgo modificables entre los cuales está las dietas poco saludables (NCD Alliance, 2017). No obstante, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2002) recomienda del 15 al 35% de la ingesta de grasas y aceites en los alimentos si el consumo de grasas saturadas no excede el 10% por día.

El aumento del consumo de grasas saturadas por productos con nivel lipídico alto como las cremas de chocolate conduce a concentraciones elevadas de colesterol de lipoproteína de baja densidad (LDL) (Wali et al., 2020). Las cremas de chocolate tienen niveles altos de azúcar (38- 42 %) y grasa que llegan a alcanzar el 60% de grasa total siendo la causa principal de los altos valores calóricos, pero también son la razón principal de la aceptabilidad sensorial por tanto, las propiedades únicas de la grasa y la producción de productos bajos en grasa es un desafío, porque se espera que estos productos tengan un sabor, un gusto y una estabilidad comparables a los de los productos con grasas trans (Barišić et al., 2021).

Investigaciones recientes como “Oleogeles, una alternativa saludable a las grasas sólidas tradicionales” consideran que una de las claves más prometedoras para sustituir las grasas saturadas y grasas trans es la aplicación de hidrocoloides de forma parcial o total en productos ya que mejora el perfil lípido de los alimentos (Morell et al., 2022). Las características de cada gel, como la viscosidad, la dureza y el punto de fusión, varían según el agente estructurante, permitiendo desarrollar diferentes productos, imitar grasas saturadas altas y aumentar la biodisponibilidad de algunas sustancias activas, como el licopeno, los fitoesteroles y la vitamina E, reforzando otra aplicación futura en alimentos (Silva et al., 2023).

Los hidrocoloides son un sistema coloidal que dependiendo de la cantidad presente y el contenido de agua disponible puede adoptar una variedad de formas, como gel, acuoso o sólido y se utilizan en la industria alimentaria como aditivos espesantes y gelificantes y que además de sus propiedades de concentración, el pH, la temperatura y el tipo de alimento, permite el aumento de la vida útil y mejora la calidad de los alimentos (Pirsa y Hafezi, 2023). Los hidrocoloides que se utilizan habitualmente como espesantes son el almidón, la goma xantana, la goma guar, la goma de algarroba, la goma karaya, la goma tragacanto, la goma arábiga y los derivados de celulosa (Saha y Bhattacharya, 2010).

Las celulosas son hidrocoloides de gran interés porque tienen múltiples funciones, como formación de película, capacidad emulsionante, propiedad adhesiva y propiedad espesante, y se usa en horneados, alimentos fritos, postres, dulces y sopas (Hao et al., 2019). Por ello, el objetivo de la presente es aplicar emulsiones de aceite/ agua con adición de celulosa como sustitutos de grasa para elaborar chocolate untado a partir de 3 variedades de cacao.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En los últimos años, ha suscitado grandes transformaciones en cuanto al estilo de vida y cambios de alimentación en el ser humano, ligados al aumento de la ingesta calórica como las grasas trans por hábitos alimenticios inadecuados, enfermedades adyacentes, sedentarismo, alcohol, etc (Ibarra, 2016). El consumo excesivo de grasas trans y saturadas en productos de chocolatería ha sido preocupante por sus implicaciones en la salud. Sin embargo, son esenciales para la formulación de productos alimentarios actuando como un ingrediente funcional, utilizados para estabilizar la textura de los alimentos gracias a su comportamiento reológico, térmico y estructural (Tan et al., 2023).

Si bien, las grasas trans provienen de alimentos sometidos a hidrogenación, lo que ayuda a extender la vida útil del alimento, sin embargo, el consumo excesivo de estas grasas afecta de forma negativa a la salud del consumidor, aumentando riesgos de contraer enfermedades (Arias et al., 2022).

De acuerdo con ENSANUT (2018), en Ecuador 35 de cada 100 niños entre cinco y once años tienen sobrepeso u obesidad. Es crucial intervenir a estas edades porque, al llegar a la adultez, cambiar sus hábitos alimenticios será mucho más difícil. El sobrepeso en la niñez es un factor de riesgo para la obesidad y sus consecuencias a contraer ECNT en el futuro. Según Pérez et al., (2022) la enfermedad isquémica del corazón es la principal causa de muerte, con 13,002 defunciones representado el 12,4 % total. Esta, junto con la diabetes, enfermedades hipertensivas, cerebrovasculares y respiratorias crónicas, están entre las diez principales causas de muerte. Aunque estas enfermedades están asociadas con diversos factores de riesgo, pueden controlarse mejorando el estilo de vida mediante una dieta equilibrada y la práctica regular de ejercicio físico (Macías y Ortega, 2023).

El consumo excesivo de alimentos con alto contenido lipídico ha generado preocupación entre los consumidores, especialmente aquellos que disfrutan de productos de chocolatería como las cremas para untar. Las características reológicas y sensoriales de las cremas de chocolate para untar son cruciales para su aceptación y calidad, estas características influyeron de forma directa en la textura, la facilidad de untado y la percepción del consumidor (Tolve et al., 2021).

Investigaciones han demostrado que la modificación de ingredientes y el proceso de elaboración pueden alterar significativamente estas propiedades, la reología se enfoca en

como los materiales fluyen y deforman en las cremas de chocolate, la viscosidad y el comportamiento de flujo son determinados para su manejabilidad y estabilidad (Tolve et al., 2021).

Por ello, se han buscado alternativas para sustituir las grasas en estos productos, para mejorar su calidad nutricional y promover un estilo de vida saludable. Las emulsiones en la industria alimentaria han dado grandes pasos para la innovación de nuevos productos, la tendencia emergente de utilizarlas para incorporar funciones específicas a los alimentos ha ganado popularidad, ya que las emulsiones resultan muy útiles en la elaboración de productos alimentarios y, sobre todo, beneficiando a grupos específicos de personas con problemas de salud (Berton et al., 2018).

JUSTIFICACIÓN

Según OMS y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), sugieren que el consumo de grasas debe estar dentro de un rango de 20 al 30 % (Aranceta y Pérez, 2012), mientras que la ingesta calórica diaria total de grasas saturadas debe limitarse a un máximo del 10 % (FAO, 2010). Por ello, varios estudios han evidenciado que una dieta alta en grasas está asociada con un mayor riesgo de contraer cáncer en comparación con una dieta baja en grasas saturadas (Mancini et al., 2015).

A nivel global este desafío ha motivado la exploración de productos que proporcionen las mismas propiedades físicas y funcionales de aquellos productos que están disponibles en los mercados, y que cuenten con un perfil lipídico bajo y beneficioso para la salud (Giacomozzi, 2020). La disminución del contenido de lípidos en las cremas de chocolate untable puede llevar a una pérdida de la cremosidad y disminución de aceptabilidad en el mercado, por ello, es crucial encontrar componentes que puedan proporcionar las características deseables para el consumidor, al tiempo que se mantiene un bajo contenido de lípidos y una estabilidad a lo largo del tiempo (Lorenzo et al., 2020).

Existen diversas opciones para disminuir los AGT en los productos alimenticios, como la esterificación química y enzimática, el uso de sustitutos de grasas tradicionales de origen lipídico y no lipídico, la oleogelación, las emulsiones, hidrocoloides, la modificación genética de los lípidos *in situ* o el empleo de aceites de algas (Xue et al., 2020).

La oleogelación incrementa la solidez del aceite líquido, convirtiéndose así en una opción para transformar aceites comestibles líquidos en grasas sólidas con un perfil nutricional más saludable, los oleogeles semisólidos no solo contribuyen a disminuir el consumo de grasas trans y saturadas, lo que responde a las demandas actuales de los consumidores, sino que también mejoran ciertas propiedades fisicoquímicas de diversos sistemas alimentarios (Tan et al., 2023; Mert y Demirkesen, 2016; Uvanesh et al., 2016).

Los fundamentos de la ciencia y tecnología de las emulsiones se utilizan frecuentemente en la industria alimentaria para producir una amplia gama de productos emulsionados, tales como bebidas, lácteos, cremas para untar, salsas, postres, mayonesa, aderezos, entre otros, las emulsiones proporcionan a estos alimentos características funcionales específicas (Tan y MacClements, 2021). Dentro de la línea de chocolatería, las

emulsiones se usan como estabilizadores de la viscosidad con el fin de mejorar las características físicas como la textura, color y algunas otras cualidades sensoriales (Gutierrez, 2022).

La utilización de emulsiones como una alternativa para reducir ácidos grasos trans y saturados en cremas de chocolate para untar impulsa la creación de productos innovadores, ofreciendo al consumidor opciones de chocolatería más saludables con buenas características reológicas y sensoriales. Por lo tanto, este trabajo experimental, pretende resolver es el desconocimiento de la formulación de un producto de chocolatería con menor perfil lipídico y propiedades sensoriales apreciables.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Aplicar emulsiones de aceite/ agua con adición de Hidrocoloide como sustitutos de grasa para elaborar chocolate untable a partir de 3 variedades de cacao.

Objetivos específicos:

- Evaluar la viscosidad y pH de las emulsiones compuestas por aceite/agua e hidrocoloide para utilizarlas como sustituto de grasa en cremas de cacao untables.
- Establecer una formulación para cremas untables de cacao mediante un diseño experimental, determinando la proporción ideal de emulsión aceite/agua e hidrocoloide para evaluar los cambios estructurales y sensoriales.

MARCO TEÓRICO

1.1 Grasa en los alimentos

Las grasas y los aceites aportan sabor y textura a los alimentos y al mismo tiempo promueven la saciedad sin embargo la cuestión de los efectos adversos de los ácidos grasos trans se ha vuelto más evidente debido a las investigaciones que demuestran su asociación con enfermedades coronarias, obesidad y diabetes tipo 2, ante ello la industria alimentaria promueve alternativas como el uso de los oleogel que son aceites líquidos encapsulados dentro de una red de gel tridimensional termorreversible que utiliza oleogelantes como ceras, monoglicéridos, fosfolípidos y fitoesteroles, estos se han utilizado ampliamente en numerosas formulaciones alimentarias para reducir la cantidad de ácidos grasos saturados y trans, siendo así que en las últimas décadas, la investigación sobre oleogel ha estado activa, produciendo numerosos oleogel con características deseables como resistencia térmica, textura y estabilidad estructural además, se han incorporado oleogel en varias matrices alimentarias en algunos casos, los oleogel en estos productos alimenticios se asemejan a las características de textura de los productos elaborados con grasas duras convencionales, mejoran la nutrición dietética, exhiben una alta estabilidad física y oxidativa y tienen una alta capacidad de fijación de aceite (Gengatharan et al., 2023).

1.1.1 Enfermedades crónicas no transmisibles

Las enfermedades no transmisibles (ENT) se conforman por cuatro enfermedades: diabetes, enfermedades respiratorias crónicas, cáncer y enfermedades cardiovasculares las cuales representan el 74% de muertes a nivel mundial causadas por inactividad física, consumo de drogas y alimentación poco saludable generado por la ingesta principal de grasas trans la cual a la vez produce dos de las ENT (Organización Mundial de la Salud, 2023).

La obesidad se considera un trastorno nutricional, impartiendo como una enfermedad no transmisible por el consumo excesivo de alimentos hipercalóricos, considerado como uno de los principales causantes del aumento de la mortalidad en ECNT (Martínez et al., 2019). Las personas obesas suelen ser más susceptibles a problemas cardiovasculares, ya que el flujo sanguíneo a través de los tejidos es menos eficiente debido a la presencia de coágulos en los vasos sanguíneos, lo que dificulta el transporte de la sangre (Bryce et al., 2017).

1.2 Sustitutos de grasa

Los sustitutos de grasas trans y saturadas han sido un área de investigación muy activa para la industria alimentaria, ya que las demandas de los consumidores han cambiado con los años y los requisitos al adquirir un producto son mucho más rigurosos, por ello la búsqueda de nuevas técnicas e ingredientes a emplear que mitiguen el uso de grasas duras asociadas con riesgos nocivos para la salud y cambien la percepción negativa de los consumidores hacia estas, a la vez de que emulen los rasgos sensoriales deseados en los alimentos y mantengan el perfil nutricional saludable del aceite (Singh et al., 2017). Así también la reformulación con mejores perfiles lipídicos y sustitución de ingredientes, obteniendo alimentos con aceptables propiedades funcionales y sensoriales, por ello con los nuevos avances en la industria se abren grandes posibilidades en la entrega de productos para la salud, sin embargo, aún existen limitaciones en el uso de ingredientes de origen vegetal en productos formulados en porcentajes considerables con ingredientes de origen animal (Espinoza et al., 2023).

1.2.1 Clasificación de los sustitutos de grasa

Los sustitutos de grasas son materiales que simulan las propiedades químicas y físicas de las grasas y aceites y pueden reemplazar directamente la grasa peso a peso y pueden producirse mediante aceites y grasas modificados con enzimas y también pueden sintetizarse químicamente, usualmente adoptan las características de procesamiento de las grasas convencionales y pueden utilizarse para hornear y freír (O'Sullivan, 2016). Los sustitutos de grasas se clasifican según su origen, basados en carbohidratos, proteínas y grasas.

Tabla 1

Clasificación de los tipos de sustitutos de grasas

Tipos de sustitutos de grasas		Fuentes de nutrientes	Densidad de energía	Aplicación	Propiedades funcionales
Sustitutos de grasas (Derivados de grasas)	Olestra	Poliéster de sacarosa 6-8 ácidos grasos	no calórico (no se absorbe)	Aperitivos salados	Texturizan, aportan sabor y crujiente, conducen el calor

	Caprenin		Triacilglicéridos Caprocaprilobén ico	5 kcal/g	Caramelos blandos, confitería recubrimient os	Simulan las propiedades de manteca de cacao (emulsionar, texturizar)
	Salatrim		Acil triglicérido corto y largo molécula	5 kcal/g	Chocolate coberturas, chips depositados caramelos y toffees, rellenos e inclusiones para confitería, cacahuets para untar	gama de puntos de fusión, dureza, aspecto
Miméticos de grasas	Derivados de proteínas	Simplese	Proteína de huevo blanco, proteína de leche	4 kcal/g	Yogurt, queso, crema agría	Estabilizar, emulsionar
		Simplese 100	Proteína de suero		Productos homeados	Texturizar
					Postres congelados	Texturizar, estabilizar
					Salsas, sopas	Texturizar
		LITA	zein	Productos homeados	Texturizar	
Traiblazer	Proteína de huevo blanco, proteína de suero mezclado con goma xantana	1-4 kcal/g	Productos lácteos	Estabilizar, emulsionar		
Mimético	Derivados de	Pletina-N	Leche descremada,		Aliño de ensaladas	Texturizar

				gomas, emulsionantes		Glaseados, postres, helados	Textura
						Carne picada	Texturizar, estabilizar
Derivados de carbohidratos	Gomas	Guar	Galactomano extraído de semilla de leguminosa	No calórico	Productos de panadería	Retienen la humedad, retardan el enranciamie nto	
		Xantana	Polisacárido microbiano producido por fermentación aeróbico				
		Algarroba	Extraído de las semillas del árbol <i>Ceatonia silique</i>				
		Carragenina	Polisacáridos sulfatados extraídos de algas rojas				
		Goma arábica	Exudado seco del árbol <i>Accacia</i>				
		Pectinas	Polisacáridos de la pared celular extraídos del orujo de manzana, etc.				
		Almidón	Maíz común, trigo, patata, tapioca, etc.	4 kcal/g	Margarina, untables, aderezos, glaseados, etc.	Modifican la textura, gelifican, estabilizan	
	Celulosa	Celulosa microcristalina	Obtenida por molienda mecánica de fuentes vegetales	No calórico	Aderezos para ensaladas, lácteos, postres congelados.	Consistencia , estabiliza emulsiones y espumas	

			Celulosa en polvo	Obtenida por despolimerización química		Frituras	Reduce la grasa en rebozados fritos
			Metilcelulosa	Obtenida por derivación química		Productos horneados	Aumenta el volumen, estabiliza
			Hidroxipropilmetilcelulosa	Obtenida por derivación química		Salsas, aliños	Confiere cualidades para verter
			Maltodextrinas	Producidas por hidrólisis parcial de almidón	4 kcal/g	Margarinas, productos horneados, salsas de relleno, etc.	Aumenta sólidos y viscosidad
			Poli dextrosa	Polímero de glucosa, sorbitol y ácido cítrico	1 kcal/g	Productos de panadería, confitería, aderezos, coberturas, etc.	Texturiza, ayuda a la formulación
			β -glucano	Fibra soluble extraída de la avena	1-4 kcal/g	Productos de panadería y otros productos alimentarios	Añade cuerpo y textura

Nota. Adaptado de “*Fat Replacers - Review*” (p. 435), por C. F. Ognean et al., 2006, *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 12(2), 433-442.

1.2.1.1 Sustitutos de grasas derivados de hidratos de carbono

Los sustitutos de grasa a base de carbohidratos o miméticos son de baja densidad calórica tiene la capacidad de actuar de forma similar a las grasas confiriéndole características únicas a alimentos derivados de lácteos y de repostería, entre las características que le otorga son propiedades estabilizantes, espesantes y gelificantes, no se pueden emplear para freír o cocinar y entre los más comunes se encuentran los almidones, celulosas, fibras, goma xantana, dextrina, polidextrosa, malodextrina, goma de guar y carragenina (Villarreal, 2014).

1.2.1.2 Sustitutos de grasas derivados de proteínas

Este grupo de sustitutos aportan con menor nivel graso y calórico, al estar en contacto con el calor pierden cremosidad y provoca gelificación por lo que se recomienda su empleo en productos de panificación o en derivados lácteos, entre lo más conocidos se halla la proteína microparticulada (como la *que Simplese* usa en helado); proteína láctea; proteína de suero concentrada; y proteína de suero (Marcus, 2013).

1.2.1.3 Sustitutos de grasas derivados de grasas

Este grupo se formulan para emular las propiedades sensoriales y funcionales de las grasas en productos alimenticios, con menos contenido de calorías, son beneficiosos para la salud. Estos sustitutos pueden tener una estructura similar a las grasas convencionales, lo que les permite conservar características deseadas como la textura en productos bajos en grasas. Entre ellos, encontramos sustitutos como Caprenin que se usa para sustituir la manteca de cacao y Olestra (Nourmohammadi et al, 2023).

1.2.2 Emulsiones alimentarias como sustituto de grasa

Una emulsión es el conjunto de aceite y agua, es decir dos líquidos inmiscibles, en este sistema uno de los líquidos se dispersa en forma pequeñas gotas esféricas dentro del otro en los alimentos, el tamaño de estas gotas varía normalmente entre 0,1 y 100 μm . Cuando las gotas de aceite están dispersas en una fase acuosa, se denomina emulsión de aceite en agua (O/W), como ocurre en la leche, nata, mayonesa, refrescos, sopas y salsas, por otro lado, si las gotas de agua están dispersas en una fase oleosa, se trata de una emulsión de agua en aceite (W/O), como en la margarina, mantequilla y algunas pastas para untar, además, es posible crear emulsiones múltiples, como aceite en agua en aceite (O/W/O) o agua en aceite en agua (W/O/W) (McClements, 2003).

Las emulsiones generalmente se estabilizan mediante la adsorción de materiales tensioactivos en las interfaces acuosa-aceite y acuosa-aire, respectivamente, estos materiales suelen ser proteínas o emulsionantes anfipáticos de bajo peso molecular (tensioactivos) o una combinación de ambas especies, las proteínas y los emulsionantes no sólo compiten por los sitios de adsorción en las interfaces, sino que también interactúan en la fase acuosa para formar una variedad de complejos proteína-surfactante que son en sí mismos tensioactivos (Jones y Brass, 1991).

1.2.2.1 Propiedades texturales y reológicas de las emulsiones

La textura y reología de las emulsiones son parámetros fundamentales que influyen directamente en la percepción organoléptica de los alimentos, dado que estos actúan como inhibidores de grasa y su aporte es esencial “durante las fases de almacenado, ya que influyen sobre la cristalización (...) regulando las transiciones polimórficas durante el almacenado del producto sólido” (Ramón, 2016).

Tanto las propiedades texturales como reológicas de las emulsiones dependen significativamente de la temperatura de calentamiento de la suspensión base que se emplee como emulsión (Toczek et al., 2022).

1.2.3 Hidrocoloides como sustitutos de grasa

En la industria alimentaria, los hidrocoloides cumplen con un papel importante, ya que cumplen con propiedades características en los componentes alimenticios, como propiedades físicas y reológicas, otorgando firmeza, estabilidad, poder gelificante, mejorando la viscosidad, la calidad y sabor de un sinnúmero de productos, tales como salsas, aderezos, mermeladas, pudines, pasteles, gelatinas, helados, entre otros (Milani y Maleki 2012). Los hidrocoloides se clasifican según su origen, los de origen natural son aquellos que proceden de las semillas, de origen semisintéticos aquellos que se derivan de las celulosas y almidones.

Además de considerarse un aditivo alimentario, desempeñan un papel esencial en el desarrollo de la ciencia y tecnología de los alimentos, las personas han mejorado de manera continua sus hábitos alimenticios y estilo vida, además de crear concienciación sobre la salud en cuanto al valor nutricional de los alimentos (Koko et al.,2023).

Tabla 2

Clasificación de los hidrocoloides aplicados en la Industria Alimentaria.

Origen	Naturales	Modificados
Exudados de plantas	Goma Arábica	----
	Goma Tragacanto	
	Goma Karaya	
Semillas	Goma Guar	Carboximetil-guar
	Goma Garrofin	Carboximetil-garrofin

	Goma Tara	
Algas marinas	Agar - Agar Alginatos Carragenatos	Aginato de Propilenglicol
Frutos	Pectinas de alto metoxilo	Pectina de bajo metoxilo
Tubérculos	Konjac Patata (Almidones)	Almidones modificados
Celulosas	Celulosa microcristalina	Carboximetilcelulosa Metilcelulosa Hidroxipropilmetilcelulosa
Fermentación	----	Goma Xantana Goma Gellan Goma Curdan
Animal	Gelatina Caseinatos Proteína de suero	Gelatina modificada
Cereales	Almidón	Almidones modificados
Exoesqueleto de crustáceos	Quitina Quitosano	----

Nota. Adaptado de “Aditivos alimentarios” por Cubero y Monferrer, 2002, MUNDI-PRENSA

1.2.3.1 Goma Xanthan

La xantana es un polisacárido aniónico que se produce fuera de las células por microorganismos, en específico la *Xanthomonas campestris* considerada una bacteria fitopatogena, se produce mediante el proceso de infección y deterioro de diversas especies de plantas de la familia de las crucíferas (Ospina, 2016). Estructuralmente es un polisacárido heterogéneo de estructura primaria misma que está compuesta por dos unidades de pentasacáridos, dos unidades de glucosa, dos de manosa y una unidad de ácido glucurónico (Cedeño et al., 2018).

Según Castulovivh y Jaruvy, (2018) mencionan que la goma xanthan se disuelve fácilmente en agua fría y se hidrata de forma rápida después de dispersarse en la mezcla,

además mantiene su estabilidad ante variaciones de temperatura y pH aportando propiedades pseudoplásticas a la mezcla y se disuelve fácilmente bajo esfuerzo cortante. La función principal como hidrocoloide es retener agua, interactuar con otros elementos del entorno, estabilizar la matriz proteica y prevenir la pérdida de agua (Cedeño et al., 2018).

1.2.3.2 Carboximetilcelulosa

El CMC se considera un hidrocoloide de la celulosa, a nivel global se considera importante y reconocida en varias industrias (Osorio et al., 2020). Esta se emplea estabilizante, espesante, inoloro, sin sabor, no aporta calorías a los alimentos, su viscosidad depende de la temperatura a la que se encuentre, a mayor temperatura menor viscosidad y pH más ácido e impide la separación de partículas de la suspensión (Chigo, 2018).

1.2.3.3 Metilcelulosa

La metilcelulosa es un polvo blanco, insípido e inodoro que al estar en contacto con agua fría produce disoluciones coloidales viscosas opalescentes cuyo pH varía entre 5,5 a 8 en suspensiones p/v al 1%, a temperatura ambiente y al ser disueltos en sustancias con pH entre 3 y 11 son estables sin embargo en pH menores a 3 las disoluciones presentan menor viscosidad, consecuentemente la concentración de metilcelulosa está ligado a la viscosidad, a mayor concentración mayor viscosidad y viceversa (Silva, 2010).

1.3 Cacao

El cacao (*Theobroma cacao L*), es un árbol tropical perteneciente a la familia Malvaceae, originario de América del sur y central. Catalogado como una especie diploide y alógama ya que se caracteriza por su alto grado de diversidad genética, el cacao crece en condiciones tropicales, en áreas ya sean cálidas o húmedas, especialmente en continentes como África, América y Asia (Quiroz et al., 2023).

Su fruto se recubre con una cáscara rugosa, de 4 cm de grosor, el mucílago posee características de tonalidad rosada viscosa y sabor dulce, además de que las semillas de cacao son largas, carnosas y en cada mazorca puede haber entre 30 a 50 semillas (Castebianco, 2018).

1.3.1 Propiedades del cacao

El cacao tiene un alto índice de propiedades químicas, organolépticas y nutricionalmente, permitiendo ser un ingrediente muy valorado en la industria alimentaria, ya que, entre sus

componentes más esenciales, destacan los flavonoides, minerales y ácidos grasos, aquellos que confieren poder antioxidante y beneficiosos para la salud. Además, es caracterizado por su la fuente de alcaloides y polifenoles presentes en el fruto, mismos que son los responsables de conferir las propiedades sensoriales y funcionales, entre ellas, se encuentra Suele incluir una fuente importante de alcaloides y polifenoles, responsables de muchas de las propiedades sensoriales y funcionales de este fruto. Entre los más importantes se encuentran los alcaloides como la teobromina, cafeínas y teofilina, en cuanto a los polifenoles, incluye los flavonoides y ácidos fenólicos (Carranza et al, 2023).

1.3.2 Variedades de cacao

Existen tres tipos de variedades reconocidas a nivel mundial, en Ecuador las tres principales variedades de cacao son: Nacional, Trinitario y Forastero, la cual cada una de ellas se distinguen por sus propias características tanto físicas, químicas y organolépticas, tales como, el color, tamaño, número de surcos, forma, acidez, dulzor, entre otros aspectos.

1.3.2.1 Variedad Nacional



Figura 1 Cacao Nacional

El cacao nacional o también caracterizado como “fino de aroma” se lo denomina así por el alto potencial aromático mismo que permite ser distinguido de las demás especies por su aroma, sabor y bajo contenido de taninos (Medina et al., 2020; Erazo Gaviláñez, 2019). Las características morfológicas del cacao nacional como el color se tornan entre amarillo y rojo, sus semillas son grandes y redondos. Este árbol produce sus frutos en un lapso de 5 a 6 años, siendo su primera cosecha tras plantarse (Wahyuni, 2021).

1.3.2.2 Variedad Trinitario



Figura 2 Cacao Trinitario

El cacao Trinitario o también conocido como híbrido, es el cruce entre el cacao Criollo y Forastero, se caracteriza por sus extensos sabores y aroma floral que imparte esta fruta, teniendo características intermedias de los dos tipos de especies, además morfológicamente su mazorca se caracteriza por ser de forma ovalada, de 15 a 25 cm de longitud y de 8 a 10 cm de diámetro, sus semillas son de tamaño entre mediado y grande, de color rosado pálido (Carranza et al., 2023)

1.3.2.3 Variedad Forastero



Figura 3 Cacao Forastero

El cacao forastero, es un árbol fuerte y resistente a cualquier plaga, con mazorcas gruesas que recubren las semillas de forma semi planas y redondas, su mucílago violeta. En cuanto a su sabor, se caracteriza por ser fuerte u ordinario con connotaciones amargas y algo acidas e incluso astringente, que permiten dar cuerpo a productos de chocolatería (Sornoza et al., 2022; Romero y Urrego, 2016).

1.3.3 Productos derivados del cacao

La semilla del cacao resulta ser muy eficaz para la producción y desarrollo de nuevos productos a base de este fruto, ya sean semiprocesados o totalmente procesados ayudando al incremento de la gastronomía como de la economía a nivel mundial. El interés de las grandes industrias alimentarias está enfocado en el procesamiento de derivados del cacao, con diferentes presentaciones para la comodidad del consumidor, tales como el licor de cacao, pasta, polvo, manteca, bebidas, chocolate u otras combinaciones (Gómez et al., 2019).

El chocolate es uno de productos más apetecidos a nivel global, mismo que se obtiene a partir de las semillas del cacao, llevando a cabo un largo procedimiento, en los cuales se destaca el proceso de fermentación, secado, tostado, molido y finalmente se obtiene el cacao en polvo, que es usado como ingredientes en diferentes productos a base de este fruto (Delgado et al., 2018).

La manteca de cacao usualmente es empleada para la elaboración de productos de panificación y confitería, por otro lado, el cacao en polvo es usado en productos como bebidas, aportando un gran beneficioso para la salud por su poder antioxidante (Aristega, 2023).

Tabla 3

Productos obtenidos a partir del grano de cacao.

Producto	Usos	Industria
Polvo de cacao / Cocoa	Chocolates	Alimentaria
	Chocolates macizos	
	Chocolate en polvo	
	Coberturas	
	Confitería	
	Panificación	
Manteca de cacao	Helados	Farmacéutico
	Lubricantes	
	Medio de soporte	
	Cosméticos	
	Medicamentos	
	Jabones	

Nota. Adaptado de “Análisis de la composición química del cacao, extracción y estudio de compuestos antioxidantes en genotipos del banco de germoplasma de México” por Hernández, 2018.

1.4 Alternativas alimentarias en chocolatería

Los productos derivados del chocolate se clasifican como productos de confitería ya que todas las personas sin importar las edades degustan de este alimento, además de ser una gran fuente de energía en cualquier hora del día. En la industria de la chocolatería, los ingredientes son fuente principal para producir un excelente producto de calidad, en la cuales se destaca, el cacao, azúcar, grasas, emulsiones y aromas que proporcionan ese sabor y olor característico (El-kalyoubi et al., 2011)

Desafortunadamente los productos de chocolatería convencionales se caracterizan por su alto contenido graso, en especial las grasas saturadas y la presencia de calorías no deseadas, tras la gran importancia por el bienestar de la salud de los consumidores se ha establecido mayor interés en las grandes industrias por desarrollar productos de chocolate con menor índice de grasa, sustituyendo este componente esencial dentro de la elaboración de este alimento (Surber y Miller, 1994).

El uso de oleogeles en cremas de chocolates untables es una de las principales alternativas más saludable para el consumo, de acuerdo con investigaciones realizadas por otros autores como Patel et al., (2014) llevaron a cabo con éxito el reemplazo del aceite de palma con oleogel de goma laca en cremas de chocolate, donde el aceite se sustituyó de manera parcial.

Los oleogeles son un excelente sustituto de grasa, usados como un componente dentro de la elaboración de productos, incluyendo productos untables. La oleogelación es una tecnología innovadora utilizada para estructurar aceites líquidos sin modificar su composición de ácidos grasos, resultado en productos libres de ácidos grasos trans (AGT) y ácidos grasos saturados (AGS). Este proceso permite que se extienda la vida útil de los productos retrasando la oxidación de los lípidos, debido al estado sólido del aceite, misma que mejora su estabilidad (Prakansamut et al., 2024).

1.4.1 Cremas untables de cacao con celulosa

Investigaciones recientes han explorado sobre el uso de emulsiones de grasa láctea y éter de celulosa en formulaciones de cremas de chocolate untable, estos estudios han demostrado que estas emulsiones ofrecen propiedades físicas similares a las de un producto comercial, con un contenido de grasa reducido y con menor digestibilidad de los lípidos, esto se debe a la capacidad del éter de celulosa para estabilizar la fase acuosa, lo que minimiza la floculación y mejora la calidad final del producto. La incorporación de fibras de celulosa en la oleogelación de aceite de colza puede ser una estrategia efectiva

para la elaboración de cremas de chocolate con una estabilidad térmica y con propiedades de flujo mejoradas, estos oleogeles a base de celulosa brinda alternativas saludables al uso de grasas saturadas, de tal forma que mantiene la textura y estabilidad del producto (Espert et al., 2020).

1.5 Propiedades reológicas

1.5.1 Viscosidad

El chocolate no es una suspensión sencilla de caracterizar, la viscosidad disminuye con la velocidad de corte (comportamiento de adelgazamiento por corte) hasta que la viscosidad se vuelve independiente de la velocidad de corte a velocidades altas (meseta newtoniana) por ello es importante controlar la viscosidad del chocolate y productos afines del cacao para obtener productos de buena calidad y un control exacto del peso durante los procesos de recubrimiento, confección de cáscara y moldeado, siendo así los parámetros de procesamiento que influyen en la viscosidad del chocolate sean el conchado, la molienda, las vibraciones, el límite elástico, variaciones de temperatura y temperamento que disminuyen significativamente, así mismo, la viscosidad del chocolate templado se ve afectada por el estado de cristalización y el alto cizallamiento, como el flujo a través de pequeños orificios lo cual es una consecuencia de la dependencia de la viscosidad de la concentración de partículas, el cizallamiento y la historia térmica por tanto, un buen método de control de calidad debe proporcionar resultados analíticos que sean reproducibles, relacionados con el uso industrial del chocolate y libres de anomalías causadas por el uso de modelos matemáticos imprecisos que extrapolan los datos más allá del rango de medición (Servais et al., 2003).

1.5.2 Suavidad

El chocolate es un alimento muy agradable, y su sedosidad es uno de los atributos extremadamente importantes de los productos de alta calidad, y brinda una experiencia agradable a los consumidores, la sedosidad del chocolate tiene una mayor relación con su propiedad de fricción, un CoF más bajo podría conducir a una excelente sedosidad en el procesamiento oral de alimentos además, la disminución del porcentaje o concentración de chocolate genera la disminución de su viscosidad pero no de la suavidad del chocolate (Ni et al., 2022).

1.5.3 Firmeza

Las cremas de chocolate son un complejo sistema multifásico de suspensiones de aceite sólido, en el que una mezcla de grasas representa la fase oleosa, mientras que el azúcar,

el cacao en polvo, las nueces molidas y tostadas, la leche en polvo y el suero representan la fase dispersa (Tolve et al., 2022).

Las mediciones de textura de los productos para untar indican que las cremas de chocolate que no contienen frutos secos tienen un valor de dureza más alto (alrededor de 1,65 a 1,72 N) mientras que pastas para untar con torta de avellanas tienen valores más bajos de capacidad para untar siendo la capacidad de extensión la fuerza necesaria para que la extensión fluya entre dos superficies por lo tanto, los valores bajos de capacidad de esparcimiento significan que el chocolate para untar necesita una pequeña fuerza para extenderse como es de esperar, las cremas de chocolate muestran más firmeza y capacidad de untar de manera significativamente según la naturaleza y la cantidad de los ingredientes utilizados para su elaboración (Acan et al., 2021).

1.5.4 Untabilidad

La untabilidad, definida como el esfuerzo necesario para esparcir una muestra sobre una superficie determinada, es una propiedad reológica subjetiva, Es crucial medir la untabilidad con una metodología que permita la reproducibilidad de los datos y distinga entre los valores estáticos y dinámicos del fluido (Gonzalez, 2010).

Existen varios factores que influyen en la untabilidad de las cremas de chocolate, desde la formulación de los ingredientes, el proceso de elaboración del producto y el contenido de grasa, como la proporción de aceite, la cantidad de cacao permiten que la viscosidad se ajuste de acuerdo a la necesidad del fabricante, estos componentes pueden influir directamente en la capacidad de esparcimiento (Minifie, 2012).

1.6 Análisis sensorial

El análisis sensorial promueve la utilización y el análisis científico de resultados cuyo objetivo en la evaluación de productos de cacao y chocolate es proporcionar la información de las características aceptadas basadas en los sentidos humanos, lo que finalmente contribuirá a la mejor calidad del producto esperada por los consumidores, algunos de los parámetros que se utilizan en la evaluación sensorial de los productos de cacao y chocolate incluyen sabor, gusto, olor, somato sensaciones orales, apariencia visual y textura (Savitri et al., 2022).

1.6.1 Pruebas afectivas, escalas hedónicas

La escala hedónica es un método de medición en el que se pide al evaluador que “mida” la intensidad de un estímulo asignándole un valor (categoría) en una escala limitada, que

suele ser numérica de tal forma que se utiliza para optimizar la aceptabilidad del producto, estas son muy utilizadas en el análisis sensorial para las respuestas afectivas (relacionadas con la preferencia o aceptación de productos) y se trata de escalas en las que se evalúa el grado de aceptación a través de etiquetas verbales (escala hedónica de cinco puntos) o numéricas (escala hedónica numérica de cinco puntos) (Pimentel et al., 2016).

METODOLOGÍA

2.1 Preparación de emulsiones aceite/agua

Las emulsiones se preparan usando aceite de maíz como fuente de grasa, y diferentes celulosas que actúan como estabilizantes y emulsionantes, con este fin se emplearon 3 tipos de hidrocoloides tales como la metilcelulosa, carboximetilcelulosa y goma xantana. Para cada tipo de éter de celulosa se utilizaron las respectivas condiciones de dispersión, hidratación y temperaturas determinadas (Espert, 2019)

Se realizaron pruebas preliminares en las cuales se incluyó como emulsionante carboximetilcelulosa, metilcelulosa y goma xantana en diferentes proporciones en base a las concentraciones de uso establecidos (Tabla 4).

Tabla 4

Preparación de pruebas preliminares de emulsiones con distintos hidrocoloides.

	Hidrocoloide %	Agua %	Aceite %	
Prueba 1	Metilcelulosa	2,5	51	46,5
	Carboximetilcelulosa	2,5	51	46,5
	Goma xantana	0,5	51	48,5
Prueba 2	Metilcelulosa	2	51	47
	Carboximetilcelulosa	2	51	47
	Goma xantana	0,3	51	48,7
Prueba 3	Metilcelulosa	1,5	51	47,5
	Carboximetilcelulosa	1,5	51	47,5
	Goma xantana	0,25	51	48,75

Nota. La tabla representa la aplicación de Metilcelulosa, CMC y Goma xantana en diferentes porcentajes como prueba preliminar para la preparación de emulsión.

Debido a los mejores resultados obtenidos con metilcelulosa, se determinó que el 2 % es el porcentaje óptimo para la elaboración de cremas untables. Este porcentaje proporciona el equilibrio adecuado entre viscosidad, textura y estabilidad, en comparación con otras combinaciones de hidrocoloides y concentraciones donde obteníamos emulsiones con alto nivel de viscosidad y con reacciones de desfase. Por lo tanto, nuestra fórmula base

para la emulsión se muestra en la Tabla 5, misma fórmula utilizada en otros estudios similares.

Tabla 5

Formulación de la emulsión

Componente	%	Masa (g)
Grasa	47	94
Agua	51	102
Metilcelulosa	2	4

Nota. Adaptado de “Uso de emulsiones sustitutas de grasa para el desarrollo de cremas de relleno. Evaluación de la digestibilidad de las grasas y de la estructura tras la digestión in vitro” por Embuena, M., 2016.

Para la preparación de la emulsión, el aceite de maíz se sometió a baño maría hasta llegar a la temperatura de 60-65°C, se dejó enfriar hasta 40-45°C, se agitó a mínima velocidad, adicionando de forma paulatina el polvo de metilcelulosa. Una vez dispersa la metilcelulosa en el aceite de maíz, se añadió el agua a 20°C y homogenizó toda la mezcla con un mezclador de marca Ultra-turrax, durante 1 minuto a (500 rpm), luego se elevó la velocidad hasta (13500 rpm) durante 1 minuto y finalmente se llevó a (17500 rpm) durante 1 minuto más, logrando integrar todos los componentes de la mezcla, se obtuvo una emulsión de aceite en agua, la cual fue refrigerada (5°C) durante 24 horas con la finalidad de estabilizar la emulsión.

Este procedimiento se repitió con diferentes porcentajes de cada uno de los hidrocoloides, hasta lograr obtener una emulsión que brinde las características deseadas en el producto final. Lo cual se logró con la mezcla que incluía metilcelulosa como agente emulsionante.

2.1.1 Evaluación de la viscosidad y pH de la emulsión (O/W) con metilcelulosa.

2.1.1.1 Medición de viscosidad

La medición de la viscosidad de la emulsión se llevó a cabo con ayuda de un viscosímetro rotatorio de marca Fungilab ViscoLead modelo ONEL 100220, para la respectiva lectura de la viscosidad se coloca la muestra en un vaso de precipitación de 150 ml (Figura 4), se empleó el husillo L4 a una velocidad de 2 rpm, de tal forma que se logró determinar la viscosidad de cada una de las pruebas de emulsiones realizadas.



Figura 4 Medición de la viscosidad de la emulsión

2.1.1.2 Medición de pH

Para la medición de pH se usó un potenciómetro de mesa AQUASEARCHER™ de la marca OHAUS modelo AB33M1 colocando la muestra en un vaso precipitado de 150 ml de capacidad, luego de lo cual se insertó el electrodo en la emulsión para hacer la respectiva lectura, realizando el mismo procedimiento para cada una de las emulsiones elaboradas.

2.2 Preparación de la crema untable

2.2.1 Formulación del producto

Con ayuda del software estadístico Design- Expert se formularon las cremas de chocolate, siguiendo la formulación establecida por Embuena, (2016) quien estudió el uso de las emulsiones como sustituto de grasas aplicadas en cremas de relleno. Se empleó un diseño factorial, donde las variables independientes del estudio son el porcentaje de cacao y de emulsión y las variables dependientes son viscosidad, firmeza, suavidad, untabilidad y aceptación sensorial en términos de sabor, color, aroma y textura. Este diseño consideró una réplica por punto excepto en los puntos centrales, tal como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6

Composición de emulsión y crema de cacao de los diferentes tratamientos del diseño experimental.

Tratamientos	Componente 1 Emulsión	Componente 2 Crema de chocolate
T1	0,6	0,4
T2	0,4	0,6
T3	0,5	0,5
T4	0,55	0,45
T5	0,45	0,55
T6	0,6	0,4
T7	0,4	0,6
T8	0,5	0,5

Cada una de las corridas experimentales se elaboraron siguiendo la misma formulación (Tabla 7) y orden de preparación. Todos los ingredientes se mezclaron en caliente (90°C) hasta lograr una pasta homogénea sin presencia de partículas. Se provocó una segunda homogenización ayudada por una licuadora semi industrial durante 6 min ajustando los niveles de velocidad de este equipo de 2 a 6, controlando la temperatura con una fuente de calor. Seguido de ello se procede a mezclar con la emulsión hasta obtener una mezcla homogénea y finalmente se envasó en caliente (90°C) y almacenó a temperatura ambiente y posterior refrigeración.

Tabla 7

Formulación de crema untada de chocolate

Componentes	Masa (g)
Cacao	44
Azúcar	60
Leche en polvo	20
Agua	76
Emulsión	200

Nota. Adaptado de “Uso de emulsiones sustitutas de grasa para el desarrollo de cremas de relleno. Evaluación de la digestibilidad de las grasas y de la estructura tras la digestión in vitro” por Embuena, M., 2016.

2.2.2 Estudio de variables dependientes

2.2.2.1 Análisis de firmeza

Para determinar la firmeza de las cremas de chocolate untable se utilizó un analizador de textura TA.XTplusC de marca Stable Micro Systems, se aplicó la Prueba de Penetración usando una sonda cilíndrica (Figura 5).



Figura 5 Montaje del texturómetro para medir la firmeza de las muestras

Se tomó la respectiva muestra de crema untable y se colocó en un recipiente adecuado ubicándolo en el centro bajo la sonda, se estableció las especificaciones requeridas para llevar a cabo el análisis por medio del software de textura (Tabla 8), una vez alcanzada la fuerza de disparo de 5 g, la sonda procede a penetrar en la muestra hasta alcanzar la fuerza objetivo-aplicada.

Tabla 8

Ajustes del TA para la medición de la firmeza.

Modo test	Comprensión
Velocidad antes de la prueba	2,0 mm/s
Velocidad de prueba	1,0 mm/s
Velocidad posterior a la prueba	10,0 mm/s
Fuerza	100 g
Tiempo	30 s

Tipo de disparo	Auto – 5 g
Tasa de adquisición de datos	200 pps

2.2.2.2 Análisis de Suavidad

Se utilizó el mismo analizador de textura y la misma metodología mencionado en el acápite 2.2.2.1 en este caso para analizar la suavidad se utilizó una sonda cónica (Figura 6), la muestra se preparó ubicándola en un recipiente permitiendo que el ingreso de la sonda sea exacto, se ajustó las respectivas especificaciones en el software (Tabla 9) y luego se llevó a cabo la lectura de los valores obtenidos una vez alcanzada la fuerza máxima de disparo 3 g.



Figura 6 Montaje del texturómetro para medir la suavidad de las muestras

Tabla 9

Ajustes del TA para el análisis de suavidad en las muestras.

Modo Test	Compresión
Velocidad antes de la prueba	2,0 mm/s
Velocidad de prueba	1,0 mm/s
Velocidad posterior a la prueba	10,0 mm/s
Distancia	10 mm
Tipo de disparo	Auto – 3 g
Tasa de adquisición de datos	200 pps

2.2.2.3 Análisis de Untabilidad

Para determinar la untabilidad se realizó la Prueba de Extrusión Trasera (A/BE) usando un embolo de disco en la cual la muestra se ubicó en el centro debajo del émbolo de disco, permitiendo que el producto se extruya hacia arriba y alrededor del borde del disco (Figura 6).



Figura 7 Medición de la untabilidad de la muestra comercial (Delilú)

Todas las muestras fueron colocadas en recipientes adecuados, posteriormente se colocaron en el centro, bajo la sonda del equipo y una vez establecidas las especificaciones del programa (Tabla 10), registrando luego las lecturas en el software.

Tabla 10

Ajustes del TA para el análisis de la untabilidad

Modo Test	Comprensión
Velocidad antes de la prueba	1,0 mm/s
Velocidad de prueba	1,0 mm/s
Velocidad posterior a la prueba	10,0 mm/s
Distancia	10 mm
Tipo de disparo	Auto – 5 g
Tasa de adquisición de datos	400 pps

Los ensayos de firmeza, suavidad y untabilidad se realizó en los laboratorios del área de la Carrera de Alimentos de la Universidad Técnica Particular de Loja.

2.2.3 Evaluación sensorial de las cremas de cacao

La evaluación sensorial se efectúa mediante la aplicación de una prueba afectiva con una escala hedónica de cinco puntos para determinar aceptación sensorial a través de calidad global (anexo 1), las formulaciones serán evaluadas por 15 panelistas semientrenados.

Las muestras por evaluar se presentaron respectivamente codificados con 3 dígitos cada uno de forma aleatoria y se le da un espacio de 60 segundos para catar las muestras y que beban agua para limpiar el paladar.

Además de utilizar una herramienta afectiva para seleccionar la formulación, se empleará una herramienta sensorial que permita describir un perfil de sabor y textura (anexo 2) con la finalidad de identificar la influencia de la modificación de las variables independientes (cacao y emulsión) sobre la textura y el sabor del producto

2.2.3.1 Análisis estadísticos

Para los análisis estadísticos de los datos obtenidos se empleará el análisis de varianza (ANOVA), método estadístico de ajustes de 1er, 2do, y orden cúbico mediante el programa Design expert.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Ensayos Preliminares

Las emulsiones elaboradas con éteres de celulosa (CMC y Metilcelulosa) y con Goma Xantana (hidrocoloide de origen fermentativo) presentaron distintos cambios en su estabilidad y en las características organolépticas de las cremas. A continuación, se evidencia los resultados obtenidos (Figura 8) de las pruebas preliminares.

Figura 8

Emulsiones con CMC, goma xantana y metilcelulosa



La carboximetilcelulosa, como agente estructurante en la emulsión, presentó desfase y generó en la crema de chocolate una estructura densa, gelatinizada y con tonalidad oscura. Por otro lado, la goma xantana causó desestabilización de la emulsión, una estructura semidensa en las cremas de chocolate y suprimió el sabor y olor característicos del chocolate. En contraste, la metilcelulosa proporcionó una buena estabilidad tanto a la emulsión como a la crema de chocolate, además de una adecuada coalescencia. Dicho esto, las características propias de cada hidrocoloide influyeron de manera significativa tanto en los aspectos reológicos de la emulsión como en los aspectos sensoriales de las cremas de cacao. En la tabla 11 se presenta las propiedades de los hidrocoloides empleados las cuales influyen en la calidad del producto final.

Tabla 11*Propiedades de los hidrocoloides.*

Propiedad	Carboximetilcelulosa (CMC)	Metilcelulosa (MC)	Goma Xantana
Peso Molecular (g/mol)	90,000 - 700,000	10,000 - 220,000	1,000,000 - 50,000,000
Viscosidad (mPa·s)	20 - 30,000 (1% en agua a 25°C)	10 - 100,000 (2% en agua a 20°C)	1,200 - 1,800 (1% en agua a 25°C)
Solubilidad en Agua	Soluble en agua fría y caliente	Soluble en agua fría, no en caliente	Soluble en agua fría y caliente
Concentración de Uso (%)	0.25% - 4%	0.25% - 5%	0.05% - 0.5%
Densidad Aparente (g/cm³)	0.5 - 0.7	0.3 - 0.7	0.3 - 0.8
Humedad (%)	< 10%	< 5%	< 15%
Grado de Sustitución (DS)	0.65 - 1.2	1.3 - 2.6	N/A
pH (1% en agua)	6.0 - 8.5	5.5 - 8.0	6.0 - 8.0
Estabilidad Térmica (°C)	Estable hasta 200°C, descompone >250°C	Estable hasta 200-225°C, descompone >250°C	Estable hasta 90-100°C
Punto de Fusión (°C)	Descompone antes de 250°C	Descompone antes de 250°C	N/A (Estabilidad hasta 90-100°C)
Estabilidad al Cizallamiento	Buena	Buena	Excelente

Fuentes: Glicksman, (2020); Dickinson, (2008).

Si bien, la viscosidad y concentración del hidrocoloide son parámetros sumamente influyentes puesto que “al aumentar la cantidad de hidrocoloide presente en el chocolate o composición para recubrimiento, aumenta la viscosidad del producto mientras es consumido y de esta forma, varía la sensación en la boca del producto” (Destephen et al., 2010). Así también, el desfase presentado en la emulsión con goma Xantana al 0,25, 0,3 y 0,5 % puede ser consecuencia de las concentraciones utilizadas, puesto que dependiendo de la cantidad aplicada resulta beneficioso a la calidad del mismo, ya que

los hidrocoloides reducen el contenido de humedad y la actividad de agua mejorando de manera efectiva su estabilidad de emulsión (98 %-99 %) (Izzreen et al., 2022).

Considerando los efectos negativos que proporcionaba la goma xantana y la carboximetilcelulosa se optó por evaluar de manera detallada el efecto de la metilcelulosa como agente estructurante en las cremas de chocolate

3.2 Determinación de pH y viscosidad de la emulsión (O/W) con metilcelulosa

En la tabla 12, se indican los resultados de la valoración de pH y viscosidad de la emulsión (O/W) preparada con metilcelulosa.

Tabla 12

Parámetros físicos de la emulsión (O/W) con metilcelulosa

Parámetro	\bar{x}	S
pH	7.1775	0,04031129
Viscosidad (cP)	25242.25	1991,16204

La emulsión (O/W) con aceite de maíz, agua y metilcelulosa presenta buenas características de estabilidad y homogeneidad, logrando el nivel de viscosidad requerido. El pH evaluado presenta un valor de pH que permite el desarrollo de cremas de chocolate estables. Cuando el valor de pH es <4, a menudo esto conduce a diferentes grados de inestabilidad de la emulsión (Li et al., 2024).

El pH del aceite vegetal influye significativamente en la tensión superficial de la emulsión. Un pH de 6.5, como el del aceite de maíz, puede afectar la ionización de los ácidos grasos libres y otros componentes polares, aumentando así la tensión superficial del aceite y mejorando su capacidad para reducir la tensión superficial en la interfaz aceite-agua. Esta mayor actividad superficial facilita la formación de gotas más pequeñas en la emulsión, ya que el pH adecuado asegura una distribución uniforme de las moléculas en la interfaz, estabilizando la emulsión. Este efecto del pH, combinado con la cantidad de tri-, mono- y diglicéridos y los residuos del refinado del aceite, puede influir entre un 10% y un 30% en el tamaño medio de las gotas de la emulsión, resultando en una textura y consistencia óptimas del producto final (Gmach et al., 2019).

Si bien, se estima que la emulsión O/W a base de metilcelulosa confiere a las cremas de chocolate untable niveles significativos de viscosidad, un grado de metoxilación alto,

gelificación a 45°C, velocidad de untado menor, velocidad de cizalla alto, textura grumosa, apariencia gomosa, sabor casi aceptable y favorable brillantez en comparación con las cremas comerciales (Espert, 2019).

Así también, Dipak et al., (1999) recalca que un factor determinante en el nivel de viscosidad es la metilcelulosa por su posible papel como agente estabilizador de emulsión dado que a concentraciones menores de 0,1- 5mg por mililitro de agente lipídico reduce la velocidad de formación de crema de las emulsiones, presumiblemente alterando las propiedades de flotabilidad de las gotitas como consecuencia de la coadsorción limitada de la metilcelulosa.

Y en cuanto al grado de viscosidad de la metilcelulosa esta varía dependiendo del aceite empleado, sin embargo, el rango puede variar de 5- 75 000 cP al 2 % correspondientes a un rango de peso molecular promedio de 10 000 220 000 Da. En caso de valores altos en la emulsión grasa/agua con hidrocoloide indica una consistencia extremadamente espesa, típica de una emulsión aceite en agua (O/W). Sin embargo, la viscosidad de la emulsión está en los valores promedios aceptables.

3.3 Análisis texturales en las cremas untables de chocolate formuladas

3.3.1 Análisis de firmeza

Las cremas de chocolate para untar se diseñaron con diferentes tipos de variedades de cacao, utilizando una emulsión de aceite en agua con metilcelulosa. La sustitución de la grasa convencional por la emulsión (O/W) permite reducir el porcentaje total de grasa en las cremas de chocolate, siendo un gran sustituto para la elaboración de productos bajos en grasas trans y saturadas. Los resultados de los análisis de firmeza a 20°C se presentan en las figuras 9, 10 y 11. Se analizaron todos los tratamientos del diseño experimental, según las tres variedades de cacao.

Figura 9

Análisis de firmeza de diferentes mezclas con cacao Nacional.

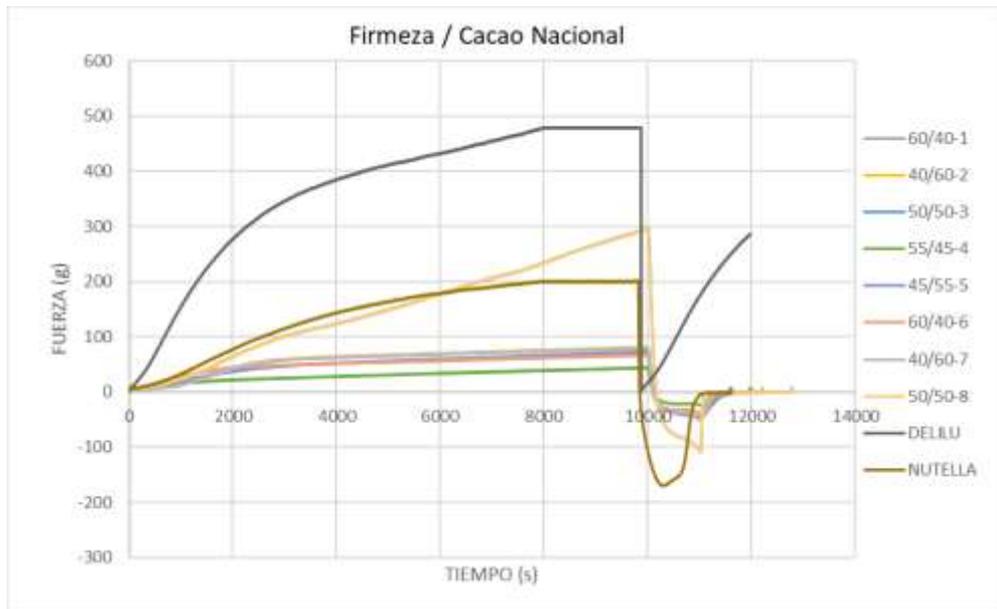


Figura 10

Análisis de firmeza de diferentes mezclas con cacao Trinitario.

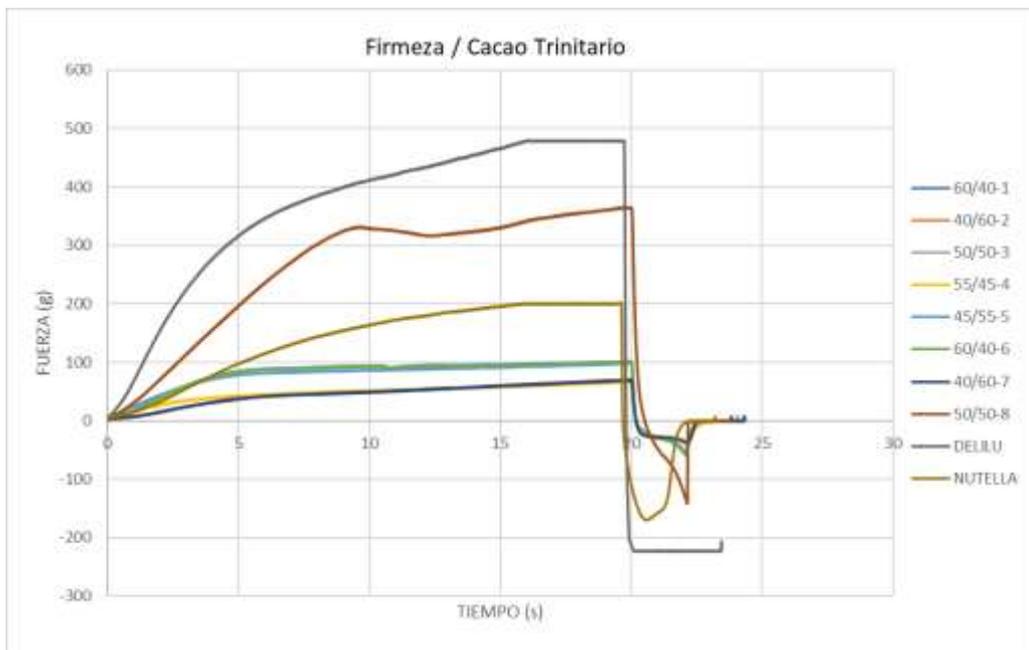
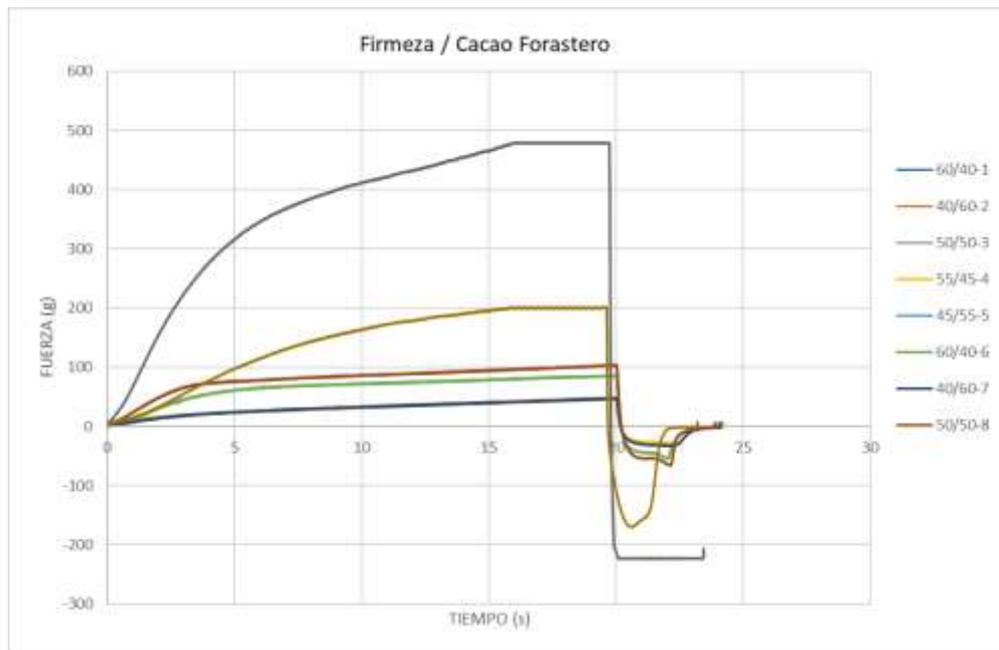


Figura 11

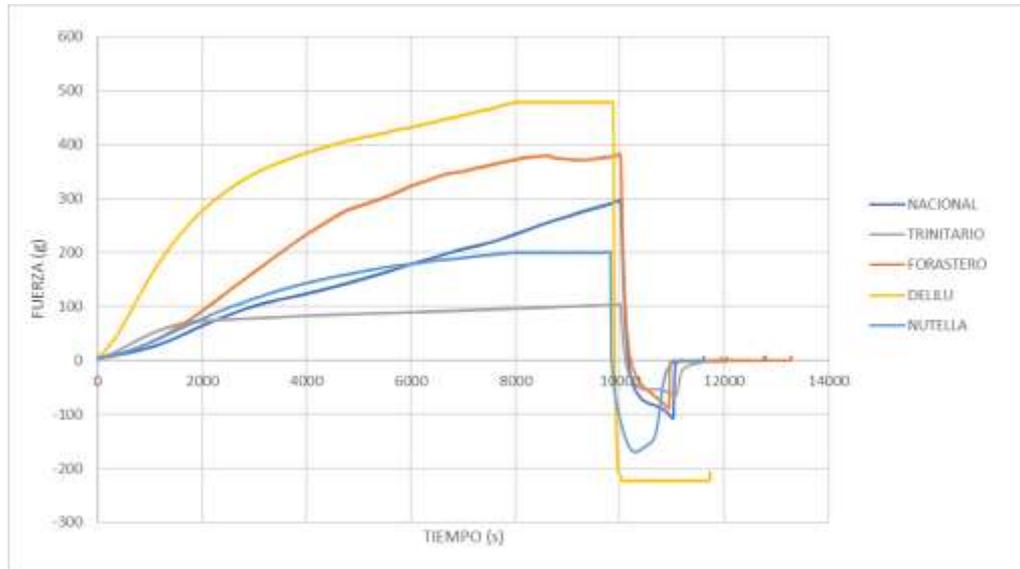
Análisis de firmeza de diferentes mezclas con cacao Forastero.



Se compararon cremas untables comerciales (Delilu y Nutella) con las cremas formuladas con diferente porcentaje de emulsión, los valores graficados representan la fuerza de penetración (g) aplicada a lo largo del tiempo (s), indicando que, a mayor fuerza requerida para penetrar el alimento, mayor es su firmeza. En las figuras 8, 9 y 10 la muestra comercial (Delilu), se identificó como la crema de untar con mayor firmeza medida al mismo valor de fuerza de penetración. Por consiguiente, con el resultado de las curvas obtenidas, la formulación que más se asemeja a la muestra patrón está constituida por 50 % de emulsión y un 50 % de crema de chocolate, presentando una firmeza superior en comparación con el resto de las muestras. De acuerdo con la investigación de Prakansamut et al., (2024), al sustituir aceite de palma por oleogel para la elaboración de chocolate untable disminuye la firmeza de las cremas de chocolate, sin embargo, todas las muestras evaluadas presentan valores de firmeza suficientemente altos como para otorgar consistencia al producto y un aspecto semisólido y untable.

Figura 12

Análisis comparativo de la mezcla (50:50) de las tres variedades de cacao - Firmeza



En la Figura 12, se presenta los resultados de firmeza de la mezcla 50:50 de las tres variedades de cacao en la cual se comparó con las muestras comerciales para determinar cuál es la variedad que otorga un nivel de firmeza similar a las cremas unttables comerciales de alta demanda por sus consumidores. En este sentido, la muestra de crema de chocolate unttable a base de cacao Forastero resultó ser la muestra con niveles semejantes de textura en cuanto a firmeza en comparación a las patron. Estudios realizados por Frauendorfer y Schieberle, (2019), mencionan que el cacao de variedad Forastero es caracterizado por su robustez y resistencia a plagas, permitiendo mayor calidad en términos de consistencia en textura, sabor y aroma, en comparación al cacao Nacional se considera más susceptible a contraer enfermedades mismas que desfavorecen la calidad sensorial.

3.3.2 Análisis de suavidad

Todas las muestras fueron evaluados a una temperatura constante de 20°C. Los resultados obtenidos de la determinación de la suavidad de cada una de las formulaciones de cremas para untar con emulsión, como también de las muestras comerciales, se presentan en las Figuras 13, 14 y 15.

Figura 13

Análisis de suavidad con diferentes mezclas con cacao Nacional

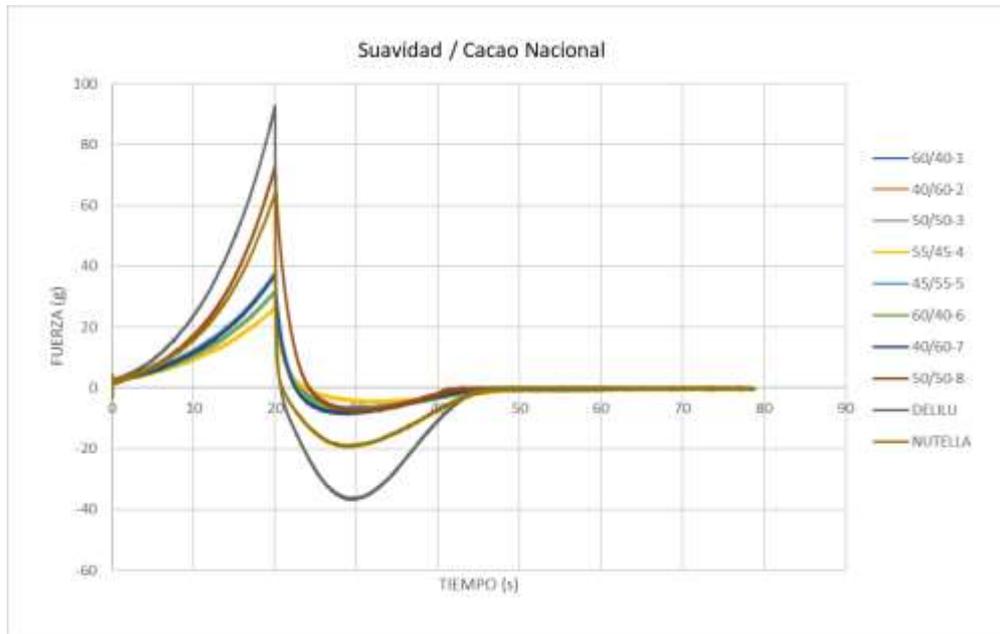


Figura 14

Análisis de suavidad con diferentes mezclas con cacao Trinitario.

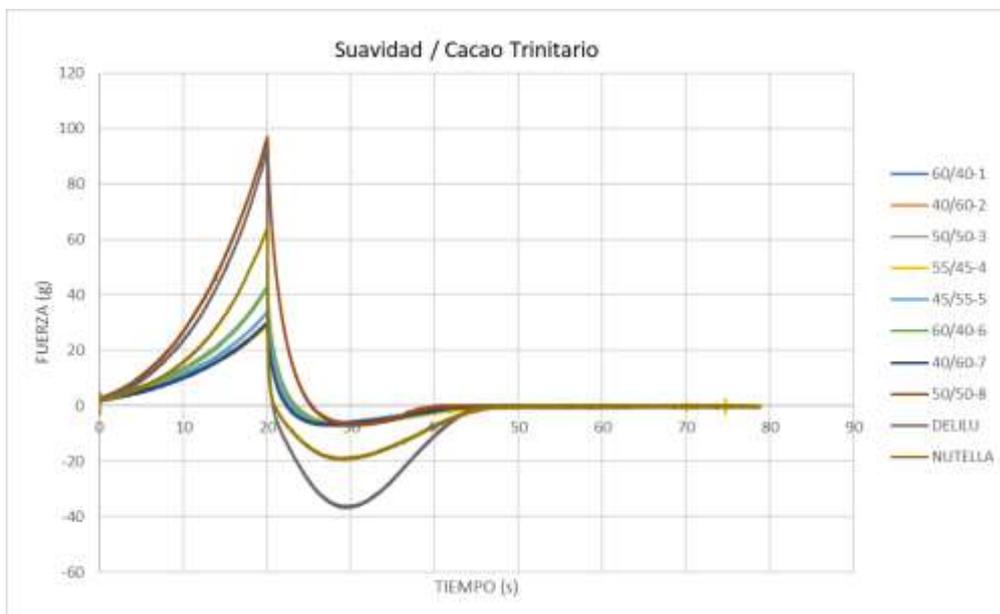
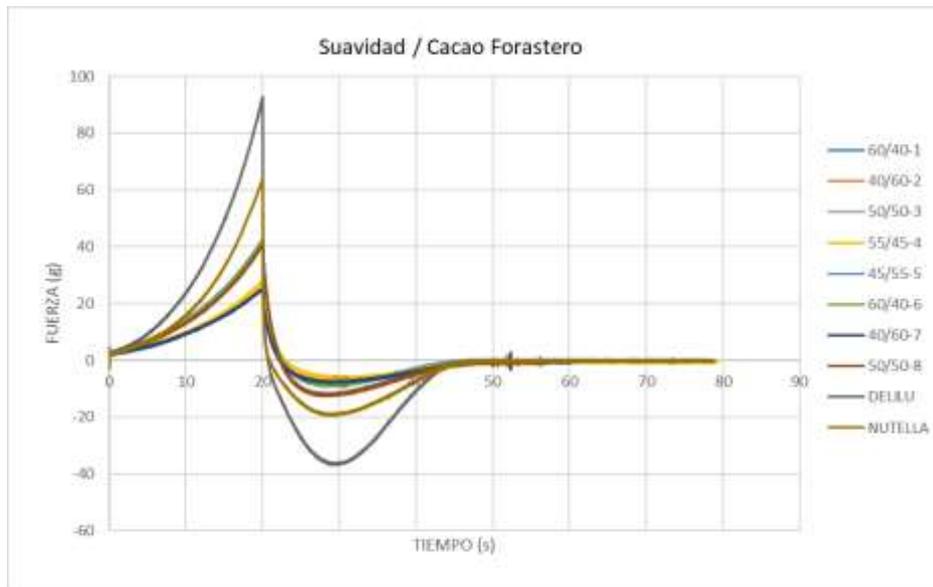


Figura 15

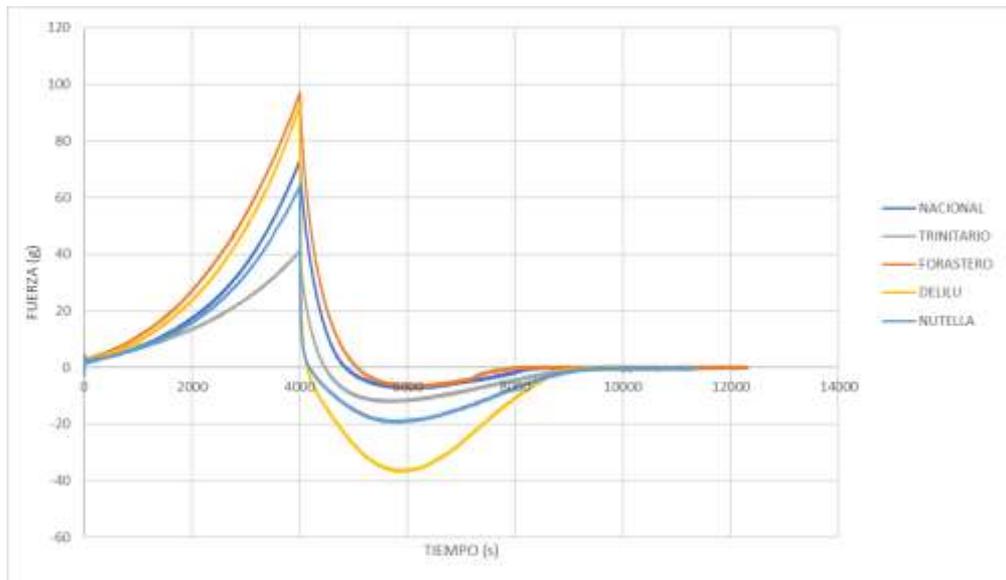
Análisis de suavidad con diferentes mezclas con cacao Forastero.



Se analizaron las curvas de cada una de las muestras de chocolate untable a base de cacao Nacional, Trinitario y Forastero, por lo que se pudo evidenciar que, mientras más bajo es el valor de la curva, más blanda es la muestra. Las figuras 13, 14 y 15 muestran como resultado que las formulaciones constituidas por 50:50 (emulsión; crema de cacao) y 60:40, presentan una suavidad similar a la muestra comercial (Delilú), lo que sugiere que la textura de estos productos pudiese tener más aceptación entre los consumidores en comparación con las otras muestras. En la elaboración de cremas de chocolate, la formación y estabilidad de las emulsiones O/W permiten que al fabricante ajustar las propiedades del alimento con el fin de lograr una textura deseable. Cassidy, (2024) menciona que es importante una buena selección del tipo de emulsificante para la preparación de cremas de chocolate debido a que puede influir tanto en la textura como en la percepción sensorial y tiempo de vida útil del producto.

Figura 16

Análisis comparativo de la mezcla (50:50) de las tres variedades de cacao - Suavidad



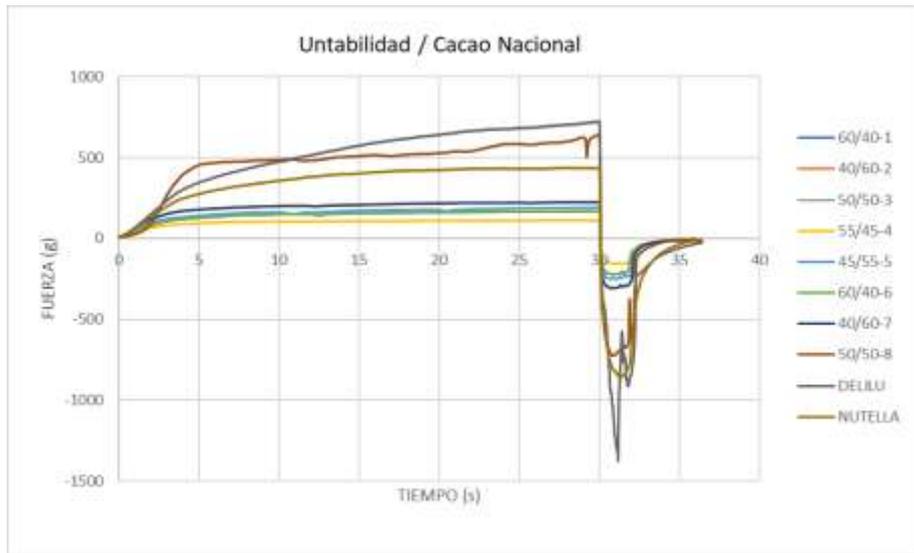
En la Figura 16, se visualiza los resultados obtenidos de acuerdo con el análisis comparativo de la muestra 50:50 en base a las tres variedades de cacao con las cremas comerciales, cabe destacar que la variedad que otorgó mejor característica textural en cuanto a suavidad fue el cacao Forastero, esto relacionando con las marcas reconocidas. Por lo tanto, la composición del cacao como la inclusión de alternativas saludables a las grasas pueden influir significativamente en la suavidad de las cremas untables de chocolate. Frauendorfer y Schieberle, (2019), destaca que otro factor que influye de manera significativa en las propiedades y características del cacao Forastero son las condiciones ambientales ya que deben crecer en superficies con buen clima, suelo fértil, y la altitud son fundamentales para la formación de compuestos volátiles y fenólicos.

3.3.3 Análisis de Untabilidad

La figura 17, 18 y 19 muestra los perfiles de las curvas de untabilidad correspondientes a las cremas de chocolate estudiadas. En las tres graficas correspondientes a la variedad de cacao nacional, trinitario y forastero se observa que la muestra más similar a las cremas de chocolate comercial es la de proporción 50:50. Caso contrario, en el análisis de las medidas de untabilidad del resto de las muestras donde presentan un nivel bajo y no se acercan a las cremas de chocolate Nutella y Dellilu.

Figura 17

Análisis de untabilidad en cremas de chocolate untable a base de cacao Nacional.



En la figura 17 y 18, se observa que el nivel de untabilidad de las muestras 50:50 de la variedad nacional y trinitario están próximas a la curva de las cremas de chocolate Delilu y Nutella pero no en mismo nivel de untabilidad. Si bien, la untabilidad del chocolate disminuye a medida que aumenta la firmeza durante el tiempo de almacenamiento lo que afecta directamente en la calidad del producto (Said et al., 2019).

Figura 18

Análisis de untabilidad en cremas de chocolate untable a base de cacao Trinitario.

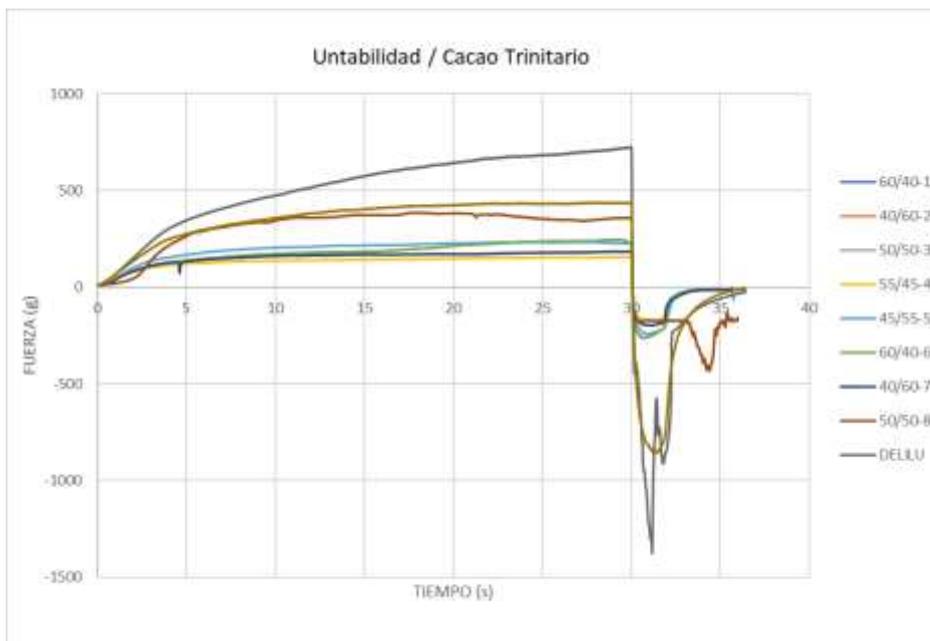
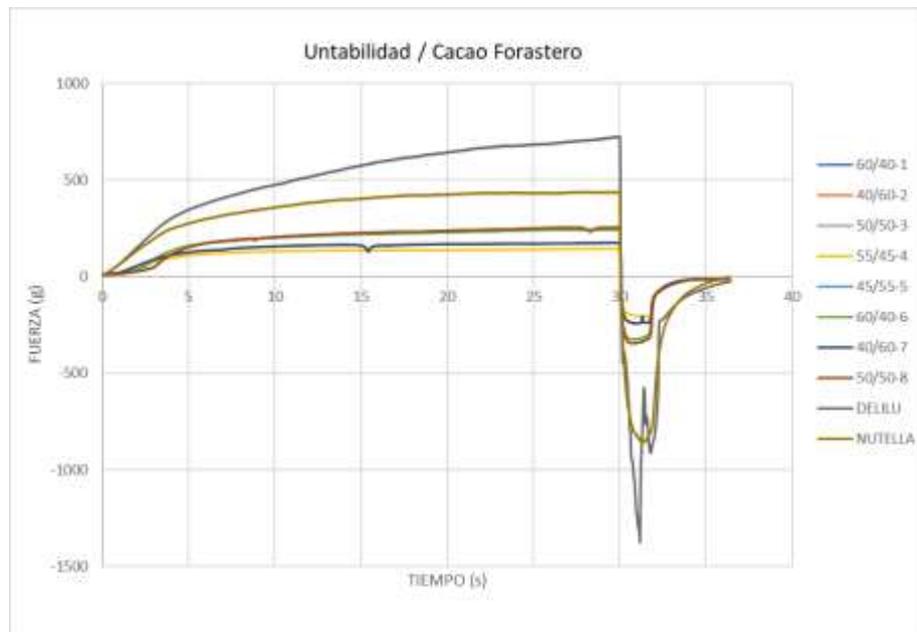


Figura 19

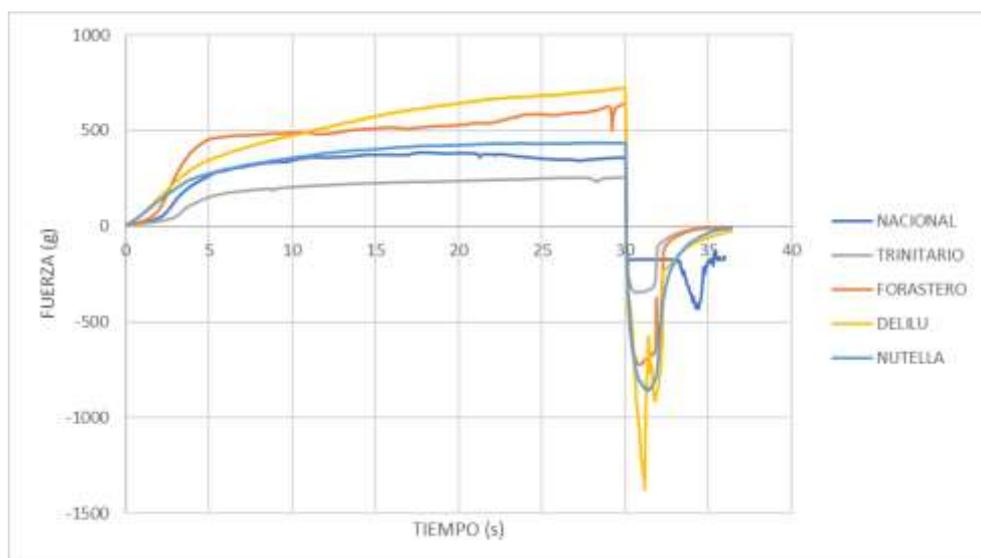
Análisis de untabilidad en cremas de chocolate untables a base de cacao Forastero.



En la figura 19 se aprecia que los niveles de untabilidad de la crema de chocolate de la variedad de forastero tienen niveles de curva iguales a los de las cremas comerciales, esto puede ser consecuencia del nivel graso de esta variedad de cacao dado que a menor cantidad aceite/ grasa más alta es la capacidad de untabilidad (Aydemir y Atalar, 2019).

Tabla 20

Análisis comparativo de la mezcla (50:50) de las tres variedades de cacao - Untabilidad



En vista de que la crema de chocolate 50:50 se acerca más a las cremas de chocolate comerciales, en la figura 20 se aprecia que variedad de chocolate de la crema es la que tiene mayor similitud. En este caso, la crema de chocolate de la variedad de forastero posee un nivel similar con respecto a la untabilidad en comparación con la crema Delilu, por tanto, tiene casi las mismas características organolépticas, uno de los factores que pudieron influir en las características de esta crema es el origen de esta variedad. De la Cruz y Pereira (2019) en su estudio “Historias, Saberes y Sabores en torno al cacao (*Theobroma cacao* L.) en la subregión de Barlovento, Estado Miranda” reafirman que esta variedad de cacao otorga “cuerpo y amplitud a sus mezclas de chocolate”.

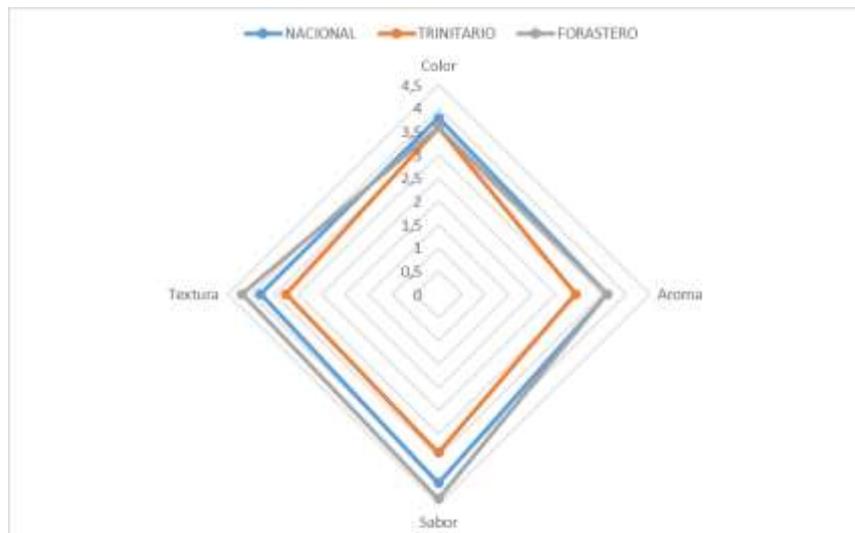
3.4 Análisis sensorial

Para el análisis sensorial se evaluó la mezcla 50/50 misma que se eligió en base a los resultados obtenidos del análisis de firmeza, suavidad y untabilidad, debido a que, dicha formulación es la que se asemeja más a los datos obtenidos de las cremas comerciales de alto consumo

En la figura 21, se presenta los resultados de los atributos evaluados en las tres muestras de cremas de cacao para untar a base de diferentes variedades de cacao (Nacional, Trinitario y Forastero), de acuerdo con la prueba hedónica realizada, la muestra formulada con cacao Forastero (254C) obtuvo mayor grado de preferencia en comparación con las otras muestras. Este resultado indica que las características organolépticas del cacao Forastero fueron las más aceptadas por los evaluadores, destacándose en los atributos sensoriales tanto aceptación y preferencia frente a las demás muestras. En relación con el nivel de preferencia de las tres muestras evaluadas, determinamos que, a un nivel de probabilidad del 5%, se observó una diferencia significativa en el número mínimo de elecciones necesarias para establecer un nivel de preferencia notable.

Figura 21

Gráfica Radial de atributos sensoriales de las tres muestras de crema untables de cacao.



Si bien, se aprecia que la crema de chocolate perteneciente a la variedad de forastero presenta niveles alto en cuanto aroma, sabor y textura. González et al., (2012) expresa que el “cacao Forastero tiene un sabor inherente fuerte, tienden a ser un poco amargo y por lo general de color marrón oscuro (...) y con aroma de cacao básico fuerte y notas frutales”.

Así mismo, Meneses et al., (2023) en su artículo “*Key Aromatic Volatile Compounds from Roasted Cocoa Beans, Cocoa Liqueur, and Chocolate*” concluyen que el cacao forastero se caracteriza por producir semillas que, luego de ser fermentadas, generan aromas florales y dulces volátiles, características que les atribuyen a productos derivados de este y que la liberación de aromas de chocolate durante la degustación está ligada a los compuestos volátiles lipófilos, principalmente alquilpirazinas que este contiene.

Mientras que las demás muestras que contienen características sensoriales bajas sea consecuencia de la formulación y las condiciones de procesamiento durante el conchado ya que el proceso prolongado (6 a 10 h a 80 ° C) da como resultado la pérdida de saborizantes volátiles indeseables y de otros saborizantes que proporcionan aromas característicos deseables como dulce, afrutado, floral y chocolate (Meneses et al., 2023).

3.4.1 Análisis estadístico

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA), realizado para evaluar el atributo de color entre las tres muestras de crema untable de cacao se obtuvo un valor p de 0,7392172 como se muestra en la Tabla 13. Dado que este valor p es significativamente mayor que el nivel de significación $\alpha = 0.05$ no existe diferencia significativa en la percepción del color entre las muestras evaluadas, por consiguiente, según el análisis estadístico determina que el color de las tres muestras de crema untable de cacao es percibido de manera uniforme por los evaluadores.

Tabla 13

Análisis de varianza (ANOVA) - Color

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,4	2	0,2	0,3043478 3	0,7392172	3,2199422 9
Dentro de los grupos	27,6	42	0,657142857			
Total	28	44				

Por otro lado, los resultados del ANOVA realizados para evaluar los atributos de textura, aroma y sabor entre las muestras de crema untable de cacao como se presentan en las Tablas 14, 15 y 16. Mostraron valores de p inferiores al nivel de significancia $\alpha = 0.05$ en los tres parámetros evaluados, lo cual indica que si hay diferencia significativa en la percepción de la textura, aroma y sabor entre las muestras evaluadas. En términos de textura, los evaluadores percibieron variaciones notables, posiblemente relacionadas a las formulaciones, con respecto al aroma, las diferencias sugieren que los componentes volátiles y los perfiles aromáticos varían mucho en las muestras. Finalmente, en cuanto al sabor, las diferencias observadas reflejan una variabilidad en la composición y el balance de sabores en las cremas untables de cacao.

Estos resultados obtenidos indican que los atributos sensoriales como la textura, aroma y sabor presentan variaciones perceptibles y estadísticamente significativas entre las muestras de crema untable de cacao analizadas.

Tabla 14*Análisis de varianza (ANOVA) - Aroma*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4,44444444	2	2,22222222	4,63576159	0,01516472	3,21994229
Dentro de los grupos	20,1333333	42	0,479365079			
Total	24,5777778	44				

Tabla 15*Análisis de Varianza (ANOVA) - Sabor*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7,77777778	2	3,88888889	6,7679558	0,00283259	3,21994229
Dentro de los grupos	24,1333333	42	0,574603175			
Total	31,9111111	44				

Tabla 16*Análisis de varianza (ANOVA) - Textura*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	6,57777778	2	3,28888889	3,86567164	0,02877406	3,21994229
Dentro de los grupos	35,7333333	42	0,850793651			
Total	42,3111111	44				

CONCLUSIONES

La aplicación de emulsión con hidrocoloides como alternativa de sustituto de grasa para la elaboración de crema de chocolate untable resulto ser una alternativa viable y eficaz. El control de Ph y viscosidad, resulta sustancial para el desarrollo de emulsiones dado que los niveles altos o bajos pueden generar desfase e inestabilidad en su estructura lo cual no es propicio para el desarrollo de cremas de chocolate.

Así también, tras el diseño experimental se estableció que la crema de chocolate en proporción 50% emulsión; 50% crema de chocolate de la variedad de forastero presentó una estructura similar a las cremas control comparadas en cuanto a las propiedades reológicas realizadas, lo cual demuestra ser una buena alternativa en cuanto a propiedades físicas. Así mismo, las propiedades sensoriales juegan un papel importante en la calidad del alimento logrando obtener un producto con características aceptables. Por tanto, se evidencia que el empleo de hidrocoloides como sustitutos de grasa es una alternativa favorable para la reformulación de productos dado que brinda mejores propiedades de textura, aporta con nutrientes y calidad.

Recuerden que las conclusiones se describen en respuesta a sus objetivos específicos planteados.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar equipos que controlen la temperatura de manera constante, permitiendo llevar a cabo la metodología del proceso sin interferir en la temperatura adecuada para homogenizar todos los componentes.
- Además, es importante realizar los análisis texturales de las muestras tanto a temperatura ambiente como a temperatura de refrigeración, para evaluar y cómo influyen estas condiciones en la textura del producto.
- Por otro lado, se sugiere realizar análisis preliminares exhaustivos para la elaboración de las emulsiones y de las cremas untables. Esto incluye comparar y evaluar diferentes hidrocoloides a través de datos obtenidos para determinar cuál es el más adecuado.

REFERENCIAS

- Acan, B. G., Toker, O. S., Palabiyik, I., Rasouli Pirouzian, H., Bursa, K., Kilicli, M., ... Konar, N. (2021). Physicochemical properties of chocolate spread with hazelnut cake: Comparative study and optimization. *LWT*, 147, 111548. doi:10.1016/j.lwt.2021.111548
- Aranceta J., y Pérez-Rodrigo C. Recommended dietary reference intakes, nutritional goals and dietary guidelines for fat and fatty acids: a systematic review. *Br J Nutr.* 2012 Jun;107 Suppl 2:S8-22. doi: 10.1017/S0007114512001444. PMID: 22591906 Aias, B. A., Ángel, P. N., Arenas, B. M. A., Ariza, M. D. V., Aldana, P. D. J., Arango, L. M., Amador, B. M. C., Mora, P.M y Gómez, G. L. F. (2022). Grasas y aceites provenientes de la dieta: consideraciones para su consumo en la población colombiana. *Universitas Médica*, 63(1). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed63-1.gras>
- Aristega, C. J. B. (2023). Evaluación sensorial, fisicoquímica y bromatológica de una crema untada de cacao (*Theobroma cacao*) y semillas de girasol (*Helianthus annuus*). <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARISTEGA%20CONTRERAS%20JARITZA%20BELEN.pdf>
- Aydemir, O., y Atalar, İ. (2019). Functionality of chestnut and fat/oil contents in cocoa chestnut cream production—A new product development. *Journal of Food Process Engineering*, 42(6), e13222. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13222>
- Barišić, V., Šarkanj, B., Flanjak, I., Doko, K., Miličević, B., y Ačkar, Đ. (2021). NUTRITIONALLY IMPROVED CHOCOLATE SPREADS—A REVIEW. *Hrana u zdravlju i bolesti: znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku*, 10(1), 10-13. <https://hrcak.srce.hr/file/380783>
- Berton, C. C. C., Sagis, L., y Schoen, K. (2018). Formation, Structure and Functionality of Interfacial Layers in Food Emulsions. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030117-012405>
- Bryce Moncloa, A., Alegría Valdivia, E., y San Martín San Martín, M. G. (2017). Obesidad y riesgo de enfermedad cardiovascular. *Anales de La Facultad de Medicina*, 78(2), 97. <https://doi.org/10.15381/anales.v78i2.13218>

- Carranza M., Morales W., Morante J., Gaibor R., Macías J. y Duicela L. 2023. Control de Calidad del Grano de Cacao (*Theobroma cacao* L.). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. 107 pp.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/12e12376-a8c7-4851-a03d-c66761d5b54a/content>
- Cassiday, L. (2024). Emulsions: making oil and water mix. <https://www.aocs.org/stay-informed/inform-magazine/featured-articles/emulsions-making-oil-and-water-mix-april-2014?SSO=True>
- Castebianco, J. A. (2018). Técnicas de remediación de metales pesados con potencial aplicación en el cultivo de cacao. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 27(1), 21-35.
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962018000100021
- Castulovich, B., y Jaruvy, F. (2018) Efecto de agentes estabilizantes en jugo de piña (*Ananas comosus*) y coco (*Cocos nucifera* L.) edulcorado. DOI:
<https://doi.org/10.33412/pri.v9.1.2063>
- Cedeño, M.; Tamayo, L.; Ramírez, L. (2018). Elaboración de una bebida utilizando subproductos de la Industria Láctea. *Revista Redalyc*, 1-18.
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-65422018000200059&script=sci_arttext
- Chigo, M. (2018). Efecto de la adición de carboximetilcelulosa en algunas propiedades fisicoquímicas y atributos sensoriales de queso crema.
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/chigo_hernandez_mm/etd_4061045687481.pdf
- Cubero, N., y Monferrer, A. (2002). *Aditivos Alimentarios*. Madrid.
- De La Cruz, E., y Pereira, I. (2009). Historias, Saberes y Sabores en torno al cacao (*Theobroma cacao* L.) en la subregión de Barlovento, Estado Miranda. *Sapiens*, 10(2), 97-120. <https://www.redalyc.org/pdf/410/41021266005.pdf>
- Delgado, J. D., Mandujano, J. I., Reátegui, D., y Ordoñez, E. S. (2018). Desarrollo de chocolate oscuro con nibs de cacao fermentado y no fermentado: polifenoles

totales, antocianinas, capacidad antioxidante y evaluación sensorial. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 543-550. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172018000400010yscript=sci_arttextylng=en

- Destephen, S., Budwing, C., y Best, E. (2010). Chocolate o composición de recubrimiento que contiene un hidrocoloide. <https://patentimages.storage.googleapis.com/e7/45/12/9db46a73cb0765/ES2339736T3.pdf>
- Dickinson, E. (2009). Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. *Food hydrocolloids*, 23(6), 1473-1482. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X08001902>
- Dipak K Sarker; Monique Axelos; Yves Popineau (1999). Methylcellulose-induced stability changes in protein-based emulsions. , 12(3-6), 147–160. doi:10.1016/s0927-7765(98)00071-x
- El-kalyoubi, M., Khallaf, M. F., Abdelrashid, A., y Eman, M. M. (2011). Quality characteristics of chocolate – Containing some fat replacer. doi:10.1016/j.aoad.2011.05.009
- Embuena, C. D. (2016). Uso de emulsiones sustitutas de grasa para el desarrollo de cremas de relleno. *Evaluación de la digestibilidad de las grasas y de la estructura tras la digestión in vitro*. <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/71720/EMBUENA%20-%20Uso%20de%20emulsiones%20sustitutas%20de%20grasa%20para%20el%20desarrollo%20de%20cremas%20de%20relleno.%20Evaluaci....pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición [ENSANUT]. (2018). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. *Ensanut*, 1, 47. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/ENSANUT_2018/Principalesresultados ENSANUT_2018.pdf
- Espert Tortajada, M. (2019). Funcionalidad de hidrocoloides en la digestibilidad de emulsiones aceite/agua. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=251286>

- Espert, M., Sanz, T., y Salvador, A. (2020). Use of Milk Fat/Cellulose Ether Emulsions in Spreadable Creams and the Effect of in Vitro Digestion on Texture and Fat Digestibility.
- Espinoza-Leandro, Y. K., Olivera-Montenegro, L., y Paredes-Concepción, P. (2023). Meat, dairy and vegetable emulsions: Recent innovations in the development of functional, healthy and more stable foods. *Scientia Agropecuaria*, 14(2), 201-212. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001041834800004>
- Food and Agriculture Organization. (2010). *Grasas y ácidos grasos en la nutrición humana: Informe de una consulta de expertos*. Estudio sobre la alimentación y la nutrición n.º 91. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Frauendorfer, F., y Schieberle, P. (2019). Compuestos aromáticos clave en granos de cacao Forastero fermentados y cambios inducidos por el tostado. *European Food Research and Technology*, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03292-2>.
- Gengatharan, A., Mohamad, N. V., Zahari, C. N. M. C., y Vijayakumar, R. (2023). Oleogels: Innovative Formulations as Fat Substitutes and Bioactive Delivery Systems in Food and Beyond. *Food Structure*, 100356. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213329123000497#:~:text=Oleogels%20have%20been%20used%20extensively,%2C%20texture%2C%20and%20structural%20stability>.
- Giacomozzi, A. S. (2020). Aplicación de oleogeles en formulaciones alimentarias. https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4888/GIACOMOZZI%20A.S._TESIS.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Glicksman, M. (Ed.). (2020). *Food hydrocolloids*. Crc Press. https://books.google.es/books?hl=es&lr=yid=eV74DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Food+Hydrocolloids&ots=R4WMnkOY5i&sig=15-7YUNx5P_NUxbV7c3rNLdOcao
- Gmach, O.; Bertsch, A.; Bilke-Krause, C.; Kulozik, U. (2019). Impact of oil type and pH value on oil-in-water emulsions stabilized by egg yolk granules. *Colloids*

and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 581(), 123788–. doi:10.1016/j.colsurfa.2019.1237

Gómez, M. R., Villanueva, S., y Henríquez, M. (2019). Tendencia mundial en la elaboración de productos derivados del cacao.

<https://www.redalyc.org/journal/707/70760276010/70760276010.pdf>

González Remedi, P. A. (2010). Desarrollo y evaluación de una pasta untable para el aprovechamiento de semillas de zapallo (Cucurbita máxima).

<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/134928>

González, Y., Pérez, E., y Palomino, C. (2012). Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate. Actualización en nutrición, 13(4), 314-331.

<https://cadenacacaoca.info/CDOC->

[Deployment/documentos/Factores_que_inciden_en_la_calidad_sensorial_del_chocolate.pdf](https://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Factores_que_inciden_en_la_calidad_sensorial_del_chocolate.pdf)

Gutierrez, S. M. (2022). Emulsificantes y el chocolate.

https://www.academia.edu/download/93364484/Emulsificantes_y_el_chocolate.pdf

Hao, L., Li, Y., Gong, P., y Xiong, W. (2019). Material, Process and Business Development for 3D Chocolate Printing. Fundamentals of 3D Food Printing and Applications, 207–255. doi:10.1016/b978-0-12-814564-7.00008-0

Hernández, H. C. (2018). Análisis de la composición química del cacao, extracción y estudio de compuestos antioxidantes en genotipos del banco de germoplasma de México. <https://idus.us.es/handle/11441/82298>

Ibarra, L. S. (2016). Transición alimentaria en México. Razón y palabra, 20(94), 162-179. <https://www.redalyc.org/pdf/1995/199547464012.pdf>

Izzreen, I., Fisal, A., y Siti Norizah, M. N. (2022). Effect of hydrocolloids at different concentrations on the physicochemical properties and particle size distribution of white chocolate ganache. *Malaysian Cocoa Journal*, 14, 173-183.

[https://www.researchgate.net/profile/Izzreen-](https://www.researchgate.net/profile/Izzreen-Ishak/publication/364620953_EFFECT_OF_HYDROCOLLOIDS_AT_DIFFERENT_CONCENTRATIONS_ON_THE_PHYSICOCHEMICAL_PROPERTIES)

[Ishak/publication/364620953_EFFECT_OF_HYDROCOLLOIDS_AT_DIFFERENT_CONCENTRATIONS_ON_THE_PHYSICOCHEMICAL_PROPERTIES](https://www.researchgate.net/profile/Izzreen-Ishak/publication/364620953_EFFECT_OF_HYDROCOLLOIDS_AT_DIFFERENT_CONCENTRATIONS_ON_THE_PHYSICOCHEMICAL_PROPERTIES)

[_AND_PARTICLE_SIZE_DISTRIBUTION_OF_WHITE_CHOCOLATE_GANACHE/links/635378b88d4484154a21160e/EFFECT-OF-HYDROCOLLOIDS-AT-DIFFERENT-CONCENTRATIONS-ON-THE-PHYSICO-CHEMICAL-PROPERTIES-AND-PARTICLE-SIZE-DISTRIBUTION-OF-WHITE-CHOCOLATE-GANACHE.pdf](#)

Jones, M. N., y Brass, A. (1991). Interactions between small amphipathic molecules and proteins. In Food polymers, gels and colloids (pp. 65-80). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781845698331.65>

Koko, M. Y., Hassanin, H. A., Qi, B., Han, L., Lu, K., Rokayya, S., ... y Li, Y. (2023). Hydrocolloids as promising additives for food formulation consolidation: A short review. *Food Reviews International*, 39(3), 1433-1439. Doi: [10.1080/87559129.2021.1934004](https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1934004)

Li, J., Wang, Q., Meng, F., Sun, J., Liu, H., y Gao, Y. (2024). Analysis of instability of starch-based Pickering emulsion under acidic condition of pH < 4 and improvement of emulsion stability. *International Journal of Biological Macromolecules*, 261, 129886. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813024006895?via%3DIihub>

Lorenzo, G., Mori Cortés, N., Zaritzky, N. E., y Califano, A. N. (2017). Reología y microestructura de emulsiones aceite en agua (O/W) estabilizadas con mezclas de hidrocoloides. In IV Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/60406/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Macías, M. M. G, y Ortega. B. G. A. (2023). Enfermedades crónicas no transmisibles y la calidad de vida en el Ecuador. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4926/1/Mac%C3%ADas%20Moreira%20Mar%C3%ADa%20Gabriela-%20Ortega%20Baldeon%20Gabriela%20Alejandra.pdf>

Mancini, A., Imperlini, E., Nigro, E., Montagnese, C., Daniele, A., y Orrù, S. (2015). Biological and Nutritional Properties of Palm Oil and Palmitic Acid: Effects on

Health. *Molecules* 20(9), 17339-17361. <https://www.mdpi.com/1420-3049/20/9/17339>

- Marcus, J. B. (2013). *Lipids Basics: Fats and Oils in Foods and Health. Culinary Nutrition*, 231–277. doi:10.1016/b978-0-12-391882-6.00006-6
- Martínez, L. I. M., Jimenez, A. J., Tarraga, L. T., Madrona, F. M., y Tarraga, P. J. T. (2019). Obesidad: una epidemia en la sociedad actual. Análisis de los distintos tipos de tratamiento: motivacional, farmacológico y quirúrgico. *Journal of negative and no positive results*, 4(11), 1112-1154. <https://www.jonnpr.com/PDF/3209.pdf>
- McClements, D. J. (2003). The rheology of emulsion-based food products. *Texture in Food*, 3–35. doi:10.1533/9781855737082.1.
- Medina, V. D. E., Zuñiga, B. M. M., Segobia, M. S. A., Cadme, A. M. L., y Rojas, U. L. S. (2020). Modificación bioquímica de las almendras de cacao en la etapa de postcosecha con la adición de levadura (*saccharomyces cerevisiae*) y melaza, para mejorar su calidad. <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2313/2912>
- Meneses, O. M., Pilamunga, D. P., Arroyo, A. A., Vidaurre, A. P., y Alanes, A. N. (2023). Key aromatic volatile compounds from roasted cocoa beans, cocoa liquor, and chocolate. *Fermentation*, 9(2), 166. https://www.researchgate.net/publication/368498966_Key_Aromatic_Volatile_Compounds_from_Roasted_Cocoa_Beans_Cocoa_Liquor_and_Chocolate
- Milani, J., y Maleki, G. (2012). Hydrocolloids in food industry. *Food industrial processes—Methods and equipment*, 2, 2-37. <https://books.google.es/books?hl=esylr=yid=stqgDwAAQBAJyoi=fndypg=PA17ydq=Hydrocolloids+in+Food+Industryyots=1yvkf2nbmQysig=dfgGsGHUDQohovnYfiB86Z1UKrQ#v=onepageyq=Hydrocolloids%20in%20Food%20Industryyf=false>
- Minifie, B. (2012). *Chocolate, cocoa and confectionery: science and technology*. Springer Science y Business Media. <https://books.google.es/books?hl=esylr=yid=zp8oBgAAQBAJyoi=fndypg=PP6y>

dq=Chocolate,+Cocoa,+and+Confectionery:+Science+and+Technology.yots=IE7SMCEFmQysig=Mt74LBcUe5-0SCoUITElgTWrBxU

- Morell, P., Quiles, A., Larrea, V., y Hernando Hernando, I. (2022). Oleogeles, una alternativa saludable a las grasas sólidas tradicionales.
<https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/181711/QuilesLarreaHernando%20-%20Oleogeles%20una%20alternativa%20saludable%20a%20las%20grasas%20solidas%20tradicionales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2002). *Aceites y grasas*.
<https://www.fao.org/4/w0073s/w0073s0y.htm>
- NCD Alliance. (2017). Noncommunicable diseases (NCDs).
<https://ncdalliance.org/why-ncds/NCDs#:~:text=However%2C%20most%20NCDs%20are%20preventable,a%20alcohol%20use%20and%20air%20pollution.>
- Ni, Z., Qian, S., Cheng, S., Wang, L., y Xu, F. (2022). Influence of Test Parameters on the Evaluation of Chocolate Silkiness Using the Tribological Method. *Lubricants*, 10(9), 217.
https://www.researchgate.net/publication/363408287_Influence_of_Test_Parameters_on_the_Evaluation_of_Chocolate_Silkiness_Using_the_Tribological_Method
- Nourmohammadi, N., Austin, L., y Chen, Da. (2023). Protein-Based Fat Replacers: A Focus on Fabrication Methods and Fat-Mimic Mechanisms.
<https://doi.org/10.3390/foods12050957>
- O'Sullivan, M. G. (2016). Low-fat Foods: Types and Manufacture.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00430-X>
- Ognean, C. F., Darie, N., y Ognean, M. (2006). Fat replacers: review. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 12(2), 433-442.
https://www.researchgate.net/profile/Mihai-Ognean/publication/282977975_Fat_replacers_-_Review/links/566f2c0c08ae4d9a4257190c/Fat-replacers-Review.pdf

- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2023). Enfermedades no transmisibles. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Organización Panamericana de la Salud [PAHO]. (2023). Enfermedades no transmisibles. <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-no-transmisibles>
- Osorio, M., Hernandez, G., Bravo, y Sánchez. (2020). Calidad y estructura de un pan sin gluten: efecto del tipo de hidrocoloide, proteína y harina pregelatinizada. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 397-402.
- Ospina, C. K. G. (2016). Estudio de la interacción de hidrocoloides empleados en alimentos y su efecto en las propiedades reológicas y de textura sensorial e instrumental. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59273>
- Patel, A.R., Cludts, N., Bin Sintang, M.D., Lewille, B., Lesaffer, A., y Dewettinck, K. (2014). Polysaccharide-based oleogels prepared with an emulsion-templated approach. *ChemPhysChem* 15(16), 3435-3439. <https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cphc.201402473>
- Pérez, A., Lugmaña, G., y Olivo, V. (2022). Registro Estadístico de Defunciones Generales. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Defunciones_Generales_2021/Principales_resultados_EDG_2021_v2.pdf
- Pimentel, TC, Gomes da Cruz, A., y Deliza, R. (2016). Evaluación sensorial: métodos de calificación y puntuación sensorial. *Enciclopedia de alimentos y salud*, 744–749. doi:10.1016/b978-0-12-384947-2.00617-6
- Pirsa, S., y Hafezi, K. (2023). Hydrocolloids: Structure, preparation method, and application in food industry. *Food Chemistry*, 399, 133967. https://www.researchgate.net/publication/362783820_Hydrocolloids_Structure_preparation_method_and_application_in_food_industry
- Prakansamut, N., Adulpadungsak, K., Sonwai, S., Aryusuk, K., y Lilitchan, S. (2024). Application of functional oil blend-based oleogels as novel structured oil alternatives in chocolate spread. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116322>

- Quiroz, V. J., Morillo, E., Cordoba, C., y Buitron, J. (2023). Molecular characterization of national cocoa collection from the leading traditional growing areas in Ecuador. <https://www.revistabionatura.com/files/2023.08.01.31.pdf>.
- Ramón, M. (2016). Estudio de los efectos de modificadores del comportamiento reológico y del estado sólido en chocolate y sus ingredientes (Doctoral dissertation, Universidad Católica de Córdoba (Argentina)). http://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/1373/1/TD_Ceballos.pdf
- Rocha, Y. J. P., de Noronha, R. L. F., y Trindade, M. A. (2019). Relations between consumer's concern with own health and their perception about frankfurters with functional ingredients. *Meat science*, 155, 91-101. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030917401831088X>
- Saha, D., y Bhattacharya, S. (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of food science and technology*, 47(6), 587–597. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0162-6>
- Said, A., Nasir, N. A. M., Bakar, C. A. A., y Mohamad, W. A. F. W. (2019). Chocolate spread emulsion: Effects of varying oil types on physico-chemical properties, sensory qualities and storage stability. *Journal of Agrobiotechnology*, 10(2), 32-42. <https://journal.unisza.edu.my/agrobiotechnology/index.php/agrobiotechnology/article/download/206/182>
- Savitri, D. A., Subroto, G., Suud, H. M., Haliza, N., y Novijanto, N. (2022). Cocoa and Chocolate Products: The Sensory Characteristics That Affect Consumers' Acceptance. *Journal La Lifesci*, 3(3), 119-127. https://www.researchgate.net/publication/365685048_Cocoa_and_Chocolate_Products_The_Sensory_Characteristics_That_Affect_Consumers'_Acceptance
- SERVAIS, C., RANC, H. y ROBERTS, ID (2003). DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD DEL CHOCOLATE. *Revista de estudios de textura*, 34(5-6), 467–497. doi:10.1111/j.1745-4603.2003.tb01077.x
- Silva, B. C. A. (2010). Caracterización reológica de hidrocoloides alimentarios: goma guar, goma tragacanto, metilcelulosa y sus mezclas.

https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/2875/9788498875829_content.pdf?sequence=1

Silva, R. C. D., Ferdaus, M. J., Foguel, A., y da Silva, T. L. T. (2023). Oleogels as a Fat Substitute in Food: A Current Review. *Gels* (Basel, Switzerland), 9(3), 180.

<https://doi.org/10.3390/gels9030180>

Singh, A., Auzanneau, F. I., y Rogers, M. A. (2017). Advances in edible oleogel technologies—A decade in review. *Food Research International*, 97, 307-317.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996917301709>

Sornoza, V. L., Valencia, C. L., Corozo, Q. L., Sánchez, M. F., Salas, M. C., y Peña, M. G. (2022): Recursos genético de cacao tipo Nacional en Ecuador: una revisión sistemática. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/582/732>

Surber, K. J y Miller, M. S. (1994). Dextrose containing chocolate products with sucrose fatty acid polyester fat substitutes.

<https://patents.google.com/patent/US5474795A/en>

Tan, C. y MacClements, D. J. (2021). Application of Advanced Emulsion Technology in the Food Industry: A Review and Critical Evaluation.

<https://www.mdpi.com/2304-8158/10/4/812>

Tan, T. H., Chan, E. S., Manja, M., Tang, T. K., Phuah, E. T., y Lee, Y. Y. (2023). Production, health implications and applications of oleogels as fat replacer in food system: A review.

<https://aocs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/aocs.12720>

Toczek, K., Glibowski, P., Kordowska-Wiater, M., y Iłowiecka, K. (2022). Rheological and textural properties of emulsion spreads based on milk fat and inulin with the addition of probiotic bacteria. *International Dairy Journal*, 124, 105217.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694621002454>

Tolve, R., Tchuembou-Magaia, F. L., Sportiello, L., Bianchi, F., Radecka, I., y Favati, F. (2022). Shelf-life prediction and thermodynamic properties of no added sugar chocolate spread fortified with multiple micronutrients. *Foods*, 11(15), 2358.

Tolve, R., Tchuembou-Magaia, F. L., Verderese, D., Simonato, B., Puggia, D., Galgano, F., ... y Favati, F. (2021). Physico-chemical and sensory acceptability of no

added sugar chocolate spreads fortified with multiple micronutrients. *Food Chemistry*, 364, 130386.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814621013923>

Villarreal Fonseca, G. (2014). Efecto de los compuestos sustitutos de grasa sobre la percepción del sabor salado en sopas.

<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3412/1/38046.pdf>

Wahyuni, N. L., Sunarharum, W. B., Muhammad, D. R. A., y Saputro, A.D. (2021).

Formation and development of flavour of cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivar Criollo and Forastero: a review. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/733/1/012078/pdf>

Wali, J. A., Jarzebska, N., Raubenheimer, D., Simpson, S. J., Rodionov, R. N., y

O'Sullivan, J. F. (2020). Cardio-Metabolic Effects of High-Fat Diets and Their Underlying Mechanisms-A Narrative Review. *Nutrients*, 12(5), 1505.

<https://doi.org/10.3390/nu12051505>

Xue Z., Yu, Y., Yu, W., Gao, X., Zhang, Y., y Kou, X. (2020). Development prospect and preparation technology of edible oil from microalgae.

<https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00402>

ANEXOS

Anexo 1 Elaboración de la emulsión de aceite en agua y metilcelulosa



Anexo 2 Componentes para la elaboración de la crema de chocolate unttable

Anexo 3 Crema de chocolate unttable



Anexo 4 Hoja de Cata

Nombre:

Fecha:

Frente a usted se presentan tres muestras de crema untable de chocolate. Observe y pruebe cada una. Indique su nivel de agrado para cada atributo utilizando la numeración de la siguiente escala:

1. Muy Desagradable
2. Desagradable
3. Neutral
4. Agradable
5. Muy Agradable

Tratamiento	Atributos			
	Color	Olor/aroma	Sabor	Textura
254 A				
254 B				
254 C				

Elija una de las muestras de su mayor preferencia _____

Anexo 5 Análisis sensorial de las cremas untables



Anexo 6 Evidencia fotográfica

