



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Proyecto de Investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniera en Alimentos.

Título del Proyecto de Investigación:

**“INCORPORACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DEL MUCÍLAGO DE
CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao* L.) EN QUESO CREMA CON
PROPÓSITOS TECNOLÓGICOS Y FUNCIONALES”**

Autora:

Karina Gabriela Martinez Lara

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Christian Amable Vallejo Torres, MSc.

Quevedo-Los Ríos-Ecuador.

2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Martinez Lara Karina Gabriela**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Martinez Lara Karina Gabriela

C.I. 1207265941



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Christian Amable Vallejo Torres MSc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Srta. **KARINA GABRIELA MARTINEZ LARA**, realizó el proyecto de Investigación de grado titulado “**INCORPORACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DEL MUCÍLAGO DE CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao* L.) EN QUESO CREMA CON PROPÓSITOS TECNOLÓGICOS Y FUNCIONALES**”, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Firmado electrónicamente por:

**CHRISTIAN
AMABLE
VALLEJO
TORRES**

Ing. Christian Amable Vallejo Torres, MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Yo: **Ing. Christian Amable Vallejo Torres, MSc.**, docente de la Facultad de Ciencias, en calidad de Director del proyecto de Investigación certifico que se ha usado la herramienta informática URKUND producto del análisis se obtuvo 98 % de originalidad y una similitud de un 2% cual no indica en ningún momento la presencia de plagio o de falta de rigor en el documento, por consiguiente doy constancia que se ha revisado la Unidad de Integración Curricular titulada “**INCORPORACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DEL MUCÍLAGO DE CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao* L.) EN QUESO CREMA CON PROPÓSITOS TECNOLÓGICOS Y FUNCIONALES**”, el mismo que ha sido elaborado y presentado por la estudiante Martinez Lara Karina Gabriela, por lo tanto, el presente trabajo cumple con los requisitos técnicos y legales de la institución.

URKUND	
Dokument	TESIS MARTINEZ LARA ANALISIS URKUND 19_11 .pdf (D150244308)
Inskickat	2022-11-19 18:06 (-05:00)
Inskickad av	karina.martinez2016@uteq.edu.ec
Mottagare	cvallejo.uteq@analysis.orkund.com
Meddelande	TESIS PARA ANÁLISIS URKUND Visa hela meddelandet
	2% av det här c:a 37 sidor stora dokumentet består av text som också förekommer i 5 st källor.



Firmado electrónicamente por:

**CHRISTIAN
AMABLE
VALLEJO
TORRES**

Ing. Christian Amable Vallejo Torres, MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título

“INCORPORACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DEL MUCÍLAGO DE CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao* L.) EN QUESO CREMA CON PROPÓSITOS TECNOLÓGICOS Y FUNCIONALES”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos.

Aprobado por:



Firmado electrónicamente por:
**ANGEL OLIVERIO
FERNANDEZ
ESCOBAR**

.....
Ing. Ángel Fernández Escobar, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**JAIME
FABIAN VERA**

.....
Ing. Jaime Vera Chang, MSc.
MIEMBRO DE TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**NELSON RAMIRO
VILLEGAS SOTO**

.....
Dr. Ramiro Villegas Soto, PhD.
MIEMBRO DE TRIBUNAL

QUEVEDO - LOS RÍOS – ECUADOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco con todo mi corazón a Dios, a mis padres Oswaldo Martínez y Gicela Lara, quienes me han dado la vida y me han acompañado con mucho cariño, paciencia, brindándome su apoyo incondicional por muchos años, gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento. A mis hermanos Heydi y

Omar por ser parte de mi vida por su afecto y confianza cada día

A la Asociación “La Cruz” del cantón Mocache por las facilidades brindadas para la recolección de materiales de cacao y el procesamiento postcosecha.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias que, a través de la Estación Experimental Santa Catalina, brindo las facilidades para el desarrollo del trabajo experimental del proyecto de investigación, en las instalaciones del Departamento de Nutrición y Calidad, bajo la coordinación del Dr. Iván Samaniego, Ph.D.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su valioso aporte, a través del Proyecto del Fondo competitivo FOCICYT 2020-2021: VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE LA CADENA DE BENEFICIO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) PARA LA OBTENCIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS CON PROPÓSITOS FUNCIONALES. Quevedo, Los Ríos.

A la Carrera de Ingeniería en Alimentos y sus docentes: ING. Ángel Fernández, Jaime Vera, Wilma Llerena, Ramiro Villegas porque han contribuido en mi formación profesional a lo largo de estos años, y especialmente a mi director de tesis ING. Christian Vallejo por acompañarme, guiarme en cada una de mis etapas como estudiante y persona a quien aprecio mucho y coincido con la finalización de esta tesis, estoy muy agradecida de que formen parte de mi vida.

De igual manera quiero agradecer al INIAP principalmente a su director del departamento de Nutrición y Calidad el Dr. Iván Samaniego Maigua que gracias a sus conocimientos y experiencia se llevó a cabo esta investigación.

Karina Gabriela Martínez Lara.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios por brindarme conocimiento y vida y poder continuar a pesar de los momentos más difíciles cumplir mis metas.

A mis amados padres Oswaldo Martinez y Gicela Lara por todo su cariño, paciencia y apoyo incondicional desde que estoy en este mundo siempre deseándome lo mejor.

A mis hermanos a quien deseo que sus sueños se hagan realidad y prosperen.

A Heydi además de ser mi hermana eres mi mejor amiga me has acompañado cada día con tu alegría, carisma, y cariño gracias por motivarme siempre.

A mis amigos que formaron parte de esta etapa universitaria en especial a ti Katherine.

Karina Gabriela Martínez Lara.

RESUMEN

Entre la gran oferta de los alimentos tradicionalmente procesados (Lácteos, cárnicos, frutas y hortalizas), que se venden en los supermercados, están los productos lácteos y dentro de estos está el queso crema como alternativa alimenticia y aporte proteínico para el consumidor. Dándole una importancia sector alimentario y fomentando a la innovación. Este trabajo tiene como objetivo incorporar compuestos bioactivos (polifenoles y flavonoides) de mucílago de cacao en el queso crema con propósitos tecnológicos (Innovadores) y posiblemente funcionales. Se utilizó el método Diseño Compuesto Central, con dos factores de estudio factor A: concentración de microencapsulado de mucílago de cacao. Factor B: concentración de mucílago de cacao, en nueve formulaciones de queso crema combinados con niveles altos y bajos (20%-5%) para determinar la capacidad antioxidante del queso con adición de compuestos bioactivos provenientes de cacao se analizó la capacidad antioxidante (métodos ABTS y FRAP). Como resultados se determinó que la capacidad antioxidante mantuvo un rango de 81.55-126.91 mg TE/100g⁻¹ de acuerdo con el ABTS y entre 23.39 a 49.44 mg TE/100g⁻¹ de FRAP. Demostrando que la adición de compuestos bioactivos provenientes del mucílago de cacao permite mejorar las propiedades antioxidantes a medida que los niveles de mucílago (fresco y encapsulado) se combinan. En el método ABTS en el tratamiento EDMC (144 g⁻¹ /100 g⁻¹ encapsulado 90 g/100 g⁻¹ mucílago) se exhibe el rango más alto de capacidad antioxidante que va entre 81.55 a 126.91 mg TE/100 g⁻¹. En cuanto al análisis sensorial se determinó que la adición de microencapsulado y mucílago influye en las características organolépticas, el tratamiento que más aceptabilidad tiene es el que cuenta con menos cantidad de microencapsulado EIMC (36 g /100 g⁻¹ encapsulado *90 g /100 g⁻¹ mucílago). Los resultados de los análisis microbiológicos del queso crema están dentro de las especificaciones técnicas de la norma INEN 15:28.

Palabras claves: Queso crema, mucílago, microencapsulado, valorización de residuos, capacidad antioxidante.

ABSTRACT

Among the wide range of traditionally processed foods (dairy, meat, fruit and vegetables), sold in supermarkets, are dairy products and within these is cream cheese as a dietary alternative and protein intake for the consumer. Giving importance to the food sector and promoting innovation. This work aims to incorporate bioactive compounds (polyphenols and flavonoids) from cocoa mucilage into cream cheese for technological (innovative) and possibly functional purposes. The Central Composite Design method was used, with two study factors factor A: concentration of microencapsulated cocoa mucilage. Factor B: concentration of cocoa mucilage, in nine formulations of cream cheese combined with high and low levels (20%-5%) to determine the antioxidant capacity of the cheese with the addition of bioactive compounds from cocoa, the antioxidant capacity was analyzed (methods ABTS and FRAP). As results, it was determined that the antioxidant capacity maintained a range of 81.55-126.91 mg TE/100g-1 according to the ABTS and between 23.39 to 49.44 mg TE/100g-1 of FRAP. Demonstrating that the addition of bioactive compounds from cocoa mucilage allows to improve the antioxidant properties as the levels of mucilage (fresh and encapsulated) are combined. In the ABTS method in the EDMC treatment (144 g⁻¹ /100 g⁻¹ encapsulated 90 g/100 g⁻¹ mucilage) the highest range of antioxidant capacity is exhibited, ranging from 81.55 to 126.91 mg TE/100 g⁻¹. Regarding the sensory analysis, it was determined that the addition of microencapsulated and mucilage influences the organoleptic characteristics, the treatment that has the most acceptability is the one with the least amount of microencapsulated EIMC (36 g /100 g⁻¹ encapsulated *90 g /100 g⁻¹ mucilage). The results of the microbiological analyzes of the cream cheese are within the technical specifications of the INEN 15:28 standard.

Keywords: Cream cheese, mucilage, microencapsulation, waste recovery, antioxidant capacity.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS; Error! Marcador no definido.	
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
CÓDIGO DUBLÍN	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Problema de la investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
3.1.1.1. Diagnóstico.....	4
3.1.1.2. Pronóstico.....	5
1.1.2. Formulación del Problema.....	5
1.2.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6

1.2.1. Objetivo General.....	6
1.2.2. Objetivos Específicos.....	6
1.2.3. Hipótesis.....	6
1.3. Justificación.....	7
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1. Marco Conceptual.	9
2.2. Marco Referencial.....	10
2.2.1. Queso crema.	10
2.2.2. Composición química queso crema.	10
2.2.3. Requisitos del queso crema.	11
2.2.4. Alimento funcional.	11
2.2.5. Tendencias de consumo de lácteos funcionales.	12
2.2.6. Producto funcional.....	12
2.2.7. Compuestos bioactivos.	13
2.2.8. Actividad antioxidante.	13
2.2.9. Fuentes de compuestos bioactivos.....	14
2.2.9.1. Carotenoides.....	14
2.2.9.2. Compuestos fenólicos.	14
2.2.9.3. Flavonoides.	14
2.2.9.4. Antocianinas.....	14
2.2.10. Aprovechamiento de antioxidantes.	15
2.2.11. Valorización de residuos.	16
2.2.12. Mucílago de cacao.....	16
2.2.12.1. Fermentación.....	16
2.2.13. Economía circular.	17

2.2.14.	Cacao.....	17
2.2.15.	Industrialización.....	18
2.3.	Marco Legal.....	19
2.3.1.	Codex Alimentarius CXS 275-1973 para Queso crema.....	19
2.3.2.	Sistema de gestión medioambiental (SGM) Normativa ISO 14001.....	19
2.3.3.	Objetivo de desarrollo sostenible (ODS).....	19
CAPÍTULO III		20
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		20
3.1.	Localización.....	21
3.2.	Tipo de investigación.....	21
3.2.1	Exploratoria.....	21
3.2.2.	Experimental.....	22
3.3.	Métodos de investigación.....	22
3.3.1.	Método inductivo-deductivo.....	22
3.3.2.	Método experimental.....	22
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	22
3.4.1	Fuentes Primarias.....	22
3.4.2.	Fuentes secundarias.....	23
3.5.	Diseño de la Investigación.....	23
3.5.1.	Esquema del ANDEVA.....	24
3.5.2.	Modelo matemático:.....	24
3.6.	Instrumento de Investigación.....	25
3.6.1.	Muestreo.....	25
3.6.2.	Fermentación del cacao.....	25
3.6.3.	Preparación de las muestras.....	25
3.6.3.1.	Mucílago exudado.....	25

3.6.3.2.	Obtención de extractos fenólicos.....	25
3.6.3.3.	Microencapsulación.....	26
3.6.3.4.	Desarrollo de la formulación del queso crema.....	26
3.7.	Tratamiento de datos.....	27
3.7.1.	Caracterización de compuestos bioactivos.....	27
3.7.1.1.	Color.....	27
3.7.1.2.	Actividad Antioxidante.....	27
3.7.1.3.	Método ABTS.....	27
3.7.1.4.	Método FRAP.....	28
3.7.1.5.	Espectrofotométrico UV-Vis.....	28
3.7.1.6.	Evaluación sensorial.....	28
3.7.1.7.	Evaluación hedónica.....	28
3.7.2.	Propiedades funcionales del queso crema.....	29
3.7.2.1.	Polifenoles Totales.....	29
3.7.2.2.	Flavonoides Totales.....	29
3.7.2.3.	Estabilidad Microbiológica.....	30
3.8.	Recursos humanos y materiales.....	30
3.8.1.	Recursos Humanos.....	30
3.9.	Materiales.....	30
3.9.1.	Materia prima.....	30
3.9.2.	Materiales de laboratorio.....	31
3.9.3.	Equipos.....	32
3.9.4.	Reactivos.....	33
CAPÍTULO IV.....		34
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		34

4.1. Caracterización de compuestos bioactivos en queso crema con adición de mucílago de cacao nacional microencapsulado y fresco.	35
4.2. Color Instrumental en Queso Crema.	35
4.2.1. Color instrumental en queso crema por cada tratamiento.....	37
4.2.3. Color instrumental en queso crema por días 0-1-8-21-30.	37
4.2.4. Colorimetría de queso crema por tratamiento en 30 días.	37
4.3. Actividad Antioxidante.....	45
4.3.1. Método ABTS.	45
4.3.2. Método FRAP.	49
4.4. Análisis Sensorial.....	52
4.4.1. Prueba Hedónica.....	52
4.4.2. Prueba descriptiva.....	56
4.5. Caracterización antioxidante.	58
4.5.1. Contenido fenólico.	58
4.6. Análisis Microbiológico.....	61
CAPÍTULO V.....	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1. Conclusiones.....	63
5.2. Recomendaciones.....	64
CAPÍTULO VI	65
BIBLIOGRAFÍA	65
CAPITULO VII.....	72
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de queso crema por cada 100 g.	10
Tabla 2. Composición del queso crema con valores mínimos y máximos especificados para la grasa láctea.....	11
Tabla 3. Composición de los componentes químicos del mucílago de cacao durante la fermentación y compuestos fenólicos.....	16
Tabla 4. Localización del trabajo experimental.....	21
Tabla 5. Combinación de tratamientos, puntos axiales y centro del plan de experiencia para adición de mucílago de cacao (microencapsulado y fresco) en queso crema.....	23
Tabla 6. Distribución de los grados de libertad 3^2	24
Tabla 7. Requisitos microbiológicos en quesos frescos no madurados y métodos de ensayo.	30
Tabla 8. Caracterización de compuestos bioactivos por el método ABTS y FRAP en muestra inicial de mucílago de cacao microencapsulado y mucílago puro.	35
Tabla 9. Análisis descriptivo perfil ideal queso crema.	58
Tabla 10. Datos de análisis de compuestos bioactivos en el queso crema con adición de mucílago de cacao encapsulado y mucílago fresco durante 30 días por el método ABTS y FRAP.....	61
Tabla 11. Resultados microbiológicos del mejor tratamiento de queso crema.	61
Tabla 12. Análisis de la varianza color instrumental por cada tratamiento de queso crema por la prueba Tukey ($p > 0,05$).	81
Tabla 13. Resumen de los tratamientos de queso crema por colorimetría en los rangos: Luminosidad (L^*), rojez (a^*) y amarillez (b^*).	81

Tabla 14. Análisis de la varianza color instrumental por días de queso crema por la prueba Tukey ($p > 0,05$)	82
Tabla 15. Resumen de los tratamientos de queso crema por colorimetría en los rangos: Luminosidad (L^*), rojez (a^*) y amarillez (b^*) por días.....	82
Tabla 16. Análisis de Varianza para COLOR - Suma de Cuadrados Tipo III	82
Tabla 17. Análisis de Varianza para OLOR - Suma de Cuadrados Tipo III.....	83
Tabla 18 Análisis de Varianza para SABOR - Suma de Cuadrados Tipo III.....	83
Tabla 19. Análisis de Varianza para TEXTURA - Suma de Cuadrados Tipo III.	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación cromática en el espacio de color CIELab** de las muestras de queso crema con adición de microencapsulado de mucílago de cacao y mucílago puro.	36
Figura 2. Colorimetría: L^* (luminosidad), a^* (rojez), b^* (amarillez) tratamiento EBMB (51,84 g/100 g ⁻¹ encapsulado/mucílago) durante 30 días.....	38
Figura 3. Colorimetría: L^* (luminosidad), a^* (rojez), b^* (amarillez) tratamiento EAMI (128.16 g/100 g ⁻¹ encapsulado *51.84 g/100 g ⁻¹ mucílago) durante 30 días.	39
Figura 4. Colorimetría: L^* (luminosidad), a^* (rojez), b^* (amarillez) tratamiento EBMA (51.84 g/100 g ⁻¹ encapsulado *128.16 g/100 g ⁻¹ mucílago) durante 30 días.	41
Figura 5. Colorimetría: L^* (luminosidad), a^* (rojez), b^* (amarillez) tratamiento EAMA (128.16 g/100 g ⁻¹ encapsulado /mucílago) durante 30 días	42
Figura 6. Colorimetría: L^* (luminosidad), a^* (rojez), b^* (amarillez) tratamiento ECMC (90 g/100 g ⁻¹ encapsulado/mucílago) durante 30 días.....	42
Figura 7. Colorimetría: L^* (luminosidad), a^* (rojez), b^* (amarillez) tratamiento EIMC (36 g/100g ⁻¹ encapsulado*90 g/100 g ⁻¹ mucílago) durante 30 días.....	43

Figura 8. Colorimetría: L*(luminosidad), a*(rojez), b*(amarillez) tratamiento EDMC (144 g/100 g ⁻¹ encapsulado*90 g/100 g ⁻¹ mucílago) durante 30 días.....	43
Figura 9. Colorimetría: L*(luminosidad), a*(rojez), b*(amarillez) tratamiento ECMI (90 g/100 g ⁻¹ encapsulado *36 g/100 g ⁻¹ mucílago) durante 30 días.....	44
Figura 10. Colorimetría: L*(luminosidad), a*(rojez), b*(amarillez) tratamiento ECMD (90 g/100 g ⁻¹ encapsulado *144 g/100 g ⁻¹ mucílago) durante 30 días.....	45
Figura 11. Análisis de superficie de respuesta de 9 tratamientos de queso crema con la adición de mucílago de cacao microencapsulado y mucílago fresco por el método ABTS.	46
Figura 12. Superficie de respuesta de la concentración de encapsulado de mucílago de cacao y mucílago de cacao sobre la capacidad antioxidante del queso crema medido por el método ABTS.....	48
Figura 13. Análisis de concentración de mucílago de cacao microencapsulado y mucílago fresco en queso crema en el Diagrama de Pareto método ABTS.....	48
Figura 14. Superficie de respuesta de los nueve tratamientos de queso crema con adición de mucílago de cacao encapsulado y mucílago fresco método FRAP.	49
Figura 15. Superficie de respuesta cuadrática, concentración de mucílago (encapsulado y fresco) en el queso crema por el método FRAP.	51
Figura 16. Análisis de los resultados el método FRAP de queso crema con adición de mucílago encapsulado y mucílago de cacao puro representados en el diagrama de Pareto.	52
Figura 17. Perfil Sensorial de las nueve formulaciones de queso crema con propósitos funcionales.....	57
Figura 18. Contenido fenólico de queso crema con adición de mucílago de cacao (encapsulado y fresco): EIMC (36 g/100g ⁻¹ encapsulado *90 g/100 g ⁻¹ mucílago), EDMC (144 g/100 g ⁻¹ encapsulado *90 g/100 g ⁻¹ mucílago).	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1. Evaluación sensorial de COLOR en queso crema con concentraciones de microencapsulado de mucílago de cacao y mucílago de cacao.....	53
Gráfico 2. Evaluación sensorial de OLOR en queso crema con concentraciones de microencapsulado de mucílago de cacao y mucílago de cacao.....	54
Gráfico 3. Evaluación sensorial de SABOR en queso crema con concentraciones de microencapsulado de mucílago de cacao y mucílago de cacao.....	55
Gráfico 4. Evaluación sensorial de TEXTURA en queso crema con concentraciones de microencapsulado de mucílago de cacao y mucílago de cacao.....	56
Gráfico 5. Aceptabilidad de los panelistas en la prueba hedónica (color, olor, sabor y textura) de los 9 tratamientos de queso crema	84

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de Ishikawa.	73
Anexo 2. Diagrama de bloques proceso de elaboración de queso crema con propiedades funcionales adicionando compuestos bioactivos de mucílago de cacao.....	74
Anexo 3. Procedimiento Experimental.....	75
Anexo 4. Desarrollo del queso crema con adición de mucílago fresco y microencapsulado.	76
Anexo 5. Análisis de capacidad antioxidante de Polifenoles, Flavonoides por el método ABTS y FRAP en el queso crema liofilizado.....	77
Anexo 6. Análisis Sensorial del queso crema innovador con adición de mucílago fresco y microencapsulado.	78
Anexo 7. Hojas de cata Prueba Hedónica.	79
Anexo 8. Hojas de cata Prueba Descriptiva.....	80
Anexo 9. Resultados de Color Instrumental (CIELab**).	81
Anexo 10. Resultados de Evaluación Sensorial.	82
Anexo 11. Análisis Microbiológico.....	85

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	INCORPORACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DEL MUCÍLAGO DE CACAO NACIONAL (<i>Theobroma cacao</i> L.) EN QUESO CREMA CON PROPÓSITOS TECNOLÓGICOS Y FUNCIONALES.
Autor:	Martinez Lara Karina Gabriela
Palabras clave:	Queso crema, mucílago, microencapsulado, valorización de residuos, capacidad antioxidante.
Publicación:	
Editorial:	QUEVEDO, UTEQ, 2022
Resumen:	<p>Entre la gran oferta de los alimentos tradicionalmente procesados (Lácteos, cárnicos, frutas y hortalizas), que se venden en los supermercados, están los productos lácteos y dentro de estos está el queso crema como alternativa alimenticia y aporte proteínico para el consumidor. Dándole una importancia sector alimentario y fomentando a la innovación. Este trabajo tiene como objetivo incorporar compuestos bioactivos (polifenoles y flavonoides) de mucílago de cacao en el queso crema con propósitos tecnológicos (Innovadores) y posiblemente funcionales. Se utilizó el método Diseño Compuesto Central, con dos factores de estudio factor A: concentración de microencapsulado de mucílago de cacao. Factor B: concentración de mucílago de cacao, en nueve formulaciones de queso crema combinados con niveles altos y bajos (20%-5%) para determinar la capacidad antioxidante del queso con adición de compuestos bioactivos provenientes de cacao se analizó la capacidad antioxidante (métodos ABTS y FRAP). Como resultados se determinó que la capacidad antioxidante mantuvo un rango de 81.55-126.91 mg TE/100g⁻¹ de acuerdo con el ABTS y entre 23.39 a 49.44 mg TE/100g⁻¹ de FRAP. Demostrando que la adición de compuestos bioactivos provenientes del mucílago de cacao permite mejorar las propiedades antioxidantes a medida que los niveles de mucílago (fresco y encapsulado) se combinan. En el método ABTS en el tratamiento EDMC (144 g⁻¹ /100 g⁻¹ encapsulado 90 g/100 g⁻¹ mucílago) se exhibe el rango más alto de capacidad antioxidante que va entre 81.55 a 126.91 mg TE/100 g⁻¹. En cuanto al análisis sensorial se determinó que la adición de microencapsulado y mucílago influye en las características organolépticas, el tratamiento que más aceptabilidad tiene es el que cuenta con menos cantidad de microencapsulado EIMC (36 g /100 g⁻¹ encapsulado *90 g /100 g⁻¹ mucílago). Los resultados de los análisis microbiológicos del queso crema están dentro de las especificaciones técnicas de la norma INEN 15:28.</p> <p>ABSTRACT Among the wide range of traditionally processed foods (dairy, meat, fruit and vegetables), sold in supermarkets, are dairy products and within these is cream cheese as a dietary alternative and protein intake for the consumer. Giving importance to the food sector and promoting innovation. This work aims to incorporate bioactive compounds (polyphenols and flavonoids) from cocoa mucilage into cream cheese for technological (innovative) and possibly functional purposes. The Central Composite Design method was used, with two study factors factor A: concentration of microencapsulated cocoa mucilage. Factor B: concentration of cocoa mucilage, in nine formulations of cream cheese combined with high and low levels (20%-5%) to determine the antioxidant capacity of the cheese with the addition of bioactive compounds from cocoa, the antioxidant capacity was analyzed (methods ABTS and FRAP). As results, it was determined that the antioxidant capacity maintained a range of 81.55-126.91 mg TE/100g⁻¹ according to the ABTS and between 23.39 to 49.44 mg TE/100g⁻¹ of FRAP. Demonstrating that the addition of bioactive compounds from cocoa mucilage allows to improve the antioxidant properties as the levels of mucilage (fresh and encapsulated) are combined. In the ABTS method in the EDMC treatment (144 g⁻¹ /100 g⁻¹ encapsulated 90 g/100 g⁻¹ mucilage) the highest range of antioxidant capacity is exhibited, ranging from 81.55 to 126.91 mg TE/100 g⁻¹. Regarding the sensory analysis, it was determined that the addition of microencapsulated and mucilage influences the organoleptic characteristics, the treatment that has the most acceptability is the one with the least amount of microencapsulated EIMC (36 g /100 g⁻¹ encapsulated *90 g /100 g⁻¹ mucilage). The results of the microbiological analyzes of the cream cheese are within the technical specifications of the INEN 15:28 standard.</p>
Descripción:	Hojas: 104, Dimensiones: 29 x 21 cm +CD
Url:	

INTRODUCCIÓN

Debido a la gran oferta de estos alimentos tradicionales que se venden en los supermercados, Los productos lácteos son consumidos ya sea por cultura, sabor, textura, forma, aroma, propiedades nutricionales (calcio, proteínas y vitaminas). Actualmente, se elaboran distintos tipos de productos a nivel industrial [1]. De acuerdo con el grado de consumo y alimentos procesados se clasifican en el grupo tres: queso fresco y queso curado y ultraprocesados de grupo cuatro: cremas de queso, quesos laminados, leches fermentadas [2]. El tipo de queso preferido por los consumidores ecuatorianos es el queso fresco, seguido por los quesos mozzarella, queso crema, queso madurado, semimaduro y de cabra.

En Ecuador, ha aumentado la producción un 25% entre el año 2016 y 2019 en el sector de elaboración de productos lácteos [3]. El queso crema es un derivado lácteo de textura suave, coagulada, no granulada y cremosa, con un sabor ácido por la presencia de bacterias Gram positivas del género *Lactococcus* y *Leuconostoc*, las cuales producen ácido láctico y brindan un olor característico al producto [4]. Este tipo de queso por cada 100 g aporta agua (52.6 g), energía (350 kcal), proteína (6.15 g), grasa total (34.4 g) utilizado como aderezo en repostería y en ensaladas, se puede agregar con hierbas finas o cereales, por ejemplo, chíya y quinua, para mejorar la textura, el sabor y el aumento de las propiedades nutricionales del producto [5].

Ecuador tradicionalmente es un país agrícola, considerado el octavo productor de cacao y el primer productor mundial de cacao fino y de aroma debido a su calidad única en el mundo, gran parte de su desarrollo proviene de su producción cacaotera, generando fuentes de ingresos económicos y trabajo [6]. Sin embargo, los agricultores descartan alrededor del 80% de la fruta del cacao se descarta como biomasa residual, incluidas las cáscaras de las mazorcas de cacao, cáscaras de los granos y el mucílago durante las etapas iniciales de procesamiento del cacao en grano, ocupando vastas áreas y aumentando preocupaciones ambientales y sociales [7].

La biomasa residual se caracteriza por ser barata, renovable y abundante, importante en diversos procesos industriales, estudios previos, les atribuyen a los residuos/subproductos una significativa capacidad antioxidante, proteínas, pectina, fibras dietéticas, y demás compuestos que revalorizan su uso. Actualmente, se han informado del uso de subproductos

del cacao en la producción de moléculas de valor añadido con aplicaciones potenciales en las industrias alimentarias, farmacéuticas y cosmética [7].

El mucílago de cacao es una pulpa líquida y viscosa, blanquecina y con un sabor dulce y ácido que recubre las semillas o almendras del fruto, principalmente está compuesto por polisacáridos celulósicos, gomas y pectinas [8]. La mayoría de los agricultores y asociaciones cacaoteras de Ecuador desperdician más de 40 L por cada 800 kg de semillas frescas, sin darle un valor económico y funcional [9]. Durante el proceso de post cosecha, el 20% es el fruto fresco y el 80% restante corresponde a productos de desecho como las cáscaras (65%), placenta (10%) y mucílago (5%) [10]. En un principio este mucílago es estéril, pero una vez abierta la mazorca de cacao, la presencia de azúcar y la adecuada acidez (pH 3,5) brindan excelentes condiciones para el desarrollo de microorganismos.

Basándose en antecedentes investigativos, este estudio propone un desarrollo de queso crema con adición de los compuestos bioactivos provenientes del residuo de cacao nacional (mucílago), que puede ser aprovechado para crear alimentos innovadores y posiblemente funcionales en el sector lácteo. Actualmente, los investigadores se centran en la importancia de compuestos bioactivos de origen natural como Polifenoles, Flavonoides, Carotenoides, etc.; importantes en la producción de alimentos con propiedades funcionales de relevancia industrial en aplicaciones alimentarias [11]. Los alimentos de origen animal consumen una gran cantidad de recursos y causan daño al medio ambiente, pero también brindan muchos beneficios a la salud, al ser fuentes de proteínas y aminoácidos [12].

Este estudio tiene como objetivo para la industria alimentaria incorporar compuestos bioactivos de mucílago de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en queso crema con propósitos tecnológicos y funcionales, por medio de la agro valorización del mucílago concentrando sus antioxidantes en la matriz alimentaria del queso crema, estos compuestos bioactivos, serán sometido a una técnica de microencapsulación, se aplica para conservar el color, sabor y valor nutritivo del producto, y de sustancias bioactivas (enzimas, sabores, vitaminas o aceites) en gomas (agar, alginato, carragenina), celulosas (etilcelulosa, acetilcelulosa) entre otros agentes encapsulantes y geles para miniaturización.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

La eliminación inadecuada de este material mucilaginoso contamina el suelo y las vías fluviales, convirtiéndose en una amenaza para el cultivo de cacao debido al alto riesgo de infestación por plagas [13]. Según estudios realizados aproximadamente se desperdician más de 70 litros por tonelada de material mucilaginoso; este exceso de pulpa ha sido utilizado en diferentes países como Brasil, Costa Rica, Perú y Colombia para fabricar productos alimenticios y en la actualidad se ha determinado que existen componentes bioactivos de interés funcional para la industria alimentaria, sin embargo el factor que influye en el desecho del mucílago es debido al desconocimiento, desinterés de los agricultores ecuatorianos, falta de innovación, falta de tecnología acerca de las propiedades nutricionales y antioxidantes que posee, y falta de estudios en el país que permitan realizar la aplicación industrial del cacao por lo que es desperdiciado en la postcosecha [14].

Además, en el sector lácteo, la ausencia de Investigación, Desarrollo, innovación (I+D+i), reflejan una carente oferta de productos innovadores (lácteos funcionales). El consumo de ultraprocesados se ha relacionado con diversas enfermedades crónicas no transmitibles: cardiovasculares, cáncer, obesidad, bajo consumo de frutas y verduras, junto al incremento de productos de origen animal y productos ultraprocesados elaborados a partir de ingredientes refinados ricos en azúcares, sal, grasas saturadas, ingredientes aditivos y conservantes, alimentos con baja calidad nutricional, pero alta disponibilidad, durabilidad y palatabilidad, preparados para calentar o consumir directamente con poca elaboración culinaria y son muy asequibles [2].

Es preciso disminuir el desperdicio de alimentos y residuos ricos en compuestos bioactivos y considerarlos en la revalorización e innovación propuesta en el desarrollo de nuevos y creativos productos funcionales. El análisis de la causa-efecto se visualiza en el siguiente diagrama de Ishikawa (Ilustración 1).

3.1.1.1. Diagnóstico.

El subproducto de cacao (mucílago) es esencialmente un producto de desecho, escasamente utilizado en la industria alimentaria, desaprovechando sus compuestos bioactivos. Mientras

que el sector lácteo es una industria comercialmente muy demandada por su consumo, existen insuficientes estudios acerca de las propiedades nutricionales y los beneficios que aportan a la salud, limitando su uso como alternativa para la industria alimentaria. El análisis de la causa-efecto se visualizan en el diagrama de Ishikawa (ver anexo 1).

3.1.1.2. Pronóstico.

La no ejecución de la presente investigación contribuirá a la continua acumulación de residuos “desechos” generados en la industria agroalimentaria y al desaprovechamiento de compuestos bioactivos (antioxidantes), por lo que se seguirán perdiendo recursos de fuentes vegetales ricas en Polifenoles.

La extracción de estos compuestos y su utilización en el campo de alimentos funcionales dejarían de ser una alternativa para el desarrollo de productos lácteos (queso crema) continuando con la producción de quesos de baja calidad nutricional, cuyo consumo al ser un producto alto en grasa generaría enfermedades crónicas no transmisibles como diabetes, sobrepeso, y enfermedades cardiovasculares. La innovación y calidad nutricional son hoy en día el enfoque para mejorar la composición de cierto alimento catalogado como ultraprocesado y no solo satisfacer las exigencias organolépticas del consumidor.

1.1.2. Formulación del Problema.

¿La incorporación de compuestos bioactivos extraídos de residuos de la industria cacaotera (mucílago) permite obtener un producto que aporte mejoras tecnológicas y funcionales?

1.2.3. Sistematización del problema.

¿La adición de compuestos bioactivos del mucílago de cacao nacional tiene un efecto significativo de actividad antioxidante en el queso crema?

¿Qué efecto tiene la utilización de los compuestos bioactivos del mucílago de cacao en la aceptabilidad y estabilidad microbiológica y color en el queso crema?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Incorporar compuestos bioactivos de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) en queso crema con propósitos tecnológicos y funcionales.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Evaluar el efecto de la adición de compuestos bioactivos de mucílago de cacao nacional en la actividad antioxidante del queso crema.
- Determinar el efecto de la adición de compuestos bioactivos de mucílago de cacao nacional sobre las propiedades físicas (color) y sensoriales del queso crema.
- Identificar el efecto de la adición de mucílago de cacao nacional en la estabilidad microbiológica del queso crema.

1.2.3. Hipótesis.

Las hipótesis experimentales del estudio:

H₀: No existe un efecto de la adición de microencapsulado de mucílago y mucílago exudado de cacao sobre las propiedades funcionales del queso crema.

H₁: Existe un efecto de la adición de microencapsulado de mucílago y mucílago exudado de cacao sobre las propiedades funcionales del queso crema.

1.3. Justificación.

El queso crema es un derivado lácteo de textura suave coagulada, no granulada y cremosa con un sabor ácido por la presencia de bacterias del género *Lactococcus* y *Leuconostoc*, las cuales producen ácido láctico y brindan un olor característico al producto [4]. Este tipo de queso es utilizado como aderezo en repostería y en ensaladas, se puede agregar con hierbas finas o cereales, por ejemplo, chía y quinua, para mejorar la textura, el sabor y el aumento de las propiedades nutricionales del producto [5].

Actualmente, se está dando mucho interés al uso de residuos de cacao (mucílago) sumado al bajo costo de su obtención en cada cosecha en el desarrollo de diversos productos de valor agregado a escala industrial como: fertilizantes, biocombustibles, harinas de mucílago, alimentos fortificados, nutrición animal, entre otros y también pueden ser aprovechados en el área biotecnológica como compuestos bioactivos [6].

En el campo de la industria alimentaria actualmente existe interés en explorar el área de alimentos funcionales, encaminada a una alimentación sana y que aporte beneficios nutricionales. En este contexto innovando y mejorando productos con compuestos bioactivos adicionados en derivados lácteos la principal estrategia tecnológica empleada para su adición la encapsulación e incorporación en lácteos de forma directa estos antioxidantes son sustancias extraídas de una fuente vegetal presentes en frutas, hierbas, especias, generalmente con un alto contenido de compuestos fenólicos con el objetivo de desarrollar y ofertar nuevos productos con beneficios nutricionales [14].

Este documento servirá como material de investigación para futuros proyectos relacionados, brindando un enfoque más amplio sobre la aplicación de subproductos del cacao en alimentos con un alto índice de oxidación, como el queso crema con compuestos bioactivos microencapsulados extraídos de este residuo, hoy en día constituye una tendencia mundial de exploración científica debido a la versatilidad como vehículo de compuestos bioactivos con potenciales benéficos en la salud de los individuos y de las poblaciones.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual.

2.1.1. Queso crema.

Es un queso no madurado y sin corteza, presenta una coloración entre casi blanco a amarillo claro tiene una textura suave (blando), untable, ligeramente escamosa y sin agujeros se puede untar y mezclar fácilmente con otros alimentos. Este tipo de queso no madurado es aquel que está listo para el consumo poco después de su fabricación [15].

2.1.2. Mucílago.

Sustancia viscosa, generalmente hialina que contienen las plantas de cacao, está compuesta por células esponjosas parenquimatosas, que contienen células de savia ricas en azúcares (10-13%), pentosas (2-3%), ácido cítrico (1-2%), y sales (8-10%). Aunque la pulpa es necesaria para la fermentación, a menudo hay más pulpa de la necesaria [16].

2.1.4. Microencapsulación.

La encapsulación es una técnica que se emplea para atrapar y proteger un agente activo dentro de otra sustancia, denominada material de la pared o agente de revestimiento, que actúa como vehículo y / o agente estabilizador [17].

2.1.5. Valorización de Residuos.

El objetivo de este modelo es mantener los productos, componentes y materiales en su mayor utilidad y valor, con la intención de convertir un residuo en un recurso para ser utilizado como materia prima en posteriores procesos, de esta manera se cierra el ciclo y se extiende su vida útil el mayor tiempo posible [18].

2.1.6. Capacidad antioxidante.

Se refiere a la capacidad de los compuestos de origen natural o extractos para reaccionar a los radicales libres, o la capacidad de inhibir los procesos de oxidación [17].

2.2. Marco Referencial.

2.2.1. Queso crema.

Conforme a la norma [20]. Se define como un producto suave, duro, semiduro, madurado o no, la fabricación del queso se deriva en una concentración de proteína y que puede ser recubierto, se obtiene mediante la coagulación total o parcial de la leche, por acción del cuajo, y por escurrimiento parcial del suero.

El queso crema se obtiene de la fusión de la cuajada o mezclando el queso con otros ingredientes como crema de leche, gomas y leche pasteurizada. Se ha empleado para reemplazar la mantequilla y la margarina en las dietas alimenticias, ya que tienden a tener un valor calórico total más bajo, el queso crema también se puede agregar con hierbas finas o cereales, por ejemplo, chía y quinua, para mejorar la textura, el sabor y el aumento de las propiedades nutricionales del producto [5].

Al ser creado a partir de un cultivo iniciador de bacterias de ácido láctico, contiene bacterias amigables que funcionan como probióticos que reducen las inflamaciones del cuerpo. Además, aporta fósforo que ayuda a mejorar la digestión, además de la vitamina A, posee vitaminas D, B2, B3 y B12 [21].

2.2.2. Composición química queso crema.

Tabla 1. *Composición química de queso crema por cada 100 g.*

Nombre	Monto	Unidad
Agua	52.6	Gramos
Energía	350	Kcal
Energía	1470	kJ
Proteína	6.15	Gramos
Lípido total (grasa)	34.4	Gramos
Ceniza	1.27	Gramos
Carbohidrato	5.52	Gramos

Fuente: [22].

La legislación de la norma NTE INEN 2827-11 indica los principales componentes y su contenido mínimo (m/m). La grasa láctea en el extracto seco 25%, humedad del producto desgrasado (67%), y el extracto seco (22%) [1].

2.2.3. Requisitos del queso crema.

Los requisitos específicos para la elaboración de queso crema de conformidad con la norma colectiva para el queso no madurado incluido el queso fresco (CXS 221-2001) y la Norma general para el queso (CXS 283-1978) [23].

Tabla 2. *Composición del queso crema con valores mínimos y máximos especificados para la grasa láctea.*

Componentes de la leche	Contenidos mínimos (m/m)	Contenidos máximos (m/m)	Niveles de referencia (m/m)
Grasa láctea en el extracto seco:	25%	No restringido	60-70%
Humedad del producto desgrasado:	67%	-	No especificado
Extracto seco:	22%	Restringido por la HPD	No especificado

Fuente:[23].

2.2.4. Alimento funcional.

Un alimento funcional consta de compuestos biológicos y fisiológicamente activos, que proporcionan beneficios para la salud más allá de las capacidades nutricionales básicas. Los de dichos alimentos que son responsables de su funcionalidad, se han denominado generalmente “compuestos bioactivos” (BAC). Tienen la capacidad de interactuar con uno o más componentes del tejido vivo al proporcionar una amplia gama de efectos potenciales y se derivan de fuentes vegetales, animales u otras, como microorganismos que se consideran seguros funcionalmente las BAC tienen actividades biológicas y funcionales como antioxidantes [11].

2.2.5. Tendencias de consumo de lácteos funcionales.

El consumo de lácteos es comúnmente reconocido como una parte importante de una dieta sana y equilibrada, y los productos lácteos son un componente integral, especialmente en la cultura alimentaria occidental. En Finlandia recomiendan consumir de 0,5 a 0,6 L de lácteos líquidos y de 2 a 3 lonchas de queso al día.

Sin embargo, a pesar de las características positivas de los productos lácteos, el papel de los productos lácteos en una dieta saludable ha suscitado debate dentro de la comunidad científica y en los medios porque los productos lácteos. Se sugiere que los productos están involucrados en el desarrollo de trastornos inflamatorios crónicos [24].

La inflamación de bajo grado se asocia con muchas afecciones crónicas, como las enfermedades cardiovasculares (ECV), diabetes, cáncer, síndrome metabólico y neurodegenerativa. Es sabido que la dieta y los componentes dietéticos desempeñan un papel en la modulación de la inflamación de bajo grado, y para, por ejemplo, los ácidos grasos saturados (AGS) se consideran proinflamatorios [24].

En la actualidad existen productos lácteos con características funcionales, enfocados principalmente en la disminución o cambio en la estructura de algún componente de la materia prima y en la adición de compuestos bioactivos como probióticos, prebióticos, ácidos grasos insaturados, antioxidantes, las bebidas fermentadas, el queso, helados, yogures, mantequillas, entre otros productos en base de leche han sido los más estudiados en la matriz láctea, también existen diferentes estrategias de incorporación de compuestos bioactivos, los medios más empleados en la industria láctea son por adición directa y la microencapsulación [14].

2.2.6. Producto funcional.

Villamil [14], menciona que un alimento funcional es un producto que contiene una mayor cantidad de compuestos bioactivos que proveen un beneficio a la salud en específico, para lograrlo se realizan diferentes estrategias tecnológicas que promuevan la estabilidad y retención del compuesto dentro de la matriz alimentaria y la calidad sensorial del alimento y aumenten la biodisponibilidad de compuestos para proveer sus beneficios en la salud,

como una forma de mejorar la salud del consumidor, siendo una nueva tendencia para los próximos años [24].

2.2.7. Compuestos bioactivos.

Son aquellos compuestos que retardan o inhiben la oxidación de los componentes celulares por acción de radicales libres, en consecuencia, son esenciales antioxidantes que se preservan contra la propagación y transferencia de la cadena oxidativa [23]. Los compuestos bioactivos son sustancias químicas esenciales y no esenciales los cuales se encuentran en pequeñas cantidades en los alimentos y su consumo es beneficioso para la salud humana según diversos estudios, estos ingredientes tienen.

Efectos antiinflamatorios y propiedades protectoras frente a enfermedades cardiovasculares, entre estos se encuentran los Polifenoles [5]. Los fitonutrientes que más se han estudiado han sido las frutas, las verduras, las legumbres, los cereales, los frutos secos, las semillas, el té, el aceite de oliva, el vino, las hierbas, las especias y el chocolate, negro, los fitonutrientes regulan numerosas rutas celulares y moleculares como la prevención de la proliferación y la agregación celulares, la protección contra la inflamación y el estrés oxidativo [25].

2.2.8. Actividad antioxidante.

Las plantas son fuente de numerosos metabolitos secundarios, muchos de ellos son antioxidantes naturales como Polifenoles, Flavonoides, aceites esenciales, etc., que pueden considerarse como fuentes de estas sustancias [26]. La actividad antioxidante comprende una serie de métodos analíticos empleados para estudiar la asociación existente entre la ingestión de compuestos bioactivos (fitonutrientes antioxidantes) y la disminución de enfermedades no transmisibles, actúan como captadores de radicales libres, captadores de oxidantes no radicales, compuestos que inhiben la generación de oxidante [27].

Existe un delicado equilibrio entre la generación de radicales libres y antioxidantes en los organismos sanos, los radicales libres se mantienen en concentraciones moderadas, que desempeñan un papel indispensable en las funciones inmunitarias, las vías de señalización celular y las cadenas respiratorias mitocondriales, sus efectos nocivos son contrarrestados por antioxidantes en el cuerpo, como el glutatión (GSH), el superóxido dismutasa(SOD), la tiorredoxina (TRX) y la catalasa(CAT), los radicales libres no deseados son responsables del

envejecimiento, el daño tisular y diversas enfermedades y sobre todo pueden aumentar el riesgo de cáncer [28].

2.2.9. Fuentes de compuestos bioactivos.

2.2.9.1. Carotenoides

Son pigmentos naturales oleosolubles, conformados por una cadena de hidrocarburos de 40 átomos de carbono con dos anillos terminales a los extremos brindándoles un color amarillo-naranja-rojo característico, estos compuestos son pertenecientes al grupo de los tetraterpenoides [29].

2.2.9.2. Compuestos fenólicos.

Son compuestos vegetales más extendidos derivados de los alimentos, son constituyentes no esenciales de la alimentación humana que son productos del metabolismo secundario de las plantas, se clasifica en diferentes subgrupos de acuerdo con su estructura química son ácidos fenólicos, Flavonoides, taninos, carotenoides, estilbenos y lignanos con estructuras que van desde una simple molécula fenólica hasta un complejo polímero de alta masa molécula, la mayoría son soluble, los mayores contenidos de compuestos fenólicos vegetales vitaminas y carotenoides se encuentran en frutas, té, chocolate, vino tinto y café, también en cereales, arroz, trigo y maíz [11].

2.2.9.3. Flavonoides.

Los Polifenoles vegetales más populares y más grandes derivados de la dieta diaria a base de plantas. La estructura está representada en gran parte por una C6-C3-C6 esqueleto de carbono, que puede presentarse como agliconas y glucósidos Actúan como atrayentes para polinizadores de plantas al dar sabor, color, y fragancias a las frutas, flores y semillas [11].

2.2.9.4. Antocianinas.

Las antocianinas son probablemente el grupo más grande de compuestos fenólicos en la dieta humana, y su fuerte antioxidante sugiere su importancia para mantener la salud, cuando se consume con regularidad [26].

2.2.10. Aprovechamiento de antioxidantes.

La epigalo-catequina-3-galato (EGCG) es un fitoquímico que se encuentra en las hojas de la camelia, (té verde). El té verde es una de las bebidas más consumidas y populares del mundo. El té se ha relacionado con varios beneficios para la salud, incluida la prevención de enfermedades cardiovasculares y cáncer, antioxidante, antiinflamatorio, hipolipemiante, antiviral, y efectos neuroprotectores entre los principales el EGCG tiene efectos antioxidantes directos e indirectos, contrarrestando los radicales libres e induciendo la expresión de genes antioxidantes, respectivamente [27].

El envejecimiento es un proceso inevitable y se ha definido como la pérdida de funcionalidad del organismo y se caracteriza por una disfunción progresiva de los órganos y sistemas, con creciente vulnerabilidad a la muerte, una de las principales actividades biológicas de este fitoquímico es reducir la inflamación, reduciendo los radicales libres y aumentando la expresión de enzimas antioxidantes e implicadas en el proceso de desintoxicación celular y hepática [26].

Enfermedades como la diabetes, el cáncer y enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer, esta clase de enfermedades se encuentra entre las principales causas de muerte en todo el mundo según la Organización Mundial de la Salud [30]. Las enfermedades crónicas se caracterizan por tener una inflamación crónica componente y un estado pro-oxidante, llevando al cuerpo a un estado degenerativo y haciéndolo propenso al desarrollo de diversas enfermedades [26].

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) representan la principal causa de muerte en todo el mundo, siendo un problema socioeconómico relevante. Entre las principales causas de ECV se encuentra la aterosclerosis, un factor de riesgo importante para el desarrollo de infarto agudo de miocardio y eventos cerebrovasculares. Sin embargo, la obesidad y la diabetes mellitus son condiciones patológicas consideradas como factores de riesgo cardiovascular, ya que promueven un estado de hiper coagulante y estrés oxidativo e inflamatorio crónico, duplicando el riesgo de ECV [27].

Se caracterizan por tener una inflamación crónica componente y un estado pro-oxidante, llevando al cuerpo a un estado degenerativo y haciéndolo propenso al desarrollo de diversas enfermedades [26]. Se presume que los alimentos y bebidas ultraprocesadas (UPFD) y los

alimentos procesados (PF) y los mínimamente procesados (MPF) pueden brindar protección entre los grupos de alimentos analizados, un mayor consumo de UPEFD se asoció positivamente con la obesidad y se asoció con el desarrollo de todas las ENT, principalmente hipertensión, diabetes y dislipidemia [31].

2.2.11. Valorización de residuos.

Los granos de cacao proporcionan materias primas para las industrias alimentarias mundiales valoradas en más de 47.000 millones de dólares en el mundo. A través del procesamiento en la finca, alrededor del 80% de la fruta del cacao se descarta como biomasa residual, incluidas las cáscaras de las mazorcas de cacao, cáscaras de los granos, los agricultores descartan estos residuos/subproductos durante las etapas iniciales de procesamiento del cacao en grano, ocupando vastas áreas y aumentando preocupaciones ambientales y sociales [7].

2.2.12. Mucílago de cacao.

Tabla 3. *Composición de los componentes químicos del mucílago de cacao durante la fermentación y compuestos fenólicos.*

Fermentación	g/100Gfm%	Compuestos fenólicos	Porcentaje (%)
Agua	79.20-84.20	Proantocianidinas	58%
Proteína	0.09-0.11	Flavan-3-oles monómeros (+) catequina, cat y (-) epicatequina, eri	37%
Azúcares	12.50-15.9	Antocianinas	4%
Glucosa	11.6-15.32	Vitamina c	Carece
Pectina	0.9-1.19		
Cenizas	0.44-0.50		

Fuente: [16].

2.2.12.1. Fermentación.

La fermentación es un proceso que tiene el fin de remover la pulpa que rodea los granos para facilitar el secado y almacenamiento. La razón principal de la fermentación es provocar una transformación dentro de los granos que repercute en las propiedades físicas, químicas y sensoriales como el color, aroma y sabores precursores del chocolate [32]. El exudado (pulpa hidrolizada) de cacao es un fluido rico en azúcares y tiene un sin número de enzimas

(peptinoliticas), levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida krusei*, *Kloeckera apiculata*, *Pichia fermentans*, *Hansenula anomala*, y *Schizosaccharomyces pombe*) y bacterias (lácticas, acéticas) [33].

2.2.13. Economía circular.

La adopción de una economía circular se considera un posible medio de transición hacia un sistema económico más sostenible, el propósito de la economía circular (EC) es aumentar la sostenibilidad de los patrones de producción y consumo [34].

2.2.14. Cacao.

El Cacao fino de aroma esta definición es adoptada por la norma NTE INEN 176 granos de cacao se caracteriza por tener sabores y aromas florales, frutales y otros especiales [35]. La genética indicó que la planta se originó en la cuenca alta del Amazonas y sus cabeceras Perú, Ecuador, Colombia y Brasil. En su hábitat nativo es un árbol de sotobosque, no se puede cultivar comercialmente en áreas donde la temperatura mínima desciende por debajo de los 100 °C, los granos de cacao son la fuente comercial de cacao, chocolate y manteca, el procesamiento implica abrir las mazorcas cosechadas, eliminar el mucílago, fermentar, secar, alcalinizar, moler y prensar para expresar grasa [36].

El cacao fue explotado por el pueblo mesoamericano en el bosque húmedo de la región a lo largo de la cuenca del río Orinoco, una región de América central, probablemente desde el año 1000 a.C. Esta fruta de árbol perenne se utilizó como ingrediente en la preparación de una bebida fuerte, amarga y picante consumido durante los rituales políticos y religiosos [8].

En 1973, esta especie fue nombrada *Theobroma cacao* por el botánico sueco Carl von Linné, y el término cacao (“alimento de dioses”) se refiere al origen divino que los pueblos antiguos atribuían a esta fruta. Por expansiones marítimas fue tomado por exploradores españoles, a partir del siglo XVI, se modificó la bebida amarga y crearon recetas nuevas a base de azúcar y leche, actualmente está presente en las dietas de todo el mundo [8].

En el país se produce más del 70% del mejor cacao fino de aroma a nivel mundial, distinguido por sus características físicas-químicas y sensoriales[37]. Un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas Y Censos (INEC), el sector cacaotero contribuye con el 5% de la población económicamente activa nacional (PEA) y el 15% de la PEA rural,

siendo el cacao uno de los principales productos tradicionales de la exportación ecuatoriana [38].

El 85% de la producción mundial de cacao en grano se concentra en siete países: Costa de Marfil, Ghana, Ecuador, Camerún, Nigeria, Indonesia y Brasil [39]. En el país la producción está representada principalmente por pequeños productores, el 55% de la producción en el año 2019 estuvo concentrada en Guayas y Los Ríos en abril de 2021 [38].

2.2.15. Industrialización.

La industrialización de cacao predomina en regiones que no producen fruta, como Europa (37%) y EE. UU. (8%) Algunas de las industrias de chocolate más grandes son Europa, EE. UU. Japón, pero la producción de cacao fuera estos países reduce costos y es una estrategia para aumentar la apreciación de productos de cacao artesanal y de sabor fino [39].

En el Ecuador por el momento no existen aplicaciones para este producto o un uso industrial específico para ser usado en la elaboración de alimentos, es por eso por lo que las industrias deben enfocarse en estudios que permitan comprender las características fisicoquímicas, propiedades, aplicaciones, y usos posibles, determinando así los beneficios tanto para los cultivadores como para la salud de las personas [40].

La eliminación inadecuada de este material contamina el suelo y las vías fluviales, convirtiéndose en una amenaza para el cultivo de cacao debido al alto riesgo de infestación por plagas tenía una rica composición de azúcares y minerales, características físicas y químicas y ausencia de alcaloides y otras sustancias tóxicas puede ser una alternativa de pectina comercial similar a las extraídas de manzanas y limones. Sin embargo, más estudios sobre el desarrollo de productos son necesarios para dilucidar la visibilidad, la aceptación y la con valor comercial de los productos [13].

Esta revisión tuvo como objetivo recopilar información sobre este subproducto (mucílago), enfocándose principalmente en su composición química y nutricional, simultáneamente, los diversos usos propuestos en la literatura a partir de una revisión bibliográfica de artículos, libros y tesis publicados, utilizando bases de datos como Scopus, Web of Science, ScieLO, PubMed y ResearchGate.

Más de 550.000 m³ de mucílago de los granos de cacao se producen y se abandonan cada año en las fincas, esta sustancia está compuesta por un 85% de humedad, en este estudio realizado por se caracterizó el jugo de mucílago de cacao para producir mermelada por medio del método de cromatografía gas-líquida para identificar presencia de minerales, este residuo tenía un alto contenido de ácido cítrico en 9.1±0.6 mg/L. Los sólidos solubles totales fueron 67.14° Brix, la evaluación hedónica registra que la aceptabilidad de la mermelada de cacao es bastante baja con la de una mermelada comercial 3.96±.5 [41].

2.3. Marco Legal.

2.3.1. Codex Alimentarius CXS 275-1973 para Queso crema.

Esta Norma se aplica al queso crema destinado al consumo directo o a elaboración ulterior. En algunos países, la denominación “queso crema (queso de nata crema)” se utiliza para designar quesos, tales como queso duro madurado con alto contenido de grasa [42].

2.3.2. Sistema de gestión medioambiental (SGM) Normativa ISO 14001.

La ISO 14001 es una norma muy relevante está centrada en Implementar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en las empresas y organizaciones. El objetivo principal de esta norma es mejorar las prácticas ambientales, minimizando los residuos o ahorro de costes, entre otros por lo que ayuda a las organizaciones a minimizar los impactos medioambientales que genera por medio de sus operaciones y para cumplir con ello se debe emplear tanto la normativa, legislación o requisitos aplicables [43].

2.3.3. Objetivo de desarrollo sostenible (ODS).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas requieren una observación en los desechos y subproductos. Estas nuevas tecnologías y técnicas de conservación adecuadas, las cuales se destinan a prolongar la vida útil de un producto, reduciendo la contaminación, y previenen la degradación de compuestos Nutricionales para la incorporación de la cadena productiva [39].

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

El proyecto de investigación se realizó en colaboración de distintas instituciones donde se desarrollaron actividades como análisis fisicoquímico y funcional del queso crema por adición de microencapsulado de mucílago de cacao y mucílago fresco y cuya localización se detalla a continuación en la Tabla 4:

Tabla 4. *Localización del trabajo experimental.*

INVESTIGACIÓN	LOCALIZACIÓN
Preparación de la muestra	Asociación de Agricultores “La Cruz”, Mocache, Los Ríos. (Recolección, fermentación y secado).
Microencapsulación y análisis de compuestos bioactivos	Laboratorio de Servicios de Análisis e Investigación en Alimentos (ISAIA) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Mejía, Pichincha.
Elaboración de queso crema y análisis sensorial	Laboratorio de lácteos UTEQ y aulas de la UTEQ.
Estabilidad microbiológica	SEIDLABORATORY CIA. LTDA.

Elaborado: Autora.

3.2. Tipo de investigación.

Para la ejecución del proyecto se aplicó una investigación de tipo exploratoria y cuantitativa, puesto que no hay estudios sobre el desarrollo de productos con propósitos funcionales mediante la incorporación de compuestos bioactivos de microencapsulado y exudado de mucílago de cacao y en productos lácteos.

3.2.1 Exploratoria.

Esta investigación proporciona una visión sobre el objeto de estudio, de manera tentativa o aproximada, útil cuando no se tienen muchas referencias o bases científicas, permite recabar datos e información para reconocer, ubicar y definir el problema.

3.2.2. Experimental

Se caracteriza por la manipulación intencional de la variable independiente y se analiza su impacto sobre una variable dependiente. El investigador controla los factores o tratamientos estudiados (causa y efecto) [44].

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Método inductivo-deductivo.

Se utilizó el método inductivo-deductivo, partiendo del problema del proyecto, para la posible solución del aprovechamiento de los componentes bioactivos presentes en el mucílago de cacao como fuente convencional para el desarrollo de alimentos saludables en alimentos altos en grasa, brindar conocimiento y facilidad tecnológica [6].

3.3.2. Método experimental.

Para el análisis estadístico de los resultados obtenidos se empleó un software libre, para comparar los datos obtenidos de cada análisis.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

Se emplearon fuentes de recopilación de la información de tipo primarias y secundarias como se detalla a continuación:

3.4.1 Fuentes Primarias.

Están compuestas por trabajo de campo y pruebas de laboratorios a través de:

- Caracterización fisicoquímica de los compuestos bioactivos y funcional de las muestras.
- Elaboración queso crema
- Evaluación Sensorial.
- Análisis microbiológico.

3.4.2. Fuentes secundarias.

- Libros
- Artículos Científicos
- Revistas Científicas
- Tesis

3.5. Diseño de la Investigación.

El efecto de la adición de compuestos bioactivos del mucílago de cacao sobre las propiedades funcionales del queso crema se determinó a través de un Diseño Compuesto Central (DCC) o de superficie de respuesta con dos factores de estudio A y B [45]. El factor A comprende la concentración de microencapsulado de mucílago de cacao y el factor B representa la concentración de mucílago de cacao, con dos niveles: baja (5%) – alta (20 %), obteniéndose nueve formulaciones (Tabla 5).

Tabla 5. *Combinación de tratamientos, puntos axiales y centro del plan de experiencia para adición de mucílago de cacao (microencapsulado y fresco) en queso crema.*

Trat.	Códigos	Simbología	A	B	Factor A Encapsulado (mg*kg ⁻¹)	Factor B Mucílago (mg*kg ⁻¹)
T1	EBMB	1	-1	-1	7.2%	7.2%
T2	EAMB	A	1	-1	17.8%	7.2%
T3	EBMA	B	-1	1	7.2%	17.8%
T4	EAMA	Ab	1	1	17.8%	17.8%
T5	ECMC	Centro	0	0	12.5%	12.5%
T6	EIMC	-αa	-1.4142	0	5%	12.5%
T7	EDMC	+αa	1.4142	0	20%	12.5%
T8	ECMI	-ab	0	-1.4142	12.5%	5%
T9	ECMD	+ab	0	1.4142	12.5%	20%

Elaborado: Autora.

3.5.1. Esquema del ANDEVA.

Tabla 6. Distribución de los grados de libertad 3².

Efectos medidos	Grados de libertad	Tipo de relación	Simbología
Principales	2	Lineal	A; B
Principales	2	Cuadrática	A ² ; B ²
De interacción	1	Lineal	AB
De interacción	2	Lineal/cuadrática	AB ² ; A ² B
De interacción	1	Cuadrática	A ² ; B ²

Elaborado: Autora.

3.5.2. Modelo matemático:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{ii}X_2^2 + b_{12}X_1X_2 + ERROR$$

Donde:

b_0 = Intersección.

$b_1, b_2\dots$ = Coeficientes del modelo de regresión.

X_1 = Encapsulado de mucílago de cacao en %.

X_2 = Mucílago exudado de cacao en %.

Las concentraciones óptimas (mejor tratamiento) se determinarán mediante una superficie de respuesta donde se evaluó el efecto de los factores A y B a través de un modelamiento cuadrático en 3 dimensiones. De igual manera las regiones óptimas se identificaron sobre una superficie de respuesta de dos dimensiones al tratarse de una optimización que busca incrementar la capacidad antioxidante del queso crema, optando por los valores que se encuentren cerca de la parte superior de los ejes.

3.6. Instrumento de Investigación.

3.6.1. Muestreo.

Se obtuvo el material de estudio (mucílago) escogiendo de forma aleatoria árboles de las variedades Nacional de la Asociación “La Cruz” ubicada en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. En el caso del queso crema se elaboró con leche comercial pasteurizada y descremada.

3.6.2. Fermentación del cacao.

Se realizó el proceso de recolección de las mazorcas de cacao nacional en el centro de fermentación y secado de la Asociación “La Cruz”, del cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Una vez que se extrajeron los granos de cacao se colocaron en los cubículos de madera de laurel que tienen las siguientes dimensiones: alto (100 cm), ancho (100 cm), profundidad (95 cm) y una capacidad de 150 kg.

El proceso de fermentación dura aproximadamente cuatro días (96 horas) Durante la fermentación se recolectó el mucílago exudado de las almendras por la base de cada caja, en fundas ziploc aislados de la luz solar y el oxígeno. Para posteriormente realizar la caracterización funcional de las muestras de mucílago de cacao Nacional, ya que presentan el mayor contenido fenólico y una alta capacidad antioxidante, tomando como referencia los trabajos realizados por [46], [10].

3.6.3. Preparación de las muestras.

3.6.3.1. Mucílago exudado.

El mucílago exudado de cacao se almacenó y congeló a una temperatura de (-18 °C), en fundas de sellado hermético aisladas de la luz y el oxígeno para proteger sus compuestos bioactivos sensibles, para su posterior utilización.

3.6.3.2. Obtención de extractos fenólicos.

Se descongelaron las muestras a temperatura ambiente (18 °C) cuidando de la luz y oxígeno con la finalidad de evitar la oxidación de los compuestos fenólicos. La obtención de los

compuestos fenólicos se realizó mediante un proceso de centrifugado durante 20 minutos a 3000 rpm con la finalidad de separar los fitonutrientes de los azúcares y otros sólidos solubles presentes, recolectando el sobrenadante en un recipiente para su posterior proceso de microencapsulación.

3.6.3.3. Microencapsulación.

El proceso de microencapsulación por la técnica de esferificación de cáscara de huevo empieza con un centrifugado del mucílago de cacao nacional. De los mL, una parte se utilizó para medir la capacidad antioxidante de las muestras de mucílago exudado puro, en todos los casos se empleó agua destilada como blanco.

Se prepararon en vasos de precipitación, de aproximadamente 100 mL de solución de alginato al 1.5 %, 63 mL de agua destilada, 1 mL de glicerol y un 35 mL del extracto de mucílago centrifugado. Posteriormente, se agitó y se homogeneizó la mezcla con la ayuda un homogeneizador (turrax homogenizer) por unos segundos, para que la solución de alginato no tenga inconvenientes con el pH ácido del exudado de mucílago se procedió a subir el Ph neutro con una solución de bicarbonato de sodio al 5% una vez homogeneizada la mezcla se eliminó por el exceso de burbujas con la ayuda de un ultrasonido por 3 minutos se reposó y se llevó a cabo la esferificación con la ayuda de una Bureta.

3.6.3.4. Desarrollo de la formulación del queso crema.

Para la elaboración de las nueve formulaciones de queso crema con propiedades funcionales se empleará la metodología planteada por [46]. Variando la concentración de mucílago exudado y microencapsulado de mucílago ($36 \text{ g}/100 \text{ g}^{-1}$ - $90 \text{ g}/100 \text{ g}^{-1}$). Para el desarrollo del producto se utilizará leche entera, 2% de fermento lácteo, y 1% de sal, el proceso se detalla en el anexo 2.

3.7. Tratamiento de datos.

3.7.1. Caracterización de compuestos bioactivos

3.7.1.1. Color.

Para la determinación del color en el queso crema, se utilizó un colorímetro portátil (Color Tec PCM-T), empleando un iluminante D65 y un observador de 10°. Para establecer las características cromáticas de los diferentes tratamientos en función de las coordenadas de color: L*(luminosidad), a* (rojo+, verde-) y b* (amarillo+azul-). La medición se realiza por lectura directa del color sobre la superficie y centro del queso crema, reportando los resultados por quintuplicado [47]. Las mediciones de color se realizaron una vez cumplidos los días de almacenamiento del queso crema 0-1-8-21-30 por cada tratamiento y día de almacenamiento.

3.7.1.2. Actividad Antioxidante.

Para la extracción de los componentes bioactivos del queso crema se liofilizó las muestras de queso durante 1 semana. Una vez pasado este tiempo se pesó 0.10 g en una balanza analítica. Para iniciar con el proceso de desengrasado se añadió 4 mL de solución de hexano (GA 98% de pureza) se realizó por 3 ciclos combinados (1 minuto), inmersión en baño ultrasónico (10 minutos) y centrifugación (10 minutos) al finalizar los ciclos se elimina el disolvente orgánico residual (hexano) y se procedió a la extracción de los compuestos fenólicos por medio una solución de metanol, agua y ácido fórmico (70:30:0,1 %; v/v/v) se toma 5 mL de la solución empleando 5 ciclos combinados de agitación (1 minuto) y centrifugación (5 minutos).

Al finalizar los ciclos se vuelven a centrifugar las muestras con los extractos y se realiza una filtración para eliminar residuos que dificulten la lectura de los compuestos fenólicos.

3.7.1.3. Método ABTS

El radical catión ABTS (Depleción del 2, 2'-Azinobis-3-etil- benzo-tiazolina-6-acido sulfónico). Una vez generado por medio de enzimas (peroxidasa, mioglobina) o químicamente (dióxido de manganeso, persulfato potásico) presentando características máximas de absorción, el que frente a un agente antioxidante dador de electrones se reduce

provocando la decoloración. Se usó este método para medir la capacidad antioxidante propuesta en los nueve tratamientos, la cuantificación se realizará por espectrofotometría UV-VIS a 734 nm, utilizando una curva estándar de Trolox ($0-800\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$). Los resultados se expresan en mg de Trolox equivalentes por gramo ($\text{mg TE}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de muestra [48].

3.7.1.4. Método FRAP

El método FRAP (Poder antioxidante reductor del hierro). Se uso en la capacidad antioxidante propuestos en los nueve tratamientos se determinó por este método. Su cuantificación de los extractos se realizó por medio de una reacción colorimétrica por medio de espectrofotometría UV-VIS a 734 nm, utilizando una curva estándar de Trolox ($0-800\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$). Los resultados se expresan en mg de Trolox equivalentes por gramo ($\text{mg TE}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de muestra [49].

3.7.1.5. Espectrofotométrico UV-Vis

Se utiliza comúnmente para la detección de grupos funcionales, detección de impurezas, análisis cualitativo y cuantitativo de analitos, fármacos del grupo de pigmentos, entre otras aplicaciones, se encarga de medir la atenuación del haz de luz después de pasar por la muestra [50].

3.7.1.6. Evaluación sensorial

La evaluación de los parámetros instrumentales va de la mano con la aceptación y percepción sensorial del producto (queso crema), y evaluar las características organolépticas de las nueve formulaciones en función de la puntuación de un panel de catadores para definir el mejor tratamiento.

3.7.1.7. Evaluación hedónica

La selección del mejor tratamiento con base en parámetros sensoriales se realizará aplicando un diseño de bloques incompletos (**T=9, k=4, r=8, b=18 λ =3, e=0,84 tipo II**) con la finalidad de reducir el efecto de fatiga en el panel de catadores seleccionados por la cantidad de muestras de cada tratamiento.

Para esto se **aplicará** un arreglo factorial para 18 catadores a través de una evaluación hedónica empleando escalas no estructuradas basándonos en parámetros de color, olor, sabor, y textura.

1. Me disgusta mucho.
2. No me gusta.
3. No me gusta ni me disgusta.
4. Me gusta.
5. Me gusta mucho.

La evaluación descriptiva de las muestras de queso crema se realizará considerando el mismo arreglo factorial que la evaluación hedónica de las diferentes formulaciones, empleando escalas estructuradas de 5 puntos considerando escalas descriptivas de color, aspecto, aroma, palatabilidad, a partir de estos resultados se obtendrá el perfil sensorial de las muestras.

3.7.2. Propiedades funcionales del queso crema.

3.7.2.1. Polifenoles Totales.

Para la cuantificación de Polifenoles totales en el mejor tratamiento de acuerdo con el manual de métodos de Sinkard, K.; Singleton, V Total phenol análisis se tomó 1 mL del extracto en un tubo de ensayo, se añadió 6 mL de agua destilada, 1 mL de reactivo Folin & Ciocalteús, (Na_2CO_3) al 20%. La absorbancia se midió utilizando un espectrofotómetro (Shimadzu UV-VIS 2.600, Kyoto, Japón), se determinó la longitud de onda de 760 nm. Finalmente, por medio de un estándar de ácido gálico (0 a 100 ppm). El TPC se expresó en términos de mg de equivalentes de ácido gálico GAE/100 g de muestra de peso seco.

3.7.2.2. Flavonoides Totales.

Para la cuantificación de Flavonoides totales en el mejor tratamiento se determinó mediante una reacción colorimétrica de nitrato de sodio, cloruro de aluminio, e hidróxido de sodio absorbancia se midió a 490 nm utilizando un espectrofotómetro (Shimadzu UV-VIS 2.600 Kyoto, Japón). El resultado fue interpolado en una curva de calibración realizada con catequina y se expresaron en CATE/100 g⁻¹

3.7.2.3. Estabilidad Microbiológica.

Los ensayos se realizaron en **SEIDLABORATORY** para la determinación de la estabilidad microbiológica, se realizaron recuentos microbianos basándose en la Norma [48].

Tabla 7. *Requisitos microbiológicos en quesos frescos no madurados y métodos de ensayo.*

Requisito	n	M	M	C	M. ensayo
E.Coli, UFC/g	5	<10	10	1	AOAC 991.14
Staphylococcus a, UFC/g	5	10	10 ²	1	INEN NTE 1529-14
Salmonella en 25 g	5	ausencias	-	0	NTE INEN 1529-15

Fuente: [15].

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Recursos Humanos.

Para llevar a cabo este estudio se requirió de los siguientes factores a utilizar; recursos humanos, trabajos experimentales, bibliográficos, análisis, asesoría general y revisión y corrección.

- Ing. Christian Vallejo Torres, MSc. Director del proyecto de Investigación -UTEQ.
- Ing. Wilma Llerena Silva, MSc. Académico de apoyo - UTEQ.
- Dr. Iván Samaniego Maigua. PhD. Académico de Apoyo - INIAP.
- Srta. Karina Gabriela Martinez Lara. Estudiante- Tesista.

3.9. Materiales.

3.9.1. Materia prima.

- Queso crema.
- Mucílago de cacao Nacional: Muestras cacao de la variedad nacional del centro de fermentación de la asociación La Cruz.

3.9.2. Materiales de laboratorio.

- Recipientes de vidrio de 250 g.
- Envases de vidrio (Vasos de precipitación) 100, 250, 500 y 1000 mL.
- Tubos de ensayo.
- Balones aforados de 25, 50, 100, 250 y 500 mL.
- Probetas: 10, 250, 500 y 1000 mL.
- Tubos para centrífuga de 45 y 50 mL.
- Tubos de centrifuga 5 mL.
- Tubos de ensayo de 10 mL.
- Papel Parafilm, toalla, y aluminio.
- Pissetas.
- Gradillas.
- Frascos de vidrio color ámbar.
- Papel filtro.
- Bureta de 50 mL.
- Pinzas para bureta.
- Soporte universal.
- Pipetas volumétricas de 10 mL.
- Puntas de micropipeta 20-200 μL .
- Puntas de micropipeta 100-1000 μL -100-1000 μL y 1-10 mL.
- Tubos Eppendorf.

- Papel Whatman 0,45.
- Guantes de nitrilo pack/50.
- Mascarillas.
- Envases plásticos para almacenar muestras.

3.9.3. Equipos.

- Congelador INDURAMA.
- Refrigerador INDURAMA.
- Agitador magnético SARGENT-WELCH CAT.
- Balanza analítica OHAUS Pioneer.
- Balanza analítica SHIMADZU UW4200H (Max 4200g-Min 0.5g).
- Balanza digital SHIMADZU-LIBROR EB-3200H.
- Colorímetro portátil (Color Tec PCM-T).
- Baño ultrasónico.
- Baño María.
- Centrífuga SIGMA 4-16KS 4000 rpm.
- Centrifuga EPPENDORF Centrifuge 5415 C.
- Vortex.
- Agitador MP FastPrep-24 classic.
- Licuadora OSTER.
- Esterilizador PIEZOMETER.
- Computadora HP.
- Liofilizador LAB-KITS FD-18-MR Therm International H.K Limited.
- Espectrofotómetro UV-VISIBLE Shimadzu UV-VIS 2600.
- pH-metro HANNA HI 2211 pH/ORP Meter.
- pH-metro Thermo SCIENTIFIC.
- Mezclador de gases.
- Micropipeta Finnpipette 20-200 μ l, 100-1000 μ L, 1-10 mL.
- Micropipeta Labnet de 1-10 mL.
- Micropipetas 100-1000 μ L y 1-10 mL.
- Homogenizador Ultraturrax TEKMAR.
- Refractómetro 0 a 30 °Brix.

- Estufa THELCO Precision Scientific (571170) (2.37.08.0118).

3.9.4. Reactivos

- Cloruro de sodio (2.5%).
- Catequina hidratante 98%.
- Bacteria ácido-láctica *Lactococcus spp.*
- Ácido gálico (pureza 98 %).
- Metanol gradiente analítico (98 %).
- Acetato de potasio (pureza 99 %).
- Hidróxido de sodio (pureza 99 %).
- Cloruro de aluminio hexahidratado (ACS).
- Reactivo Folin-Ciocalteu.
- Carbonato de sodio (Na_2CO_3).
- Persulfato de Potasio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$).
- Fosfato de sodio monobásico.
- Ferrosianidina de potasio.
- Ácido tricloroacético.
- Cloruro férrico.
- Nitrito de sodio.
- Agua destilada.
- Trolox.
- ABTS.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Caracterización de compuestos bioactivos en queso crema con adición de mucílago de cacao nacional microencapsulado y fresco.

El análisis de los compuestos bioactivos (Polifenoles y Flavonoides) por los métodos ABTS y FRAP partieron de las muestras de mucílago encapsulado deshidratado y mucílago fresco a temperatura ambiente el mucílago fresco fue previamente centrifugado por 20 minutos observamos los resultados (Tabla 8) y se determinó la presencia de un alto contenido de estos compuestos (Polifenoles) en el mucílago puro con una concentración de (876.30 mg/L - 898.52 mg/L), y microencapsulado de (1.93 mg/g - 1.93 mg/g) respectivamente.

La presencia de Flavonoides en el encapsulado es ausente de acuerdo con la investigación realizada Ordoñez [51], este puede ser debido a las interacciones entre las proteínas y compuestos fenólicos pueden resultar en la disminución de la biodisponibilidad de los compuestos bioactivos mientras que en el mucílago de cacao nacional puro se encontró una concentración (1746.88 mg/L-1793.75 mg/L).

Un estudio realizado por [10] a nivel estadístico en muestras de mucílago nacional en polifenoles totales obtuvo (105.08 mg AGE \odot 100 mL⁻¹) y flavonoides totales (36.8 mg AGE \odot 100 mL⁻¹) el autor de este estudio identifico que el mucílago de cacao nacional carece de Vitamina C.

Tabla 8. Caracterización de compuestos bioactivos por el método ABTS y FRAP en muestra inicial de mucílago de cacao microencapsulado y mucílago puro.

MUESTRAS DE MUCÍLAGO	U	Polifenoles (mg Ácido Gálico/g)	Flavonoides (mg catequina/g)	ABTS (μ m Trolox/g)	FRAP (μ m Trolox/g)
M. Encapsulado	mg/g	1.97	0.00	15.78	6.65
	mg/g	1.93	0.00	15.15	6,11
M. Extracto	mg/L	876.30	1746.88	11 590.00	5 336.47
fresco	mg/L	898.52	1793.75	12 023.33	5 724.71

4.2. Color Instrumental en Queso Crema.

Los parámetros de colorimetría que se miden en el espacio de color CIELab** en base a 3 parámetros: Luminosidad (L*), representa la sensación de claridad de una muestra y se

calcula en una escala positiva de 0 a 100, siendo 100 cercanos a blanco y 0 cercanos a negro. El parámetro (a^*) representa la tendencia hacia los colores rojo ($+a^*$) y verde ($-a^*$), en el caso del parámetro (b^*), este representa la tendencia de la muestra hacia el color azul ($-b^*$) y amarillo ($+b^*$). La Figura 1 es la representación de las características cromáticas de los diferentes tratamientos de queso crema y su adición de encapsulado de mucílago y mucílago de cacao.

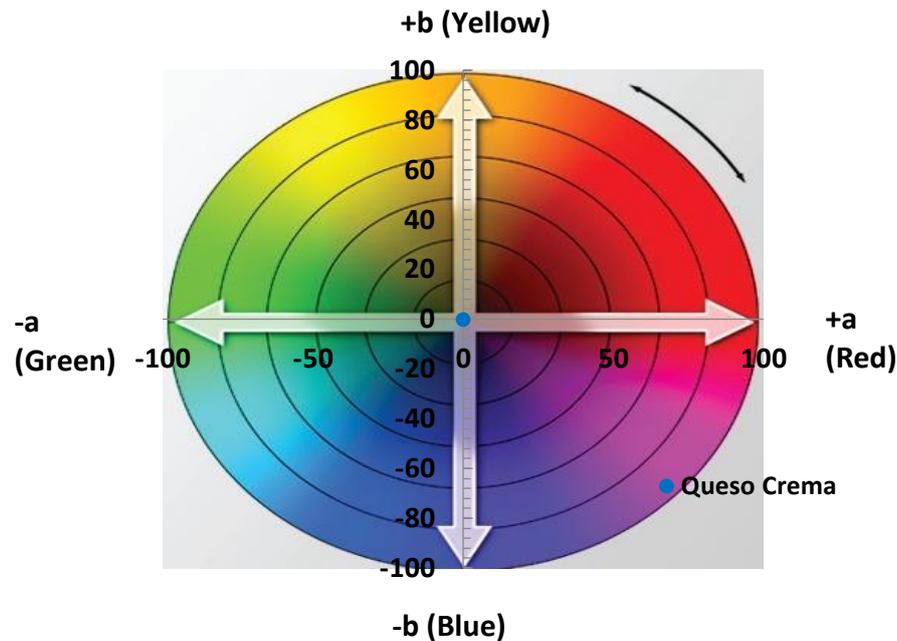


Figura 1. Representación cromática en el espacio de color CIELab** de las muestras de queso crema con adición de microencapsulado de mucílago de cacao y mucílago puro.

Según el estudio realizado por Olt y colaboradores [52]. En base a los resultados de la tabla 8, la evaluación de colorimetría del CIELab** por Y WPI+I para L (79.23 ± 0.47 mg/g), a (0.53 ± 0.03 mg/g), b (8.51 ± 0.08 mg/g); por Y WPIH+I para L (74.55 ± 0.98 mg/g), a (0.88 ± 0.13 mg/g), b (8.90 ± 0.46 mg/g); por Y WPI+I+E para L (65.71 ± 1.50 mg/g), a (2.51 ± 0.12 mg/g), b (3.36 ± 0.26 mg/g); por Y WPIH+I+E para L (58.66 ± 1.20 mg/g), a (3.83 ± 0.11 mg/g), b (2.05 ± 0.25 mg/g), por Y E 180 para L (69.90 ± 1.90 mg/g), a (2.23 ± 0.07 mg/g), b (2.70 ± 0.22 mg/g); por Y E s/t para L (66.01 ± 0.20 mg/g), a (2.58 ± 0.08 mg/g), b (1.82 ± 0.08 mg/g); por Y Base para L (79.16 ± 0.67 mg/g), a (0.97 ± 0.59 mg/g), b (8.80 ± 0.22 mg/g).

De igual manera se determinó la presencia de un alto contenido de estos compuestos (Polifenoles) en mucílago de cacao cuya concentración es de (876.30 mg/L a 898.52 mg/L), y microencapsulado de (1.93 mg/g a 1.93 mg/g) respectivamente. A través del estudio los compuestos bioactivos, de esta investigación presentan una concentración de (1746.88 mg/L a 1793.75 mg/L) en muestras residuales de mucílago de cacao de variedad Nacional.

4.2.1. Color instrumental en queso crema por cada tratamiento.

Se observan los resultados del análisis de varianza anexo 9 tablas 12 y 13 de colorimetría en los nueve tratamientos de queso crema en el rango de L*(Luminosidad) existe una diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) la media más baja de luminosidad en el tratamiento ECMC (36.86) y EBMB (41.45) expresadas por medio de letras en común distintas. Mientras que en los valores de (a* y b*) no tiene diferencias estadísticamente significativas como se puede observar en el anexo 9 no tienen letras en común.

4.2.3. Color instrumental en queso crema por días 0-1-8-21-30.

El análisis de varianza por las muestras con adición de microencapsulado de mucílago de cacao y mucílago fresco en el anexo 9 tablas 14 y 15 existe una diferencia estadística significativa en los valores de luminosidad (L*) con unos rangos de medias estadísticas entre el día 30 (40.83), seguido del día 8 (40.75), día 21 (39.82), día 0 (37.24) y el día 1 con el valor más bajo (36.31) estos rangos se expresan por medio letras (Tabla 10), mientras que en los valores de rojez (a*) y amarillez (b*) estadísticamente no existen diferencias significativas.

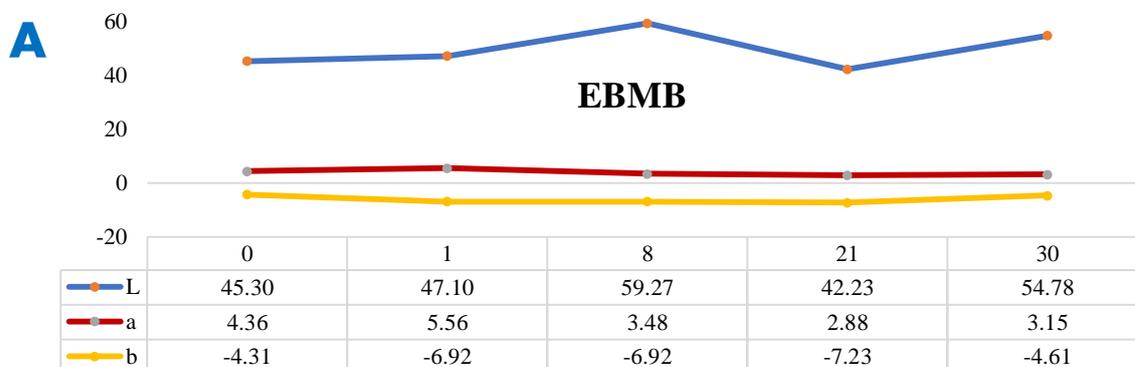
4.2.4. Colorimetría de queso crema por tratamiento en 30 días.

En base a la **Figura 2** denominado por la letra A, indicando ser la muestra (EBMB), la cual fue analizada por el método CIELab**, cuya concentración colorimétrica evaluada por los 30 días de almacenamiento. Con denominación **L**, representada por concentraciones colorimétricas de acuerdo a los días de almacenamiento y conservación fueron las siguientes: El día 0 (45.30), día 1 (47.10), día 8 (59.27), día 21 (42.23), día 30 (54.78). Por otra parte la se encuentra la denominación **a** con concentraciones a partir del día 0 (4.36),

día 1 (5.56), día 8 (3.48), día 21 (2.88), día 30 (3.15). Finalmente, la denominación **b** representada por los día 0 (-4.31), día 1 (-6.92), día 8 (-6.92), día 21 (-7.23), día 30 (-4.61).

Estudios realizado por Cesar y colaboradores [53]. Sobre muestras de arándanos, la muestra M cuyo proceso fue; No tratado térmicamente, por denominación **L**, (26.18±0.13), denominación **a** (5.69±0.64), denominación **b** (1.51±0.17). En la muestra MRP cuyo proceso; 70°C durante 15s, con denominación **L** (26.08±0.56), denominación **a** (5.30±0.70), denominación **b** (1.40±0.13). En la muestra MB cuyo proceso; 85°C durante 3min, con denominación **L** (26.59±0.28), denominación **a** (4.31±0.45), denominación **b** (1.09±0.12). En la muestra MMH cuyo proceso; 40°C por 1h, con denominación **L** (26.12±0.46), denominación **a** (3.96±0.58), denominación **b** (1.11±0.14).

En la muestra MPP cuyo proceso; 70°C por 2h, con denominación **L** (26.07±0.25), denominación **a** (3.69±0.42), denominación **b** (1.00±0.10). Por tanto el estudio realizado por Cesar y colaboradores, sobre la evaluación de los efectos del procesamiento sobre el contenido de antocianinas y las modificaciones de color de extractos de arándanos, presentó un alto contenido de concentración colorimétrica por muestra **CIELab****, a diferencia del estudio realizado por la incorporación de compuestos bioactivos en queso crema.



T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

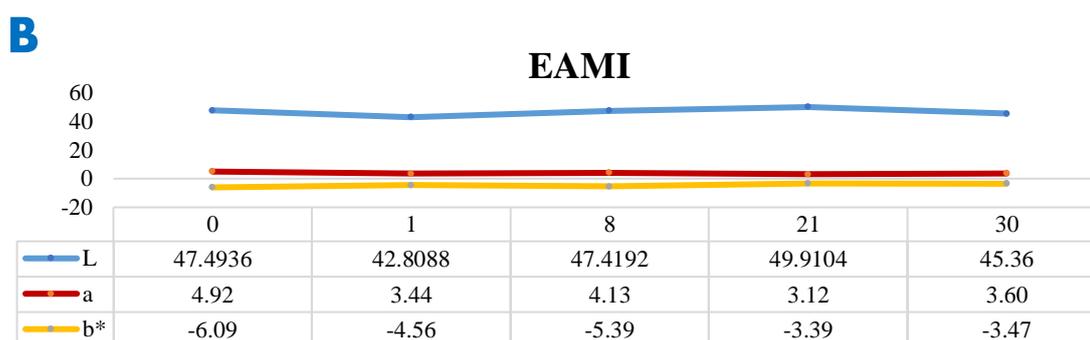
Figura 2. Colorimetría: *L**(luminosidad), *a**(rojéz), *b**(amarillez) tratamiento EBMB (51,84 g/100 g⁻¹ encapsulado/mucílago) durante 30 días.

En cuanto a la **Figura 3** presentada por la letra B, cuya denominación indicada por la muestra (EBMA), la cual fue analizada por el método **CIELab****, con una concentración

colorimétrica valorada durante 30 días de almacenamiento. La denominación **L**, representada por concentraciones colorimétricas de acuerdo a los días de almacenamiento y conservación fueron las siguientes: En el día 0 (47.49), día 1 (42.81), día 8 (47.42), día 21 (49.91), día 30 (45.36). Por otra parte, se encuentra la denominación **a**, a partir del día 0 (4.92), día 1 (3.44), día 8 (4.13), día 21 (3.12), día 30 (3.60). Y por último, la denominación **b** representada por los días 0 (-6.09), día 1 (-4.56), día 8 (-5.39), día 21 (-3.39), día 30 (-3.47).

Sin embargo, según el estudio realizado por Casas y colaboradores [54]. Sobre muestras de gelatina, en la denominación **L** se encuentra la muestra de gelatina con adición de CBJ- 20g/100g. (18.9 ± 0.4), CBJ- 30g/100g. (19.2 ± 0.4), SS- 20g/100g. (27.7 ± 1.3), SS- 30g/100g. (28.4 ± 0.5), GFS- 20g/100g. (26.0 ± 1.2). En la denominación **a** la muestra de gelatina con adición de CBJ- 20g/100g. (1.4 ± 0.1), CBJ- 30g/100g. (0.8 ± 0.0), SS- 20g/100g. (-0.6 ± 0.0), SS- 30g/100g. (-0.6 ± 0.0), GFS- 20g/100g. (-0.6 ± 0.0).

Finalmente en la denominación **b** la muestra de gelatina cuya adición por CBJ- 20g/100g. (-0.1 ± 0.0), CBJ- 30g/100g. (-0.3 ± 0.0), SS- 20g/100g. (0.3 ± 0.0), SS- 30g/100g. (0.5 ± 0.0), GFS- 20g/100g. (0.5 ± 0.0). El estudio realizado por Casas y colaboradores, sobre los parámetros de color de la muestra de control y geles de gelatina con la adición de CBJ, SS y GFS., presentó un contenido similar en la concentración colorimétrica por muestra **CIELab****, a diferencia del estudio realizado por la incorporación de compuestos bioactivos en muestras de queso crema.



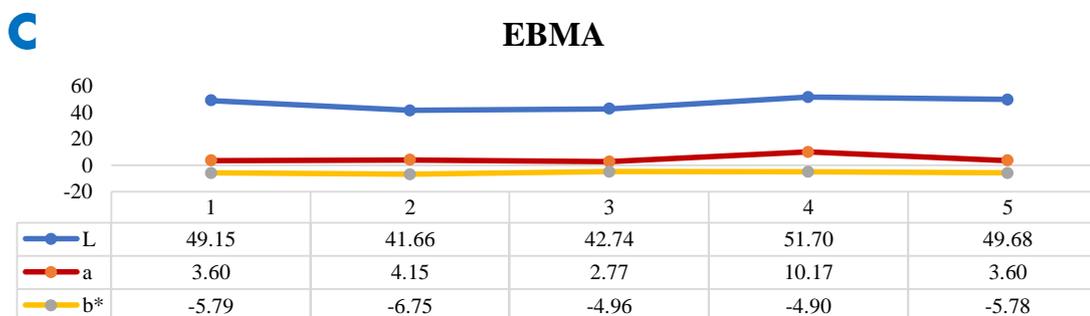
T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Figura 3. Colorimetría: *L**(luminosidad), *a**(rojez), *b**(amarillez) tratamiento EAMI (128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado *51.84 g/100 g⁻¹ mucílago) durante 30 días.

En la **Figura 4** presenta la denominación C donde indica que es la muestra (EBMA), la cual fue analizada por el método CIELab**, con una concentración colorimétrica valorada durante 30 días de almacenamiento. La denominación **L**, representada por concentraciones colorimétricas de acuerdo a los días de almacenamiento y conservación fueron las siguientes: En el día 1 (49.15), día 2 (41.66), día 3 (42.74), día 4 (51.70), día 5 (49.68). Por otra parte, se encuentra la denominación **a**, a partir del día 1 (3.60), día 2 (4.15), día 3 (2.77), día 4 (10.17), día 5 (3.60). Por último, la denominación **b** representada por los días 1 (-5.79), día 2 (-6.75), día 3 (-4.96), día 4 (-4.90), día 5 (-5.78). Sin embargo, según el estudio realizado por Moreira y colaboradores [55].

Sobre el estudio de envases bioactivos empleados en extractos antioxidantes para alimentos. Por lo que, la denominación **L** se encuentra la muestra de envases bioactivos; Control 1 (89.51 ± 1.23), Control 2 (85.37 ± 1.67), AS-film (42.04 ± 5.04), GP-film (29.64 ± 3.71), CC-film (28.60 ± 2.64). La denominación **a** contiene; Control 1 (1.73 ± 0.04), Control 2 (1.45 ± 0.11), AS-film (26.40 ± 0.11), GP-film (21.91 ± 1.93), CC-film (24.21 ± 0.58). La denominación **b** contiene; Control 1 (-1.56 ± 0.63), Control 2 (0.45 ± 0.55), AS-film (22.6 ± 4.80), GP-film (13.29 ± 2.05), CC-film (14.82 ± 1.14).

En el estudio realizado por Moreira y colaboradores, sobre las Coordenadas CIELab** para películas preparadas con diferentes extractos antioxidantes de materiales lignocelulósicos, a saber, cáscaras de almendras (AS), pulpa de uva (GP) y mazorcas de maíz (CC), donde presentó un contenido mayor a la concentración colorimétrica por muestra **CIELab****, a diferencia del estudio realizado por la incorporación de compuestos bioactivos en muestras de queso crema.

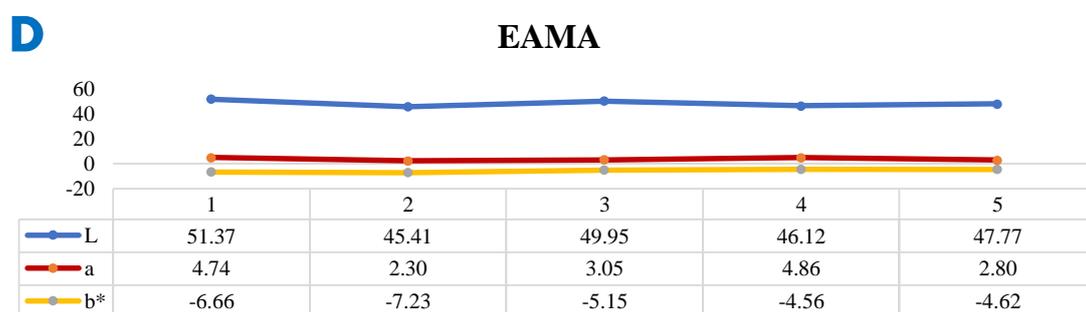


T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Figura 4. Colorimetría: L^* (luminosidad), a^* (rojez), b^* (amarillez) tratamiento EBMA (51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado *128.16 g/100 g⁻¹ mucílago) durante 30 días.

Según la **Figura 5**, denominada con la letra D indicando ser la muestra (EAMA), la cual se analizó por el método CIELab**, cuya concentración colorimétrica fue valorada por un lapso de 30 días en almacenamiento y conservación fueron las siguientes. La denominación **L**, represento: En el día 1 (51.37), día 2 (45.41), día 3 (49.95), día 4 (46.12), día 5 (47.77). Por otra parte, se encuentra la denominación **a**, a partir del día 1 (4.74), día 2 (2.30), día 3 (3.05), día 4 (4.86), día 5 (2.80). Y por último, la denominación **b** representada por los día 1 (-6.66), día 2 (-7.23), día 3 (-5.15), día 4 (-4.56), día 5 (-4.62). Sin embargo, según el estudio realizado por Bianchini y colaboradores [56].

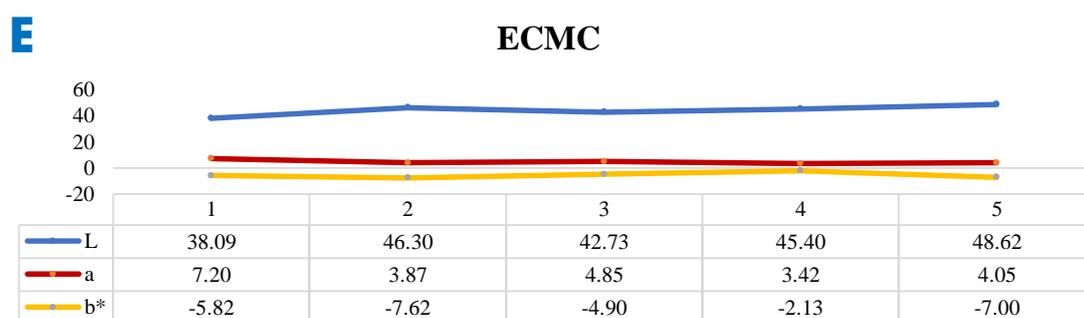
Sobre el estudio de incorporación de pulpa de uva en yogur: Por tanto, la denominación **L** se encuentra la muestra de pulpa de uvaia en yogur; HY (91.66 ± 0.28), HY+P (83.35 ± 0.23), NHY (91.83 ± 0.16), NHY+P (84.40 ± 0.27). La denominación **a** contiene; HY (-2.87 ± 0.05),HY+P (1.21 ± 0.09), NHY (-3.00 ± 0.06), NHY+P (1.12 ± 0.09). La denominación **b** contiene; HY (9.11 ± 0.13), HY+P (23.18 ± 0.32), NHY (9.44 ± 0.23), NHY+P (23.37 ± 0.25). En la investigación realizada por Bianchini y colaboradores, sobre la Incorporación de pulpa de uvaia (*Eugenia pyriformis Cambess*) en yogur: una aplicación prometedor en el mercado de productos lácteos sin lactosa., donde presentó un alto contenido de la concentración colorimétrica por muestra **CIELab****, a diferencia del estudio realizado por la incorporación de compuestos bioactivos en muestras de queso crema.



T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Figura 5. Colorimetría: L^* (luminosidad), a^* (rojez), b^* (amarillez) tratamiento EAMA (128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado /mucílago) durante 30 días

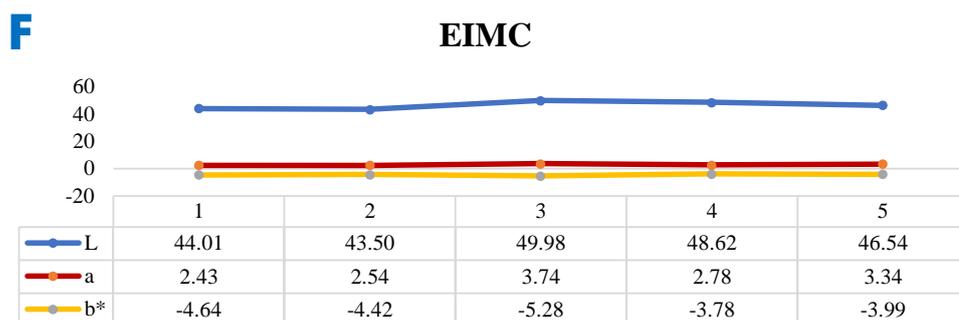
Por medio de la **Figura 6**, denominación E indicando ser la muestra (ECMC), la cual se analizó por el método **CIELab****, cuya concentración colorimétrica fue valorada por un lapso de 30 días en almacenamiento y conservación fueron las siguientes. La denominación **L**, represento: En el día 1 (38.09), día 2 (46.30), día 3 (42.73), día 4 (45.40), día 5 (48.62). Por otra parte, se encuentra la denominación **a**, a partir del día 1 (7.20), día 2 (3.87), día 3 (4.85), día 4 (3.42), día 5 (4.05). Finalmente, la denominación **b** representada por los días 1 (-5.82), día 2 (-7.62), día 3 (-4.90), día 4 (-2.13), día 5 (-7.00). Sin embargo, según el estudio realizado por Casas y colaboradores.



T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Figura 6. Colorimetría: L^* (luminosidad), a^* (rojez), b^* (amarillez) tratamiento ECMC (90 g/100 g⁻¹ encapsulado/mucílago) durante 30 días.

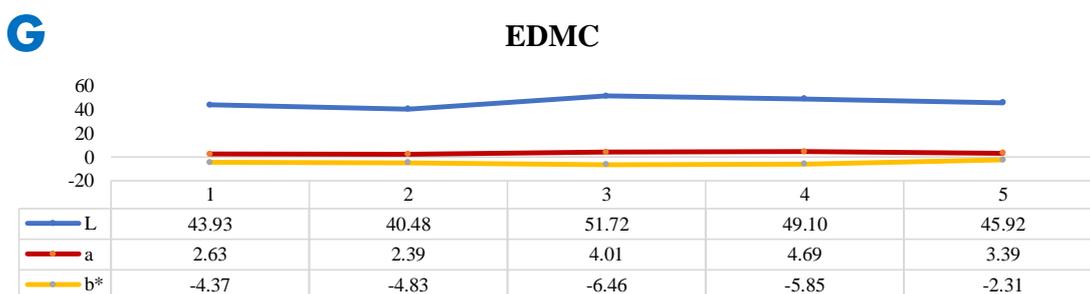
La **Figura 7**, muestra una denominación F indicando ser la muestra (EIMC), analizado por el método **CIELab****, cuya concentración colorimétrica fue valorada por un lapso de 30 días en almacenamiento y conservación fueron las siguientes. La denominación **L**, represento: En el día 1 (44.01), día 2 (43.50), día 3 (49.98), día 4 (48.62), día 5 (46.54). Por otra parte, se encuentra la denominación **a**, a partir del día 1 (2.43), día 2 (2.54), día 3 (3.74), día 4 (2.78), día 5 (3.34). Finalmente, la denominación **b** representada por los días 1 (-4.64), día 2 (-4.42), día 3 (-5.28), día 4 (-3.78), día 5 (-3.99). Sin embargo, según el estudio realizado por Casas y colaboradores.



T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Figura 7. Colorimetría: L*(luminosidad), a*(rojez), b*(amarillez) tratamiento EIMC (36 g/100g⁻¹ encapsulado*90 g/100 g⁻¹ mucílago) durante 30 días.

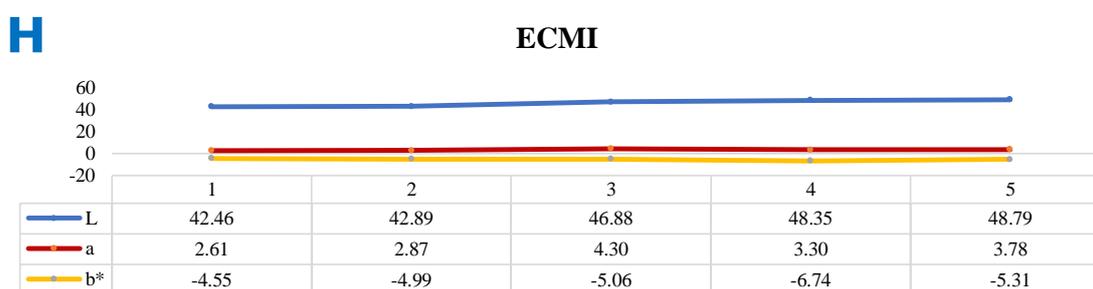
Por medio de la **Figura 8**, denominación G indicando ser la muestra (EDMC), la cual se analizó por el método **CIELab****, cuya concentración colorimétrica fue valorada por un lapso de 30 días en almacenamiento y conservación fueron las siguientes. La denominación **L**, represento: En el día 1 (43.93), día 2 (40.48), día 3 (51.72), día 4 (49.10), día 5 (45.92). Por otra parte, se encuentra la denominación **a**, a partir del día 1 (2.63), día 2 (2.39), día 3 (4.01), día 4 (4.69), día 5 (3.39). Finalmente, la denominación **b** representada por los días 1 (-4.37), día 2 (-4.83), día 3 (-6.46), día 4 (-5.85), día 5 (-2.31). Sin embargo, según el estudio realizado por Casas y colaboradores.



T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Figura 8. Colorimetría: L*(luminosidad), a*(rojez), b*(amarillez) tratamiento EDMC (144 g/100 g⁻¹ encapsulado*90 g/100 g⁻¹ mucílago) durante 30 días.

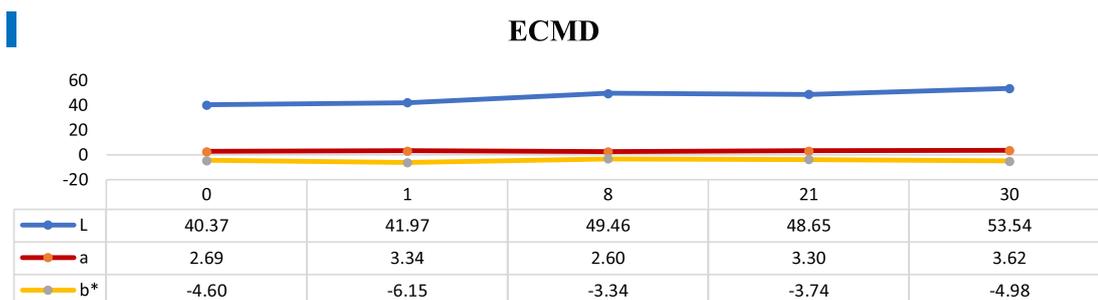
La **Figura 9**, muestra una denominación H indicando ser la muestra (ECMI), la cual se analizó por el método **CIELab****, cuya concentración colorimétrica fue valorada por un lapso de 30 días en almacenamiento y conservación fueron las siguientes. La denominación **L**, represento: En el día 1 (42.46), día 2 (42.89), día 3 (46.88), día 4 (48.35), día 5 (48.79). Por otra parte, se encuentra la denominación **a**, a partir del día 1 (2.61), día 2 (2.87), día 3 (4.30), día 4 (3.30), día 5 (3.78). Finalmente, la denominación **b** representada por los días 1 (-4.55), día 2 (-4.99), día 3 (-5.06), día 4 (-6.74), día 5 (-5.31). Sin embargo, según el estudio realizado por Casas y colaboradores.



T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Figura 9. Colorimetría: *L**(luminosidad), *a**(rojez), *b**(amarillez) tratamiento ECMI (90 g/100 g⁻¹ encapsulado *36 g/100 g⁻¹ mucílago) durante 30 días.

En la **Figura 10**, denominación I indicando ser la muestra (ECMD), la cual se analizó por el método **CIELab****, cuya concentración colorimétrica fue valorada por un lapso de 30 días en almacenamiento y conservación fueron las siguientes. La denominación **L**, represento: En el día 0 (40.37), día 1 (41.97), día 8 (49.46), día 21 (48.65), día 30 (53.54). Por otra parte, se encuentra la denominación **a**, a partir del día 0 (2.69), día 1 (3.34), día 8 (2.60), día 21 (3.30), día 30 (3.62). Finalmente, la denominación **b** representada por los días 0 (-4.60), día 1 (-6.15), día 8 (-3.34), día 21 (-3.74), día 30 (-4.98). Sin embargo, según el estudio realizado por Casas y colaboradores.



T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Figura 10. Colorimetría: L*(luminosidad), a*(rojez), b*(amarillez) tratamiento ECMD (90 g/100 g⁻¹ encapsulado *144 g/100 g⁻¹ mucílago) durante 30 días.

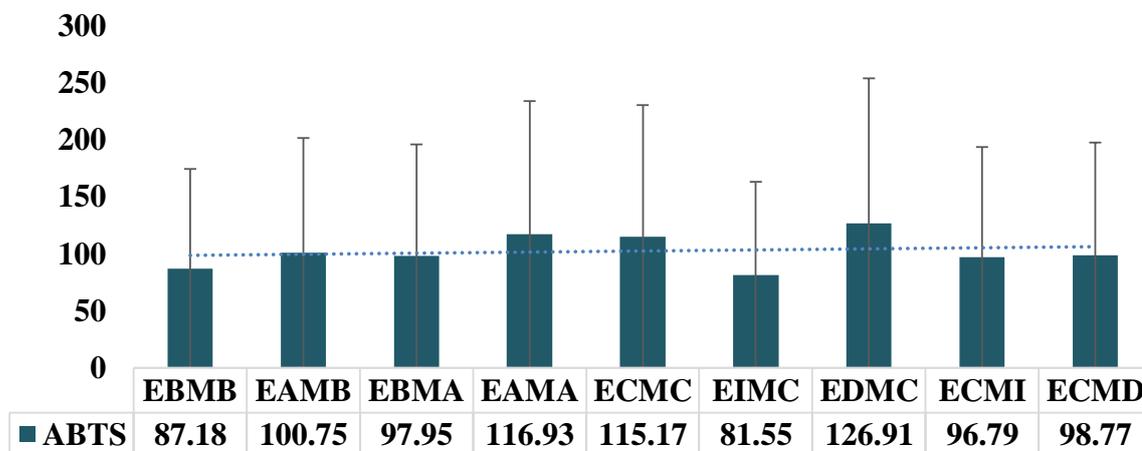
4.3. Actividad Antioxidante.

4.3.1. Método ABTS.

Este método permite la cuantificación de la decoloración del radical ABTS, debido a su reducción por acción del antioxidante, expresando los resultados en equivalentes a Trolox los resultados de las nueve formulaciones de queso crema con adición de microencapsulado de mucílago y mucílago de cacao fresco (**Figura 11**). Estos valores demuestran una tendencia mayor de compuestos bioactivos (Polifenoles y Flavonoides) en el tratamiento EDMC (144 g /100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago) con un valor alto de 126.91 mg TE/100 g⁻¹ y un valor bajo de 81.55 mg TE/100 g⁻¹ perteneciente al tratamiento EIMC (36 g /100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago).

Una vez analizados los datos se reportaron en un programa estadístico de superficie de respuesta o de contorno de colores (**Figura 12**) proyectando valores significativos y no significativos de forma lineal (A) y cuadrática (B)

Superficie de Respuesta de las formulaciones de queso crema con compuestos bioactivos método ABTS

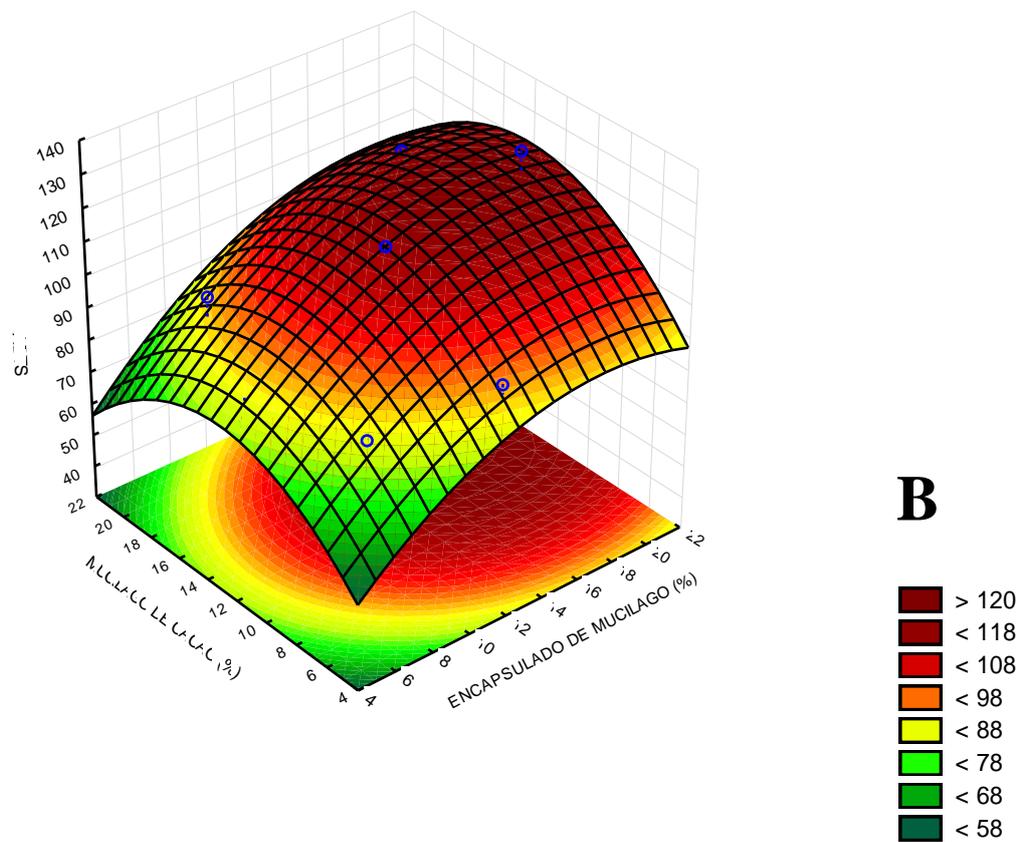
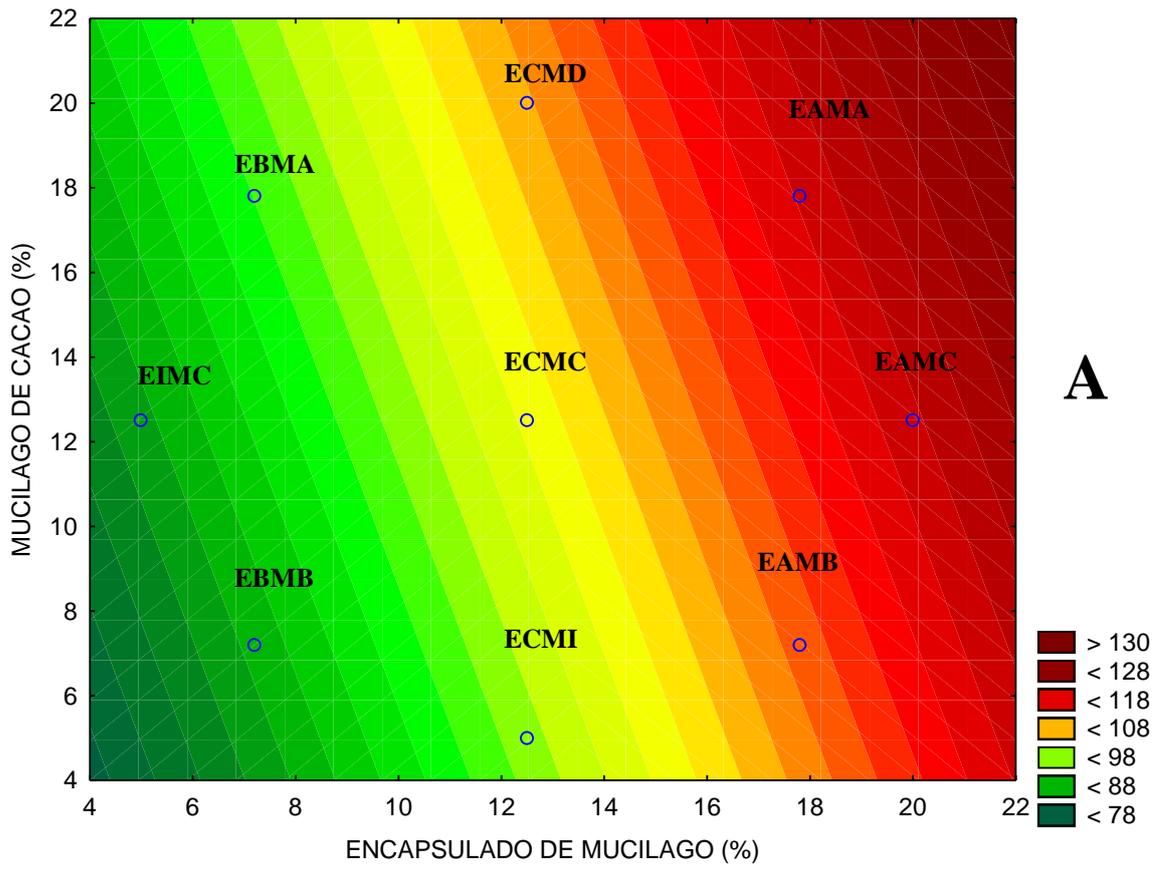


T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Figura 11. *Análisis de superficie de respuesta de 9 tratamientos de queso crema con la adición de mucílago de cacao microencapsulado y mucílago fresco por el método ABTS.*

Al evaluar los resultados proyectados en el gráfico de contorno de manera lineal (A) y cuadrática (B) (**Figura 12**). El tratamiento con mayor capacidad antioxidante es el (EDMC) con una concentración de: 144 g /100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g /100 g⁻¹ mucílago, y el valor más bajo esta en el tratamiento (EIMC) con una concentración de: 36 g /100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g /100 g⁻¹ mucílago puro.

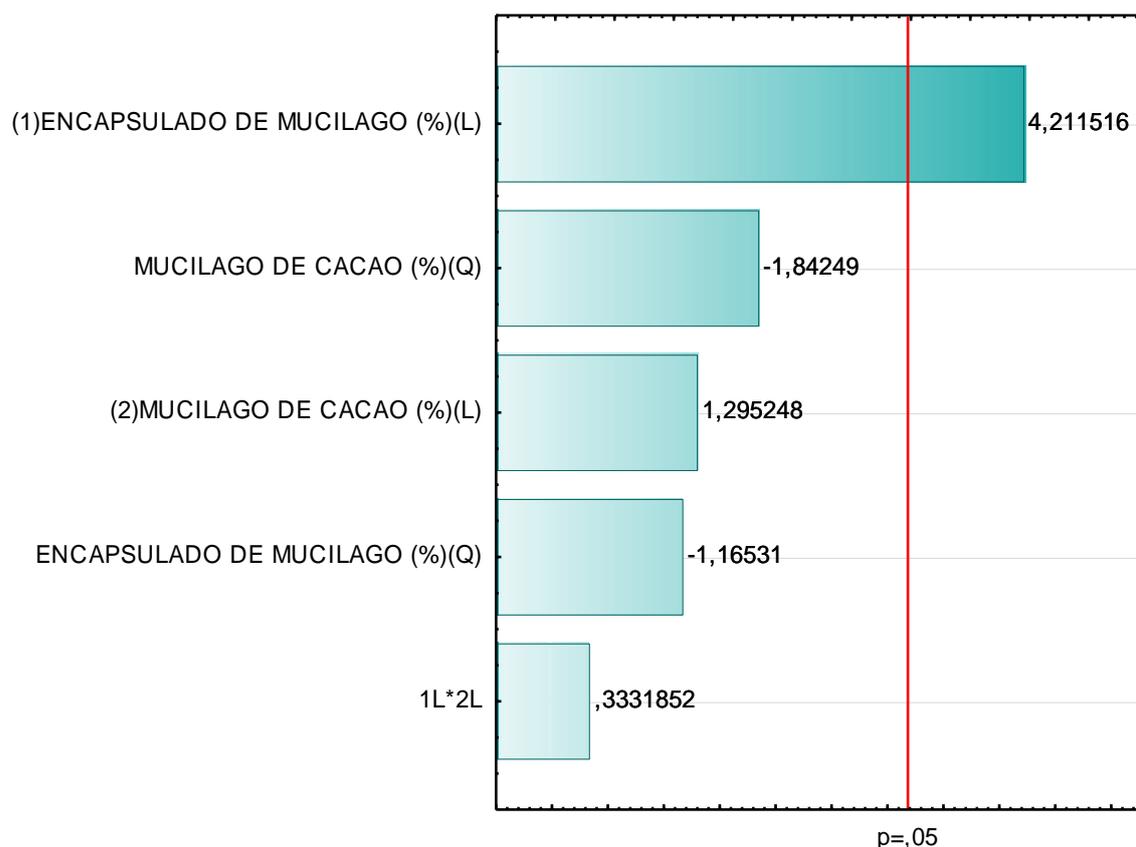
En la superficie de respuesta o sabana de contorno de colores se inclina al Factor B (mucílago de cacao) demostrando que entre más concentración de mucílago se agregue los compuestos bioactivos en el queso crema aumentan en las nueve formulaciones de queso crema incrementando la capacidad antioxidante con compuestos bioactivos (Polifenoles, Flavonoides) del producto estudiado.



T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16

g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Figura 12. Superficie de respuesta de la concentración de encapsulado de mucílago de cacao y mucílago de cacao sobre la capacidad antioxidante del queso crema medido por el método ABTS.



T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

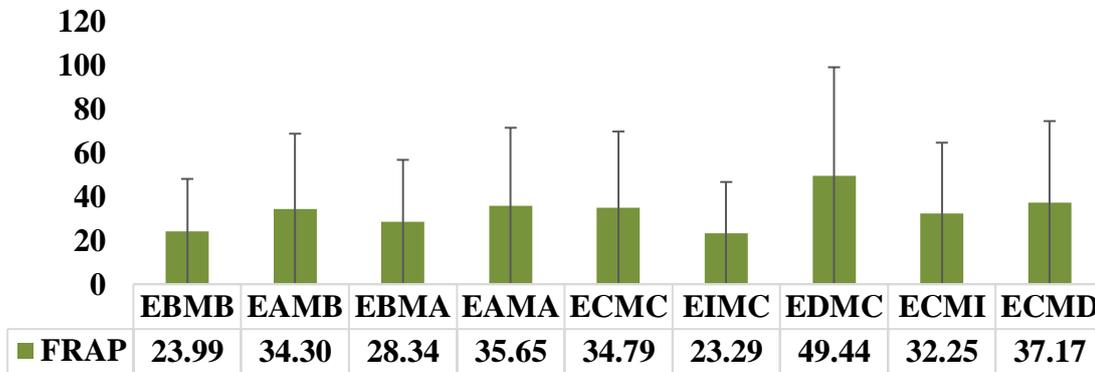
Figura 13. Análisis de concentración de mucílago de cacao microencapsulado y mucílago fresco en queso crema en el Diagrama de Pareto método ABTS.

De acuerdo con el diagrama de Pareto (**Figura 13**) se evidencia que el factor predominante es el factor A (Encapsulado de mucílago), con un efecto lineal en las concentraciones de encapsulado de mucílago de cacao en el queso crema con un rango estadístico significativo p=,05.

4.3.2. Método FRAP.

Para determinar la actividad antioxidante de las nueve muestras de queso crema por el método de FRAP expresándose en equivalente a Trolox ($\text{mg TE}/100 \text{ g}^{-1}$) los resultados de la Figura 14 representan rangos de concentraciones entre 23.39 mg a 49.44 mg TE/100 g^{-1} es decir tiene una tendencia mayor en el tratamiento EDMC (144 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ encapsulado de mucílago*90 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ mucílago); un valor alto: 49.44 mg TE/100 g^{-1} y un valor bajo: 23.29 mg TE/100 g^{-1} pertenece al tratamiento EIMC (36 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ encapsulado de mucílago*90 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ mucílago).

Superficie de Respuesta de 9 Formulaciones de queso crema por el método FRAP



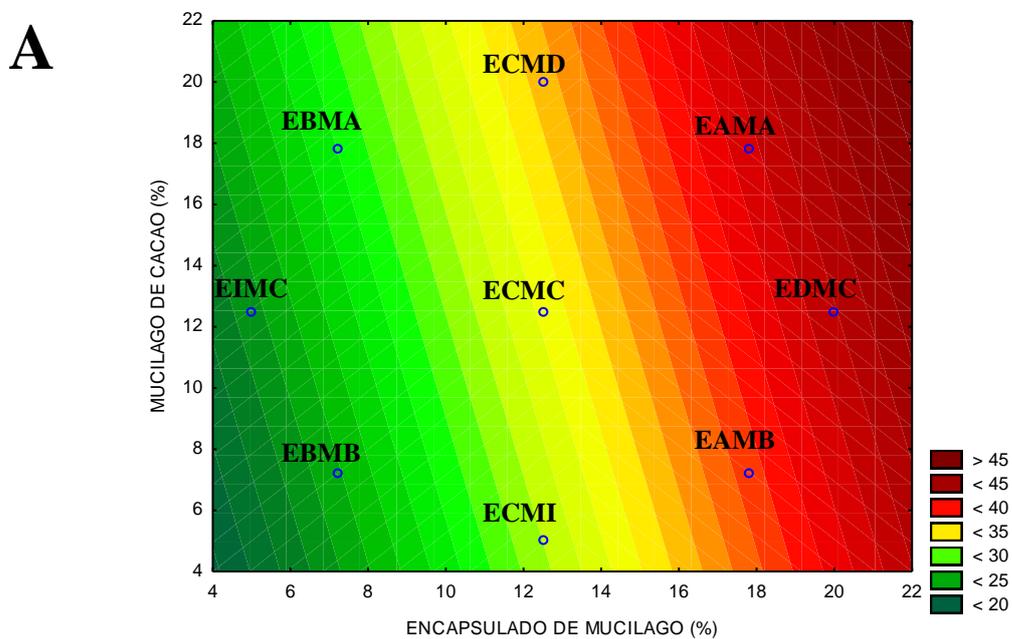
T1 (EBMB: 51.84 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ encapsulado de mucílago*51.84 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ encapsulado de mucílago*128.16 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ encapsulado de mucílago*90 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ encapsulado de mucílago*90 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ encapsulado de mucílago*36 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ encapsulado de mucílago*144 $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$ mucílago puro)

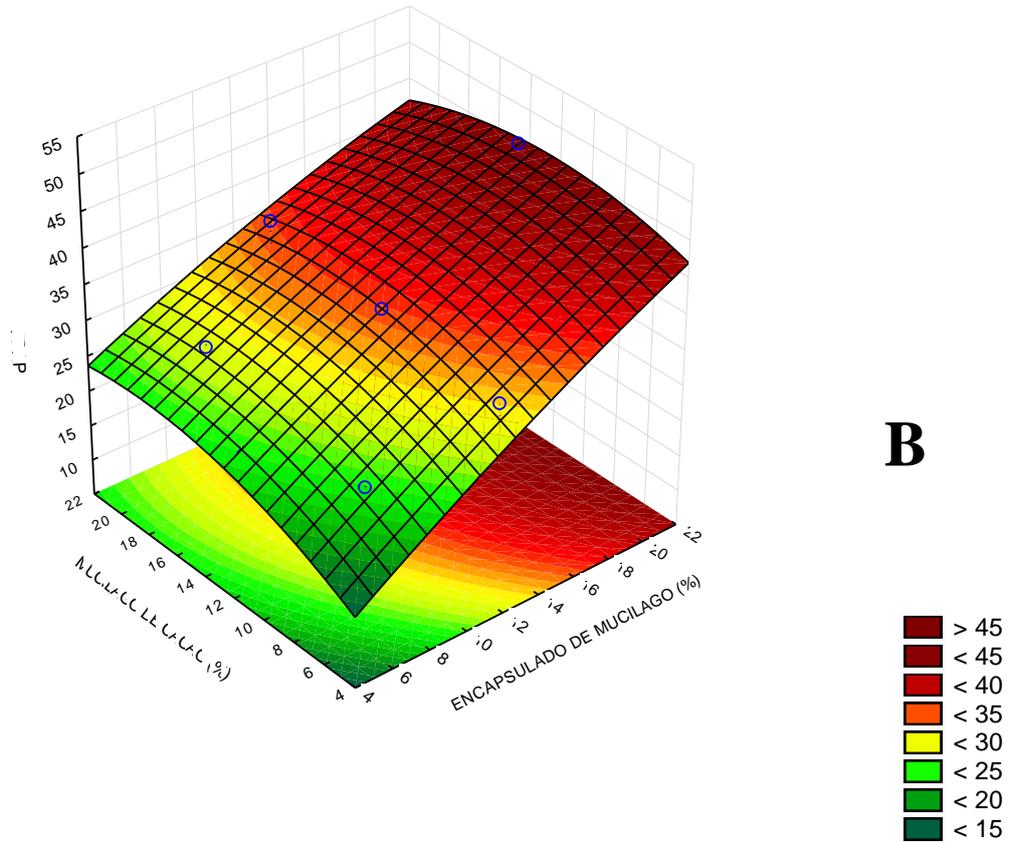
Figura 14. Superficie de respuesta de los nueve tratamientos de queso crema con adición de mucílago de cacao encapsulado y mucílago fresco método FRAP.

Una vez analizados los datos se llevó a realizar una superficie de respuesta o de contorno en donde se visualizan las concentraciones más altas y bajas de los tratamientos por medio de una sábana de colores en Figura A de forma lineal y B de manera cuadrática valores significativos y determinar las concentraciones más altas de los 9 tratamientos de queso crema con adición de micro encapsulado de mucílago y mucílago de cacao con compuestos bioactivos (Polifenoles y Flavonoides). Al evaluar los resultados proyectados en el gráfico de contorno de manera lineal (A) y cuadrática (B) se observa que de las 9 formulaciones de

queso crema la concentración de mucílago de cacao al incrementarla eleva las propiedades funcionales del producto.

El tratamiento con mayor concentración de compuestos bioactivos (Polifenoles y flavonoides) es el tratamiento (EDMC) 144 g / 100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g / 100 g⁻¹ mucílago. Los tratamientos tienen un efecto lineal (A) y cuadrático (B) como se observa en la Figura 15, la sabana de contorno de colores muestra una inclinación en el factor B (mucílago de cacao) demostrando que entre más concentración de mucílago se agregue aumenta los compuestos bioactivos en el queso crema.

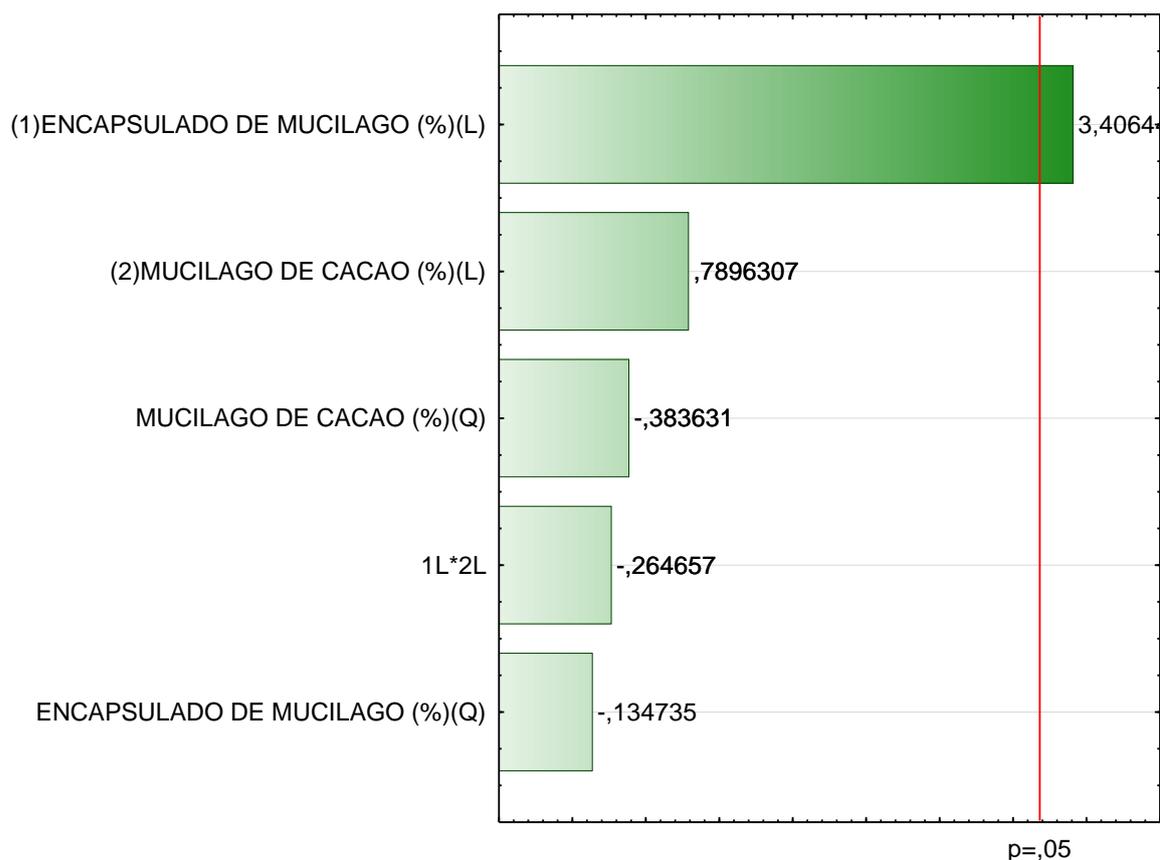




T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Figura 15. Superficie de respuesta cuadrática, concentración de mucílago (encapsulado y fresco) en el queso crema por el método FRAP.

De acuerdo con el diagrama de Pareto presentada en la Figura 16 se evidencia que el factor que predomina es el factor A (Encapsulado de mucílago), con un efecto lineal en las concentraciones de encapsulado de mucílago de cacao en el queso crema con un rango estadístico significativo ($p < 0,5$).



T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

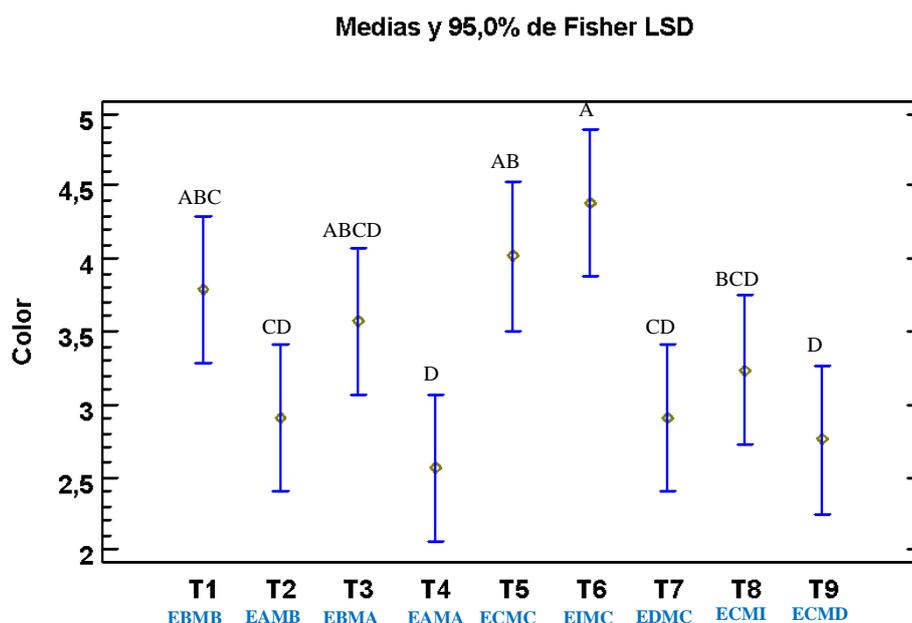
Figura 16. Análisis de los resultados el método FRAP de queso crema con adición de mucílago de cacao encapsulado y fresco presentados en el diagrama de Pareto.

4.4. Análisis Sensorial.

4.4.1. Prueba Hedónica.

De acuerdo a los resultado de la gráfica 1 del análisis sensorial de color se observa diferencias en cuanto al color de los nueve tratamientos de queso crema con diferentes formulaciones de queso crema con adición de microencapsulado de mucílago y mucílago de cacao nacional que presenta la tabla de medias de 95.0% de Fisher LSD, en relación al análisis de varianza que muestra el anexo 10 tabla 16 de análisis sensorial de color tomando en cuenta el factor A (Tratamientos) y el factor B (Catadores) el valor -p del factor B es < 0.05.

No existe diferencia significativa en la aceptabilidad de los parámetros de color en queso crema con propiedades funcionales, todas las muestras gustan por igual, aceptándose la hipótesis nula planteada, de acuerdo con la aceptabilidad de los catadores el tratamiento EIMC (4.3) como se tiene un valor alto a diferencia de los demás tratamientos siguiéndole el tratamiento ECMC (4.01) y el tratamiento EAMA (2.5). Conforme a la normativa del Codex Stan 275-1973 [23], el color del queso crema va de casi blanco a amarillo claro.



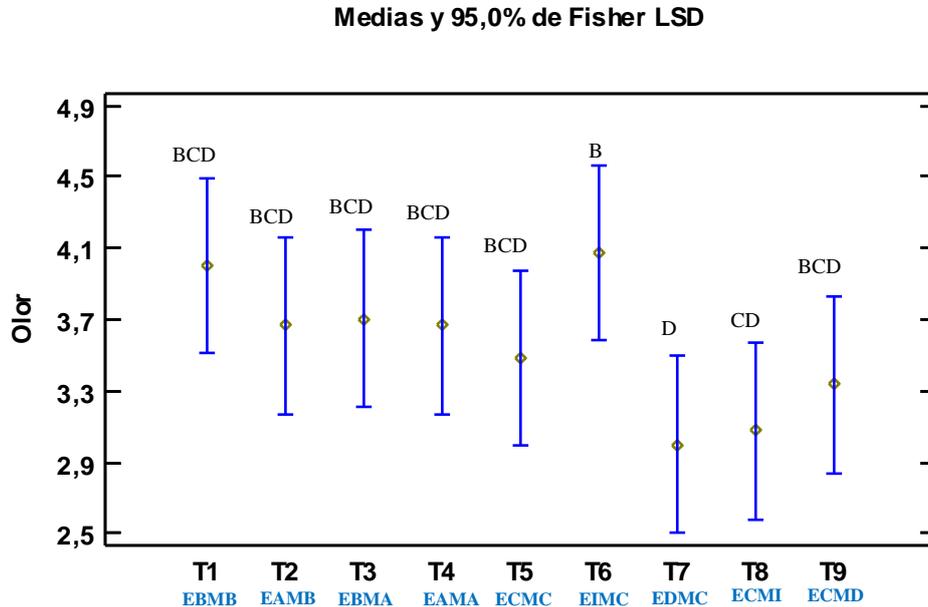
T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Gráfico 1. Evaluación sensorial de COLOR en queso crema con concentraciones de mucílago de cacao microencapsulado y fresco.

El análisis sensorial en la gráfica 2 de olor se observa diferencias en los nueve tratamientos de queso crema con diferentes formulaciones de microencapsulado y mucílago de cacao nacional, de acuerdo a la aceptabilidad de los catadores el tratamiento EIMC (4.07) tiene un valor alto a diferencia de los demás tratamientos siguiéndole el tratamiento EBMB (4.00) y el tratamiento EDMC (3.00) como el peor por lo tanto en el análisis de varianza se toma en cuenta el factor A (Tratamientos) y el factor B (Catadores) el valor -p del factor B es < 0.05.

Se rechaza la hipótesis nula planteada por lo tanto existe diferencia significativa en la aceptabilidad de los parámetros de olor en queso crema con propiedades funcionales. Se

tomó de referencia fichas técnicas [57] en donde se describe al olor como suave, aroma agradable y dulce, leche fresca, característico a lácteo ver anexo 10 tabla 17.

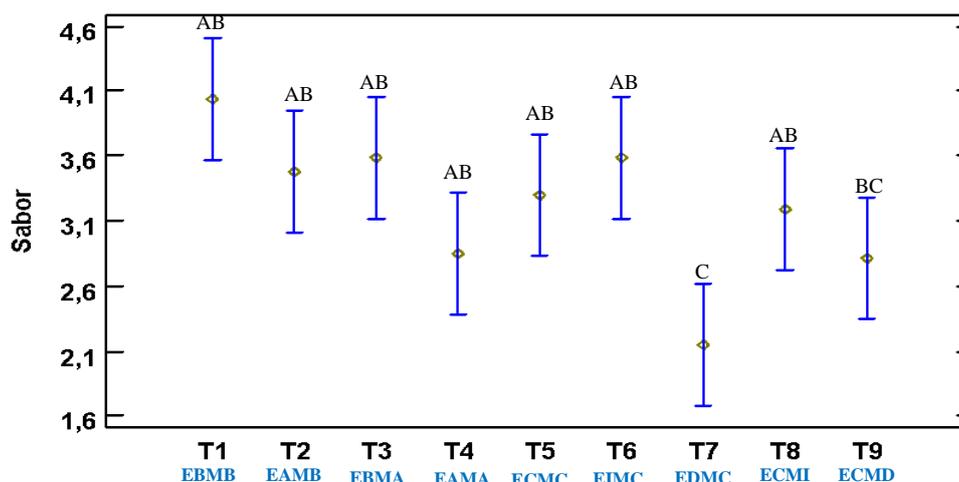


T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Gráfico 2. Evaluación sensorial de OLOR en queso crema con concentraciones de mucílago de cacao microencapsulado y fresco.

De acuerdo con el resultado del análisis sensorial de sabor (**Gráfico 3**) el tratamiento EDMC (2.15) sigue siendo uno de los menos aceptados por los catadores mientras que el tratamiento EBMB (4.04) es el mejor calificado por los panelistas tomando en cuenta el análisis de varianza ($p < 0.05$) se rechaza la hipótesis nula ya que existe un efecto significativo de sabor en los tratamientos de queso crema con adición de microencapsulado y mucílago en el sabor del queso crema con propiedades funcionales presentada en el anexo 9. Se tomó de referencia fichas técnicas [57], en donde se describe al sabor como fresco, cremoso, lácteo y ligeramente ácido, ver anexo 10 tabla 18.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

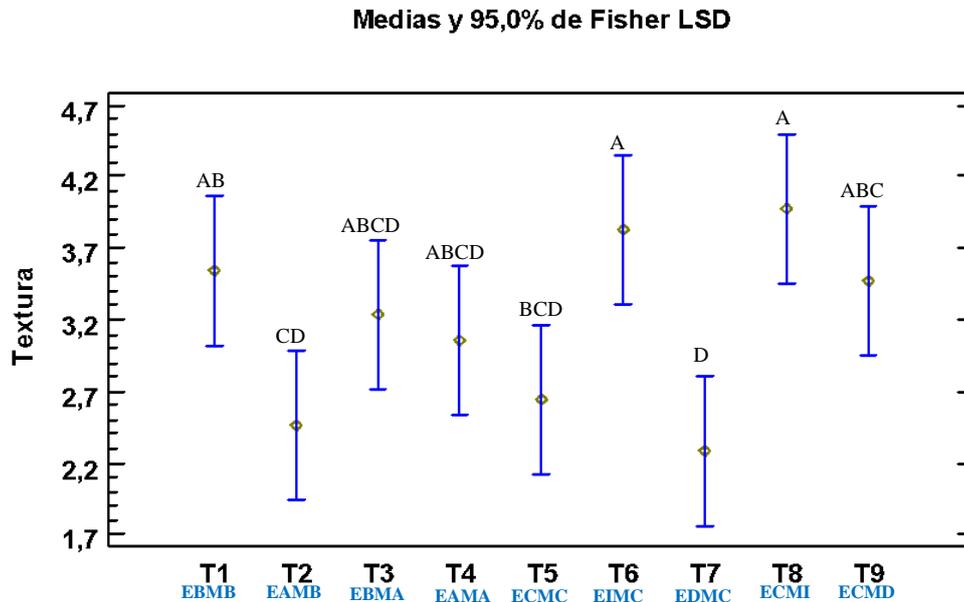
Gráfico 3. Evaluación sensorial de SABOR en queso crema con concentraciones de mucílago de cacao microencapsulado y fresco.

Los resultado del análisis sensorial de la textura (**Gráfica 4**) obtenidos mediante el diseño de bloques incompletos a un nivel de significancia del 95% ($p > 0.05$) el tratamiento ECMI (3.98) es el más aceptado en textura del queso crema siguiéndole el tratamiento EIMC (3.83) mientras que el tratamiento EDMC (2.28) el más bajo escogido por los catadores presentando un efecto estadísticamente significativo sobre el parámetro sabor puesto que el valor -p de este factor (A) es menor que 0.05, existe un efecto significativo de la adición de microencapsulado y mucílago en el sabor del queso crema rechazando la hipótesis nula ver anexo 10 tabla 19.

De acuerdo con las gráficas de medias de cada parámetro se pudo determinar el tratamiento con mayor aceptación basándose en la calificación de los catadores, el mejor puntuado tanto en color y olor y sabor fue T6 (EIMC) siendo el segundo mejor calificado en los parámetros sabor y textura respectivamente. Este tratamiento posee unas combinaciones EIMC: (36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100g⁻¹ mucílago).

Sin embargo, también hubo tratamientos con baja puntuación en cada parámetro entre estos T2 (EAMB) textura, T4 (EAMA) color y T9 (ECMD) color y sabor siendo los que poseen

las concentraciones más altas de microencapsulado de mucílago y mucílago. El T7 (EDMC) fue el peor calificado para textura, pero el de mayor puntuación en olor, sabor y textura. En comparación con Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1528 [15] en queso crema o no madurado la textura del queso debe ser homogénea, cremosa, ni granulada.



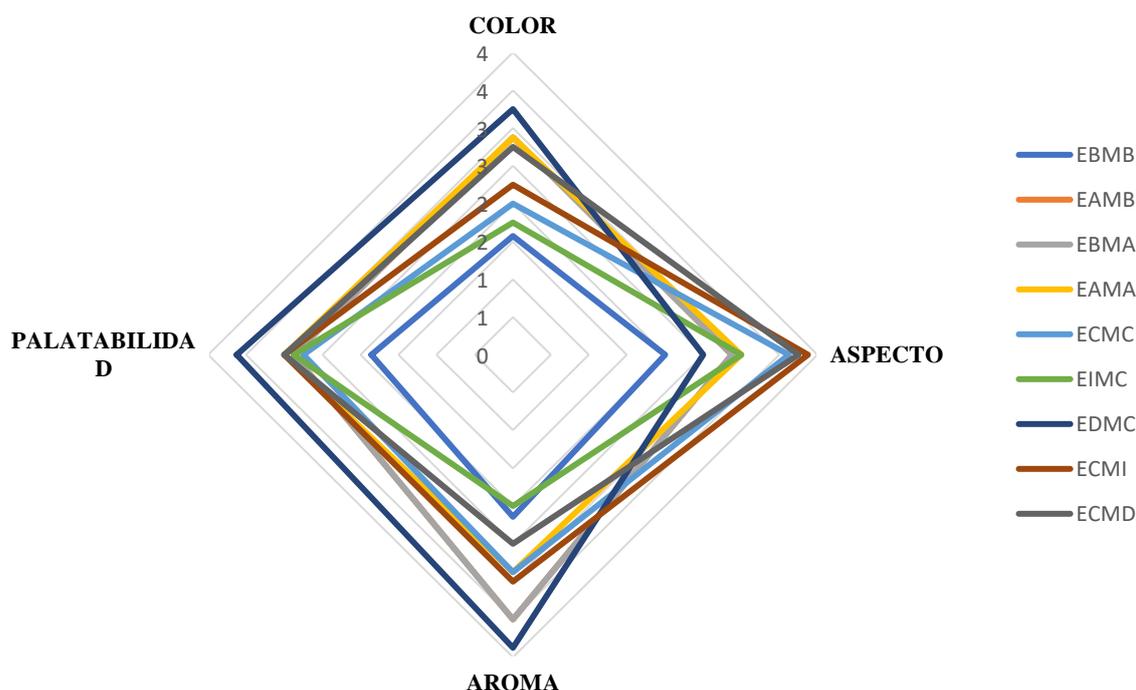
T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Gráfico 4. Evaluación sensorial de TEXTURA en queso crema con concentraciones de mucílago de cacao microencapsulado y fresco.

La grafica 5 muestra que el tratamiento 6 tiene una mayor aceptabilidad en la mayoría de los parámetros (color, olor, sabor y textura) en el programa estadístico InfoStat ver anexo 10.

4.4.2. Prueba descriptiva.

Para definir los atributos adecuados de las nueve formulaciones que caracterizan al queso crema con adición de mucílago (encapsulado y fresco), se consideró evaluar el perfil idóneo en color, aspecto, aroma, sabor, y palatabilidad.



T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Figura 17. Perfil Sensorial de las nueve formulaciones de queso crema.

De acuerdo al criterio del panel sensorial se evidencia patrones similares, pero se diferencian en sus atributos como se reporta en la gráfica en la tabla resumen, como se observan los perfiles en el aspecto la mayoría de los tratamientos tiene un aspecto opaco, el tratamiento EBMB presenta una palatabilidad dulce a diferencia del resto de formulaciones y muy ácido en el tratamiento EDMC, en cuanto al color; el blanco marfil predomina en cinco tratamientos en cuanto al sabor que presentó el queso el tratamiento EAMB, EBMA y EDMC tienen un aroma frutal, y el Tratamiento EIMC analizado anteriormente presenta el perfil idónea de acuerdo a los resultados del análisis sensorial en color (blanco amarillento), aspecto (opaco), aroma (ácido), palatabilidad (ligeramente ácido).

Tabla 9. *Análisis descriptivo perfil ideal queso crema.*

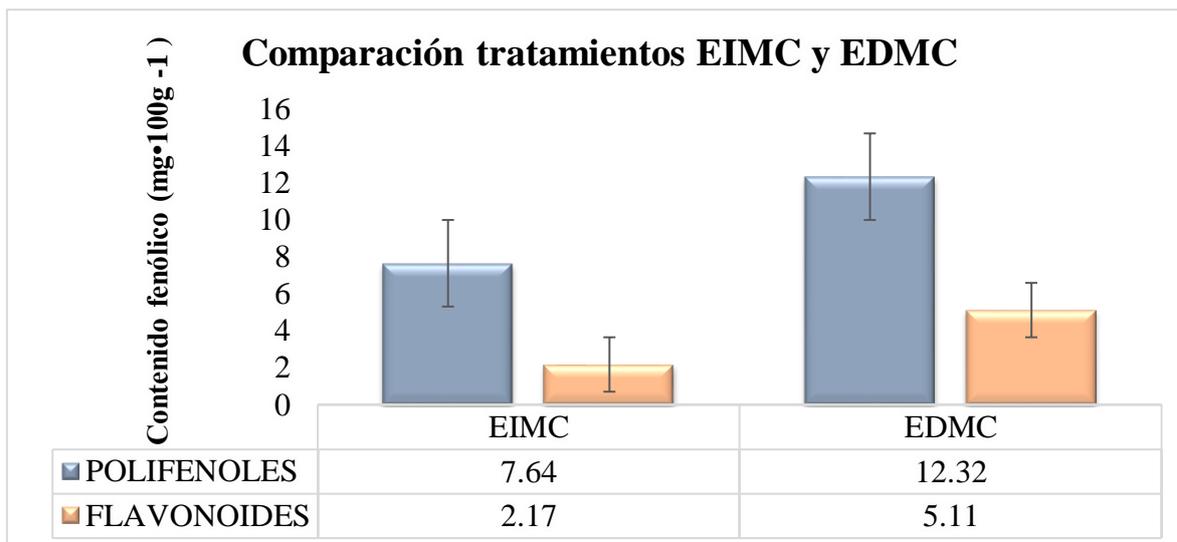
TRAT.	PERFILES			
	Color	Aspecto	Aroma	Palatabilidad
EBMB	Blanco amarillento	Rugoso	Ácido	Dulce
EAMB	Blanco marfil	Opaco	Frutal	Ligeramente ácido
EBMA	Blanco marfil	Opaco	Frutal	Ligeramente ácido
EAMA	Blanco marfil	Opaco	Complejo	Ligeramente ácido
ECMC	Blanco amarillento	Homogéneo	Complejo	Ligeramente ácido
EIMC	Blanco amarillento	Opaco	Ácido	Ligeramente ácido
EDMC	Blanco marfil	Opaco	Frutal	Muy ácido
ECMI	Blanco amarillento	Homogéneo	Complejo	Ligeramente ácido
ECMD	Blanco marfil	Homogéneo	Complejo	Ligeramente ácido

T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

4.5. Caracterización antioxidante.

4.5.1. Contenido fenólico.

A partir de la caracterización fisicoquímica de compuestos bioactivos y en análisis sensorial, se escogió el mejor tratamiento a partir de las 9 formulaciones de queso crema, dentro del análisis sensorial existe una diferencia estadística significativa los tratamientos que tienen mayor concentración de capacidad antioxidante (ABTS y FRAP). El tratamiento 7 (EDMC) tiene la mayor concentración de compuestos bioactivos sin embargo el tratamiento 6 (EIMC) tiene una concentración más baja, pero es el más aceptable por los catadores como se puede observar en la figura 18.



T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Figura 18. Contenido fenólico en queso crema con adición de mucílago de cacao (encapsulado y fresco): EIMC (36 g/100g⁻¹ encapsulado *90 g/100 g⁻¹ mucílago), EDMC (144 g/100 g⁻¹ encapsulado *90 g/100 g⁻¹ mucílago).

En base a los resultados de la Tabla 10 el tratamiento 6 (EIMC) sobre la incorporación de compuestos bioactivos del mucílago de cacao, en muestras de queso crema. Presento una aceptabilidad del contenido fenólico donde se evaluó parámetros como: polifenoles, flavonoides y capacidad antioxidante. Por lo que, el producto llevo un control de 30 días de almacenamiento, donde posterior a eso se realizó una valoración característica funcional por día para su debida aprobación.

Por tanto, el contenido fenólico en esta investigación en; Polifenoles presento una concentración en base a los 30 días de estudio, demostrando que en el día 0 su concentración fue del (7.64 mg/100g⁻¹), el día 1 (7.94 mg/100g⁻¹), el día 8 (9.04 mg/100g⁻¹), el día 21 (10.31 mg/100g⁻¹), y finalmente el día 30 (8.25 mg/100g⁻¹). Siendo inferior a los valores del estudio realizado por Parissa y colaboradores [58].

El contenido fenólico es similar al orujo de uva (ácido vanílico, p-cumárico), residuo de café molido filtrado y orujo de tomate en cuanto al contenido de ácido vanílico (17.2 a 31.5 µg/g⁻¹) y p-cumárico (21.3±0.4 a 81±6 µg/g⁻¹). Sin embargo, estos residuos presentan otro tipo

de compuestos fenólicos como: Acido gálico, acido clorogénico, acido ferúlico, ácido sinápico, ácido elágico, acido cinámico.

En cuanto al contenido de Flavonoides de la Tabla 10. Según Vodnar y colaboradores [59]. Los Flavonoides presentaron una concentración de Catequina 3-O-glucosa (2.262 a 2.265 mg/100g⁻¹), Rutina (Quercetina 3-O-rutinósido) presento un contenido de (4.318 a 4.316 mg/100g⁻¹), Quercetina (quercetina 3-O-ramnósido) mostro un contenido de (2.12 a 2.46 mg/100g⁻¹) y Quercetina 3,4'-O-diglucósido (0.903 a 1.362 mg/100g⁻¹). A diferencia de la investigación del queso crema almacenado durante los 30 días en conservación (frío y congelación). Por tanto, el día 0 obtuvo un concentrado de (2.17 mg/100g⁻¹), en el día 1 (2, mg/100g⁻¹), día 8 (4.13 mg•100g⁻¹), día 21 (3.12 mg/100g⁻¹) y día 30 (5.77 mg/100g⁻¹).

Por otra parte, en la capacidad antioxidante según el método de ABTS, el producto se caracterizó por días, lo cual indica el día 0 mostro una concentración del (2.40 mg/100g⁻¹), día 1 presento una concentración del (1.55 mg/100g⁻¹), por consiguiente, el día 8 presento un concentrado del (1.35 mg/100g⁻¹), el día 21 un (7.20 mg/100g⁻¹), y finalmente el día 30 mostro un (6.56 mg/100g⁻¹).

A través del estudio de Llerena y colaboradores [60], presento una actividad antioxidante en base a tres frutas cuyas concentraciones fueron las siguientes para Arazá (758.22 ± 5.01 μmol TE/g), Tamarindo (161.04 ± 8.48 μmol TE/g), Naranjilla (76.40 ± 1.33 μmol TE/g). Sin embargo, los resultados obtenidos por los compuestos bioactivos para muestras de arazá, naranjilla, tamarillo (tomate de árbol) y aguaymanto confirmaron que la determinación de ABTS fue mayor al contenido encontrado en este estudio.

Según el estudio realizado por Van Tang y colaboradores [61]. En el método FRAP, se basa en el estudio de capacidad antioxidante presentando una concentración del día 0 (66.20±1.23 mg ET/g MS), día 1 (41.78±1.34 mg ET/g MS), día 2 (39.55 ±1.37 mg ET/g MS), día 3 (43.63±0.64 mg ET/g MS), día 4 (39.23±1.02 mg ET/g MS) y día 4 (44.43±1.09 mg ET/g MS), demostrando ser inferiores cuyos valores presentan a continuación al estudio realizado por la incorporación de compuestos bioactivos en muestras de queso crema, controlando por 30 días, donde presento las siguientes concentraciones:

En el día 0 indico tener un concentrado del (24.76 mg•100g⁻¹), en el día 1 presento tener el (25.55 mg/100g⁻¹), de concentrado, en el día 8 su concentración fue del (24.67 mg/100g⁻¹),

en el día 21 mostro tener un (24.44 mg/100g⁻¹), por último, el día 30 (24.87 mg/100g⁻¹), fueron las cantidades mostradas por la capacidad antioxidante.

Tabla 10. Datos de análisis de compuestos bioactivos en el queso crema con adición de mucílago de cacao (encapsulado y fresco) durante 30 días por el método ABTS y FRAP del mejor tratamiento (EIMC).

Días de Almacenamiento	Polifenoles (mg Ácido Gálico/g)	Flavonoides (mg catequina/g)	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	
			ABTS (µm Trolox/g)	FRAP (µm Trolox/g)
0	7.64	2.17	2.40	24.76
1	7.94	2.71	1.55	25.55
8	9.04	4.13	1.35	24.67
21	10.31	3.12	7.20	24.44
30	8.25	5.77	6.56	24.87

Elaborado: Autora.

4.6. Análisis Microbiológico.

Los resultados expresados en la tabla 11 y anexo 11 de análisis microbiológicos se realizaron por el laboratorio SEIDLABORATORY al mejor tratamiento (T6) se determinó la presencia de microorganismos en un número comprendido dentro de los límites permitidos y establecidos por la norma INEN 1528 para Queso crema.

Tabla 11. Resultados microbiológicos del mejor tratamiento de queso crema.

Ensayos	Método	Acreditaciones	U	Resultado	Especificaciones		
					m	M	
E.Coli	SEM-CT 991.14	AOAC	A2LA	UFC/g	<10	<10	<10
			SAE				
Salmonella	SEM-SSV	AOAC	*	N/A	Aus	Aus.
25 g	2011.03						
Sthaphylococcus aureus	SEM-SA	AOAC	✓	UFC/g	<10	10	10 ²
	203.08, 2003.07, 2003.11						

Fuente: SEIDLABORATORY.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

En base a los objetivos planteados en el proyecto de investigación se establecen las siguientes conclusiones:

- La adición de compuestos bioactivos presentes en el mucílago de cacao (Polifenoles, Flavonoides, etc.) ha incrementado la capacidad antioxidante del producto elaborado (queso crema) y se pudo verificar por los diferentes métodos como ABTS y FRAP. Los valores de la actividad antioxidante presente en el queso crema añadiendo microencapsulado de mucílago y mucílago puro se evaluó en los 9 tratamientos para posteriormente realizar una superficie de respuesta o de contorno se obtuvieron en el método FRAP entre 23.39 a 49.44 mg TE/100 g⁻¹ y en ABTS un rango de 81.55-126.91 mg TE/100 g⁻¹.
- La actividad antioxidante aumenta mientras la concentración de mucílago fresco es alta y a nivel estadístico es significativo en el método ABTS en el tratamiento EDMC (144 g /100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago) con un valor alto de 126.91 mg TE/100 g⁻¹ y un valor bajo de 81.55 mg TE/100 g⁻¹ perteneciente al tratamiento.
- A partir del análisis sensorial de los quesos crema con adición de compuestos bioactivos se determinó que la adición de microencapsulado y mucílago puro si influye en las características organolépticas y el tratamiento que más aceptabilidad tiene es el que cuenta con menos cantidad EIMC (36 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago), aceptándose la hipótesis alternativa. La estabilidad microbiológica del queso crema están dentro de las especificaciones técnicas de la norma INEN NTE 15:28 de acuerdo con los análisis realizados.

5.2. Recomendaciones.

- Se recomienda probar productos nuevos y funcionales como el queso crema ya que se logró adicionar y evidenciar compuestos bioactivos
- Utilizar una técnica más eficiente en cuanto al microencapsulado de muestras de mucílago, ya que en conjunto con el alginato se tiende a homogenizar pronto la mezcla y dificulta el proceso de esferificación. Se recomienda un espacio de secado más eficiente del microencapsulado pero que mantenga sus compuestos bioactivos.
- El almacenamiento de queso crema se realizó manteniendo una cadena de frío a una temperatura de 4 ± 2 °C como muestra en la norma INEN NTE en los días 0-1-8-21-30, cumplido este tiempo se cortó con la cadena de frío y se congelaron las muestras (180 g) de cada tratamiento para posteriormente realizar la liofilización.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Ordoñez, “Proceso tecnológico para la obtención de queso crema inoculado con probióticos, mejorando sus características nutricionales y funcionales,” UTMACH, 2021.
- [2] L. Moreno, I. Martín, A. Fernández, B. Santos Rocha, E. Ciriza Barea, and N. Martín, “Consumo de productos ultraprocesados y enfermedades respiratorias en niños.,” *An. Pediatr.*, vol. 95, no. 1, pp. 18–25, 2021, doi: 10.1016/j.anpedi.2020.05.021.
- [3] CFN, “Ficha sectorial de Leche y derivados.,” 2020. [Online]. Available: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2021/fichas-sectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Leche-y-Derivados.pdf>
- [4] C. Vallejo, J. Vera, J. Quintana, D. Verdezoto, L. Cajas, and T. Mendoza, “Lactic acid bacteria present in the mucilage of cocoa (*Theobroma cacao* L.),” 2018.
- [5] V. Tadeu et al., “Physicochemical, antioxidant and sensory characterization of tannin-sorghum flours in cream cheese.,” *Lwt*, vol. 154, no. October 2021, p. 9, 2022, doi: 10.1016/j.lwt.2021.112672.
- [6] Hernández, “Incorporación de compuestos bioactivos de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) y pulpa de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.),” 2020. [Online]. Available: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5311/1/T-UTEQ-0093.PDF>
- [7] Z. S. Vásquez et al., “Enfoques biotecnológicos para la gestión de residuos de cacao.,” *Waste Manag.*, vol. 90, pp. 72–83, 2019, doi: 10.1016/j.wasman.2019.04.030.
- [8] D. Noboa, B. Tamara, J. Soler, and J. Á. Peña, “Kinetic modeling of batch bioethanol production from CCN-51 cocoa mucilage.,” *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.*, vol. 128, pp. 169–175, 2021, doi: 10.1016/j.jtice.2021.08.040.
- [9] A. Arreaga, “Identificación del perfil fenólico del mucílago y cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) de las variedades CCN-51 y Nacional.,” UTEQ, 2020. [Online]. Available: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3785>
- [10] Reyes, “Contenido de vitamina C, polifenoles y flavonoides presentes en mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51 y nacional.,” Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2020.
- [11] Banwo et al., “Functional importance of bioactive compounds of foods with Potential Health Benefits.,” *Food Biosci.*, vol. 43, p. 23, 2021, doi: 10.1016/j.fbio.2021.101320.

- [12] M. Henchion, A. P. Moloney, J. Hyland, J. Zimmermann, and S. McCarthy, “Review: Trends for meat, milk and egg consumption for the next decades and the role played by livestock systems in the global production of proteins,” *Animal*, no. xxxx, p. 100287, 2021, doi: 10.1016/j.animal.2021.100287.
- [13] A. Vojvodić, D. Komes, I. Vovk, A. Belščak-Cvitanović, and A. Bušić, “Evaluación composicional de residuos agroindustriales seleccionados como fuentes valiosas para la recuperación de carbohidratos complejos,” *Food Res. Int.*, vol. 89, pp. 565–573, 2017, doi: 10.1016/j.foodres.2016.07.023.
- [14] R. A. Villamil et al., “Desarrollo de productos lácteos funcionales y importancia en la salud humana: A review,” *R. Chilena de Nutricion.*, vol. 47, no. 6, pp. 1018–1028, 2020. doi: 10.4067/S0717-75182020000601018.
- [15] NTE INEN 1528:2012, “Norma técnica ecuatoriana. 1528: 2012. Para quesos no madurados,” pp. 2–7, 2012.
- [16] Y. Arteaga, “Estudios del desperdicio del mucílago de cacao en el cantón naranjal,” vol. 4, no. 1, pp. 49–59, 2013.
- [17] G. Bahrim and A. Oancea, “New Functional Ingredients Based on Microencapsulation of Aqueous Anthocyanin_Rich Extracts Derived from Black Rice,” *Molecules*, vol. 24, no. 18, pp. 1–14, 2019, doi: 10.3390/molecules24183389.
- [18] M. E. V. Olmedo, “Diseño de un queso crema bajo en grasa,” *Trab. Investig.*, p. 1, 2020, [Online]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21970/1/T-UCE-0008-CQU-256.pdf>
- [19] J. Pozo, S. Vazquez, C. Olea, and M. Moncada, “Evaluación de metodologías ORAC en la determinación de la capacidad antioxidante de combinaciones binarias de derivados de quercetina y 3-(3,4,5-trihidroxibenzoil) cumarina,” *Arab. J. Chem.*, p. 17, 2022.
- [20] CODEX STAN A-6-1973, “Norma General para Queso,” 2018.
- [21] Domínguez, García, Vazquez, and Tavares, “Posición técnica sobre la leche y derivados lácteos en la salud y en la enfermedad del adulto,” vol. 84, no. 3, pp. 357–371, 2019, doi: 10.1016/j.rgmx.2019.03.002.
- [22] FoodData Central, “Queso crema,” 2019. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/173418/nutrients>

- [23] INEN, “Norma Para El Queso Crema (Queso De Nata, ‘Cream Cheese’) (Codex Stan 275-1973, Mod),” Norma técnica ecuatoriana, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2010, [Online]. Available: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2827.pdf
- [24] P. E. S. Munekata, R. Domínguez, S. Budaraju, E. Roselló-Soto, and F. J. Barba, “Effect of Innovative Food Processing Technologies on the Physicochemical and Nutritional Properties and Quality of Non-Dairy Plant-Based Beverages,” 2018, doi: 10.3390/foods9030288.
- [25] K. Mahan, “Componentes alimentarios bioactivos: Fitonutrientes,” in *Dietoterapia*, Elsevier, 2021, p. 86. [Online]. Available: https://books.google.com.ec/books?id=BUo2EAAAQBAJ&pg=PA86&dq=fitonutrientes+2021&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwja_t683N_0AhV-RDABHUGqAhIQ6AF6BAgJEAI#v=onepage&q=fitonutrientes 2021&f=false
- [26] Campos, *Bioactive Compounds: Health Benefits and Potential Applications*. ELSEVIER, 2018. doi: 10.1016/C2017-0-02265-6.
- [27] Gutiérrez, “Actividad antioxidante de la harina de mucílago de cacao para su aplicación en la agroindustria.” pp. 107–123, 2021.
- [28] X. Q. Wang, W. Wang, M. Peng, and X. Z. Zhang, “Free radicals for cancer theranostics,” *Biomaterials*, vol. 266, p. 120474, 2021, doi: 10.1016/j.biomaterials.2020.120474.
- [29] D. Otálora and D. A. Martin, “Técnicas emergentes de extracción de β -caroteno para la valorización de subproductos agroindustriales de la zanahoria.” vol. 85, no. 1, pp. 83–106, 2021, doi: 10.23850/22565035.2857.
- [30] L. O. Gostin, H. Abou-Taleb, S. A. Roache, and A. Alwan, “Legal priorities for prevention of non-communicable diseases: innovations from WHO’s Eastern Mediterranean region,” 2017.
- [31] K. Duarte, Z. Bruna, and V. de Cristine, “Los alimentos ultraprocesados aumentan el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles,” 2021, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0271531721000567>
- [32] N. Peñaherrera, “Estudio de métodos de fermentación y secado del cacao,” Universidad Central del Ecuador, 2017.
- [33] C. Zomayra, “Determinación de la actividad antioxidante de cascarilla de cacao

- (Theobroma cacao L.) provenientes de las variedades CCN-51 y Nacional por distintos métodos,” UTEQ, 2021.
- [34] Stumpf, “Climbing up the circularity ladder? – A mixed-methods analysis of circular economy in business practice.,” vol. 316, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.128158.
- [35] J. Madrid, “Conservación en almíbar de almendras de cacao de las variedades Nacional y CCN-51.,” Universidad Agraria del Ecuador, 2021.
- [36] Tarso, Theobroma cacao, vol. 5. 2018. doi: 10.1201/9781351072571.
- [37] E. Espín, “Manejo Post Cosecha,” UTEQ, Quevedo, 2017. [Online]. Available: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5311/1/T-UTEQ-0093.PDF>
- [38] CFN, “Ficha Sectorial de cacao y chocolate.,” 2021. [Online]. Available: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/10/FS-October-2017.pdf>
- [39] C. P. Guirlanda, G. G. da Silva, and J. A. Takahashi, “Agro-industrial waste or underutilized cocoa by-product:Cocoa honey.,” vol. 4, no. June, p. 10, 2021, doi: 10.1016/j.fufo.2021.100061.
- [40] A. Wiston, “Caracterización Física – Química Del Mucílago De Cacao (Theobroma Cacao L.) Con Énfasis En Los Azúcares Que Lo Componen,” UAE, GUAYAQUIL, ECUADOR, 2020. [Online]. Available: <http://www.uagraria.edu.ec/organigrama.html>
- [41] K. Y. B. Anvoh, A. Z. Bi, and D. Gnakri, “Production and characterization of juice from mucilage of cocoa beans and its transformation into marmalade,” Pakistan J. Nutr., vol. 8, no. 2, 2009, doi: 10.3923/pjn.2009.129.133.
- [42] C. Alimentarius, “Codex Alimentarius para el queso crema CXS275-1973,” 2021.
- [43] M. Castillo, A. Medina, M. Jose, M. Gutierrez, and F. Luis, “Propuesta de un sistema de gestión del mantenimiento en entornos industriales basado en las normas ISO 9001 e ISO 14001,” pp. 8–11, 2021.
- [44] C. Ramos, “Diseños De Investigaciónex Perimental,” CienciAmérica, vol. 10, no. 1, 2021, [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7890336>
- [45] Saltos and Mongomeri, Sensometría : Análisis en el desarrollo de los alimentos procesados. Riobamba -Ecuador, 2012.

- [46] B. Zhunio, “Evaluación de la actividad antioxidante en el mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) Variedades: CCN-51 y nacional.,” 2020.
- [47] M. Yépez, “Adición de antocianinas extraídas del frutos y estabilizadas en nanoparticulas de zeína en yogur natural, como alternativa de colorantes.,” 2019.
- [48] W. Llerena, “Efecto de la aplicación de atmósferas modificadas en la capacidad antioxidante de arazá, naranjilla y tomate de árbol.,” 2018.
- [49] Benítez, Villanueva, González, A. Eduardo, R. Puga-Díaz, and A. G. Quintero-Gutiérrez, “Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: (ORAC) y (FRAP),” vol. 23, pp. 1–9, 2020, doi: 10.22201/fesz.23958723e.2020.0.244.
- [50] Castellanos, Velandia, González, and Varela, *Aplicaciones Y Generalidades De Un Espectrofotómetro Uv-Vis Uv-1800 De Shimadzu*. 2018. [Online]. Available: <http://editorial.universidadean.edu.co/media/pdf-ean/aplic-genera-espectrofoto.pdf>
- [51] Manzanarez, “Microencapsulación de extractos de higo (*Ficus carica*) por coacervación compleja y evaluación de su capacidad antioxidante,” 2022, [Online]. Available: https://www.mendeley.com/catalogue/be983715-f6b4-3495-97e9-88ded1475b41/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7B0ee1dcc1-27ac-4760-9aef-c7c9d26ad0ad%7D
- [52] M. A. Olte V, Báez J, Jorcín S, López T, Fernández A, “Encapsulado de compuestos bioactivos de un subproducto de la vinificación para su aplicación como ingrediente funcional en yogur.,” 2022, doi: 10.31285/AGRO.25.794.
- [53] A. M. y P. P. S. Cesa, S. Carradori, G. Bellagamba, M. Locatelli, M. A. Casadei, “«Evaluation of processing effects on anthocyanin content and colour modifications of blueberry (*Vaccinium* spp.) extracts: comparison between HPLC-DAD and CIELAB analyses.» Food Chemistry, pp.,” 2017.
- [54] and G. P. N. Casas-Forero, L. Moreno-Osorio, P. Orellana-Palma, “Effects of cryoconcentrate blueberry juice incorporation on gelatin gel: A rheological, textural and bioactive properties study,” 2021.
- [55] and F. T. D. Moreira, B. Gullón, P. Gullón, A. Gomes, “Bioactive packaging using antioxidant extracts for the prevention of microbial food-spoilage.,” pp. 3273–3282, 2016.

- [56] C. B. Bianchini, “Incorporation of uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) pulp in yogurt: A promising application in the lactose-free dairy product market,” vol. 44.
- [57] F. Mojica, “Ficha tecnica queso crema,” 2015. <https://es.slideshare.net/FREDDMOJ/ficha-tecnica-queso-crema>
- [58] and F. A. P. Abbasi-Parizad, P. de Nisi, B. Scaglia, A. Scarafoni, S. Pilu, “Recovery of phenolic compounds from agro-industrial by-products: Evaluating antiradical activities and immunomodulatory properties.,” vol. 127, pp. 338–348, doi: 10.1016/j.fbp.2021.03.015.
- [59] D. C. V. et Al, “A New Generation of Probiotic Functional Beverages Using Bioactive Compounds From Agro-Industrial Waste,” pp. 483–528, 2019, doi: 10.1016/B978-0-12-816397-9.00015-7.
- [60] W. Llerena, I. Samaniego, I. Angós, B. Brito, B. Ortiz, and W. Carrillo, “Biocompounds Content Prediction in Ecuadorian Fruits Using a Mathematical Model,” *Foods*, vol. 8, no. 8, p. 284, Jul. 2019, doi: 10.3390/foods8080284.
- [61] V. T. Nguyen, A. X. Tran, and V. A. T. Le, “Microencapsulation of phenolic-enriched extract from cocoa pod husk (*Theobroma cacao* L.),” *Powder Technol.*, vol. 386, pp. 136–143, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.powtec.2021.03.033.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de Ishikawa.

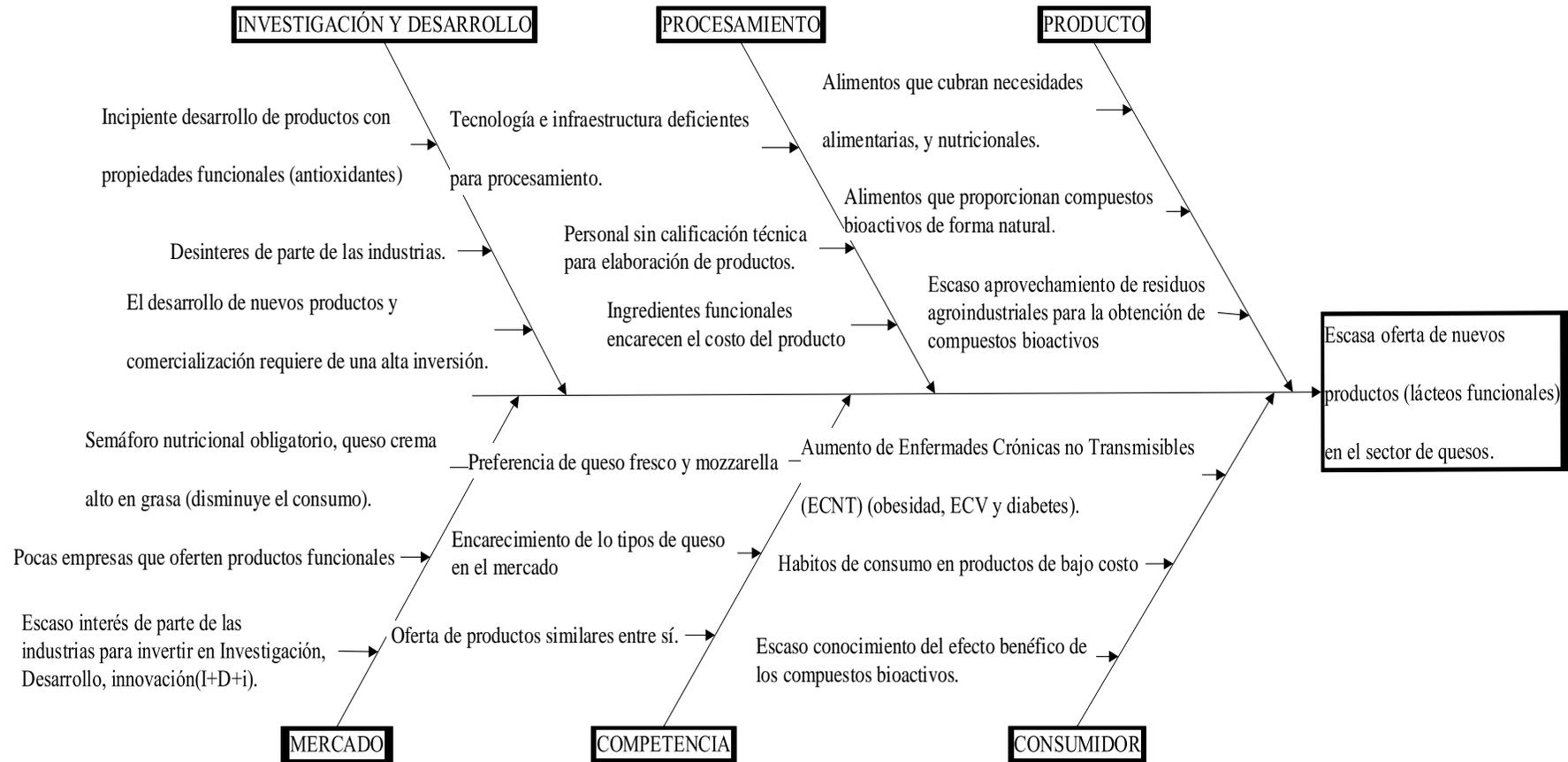


Ilustración 1: Diagrama de Ishikawa análisis de causa-efecto del problema considerado en este estudio.

Elaborado: Autora.

Anexo 2. Diagrama de bloques proceso de elaboración de queso crema con propiedades funcionales adicionando compuestos bioactivos de mucílago de cacao.

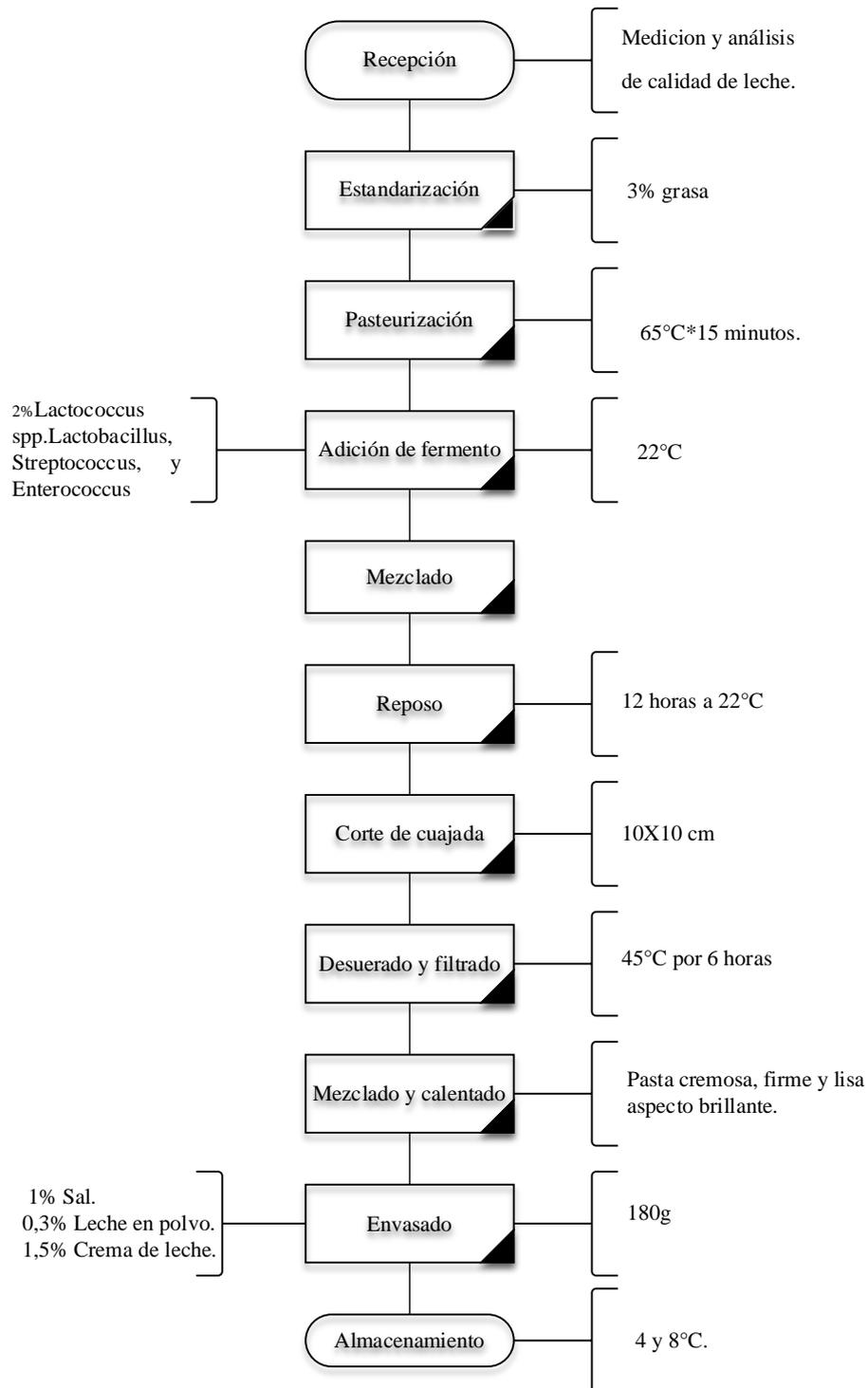


Ilustración 2. Diagrama de bloques proceso de elaboración de queso crema con propiedades funcionales adicionando compuestos bioactivos de mucílago de cacao.

Elaborado: Autora.

Anexo 3. Procedimiento Experimental.



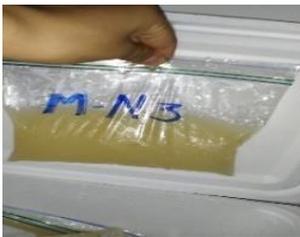
Muestreo.



Obtención del grano y mucílago de cacao nacional.



Fermentación.



Muestras de mucílago.



Queso crema.



Mucílago fresco.



Centrifugado del mucílago nacional puro.



Obtención de encapsulado.



Microencapsulado deshidratado.

Anexo 4. *Desarrollo del queso crema con adición de mucílago fresco y microencapsulado.*



Formulación de queso crema.



Peso de las muestras de mucílago puro y mucílago encapsulado.



Esterilización de envases de vidrio.



Refrigeración del queso crema en envases de vidrio (180g).

Anexo 5. Análisis de capacidad antioxidante de Polifenoles, Flavonoides por el método ABTS y FRAP en el queso crema liofilizado.



Ingreso de muestras de queso crema a liofizar.



Pesaje de queso crema liofilizado para determinar presencia de compuestos bioactivos.



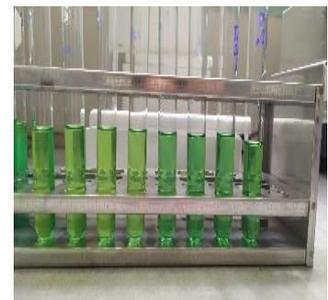
Presencia de Polifenoles de acuerdo a su coloración azul.



Baja presencia de Flavonoides de acuerdo a su coloración.



Coloracion azul marino capacidad antioxidante método(ABTS).



Coloración verde capacidad antioxidante método (FRAP).



Medición de capacidad antioxidante por el espectrofotómetro uv-vis.



Medición colorimétrica en el queso crema.



Muestras de queso crema liofilizadas por cada tratamiento de los 30 días.

Anexo 6. Análisis Sensorial del queso crema innovador con adición de mucílago fresco y microencapsulado.



Codificación de muestras.



Catadores.



Catadores.



Muestras de 500 g de queso crema para análisis microbiológico del mejor tratamiento (T6).

Anexo 7. Hojas de cata Prueba Hedónica.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

PRUEBA HEDÓNICA
ANÁLISIS SENSORIAL DE QUESO CREMA

Nombre: _____ Edad: _____ Fecha: _____

Instrucciones:

- ✓ Para la evaluación por favor colocar el código de cada muestra en los casilleros.
- ✓ Tome agua antes y entre cada muestra, durante la evaluación sensorial.
- ✓ Frente a usted tiene 4 muestras de queso crema, por favor pruebe las muestras de izquierda a derecha.
- ✓ De acuerdo con su nivel de preferencia, marque con una X la evaluación que se merece cada muestra.

1. Me disgusta mucho
2. No me gusta
3. No me gusta ni me disgusta
4. Me gusta
5. Me gusta mucho

COLOR					
Código	1	2	3	4	5

OLOR					
Código	1	2	3	4	5

SABOR					
Código	1	2	3	4	5

TEXTURA					
Código	1	2	3	4	5

Observaciones:

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 8. Hojas de cata Prueba Descriptiva.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS



PRUEBA DESCRIPTIVA

ANÁLISIS SENSORIAL DE QUESO CREMA

Nombre: _____ Edad: _____ Fecha: _____

Instrucciones:

- ✓ Para la evaluación por favor colocar el código de cada muestra en los casilleros.
- ✓ Evalúe las muestras de izquierda a derecha y marque con una (X) la característica que describe mejor los atributos de cada muestra.
- ✓ Para evaluar el sabor, tome agua antes y entre cada muestra.

<i>Blanco puro</i>	<i>Blanco Amarillento</i>	<i>Blanco Marfil</i>	<i>Beige crema</i>	<i>Marrón claro</i>

<i>Traslucido</i>	<i>Rugoso</i>	<i>Opaco</i>	<i>Homogeneo</i>	<i>Brillante</i>

Color

	ALTERNATIVAS	CÓDIGO			
1	<i>Blanco puro</i>				
2	<i>Blanco Amarillento</i>				
3	<i>Blanco Marfil</i>				
4	<i>Beige crema</i>				
5	<i>Marrón claro</i>				

Aspecto

	ALTERNATIVAS	CÓDIGO			
1	<i>Traslucido</i>				
2	<i>Rugoso</i>				
3	<i>Opaco</i>				
4	<i>Homogéneo</i>				
5	<i>Brillante</i>				



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Aroma

	ALTERNATIVAS	CÓDIGO			
1	<i>Fermentado</i>				
2	<i>Ácido</i>				
3	<i>Complejo</i>				
4	<i>Frutal</i>				
5	<i>Lácteo</i>				

Palatabilidad

	ALTERNATIVAS	CÓDIGO			
1	<i>Salado</i>				
2	<i>Dulce</i>				
3	<i>Ligeramente ácido</i>				
4	<i>Muy ácido</i>				
5	<i>Rancio</i>				

Observaciones:

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 9. Resultados de Color Instrumental (CIELab).**

Tabla 12. Análisis de la varianza color instrumental por cada tratamiento de queso crema por la prueba Tukey ($p > 0,05$).

Tratamientos	L*	a*	b*
EBMB	41.45	3.24	-5.00
EAMB	38.83	3.20	-3.82
EBMA	39.16	4.05	-4.69
EAMA	40.10	2.96	-4.70
ECMC	36.86	3.90	-4.58
EIMC	38.77	2.47	-3.68
EDMC	38.53	2.85	-3.97
ECMI	38.23	2.81	-4.44
ECMD	39.00	2.59	-3.80

T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Tabla 13. Resumen de los tratamientos de queso crema por colorimetría en los rangos: Luminosidad (L*), rojez (a*) y amarillez (b*).

Tratamientos	L*(Luminosidad)	a*(Rojez)	b*(Amarillez)
EBMB	a	A	a
EAMB	cd	A	a
EBMA	c	A	a
EAMA	b	A	a
ECMC	e	A	a
EIMC	cd	A	a
EDMC	cd	A	a
ECMI	cd	A	a
ECMD	cd	A	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 14. Análisis de la varianza color instrumental por días de queso crema por la prueba Tukey ($p > 0,05$).

Días	L*	a*	b*
0	37.24	3.26	-4.34
1	36.31	2.82	-4.95
8	40.75	3.05	-4.39
21	39.82	3.57	-3.92
30	40.83	2.90	-3.90

Tabla 15. Resumen de los tratamientos de queso crema por colorimetría en los rangos: Luminosidad (L*), rojez (a*) y amarillez (b*) por 30 días.

Días de almacenamiento	L*(Luminosidad)	a*(Rojez)	b*(Amarillez)
0	c	a	a
1	d	a	a
8	a	a	a
21	b	a	a
30	a	a	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Elaborado: Autora.

Anexo 10. Resultados de Evaluación Sensorial.

Tabla 16. Análisis de Varianza para COLOR - Suma de Cuadrados Tipo III.

Fuente	Suma de Cuadrados	de GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: tratamiento	21,1296	8	2,6412	3,03	0,0081
B: catadores	36,0046	17	2,11792	2,43	0,0087
Residuos	40,1204	46	0,872182		
Total (corregido)	92,3194	71			

Elaborado: Autora.

Tabla 17. Análisis de Varianza para OLOR - Suma de Cuadrados Tipo III.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: tratamiento	7,48148	8	0,935185	1,13	0,3608
B: catadores	33,7315	17	1,9842	2,40	0,0095
Residuos	38,0185	46	0,82649		
Total (corregido)	79,7778	71			

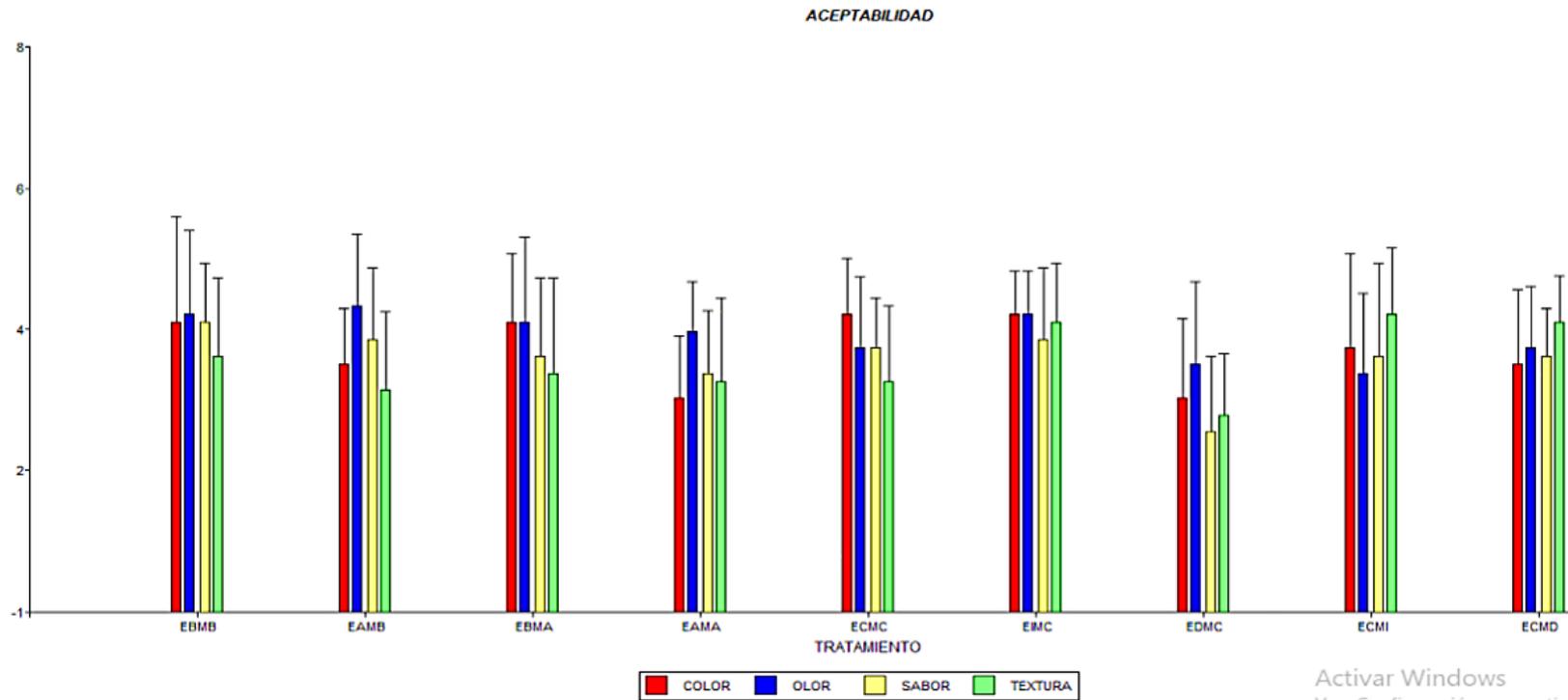
Elaborado: Autora.**Tabla 18** Análisis de Varianza para SABOR - Suma de Cuadrados Tipo III.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: tratamiento	16,6667	8	2,08333	2,79	0,0132
B: catadores	32,4167	17	1,90686	2,55	0,0060
Residuos	34,3333	46	0,746377		
Total (corregido)	80,4444	71			

Elaborado: Autora.**Tabla 19.** Análisis de Varianza para TEXTURA - Suma de Cuadrados Tipo III.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: tratamiento	19,6111	8	2,45139	2,66	0,0173
B: catadores	32,1111	17	1,88889	2,05	0,0275
Residuos	42,3889	46	0,921498		
Total (corregido)	92,0	71			

Elaborado: Autora.



T1 (EBMB: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T2 (EAMB: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*51.84 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T3 (EBMA: 51.84 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*128.16 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T4 (EAMA: 128.16 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago / mucílago puro) T5 (ECMC: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago/mucílago puro) T6 (EIMC: 36 g/100g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T7 (EDMC: 144 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*90 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T8 (ECMI: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*36 g/100 g⁻¹ mucílago puro) T9 (ECMD: 90 g/100 g⁻¹ encapsulado de mucílago*144 g/100 g⁻¹ mucílago puro)

Gráfico 5. Aceptabilidad de los panelistas en la prueba hedónica (color, olor, sabor y textura) de los 9 tratamientos de queso crema.

Elaborado: Autora.

Anexo II. Análisis Microbiológico.



LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

INFORME DE ENSAYO NR.260460

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	MARTINEZ LARA KARINA GABRIELA		
Dirección:	LOS RIOS QUEVEDO		
Nombre Producto :	TRATAMIENTO 6 - QUESO CREMA		
Fecha de Elaboración:	2022-09-11	Fecha de Caducidad:	ND
Lote:	ND	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	ENVASE DE VIDRIO	Forma de Conservación:	Refrigeración
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio :	260460-1	Contenido Encontrado:	358 Gramos
Fecha Recepción:	2022/09/13	Fecha Inicio Ensayo:	2022/09/13
Condiciones Ambientales de llegada de la muestra:	4 °C	Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS MICROB	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO	ESPECIFICACIONES	
		A2LA	SAE			m	M
E-COLI	SEM-CT AOAC 991.14	✓	✓	UFC/g	<10	<10	10
SALMONELLA 25g	SEM-SSV AOAC 2011.03	*	✓	N/A	Ausencia	Ausencia	---
STHAPHYLOCOCCUS AUREUS	SEM-SA AOAC 2003.08, 2003.07, 2003.11	✓	✓	UFC/g	<10	10	10 ²

INCERTIDUMBRE		
PARAMETRO	INCERTIDUMBRE	
E-COLI	$U_{exp} = 0.04 \cdot A = (\log C \pm U_{exp})$; $U = \text{Potencia}(10, A)$ $U_{exp} = 0.19 \cdot A = (\log C \pm U_{exp})$; $U = \text{Potencia}(10, A)$	
STHAPHYLOCOCCUS AUREUS - PETRIFILM	$U_{exp} = 0.05 \cdot A = (\log C \pm U_{exp})$; $U = \text{Potencia}(10, A)$ $U_{exp} = 0.16 \cdot A = (\log C \pm U_{exp})$; $U = \text{Potencia}(10, A)$	

La incertidumbre expandida reportada está basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura $K=2$, proporcionando un nivel de confianza de un 95%.

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

* Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación

ESPECIFICACIONES DADAS POR EL CLIENTE, SEGUN NORMA INEN 1528 2012 / TABLA 2

m=Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad
M=Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad

* Las observaciones que se indican a continuación están FUERA del alcance de acreditación del SAE y A2LA*

OBSERVACIONES: El producto, en los ensayos Cumple con las especificaciones dadas.

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote

El laboratorio no se responsabiliza por la representatividad de la muestra respecto a su origen y sino del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

"SEIDLaboratory CÍA LTDA no se responsabiliza por la información declarada por el cliente"

- Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

22/09/20
FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por TANIA ADELAYDA BASTIDAS BASTIDAS
Fecha y hora: 2022-09-20 16:14:27

Muestra 260460-1 de 260460-1

Pg 1 / 1

Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) enviada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes, en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario. Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad directordecalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec

Melchor Toza N61-63 entre Av. del Maestro y Nacarath 022476314 - 022483143 - 0993450911 - 0992730633



Resultados del análisis microbiológico del mejor tratamiento de queso crema (T6).