



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN  
MICROENCAPSULADO DE ORÉGANO (*Origanum Vulgare L.*) EN EL  
RETARDO DE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA EN UN QUESO CREMA  
DURANTE SU ALMACENAMIENTO ACELERADO”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniera Agroindustrial

**Autora:**  
Jara Puentestar Emily Anied

**Tutor:**  
Fernández Paredes Manuel Enrique

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2024

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Jara Puentestar Emily Anied, con cédula de ciudadanía No. 1751339001, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN MICROENCAPSULADO DE ORÉGANO (*Origanum Vulgare L.*) EN EL RETARDO DE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA EN UN QUESO CREMA DURANTE SU ALMACENAMIENTO ACELERADO”**, siendo el Ingeniero Mg. Manuel Enrique Fernández Paredes, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 16 de agosto del 2024



Emily Anied Jara Puentestar  
C.C: 1751339001  
**ESTUDIANTE**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **JARA PUENTESTAR EMILY ANIED**, identificada con cédula de ciudadanía **1751339001** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** – **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN MICROENCAPSULADO DE ORÉGANO (*Origanum Vulgare L.*) EN EL RETARDO DE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA EN UN QUESO CREMA DURANTE SU ALMACENAMIENTO ACELERADO”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2020 - Marzo 2021

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes, Mg.

Tema: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN MICROENCAPSULADO DE ORÉGANO (*Origanum Vulgare L.*) EN EL RETARDO DE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA EN UN QUESO CREMA DURANTE SU ALMACENAMIENTO ACELERADO”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.

- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 16 días del mes de agosto del 2024.

Emily Anied Jara Puentestar

**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN MICROENCAPSULADO DE ORÉGANO (*Origanum Vulgare L.*) EN EL RETARDO DE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA EN UN QUESO CREMA DURANTE SU ALMACENAMIENTO ACELERADO”**, de Jara Puentestar Emily Anied, de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 16 de agosto del 2024



Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes, Mg.  
C.C: 0501511604  
**DOCENTE TUTOR**

## AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Jara Puentestar Emily Anied, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN MICROENCAPSULADO DE ORÉGANO (*Origanum Vulgare L.*) EN EL RETARDO DE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA EN UN QUESO CREMA DURANTE SU ALMACENAMIENTO ACELERADO”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 16 de agosto del 2024



Ing. Jaime Orlando Rojas, Mg.  
C.C: 0502645435  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Ing. Edwin Ramiro Cevallos, Mg.  
C.C: 0501864854  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. Nancy Fabiola Moreano, Mg.  
C.C: 0503352122  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Sin duda, la vida ha sido generosa al permitirme enfrentarme a diversas circunstancias con el apoyo de personas maravillosas, cuyas virtudes y consejos me han acompañado a lo largo de esta travesía. Agradezco a la Vida misma por permitirme estar aquí y por regalarme una familia tan fantástica. Especialmente, quiero agradecer a las mujeres de mi corazón: mi querida abuela y mi amada madre, quienes, a pesar de las dificultades, estuvieron a mi lado en los momentos de gloria y en los más vulnerables. Estoy eternamente agradecida por su amor, dedicación y trabajo, que, con un par de máquinas de coser y unas tijeras desgastadas, han sido una expresión constante de su apoyo incondicional a lo largo de todos estos años. Al resto de mi familia, gracias por su paciencia y confianza, y por sus palabras de aliento que me llenaron de motivación. A mis amigos, cuya compañía hizo más llevaderos los desafíos. Y a mis docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por guiarme no solo en el conocimiento, sino también en mi desarrollo como ser humano y profesional.*

***Emily Anied Jara Puentestar***

## **DEDICATORIA**

*A mis ángeles en la inmensidad del cielo, la promesa ha sido cumplida; aquel sueño, Carmelita, ya es una realidad.*

*A mi abuela, Laurita, y mi madre, Merycita, vuestro sacrificio ha dado frutos. Que el éxito, el amor y la salud siempre os acompañen.*

*A mi querido tío, Santi, y apreciada familia, por su inquebrantable confianza en mí, por sus actos de amor y bondad.*

*A mis incondicionales compañeras, que con su pequeña chispa iluminaron como luna llena mis días más oscuros.*

*A la infanta Emily, quien en el pasado perdió la esperanza, pero en mi corazón sigues presente.*

*Y a mí misma, por demostrar de lo que eres capaz, por no rendirte, por secar tus lágrimas y seguir adelante en tu camino.*

***Emily Anied Jara Puentestar***

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN MICROENCAPSULADO DE ORÉGANO (*Origanum Vulgare L.*) EN EL RETARDO DE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA EN UN QUESO CREMA DURANTE SU ALMACENAMIENTO ACELERADO”.**

**Autor:**  
Jara Puentestar Emily Anied

**RESUMEN**

El propósito de la presente investigación es evaluar la adición de un microencapsulado de orégano (*Origanum Vulgare L.*) en un queso crema, para lo cual se estableció tres muestras: una base como muestra de control (MT-0%), y dos con dosis mínima y máxima de la concentración del microencapsulado (M1-0,05% y M2-0,1%). Dado que la naturaleza del queso crema es susceptible a la oxidación lipídica; se analizó el retardo de este proceso mediante la caracterización a través del índice de peróxidos y acidez, evaluados durante 21 días bajo un almacenamiento acelerado a tres diferentes temperaturas (25, 35 y 45 °C). Los resultados mostraron un incremento en los valores de los indicadores en todos los tratamientos; a 25 °C, la muestra control (MT) inició con un índice de peróxidos (IP) de 1,47  $meqO_2/kg$  y alcanzó los 4,33  $meqO_2/kg$ , mientras que la muestra M1 (0,05%) aumentó de 0,87 a 2,27  $meqO_2/kg$  y la muestra M2 (0,1%) varió de 0,47 a 1,80  $meqO_2/kg$ . A 35 °C, el IP en MT llegó a 5,93  $meqO_2/kg$ , en M1 a 2,33  $meqO_2/kg$ , y en M2 a 1,53  $meqO_2/kg$ . Por último, a 45 °C, MT alcanzó 6,87  $meqO_2/kg$ , M1 3,00  $meqO_2/kg$  y M2 2,47  $meqO_2/kg$ . En cuanto al índice de acidez, a 25 °C, MT incrementó de 0,74% a 1,65% m/m de ácido láctico, M1 de 0,65% a 1,33% m/m, y M2 de 0,64% a 1,27% m/m. En el almacenamiento a 35 °C, MT concluyó en 1,69% m/m, M1 en 1,38% m/m, y M2 en 1,32% m/m. A 45 °C, MT finalizó en 1,74% m/m, M1 en 1,56% m/m, y M2 en 1,46% m/m. El análisis de la vida útil del queso crema, basado en un modelo de cinética de degradación de alimentos, reveló que el tratamiento más efectivo fue la muestra M2 (0,1% de microencapsulado), que mostró una acción antioxidante superior, estimando una durabilidad de 50 días, extendiéndose hasta aproximadamente dos meses. Finalmente, se llevó a cabo un análisis de costos de producción para el tratamiento con microencapsulado de orégano, siendo de \$3,31 por 250 gramos de producto lo que ofrece una ventaja competitiva en términos de durabilidad y calidad del producto.

**Palabras claves:** microencapsulado, extracto, orégano, antioxidante, queso crema, vida útil, oxidación lipídica.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**THEME: “ADDITION EFFECT ASSESSMENT AN OREGANO (*Origanum Vulgare L.*)  
MICROENCAPSULATE IN THE LIPID OXIDATION DELAY IN A CREAM CHEESE  
DURING ITS ACCELERATED STORAGE”**

**Author:**  
Jara Puentestar Emily Anied

**ABSTRACT**

The current research purpose is to evaluate the addition a oregano (*Origanum Vulgare L.*) microencapsulated in a cream cheese, which was established three samples: a base as a control sample (MT-0%), and two with minimum and maximum doses of the microencapsulated concentration (M1-0.05% and M2-0.1%). Since the cream cheese nature is susceptible to lipid oxidation; it was analyzed the delay this process by means characterizing through the peroxide and acidity index, assessed for 21 days under accelerated storage at three different temperatures (25, 35 and 45 °C). The results showed an increase in the indicators values in all treatments; at 25 °C, the control sample (MT) started with a peroxide index (PI) of 1.47  $meqO_2/kg$  and reached 4.33  $meqO_2/kg$ , while the sample M1 (0.05%) increased from 0.87 to 2.27  $meqO_2/kg$  and the sample M2 (0.1%) varied from 0.47 to 1.80  $meqO_2/kg$ . At 35 °C, the IP in MT arrived 5.93  $meqO_2/kg$ , in M1 to 2.33  $meqO_2/kg$ , and in M2 to 1.53  $meqO_2/kg$ . Finally, at 45 °C, MT reached 6.87  $meqO_2/kg$ , M1 3.00  $meqO_2/kg$ , and M2 2.47  $meqO_2/kg$ . Regarding the acidity index, at 25 °C, MT increased from 0.74% to 1.65% m/m from lactic acid, M1 from 0.65% to 1.33% m/m, and M2 from 0.64% to 1.27% m/m. At 35°C storage, MT finished at 1.69% m/m, M1 at 1.38% m/m, and M2 at 1.32% m/m. At 45°C, MT finished at 1.74% m/m, M1 at 1.56% m/m, and M2 at 1.46% m/m. Cream cheese shelf-life analysis, it based on a food degradation kinetics model, it revealed, what the most effective treatment was sample M2 (0.1% microencapsulation), which showed superior antioxidant action, estimating a shelf life 50 days, extending to approximately two months. Finally, it was carried out a production cost analysis for the microencapsulated oregano treatment, being \$3.31 for 250 grams of product, what offers a competitive advantage in product durability terms and quality.

**Keywords:** Microencapsulated, extract, oregano, antioxidant, cream cheese, shelf life, lipid oxidation.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
1. Datos Generales.....	2
2. Diseño del Proyecto .....	3
2.1 Planteamiento del problema .....	3
2.1.1 Justificación del problema .....	4
2.2 Marco contextual .....	5
2.3 Formulación del problema.....	6
2.4 Objetivos.....	6
2.4.1 Objetivo general.....	6
2.4.2 Objetivos específicos .....	7
2.5 Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados.....	7
2.6 Fundamentación Teórica o Marco Referencial .....	8
2.6.1 Marco Teórico.....	8
2.6.1.1 Orégano .....	8

2.6.1.1.1	Aplicaciones (Usos) .....	9
2.6.1.1.2	Descripción botánica .....	9
2.6.1.1.3	Clasificación taxonómica .....	11
2.6.1.1.4	Composición química.....	11
2.6.1.2	Extractos naturales .....	13
2.6.1.3	Microencapsulación .....	14
2.6.1.3.1	Importancia de la microencapsulación .....	15
2.6.1.3.2	Métodos de microencapsulación .....	15
2.6.1.4	Oxidación Lipídica.....	16
2.6.1.4.1	Etapas de oxidación lipídica.....	16
2.6.1.5	Cinética de alimentos .....	17
2.6.1.5.1	Método cinético (órdenes de separación).....	17
2.6.1.5.2	Cinética de orden cero y uno.....	18
2.6.1.6	Queso Crema .....	20
2.6.1.6.1	Aditivos alimentarios en queso crema .....	20
2.6.1.6.2	Origen queso crema.....	21
2.6.1.6.3	Estabilizadores de queso crema.....	22
2.6.1.6.4	Composición nutricional de queso crema .....	22
2.6.1.6.5	Vida útil.....	23
2.6.1.7	Ecuación de Arrhenius para la vida útil .....	24
2.6.2	Marco Conceptual.....	25
2.7	Metodología del Proyecto de Investigación .....	26
2.7.1	Tipos de investigación .....	26
2.7.1.1	Investigación teórica .....	26
2.7.1.2	Investigación aplicada .....	26
2.7.1.3	Investigación descriptiva.....	27
2.7.1.4	Investigación cuantitativa.....	27

2.7.2	Métodos de investigación .....	28
2.7.2.1	Método deductivo.....	28
2.7.2.2	Método inductivo .....	28
2.7.2.3	Método experimental.....	28
2.7.3	Técnicas .....	29
2.7.3.1	Observaciones .....	29
2.7.3.2	Encuesta de aceptación sensorial .....	29
2.7.3.3	Modelo matemático de cinética de degradación de alimentos.....	29
2.7.4	Materiales y Equipos .....	30
2.7.5	Metodología y descripción de elaboración del queso crema .....	31
2.7.6	Diagrama de flujo elaboración de queso crema.....	37
2.7.6.1	Balance de materia y energía .....	38
2.7.7	Métodos de análisis fisicoquímico del queso crema.....	38
2.7.7.1	Determinación de acidez titulable (AOAC 920,43 (2005)) .....	38
2.7.7.2	Índice de peróxidos (Norma AOAC 983,23) .....	39
2.8	Hipótesis o preguntas científicas .....	42
2.9	Diseño Experimental .....	42
2.9.1	Planteamiento del Diseño Experimental.....	42
2.9.2	VARIABLES del Estudio .....	42
2.9.3	Procedimiento .....	43
2.10	Análisis y discusión de resultados .....	44
2.10.1	Evaluación sensorial de dosis mínima y máxima de microencapsulado de orégano (Origanum vulgare L.) en formulación de las muestras de queso crema .....	44
2.10.1.1	Resultados de la evaluación sensorial para la selección de la dosis mínima de adición de microencapsulado de orégano.....	45
2.10.1.2	Resultados de la evaluación sensorial para la selección de la dosis máxima de adición de microencapsulado de orégano .....	46
2.10.1.3	Adición de las concentraciones de microencapsulado de orégano .....	46

2.10.2	Comportamiento del Índice de Peróxido e Índice de Acidez durante el almacenamiento acelerado.....	47
2.10.2.1	Valores de Índice de Peróxido (IP) durante el almacenamiento acelerado.....	47
2.10.2.1.1	Comportamiento del IP de los tratamientos a 25°C .....	48
2.10.2.1.2	Comportamiento del IP de los tratamientos a 35°C .....	49
2.10.2.1.3	Comportamiento del IP de los tratamientos a 45°C .....	50
2.10.2.2	Valores de Índice de Acidez (IA) durante el almacenamiento acelerado .....	51
2.10.2.2.1	Comportamiento del IA de los tratamientos a 25°C.....	52
2.10.2.2.2	Comportamiento del IA de los tratamientos a 35°C.....	53
2.10.2.2.3	Comportamiento del IA de los tratamientos a 45°C.....	54
2.10.3	Estimación del tiempo de vida útil de queso crema con aplicación de microencapsulado .....	54
2.10.3.1.1	Parámetros cinéticos de oxidación lipídica a base del índice de peróxidos .....	55
2.10.3.1.2	Ecuación de Arrhenius para la oxidación lipídica de queso crema .....	56
2.10.3.1.3	Estimación de vida útil de queso crema .....	57
2.10.4	Costo de producción del mejor tratamiento (M2) del queso crema con la aplicación de microencapsulado 0,1% de extracto de orégano (Origanum Vulgare L.) .....	58
3.	Impactos del proyecto .....	60
3.1	Técnicos.....	60
3.2	Social .....	61
3.3	Ambientales .....	61
3.4	Económicos .....	61
4.	Recursos y Presupuesto .....	62
5.	Conclusiones .....	64
6.	Recomendaciones.....	65
7.	Bibliografía.....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades en relación de los objetivos y sistema de tareas .....	7
Tabla 2. <i>Descripción botánica del orégano</i> (Origanum Vulgare L.) .....	10
Tabla 3. Características de varios tipos de orégano.....	11
Tabla 4. Descripción taxonómica del orégano. Clasificación taxonómica de las especias. ....	11
Tabla 5. Composición química del orégano (Origanum vulgare L.).....	12
Tabla 6. Composición química de Origanum y limpia.....	13
Tabla 7. Aditivos alimentarios permitidos en queso crema.....	21
Tabla 8. Composición nutricional de queso crema.....	23
Tabla 9. Diseño Experimental .....	44
Tabla 10. Adición de concentración de microencapsulado de orégano .....	46
Tabla 11. Valores de Índice de Peróxidos determinados en el almacenamiento acelerado ....	47
Tabla 12. Valores de Índice de acidez determinados en el almacenamiento acelerado .....	51
Tabla 13. Parámetros cinéticos de oxidación lipídica .....	55
Tabla 14. Ecuación de Arrhenius para la oxidación lipídica de los tratamientos.....	56
Tabla 15. Estimación de vida útil a cuatro distintas temperaturas de cada tratamiento .....	57
Tabla 16. Costos de la materia prima del mejor tratamiento con adición de 0,1% .....	58
Tabla 17. Costos de empaque .....	59
Tabla 18. Costos mano de obra .....	59
Tabla 19. Costos indirectos de producción.....	59
Tabla 20. Presupuesto del proyecto de investigación.....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Determinación de órdenes de reacción .....	19
<b>Figura 2.</b> Recepción de materia prima y filtración .....	31
<b>Figura 3.</b> Análisis .....	32
<b>Figura 4.</b> Adición de sólidos.....	32
<b>Figura 5.</b> Pasteurización .....	33
<b>Figura 6.</b> Adición de fermento.....	33
<b>Figura 7.</b> Cuajado .....	34
<b>Figura 8.</b> Corte y desuerado.....	34
<b>Figura 9.</b> Refrigeración.....	35
<b>Figura 10.</b> Homogenización .....	35
<b>Figura 11.</b> Envasado .....	36
<b>Figura 12.</b> Almacenamiento .....	36
<b>Figura 13.</b> Diagrama de flujo elaboración de Queso Crema .....	37
<b>Figura 14.</b> Balance de materia y energía de Queso Crema.....	38
<b>Figura 15.</b> Evaluación sensorial para dosis mínima .....	45
<b>Figura 16.</b> Evaluación sensorial para dosis máxima .....	46
<b>Figura 17</b> Comportamiento IP (25 °C) .....	48
<b>Figura 18.</b> Comportamiento IP (35 °C) .....	49
<b>Figura 19.</b> Comportamiento IP (45 °C) .....	50
<b>Figura 20.</b> Comportamiento IA (25 °C).....	52
<b>Figura 21.</b> Comportamiento IA (35 °C).....	53
<b>Figura 22.</b> Comportamiento IA (45°C).....	54
<b>Gráfico 1.</b> Estructura química de los principios flavonoides en orégano. ....	12

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo. Lugar de ejecución.....	74
Anexo. Datos informativos del docente tutor académico.....	75
Anexo. Datos informativos del docente tutor académico.....	77
Anexo. Encuesta de análisis aceptación sensorial .....	78
Anexo. Fotografías aplicación encuesta de análisis sensorial .....	79
Anexo. Fotografías aplicación encuesta de análisis sensorial .....	79
Anexo. Aval de traducción .....	84

## INTRODUCCIÓN

La oxidación lipídica es un proceso crítico que afecta negativamente la calidad y la vida útil de productos alimenticios ricos en grasas, como el queso crema. Este proceso no solo deteriora las características sensoriales del producto, sino que también disminuye su valor nutricional y compromete su seguridad. Dada la importancia del queso crema en la industria láctea, es fundamental explorar alternativas para mitigar la oxidación lipídica y prolongar la vida útil de este producto.

El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de la adición de un microencapsulado de orégano (*Origanum Vulgare L.*) en el retardo de la oxidación lipídica en queso crema durante un almacenamiento acelerado. El orégano, conocido por sus propiedades antioxidantes, ha sido ampliamente estudiado en diferentes matrices alimentarias (Bakkali et al., 2008; Gyawali & Ibrahim, 2014). Sin embargo, su aplicación en forma de microencapsulado en productos lácteos, como el queso crema, representa una innovación que podría ofrecer una mayor protección contra la oxidación, mejorando así la estabilidad y calidad del producto.

El estudio experimental incluyó tres tratamientos: una muestra control sin microencapsulado (MT-0%) y dos muestras con concentraciones de 0,05% (M1) y 0,1% (M2) de microencapsulado de orégano. Estas muestras fueron almacenadas a diferentes temperaturas (25, 35 y 45 °C) durante 21 días, evaluándose el índice de peróxidos y la acidez como indicadores de la oxidación lipídica.

Los resultados mostraron que la adición del microencapsulado de orégano mejora significativamente la estabilidad oxidativa del queso crema. En particular, la muestra M2 (0,1%) presentó un menor incremento en los valores de peróxidos y acidez en comparación con la muestra control y M1, lo que sugiere una mayor resistencia a la oxidación. Este hallazgo indica que el microencapsulado de orégano no solo retarda la oxidación lipídica, sino que también podría extender la vida útil del queso crema, mejorando su calidad y competitividad en el mercado.

## **1. Datos Generales**

**Título del Proyecto de Investigación:** Evaluación del efecto de la adición de un microencapsulado de orégano (*Origanum Vulgare L.*) en el retardo de la oxidación lipídica en un queso crema durante su almacenamiento acelerado.

**Fecha de inicio:** Abril - 2024

**Fecha de finalización:** Agosto - 2024

**Lugar de ejecución:**

Salache Bajo – Latacunga – Cotopaxi – Zona 3– Universidad Técnica de Cotopaxi

**Facultad que auspicia**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:**

Agroindustria

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor:** Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes, Mg.

**Postulante:** Jara Puentestar Emily Anied

**Línea de investigación.**

Desarrollo y seguridad alimentaria

**Sub línea de investigación**

Análisis cualitativo, cuantitativo y sensorial de alimentos y no alimentos de productos agroindustriales.

## 2. Diseño del Proyecto

### 2.1 Planteamiento del problema

La industria láctea enfrenta un desafío importante para mantener la calidad mientras busca extender la vida útil de sus productos. El queso crema, un producto lácteo popular, es particularmente susceptible a la oxidación de lípidos, lo que provoca rancidez, sabores desagradables y una disminución del valor nutricional. Los métodos tradicionales de conservación a menudo se basan en antioxidantes sintéticos, que pueden convertirse en riesgos para la salud y son cada vez más rechazados por los consumidores preocupados por la calidad de los productos que consumen.

Los antioxidantes de origen natural, como los que se encuentran en el orégano (*Origanum Vulgare L.*), ofrecen una alternativa prometedora debido a sus poderosas propiedades antioxidantes y antimicrobianas. A pesar de ello, la aplicación directa de orégano en productos alimenticios puede resultar problemática debido a cuestiones relacionadas con la intensidad del sabor y la estabilidad de los compuestos activos. La tecnología de microencapsulación tiene el potencial de abordar estos problemas protegiendo los compuestos activos del orégano a la vez de controlar su liberación, lo que mejora así su eficacia en la conservación de alimentos.

Aun con los evidentes beneficios potenciales, existe una investigación limitada sobre la aplicación del orégano microencapsulado en productos lácteos, particularmente en el queso crema. Esta divergencia en la investigación presenta una oportunidad para explorar la eficacia del orégano microencapsulado para retardar la oxidación de lípidos en el queso crema y, en última instancia, mejorar la calidad del producto y la vida útil sin comprometer el sabor o la seguridad de este.

Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo evaluar el impacto del orégano (*Origanum Vulgare L.*) microencapsulado en la estabilidad oxidativa del queso crema durante condiciones de almacenamiento aceleradas. Los hallazgos de esta investigación podrían proporcionar información valiosa para la industria láctea, promoviendo el uso de conservantes naturales y contribuyendo al desarrollo de productos alimenticios más saludables y sostenibles.

### 2.1.1 Justificación del problema

En este trabajo se aborda la evaluación del efecto de la adición de un microencapsulado de orégano (*Origanum Vulgare L.*) en el retardo de la oxidación lipídica en el queso crema durante su almacenamiento acelerado.

La creciente demanda de métodos de conservación de alimentos naturales y sostenibles ha generado un gran interés en el uso de antioxidantes naturales dentro de la industria alimentaria. Entre ellos, ha destacado el Orégano (*Origanum Vulgare L.*) por sus potentes propiedades antioxidantes, que ha sido documentada en varios estudios. Sin embargo, su aplicación directa en productos alimenticios, específicamente lácteos, puede resultar un desafío en cuanto a los parámetros relacionados con la estabilidad, el impacto del sabor y la eficacia.

Ecuador, con su rica biodiversidad y patrimonio agrícola, puede beneficiarse de la integración de conservantes naturales como el orégano. El orégano es una planta aromática que se caracteriza por tener tallos herbáceos, hojas ovaladas y una base leñosa. Originaria de la Península Ibérica, prospera en zonas boscosas. Las puntas y las hojas de la planta de orégano son especialmente valoradas por su fuerte aroma y se utilizan comúnmente como especia culinaria. Más allá de su función como condimento sabroso, el orégano destaca por sus propiedades antisépticas y antioxidantes, que se derivan de sus extractos y aceites esenciales.

La microencapsulación ofrece una solución prometedora a la problemática de proteger los compuestos activos del orégano, mejora su estabilidad y controla su liberación en las matrices alimentarias (Pontes-Quero et al., 2021). Esta tecnología no sólo preserva las propiedades beneficiosas del orégano, sino que también mitiga los posibles impactos negativos en las cualidades sensoriales del producto alimenticio.

La oxidación de lípidos en los productos lácteos puede provocar la formación de compuestos nocivos que afecten negativamente a la salud del consumidor. Al mitigar este proceso, la adición de orégano microencapsulado podría mejorar la seguridad y la calidad nutricional del queso crema. Además, extender la vida útil del queso crema a través de medios naturales se alinea con los objetivos de la industria de reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia económica (Andrade y Tapia, 2020). La industria láctea es altamente competitiva, siendo la calidad y la longevidad de los productos los diferenciadores clave. La implementación de métodos de conservación innovadores, como la microencapsulación, puede brindar a los productores una ventaja competitiva en el mercado.

## 2.2 Marco contextual

Según la norma técnica INEN 1528 (2012) el queso crema es un tipo de queso fresco no madurado de textura blanda que se caracteriza por su alto contenido de grasa, textura homogénea y cremosa. Se elabora a base de la materia prima de leche o cualquier producto derivado de la misma. Dentro de los ingredientes permitidos para la elaboración de este producto lácteo se encuentran: Cultivos de fermentos, cuajo u otras enzimas para la coagulación, cloruro de sodio y vinagre.

Este producto durante su etapa de almacenamiento presenta una evidente oxidación de lípidos a causa de la exposición que puede tener a la luz, cambios de temperatura o la presencia de oxígeno, haciéndola susceptible a la contaminación de agentes patógenos que generan compuestos nocivos y desagradables como lo son: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli (E. coli)*, *Listeria monocytogenes*. Según la investigación de (Gonzales-Barron et al., 2020) resulta preocupante que aquellas muestras de quesos blandos y semiblandos a nivel mundial hayan arrojado que cerca del 0,9 % presentaban contaminación *L. monocytogenes*. Lo que abre la opción de la reformulación de este producto (queso crema) para garantizar su inocuidad y seguridad alimentaria que esté dentro de las normativas establecidas, así como del criterio de los consumidores.

Dentro de la investigación de Gavilanez (2020) que para la metodología en la extracción de microencapsulado de orégano, se utilizó el programa de a Design Expert 8.0.6 en el modelo de su diseño experimental en el procesamiento de extractos hidroalcohólicos del orégano. Dando como resultado una capacidad antioxidante de 10491,4 mg/L, que en comparación con la presencia de polifenoles resulta superior, con ello se comprueba la eficiente capacidad antioxidante del extracto, lo que hace que su aplicación y evaluación sea viable dentro de productos alimentarios.

Además, dentro de los resultados fisicoquímicos del microencapsulado de orégano arrojados por la investigación de Chamba y Quishpe (2021) se determina la capacidad antioxidante 1902,45  $\mu\text{M Fe}^{2+}/\text{g}$ , lo que reitera las propiedades bioactivas presentes en la microencapsulación del extracto de orégano.

## 2.3 Formulación del problema

El queso crema, como producto lácteo de alto contenido graso, está particularmente expuesto al proceso de oxidación lipídica durante su almacenamiento, un fenómeno que compromete significativamente su calidad sensorial y, por ende, su aceptación por parte de los consumidores. La oxidación lipídica es un proceso químico en el cual los lípidos, especialmente los ácidos grasos insaturados presentes en el queso crema, reaccionan con el oxígeno del aire. Este proceso puede verse exacerbado por factores como la exposición al aire, la presencia de metales catalíticos y las condiciones de almacenamiento, resultando en alteraciones negativas en el aroma, sabor y textura del producto (Shahidi, 2005).

El deterioro causado por la oxidación no solo disminuye la aceptabilidad del queso crema, sino que también afecta su estabilidad comercial, impactando la rentabilidad y sostenibilidad de su producción. Ante la creciente demanda de productos lácteos de alta calidad, se hace imperativo desarrollar estrategias efectivas para mitigar los efectos adversos de la oxidación lipídica en el queso crema.

Una solución prometedora es la incorporación de microencapsulados de orégano durante el proceso de producción del queso crema. El orégano, conocido por su alto contenido de compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes, podría actuar como un inhibidor natural de la oxidación, ayudando a prolongar la vida útil del producto. Sin embargo, es esencial realizar estudios experimentales que permitan evaluar la eficacia de esta intervención y determinar su impacto real en la preservación de la calidad del queso crema durante el almacenamiento acelerado.

De esta manera, la presente investigación se plantea como objetivo principal analizar la efectividad del microencapsulado de orégano en la reducción de la oxidación lipídica en queso crema, y cómo esta intervención podría influir en la conservación de sus propiedades sensoriales y en su aceptación comercial.

## 2.4 Objetivos

### 2.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la adición de un microencapsulado de orégano (*Origanum Vulgare L.*) en el retardo de la oxidación lipídica en un queso crema durante su almacenamiento acelerado.

### 2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar mediante evaluación sensorial la dosis mínima y máxima de microencapsulado de orégano (*Origanum Vulgare L.*) en un queso crema.
- Analizar los valores del índice de peróxidos y de acidez en el queso crema mediante el uso de la cinética de degradación de alimentos durante el almacenamiento acelerado.
- Determinar el tiempo de vida útil del queso crema mediante la aplicación de microencapsulado, empleando la ecuación de Arrhenius.
- Elaborar el análisis de costos de producción del queso crema, incorporando la tecnología de microencapsulación de orégano (*Origanum Vulgare L.*).

### 2.5 Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados

**Tabla 1.** Actividades en relación de los objetivos y sistema de tareas

Objetivo	Actividad	Metodología	Resultado
Determinar mediante evaluación sensorial la dosis mínima y máxima de microencapsulado de orégano ( <i>Origanum Vulgare L.</i> ) en un queso crema.	Preparación de diferentes muestras de queso crema mediante la incorporación de una dosis mínima y dosis máxima de microencapsulado de orégano ( <i>Origanum Vulgare L.</i> ).	Muestras de queso crema con cuatro distintas concentraciones de microencapsulado de orégano ( <i>Origanum Vulgare L.</i> ).	Porcentaje de concentración mínimo y máximo del microencapsulado dentro de la formulación de queso crema. Encuesta de análisis sensorial
Analizar los valores del índice de peróxidos y de acidez en el queso crema mediante el uso de la cinética de degradación de alimentos durante el almacenamiento acelerado.	Ensayos de índice de peróxidos y de acidez en queso crema.	Resultados producto de la caracterización del análisis del queso crema durante el almacenamiento acelerado. Comparación de las muestras	NTE INEN 1313 (2016) Determinación de índice de peróxidos. INEN 2827. Determinación de acidez titulable.

Determinar el tiempo de vida útil del queso crema mediante la aplicación de microencapsulado, empleando la ecuación de Arrhenius.	Ensayos cinéticos a temperaturas superiores al promedio del almacenamiento normal (25,35,45 °C).	dosificadas con la muestra testigo. Tiempo estimado de vida útil de las muestras formuladas.	Determinación de los parámetros cinéticos para estimar la vida útil de las muestras de queso crema mediante modelos de degradación cinética.
Elaborar el análisis de costos de producción del queso crema, incorporando la tecnología de microencapsulación de orégano ( <i>Origanum Vulgare L.</i> ).	Recopilar y analizar costos de materia prima, equipos e instalaciones; para la determinación de costos de producción.	Costos de producción del mejor tratamiento.	Tabla de registro de costos de producción de queso crema con la dosificación del microencapsulado. Fórmula aplicada al costo unitario de producción.

**Fuente:** (Jara, 2024)

## 2.6 Fundamentación Teórica o Marco Referencial

### 2.6.1 Marco Teórico

#### 2.6.1.1 Orégano

Comúnmente llamado Orégano (*Origanum Vulgare L.*), es perteneciente a la familia *Lamiaceae*, a pesar de que no es una planta originaria de Ecuador, a través de los años se ha convertido en un elemento culinario esencial para la elaboración de guisos, sopas y todo tipo de salsas. Además, es reconocido dentro de la medicina tradicional.

Su origen se remonta al suroeste u oeste de Europa y Asia, aproximadamente en la zona mediterránea. Esta planta generalmente tiene afinidad con climas cálidos y secos e inviernos suaves, el *Origanum Vulgare* es la variedad más común que puede prosperar en climas templados y crecer en zonas de hasta 1200 metros sobre el nivel del mar. (Klauer, 2009)

La etimología de la palabra ‘orégano’ se remonta a las palabras griegas *oros* que significa ‘montaña’ y *ganos* que significa ‘alegría’, en conjunto se refiere como ‘alegría de la montaña’ lo que es lógico dado a que prospera en climas de gran altitud del mediterráneo.

Dentro los principales principios activos que contribuyen a la actividad antioxidante característica del orégano se encuentran los terpenos y el carvacrol que han demostrado ser eficientes ante la actividad antimicrobiana.

#### **2.6.1.1.1 Aplicaciones (Usos)**

La gastronomía ecuatoriana ha adoptado positivamente el uso del orégano (*Origanum Vulgare L.*) dentro de la elaboración de diferentes platillos icónicos de las diferentes regiones, especialmente en la sierra del país donde es parecido por su aroma (Aroca et al., 2022) en preparaciones como fritadas, sopas, estofados y diferentes salsas.

La medicina tradicional ha hecho uso del orégano, a lo largo de la historia se le ha atribuido los diversos compuestos bioactivos como timol, carvacrol, el ácido rosmarínico y los flavonoides dentro de sus efectos terapéuticos. Los antiguos griegos y romanos lo aplicaban para el tratamiento de diferentes dolencias como problemas digestivos, respiratorios, musculares y en la curación de heridas y cicatrices. Durante el medioevo en Europa se lo incorporó a la formulación de remedios hecho a bases de otras hierbas para tratar irregularidades menstruales en mujeres, la tos, resfriados y otras afecciones respiratorias.

Hoy en día, dentro de la cultura del ecuatoriano promedio se usa el orégano seco para elaborar infusiones que ayudan al alivio respiratorio o digestivo, además de apoyar al sistema inmunológico, la actividad antimicrobiana y los efectos anti inflamatorios. A pesar de estas atribuciones, no existe suficiente evidencia científica que lo respalde, se basa más en el conocimiento popular y el conocimiento ancestral. La medicina moderna hace uso del orégano, pero se ha enfocado más en el microencapsulado de este, dado al enfoque prometedor que tiene en la entrega, la estabilidad y la liberación de compuestos bioactivos.

#### **2.6.1.1.2 Descripción botánica**

El orégano es una planta perenne que pertenece a la familia *Lamiaceae*. Nativa de la zona del Mediterráneo y se ha adaptado fácilmente al contexto ecuatoriano. La planta tiene raíces ramificadas y profundas, tallos erectos y pubescentes que pueden ser verdes o marrones y alcanzar hasta 80 cm de altura. Sus hojas ovaladas, opuestas y pecioladas tienen bordes

ligeramente dentados o enteros y contienen pelos glandulosos con aceites esenciales que le dan su aroma característico. Sus flores son pequeñas, bisexuales y labiadas, de color blanco, púrpura o rosado, y su fruto seco se divide en cuatro partes.

En la siguiente Tabla 2 se presenta la descripción botánica de la planta de orégano.

**Tabla 2.** Descripción botánica del orégano (*Origanum Vulgare* L.)

<b>Descripción</b>	<b>Detalles</b>
<b>Altura</b>	30-80 cm
<b>Diámetro</b>	20-30 cm
<b>Propagación</b>	Semillas, esquejes
<b>Floración</b>	Verano-otoño,
<b>Hábitat</b>	Suelos secos y soleados, praderas, matorrales, zonas rocosas
<b>Distribución</b>	Región mediterránea, Europa, Asia occidental, América del Norte, América del Sur
<b>Raíz</b>	Ramificada, fibrosa y profunda.
<b>Tallos</b>	Erectos, ramificados, cuadrangulares, pubescentes (con pelos cortos) y de color verde o marrón claro. Pueden alcanzar hasta 80 cm de altura.
<b>Hojas</b>	Opuestas, simples, pecioladas (con pecíolo) y de forma ovalada o lanceolada. Los márgenes de las hojas son enteros o ligeramente dentados y la superficie presenta pelos glandulosos que contienen los aceites esenciales responsables del aroma característico del orégano.
<b>Inflorescencia – Flores</b>	Cimas terminales compactas con flores pequeñas bisexuales. Labiadas, de color blanco, rosado o púrpura. El cáliz es bilabiado, con el labio superior tridentado y el labio inferior bidentado. La corola es también bilabiada, con el labio superior bilobulado y el labio inferior trilobulado. El fruto es un tetraquenio (fruto seco que se divide en cuatro partes).

**Fuente:** (Klauer, 2009)

Además, se presentan las especies de orégano más comunes que se encuentran en territorio ecuatoriano. En la Tabla 3 se muestra las características de varios tipos de órganos

**Tabla 3.** Características de varios tipos de orégano

Nombre Científico	Nombre Común	Hojas	Altura	Suelo	Luz solar	Color de las flores
<i>Origanum vulgare aureum</i>	Mejorana dorada trepadora	Perennial	3"-8"	Bien drenado	Sol	Blanco
<i>Origanum vulgare hirtum</i>	Orégano Griego	Perennial	12"-18"	Bien drenado	Sol	Blanco

**Fuente:** (Arcila-Lozano et al., 2016)

### 2.6.1.1.3 Clasificación taxonómica

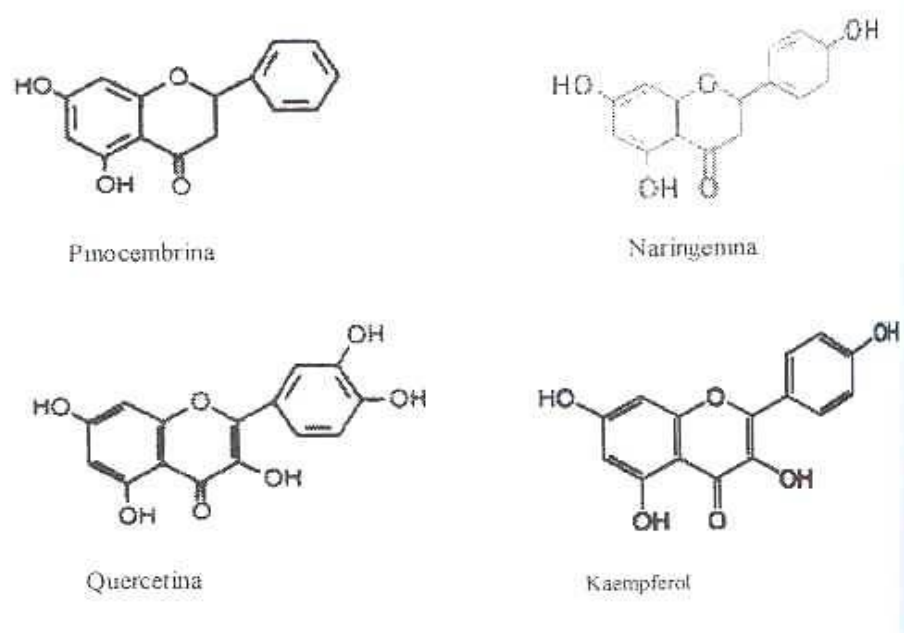
**Tabla 4.** Descripción taxonómica del orégano. Clasificación taxonómica de las especies.

Taxonomía	
<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>Subreino</b>	<i>Tracheobionta</i>
<b>Superdivisión</b>	<i>Angiospermae</i>
<b>División</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Orden</b>	<i>Lamiales</i>
<b>Familia</b>	<i>Lamiaceae</i>
<b>Subfamilia</b>	<i>Nepetoideae</i>
<b>Tribu</b>	<i>Mentheae</i>
<b>Género</b>	<i>Origanum</i>
<b>Especie</b>	<i>Origanum vulgare L.</i>

**Fuente:** (Arcila-Lozano et al., 2016)

### 2.6.1.1.4 Composición química

La investigación de (Arcila-Lozano et al., 2016) revela que en la composición química del orégano se han identificado altos contenidos de compuestos fenólicos y flavonoides. Mediante cromatografía de gases y espectrofotometría de masas se han detectado entre 16 y 56 compuestos diferentes, conocidos por sus propiedades antioxidantes, destacando principalmente el carvacrol, el timol, el  $\rho$ -cimeno y el  $\gamma$ -terpineno.



**Gráfico 1.** Estructura química de los principios flavonoides en orégano.

**Fuente:** (Arcila-Lozano et al., 2016)

**Tabla 5.** Composición química del orégano (*Origanum vulgare L.*)

Compuesto	Porcentaje
Timol	67,51%
p-cimeno	11,66%
$\gamma$ -terpineno	5,51%
Cariofileno	5,38%
óxido de cariofileno	2,22%
trans- $\alpha$ -bergamoteno	1,65%
Eugenol	1,49%
$\alpha$ - bergamoteno	1,32%

**Fuente:** (Acevedo et al., 2013)

**Tabla 6.** Composición química de Origanum y limpia

<b>Nombre Científico</b>	<b>Principales componentes</b>
O. Vulgare	<i>Ácido o-cumárico, ácido ferúlico, ácido cafeico, ácido p-hidroxibenzoico, ácido vainillínico, ácido rosmarínico. Mirceno, α-terpineno p-cimeno, g -terpineno, timol, carvacrol, β -cariofileno</i>

**Fuente:** (Arcila-Lozano et al., 2016)

Los estudios (Walasek-Janusz et al., 2024) han demostrado que el AEO (Aceite esencial de orégano) exhibe potentes propiedades antioxidantes y antimicrobianas, lo que lo convierte en un producto natural valioso para la conservación de alimentos y aplicaciones de salud. Por ejemplo, el aceite esencial ha sido eficaz para inhibir el crecimiento de varias bacterias, incluidas cepas de *Listeria*, al tiempo que ha demostrado una fuerte actividad antioxidante, lo que es beneficioso para combatir el estrés oxidativo en los productos alimenticios y potencialmente también en la salud humana.

#### 2.6.1.2 Extractos naturales

Los extractos naturales son sustancias derivadas de plantas, animales u otras fuentes naturales que contienen compuestos activos con propiedades que han servido para diferentes propósitos dentro de la industria. Estos extractos son obtenidos mediante diferentes métodos de extracción y concentración como extracción con solventes, destilación por arrastre de vapor y prensado en frío.

Los resultados de la investigación (Teixeira et al., 2013) presentan propiedades antioxidantes que inhiben la oxidación de lípidos, lo que previene la rancidez y sabores desagradables en productos como la mantequilla o el queso, extendiendo así su tiempo de vida útil en percha mientras mantiene las cualidades sensoriales. Además, los extractos naturales poseen efectos antimicrobianos, controlando la proliferación de microorganismos patógenos y con efectos deterioro, asegurando la calidad y estabilidad de los productos. Estas características mejoran la aceptabilidad sensorial para los consumidores y pueden llegar a estimular el sistema inmunológico, enriqueciendo así el perfil nutricional de los productos.

Actualmente el uso de extractos naturales dentro de la formulación de los productos permite a los fabricantes etiquetar sus productos como “naturales” u “orgánicos”, atrayendo la atención de los consumidores cuyas preferencias se inclinan a productos libres de aditivos sintéticos. A

medida que avanzan las diferentes investigaciones, se ha demostrado que los extractos naturales suelen ser más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. Esto respalda los esfuerzos de la industria alimentaria para adoptar prácticas sostenibles (Gallegos-Flores et al., 2019).

### **2.6.1.3 Microencapsulación**

La microencapsulación es un proceso en el que las sustancias activas, como enzimas, probióticos, vitaminas y sabores, se encapsulan dentro de una capa o matriz protectora a escala microscópica. Este proceso implica la formación de una estructura que recubre el núcleo, donde el ingrediente activo o núcleo está rodeado por un material de recubrimiento o también denominada cubierta que puede estar elaborado a bases de diversas sustancias que incluyen polímero, lípidos o proteínas. La selección del material de recubrimiento y el método de encapsulación (secado por aspersión, coacervación, extrusión o recubrimiento en lecho fluidizado) queda al criterio de las propiedades específicas del ingrediente activo y de las características de liberación. (Rojas, 2022)

La microencapsulación cumple varias funciones críticas, principalmente proteger y aislar los componentes activos sensibles de factores ambientales que puedan provocar su degradación y pérdida de eficacia (Lira, 2015). Además, controla la liberación del ingrediente activo para mejorar su estabilidad y funcionalidad, permitiendo que se adapte a condiciones específicas como cambios de pH, temperatura o actividad enzimática. Esta liberación controlada es particularmente valiosa en la industria alimentaria, donde el microencapsulado desempeña un papel vital en la mejora de la estabilidad, biodisponibilidad, propiedades sensoriales y eficacia de aditivos esenciales como vitaminas, probióticos, saborizantes y conservantes naturales.

El origen del microencapsulado se remonta a la década de 1950, cuando fue desarrollado por primera vez por la National Cash Register Corporation (NCR) de los Estados Unidos. Inicialmente, esta tecnología se utilizó en la producción de papel de autocopiado, donde se aplicaban pequeñas cápsulas que contenían tinta dentro del papel. Al escribir o teclear con la ayuda de la mecanografía, estas cápsulas se rompían y liberaban la tinta, creando una copia del documento original. Este enfoque innovador en la liberación controlada y protección de ingredientes activos pronto encontró gran acogida en la industria gráfica, permitiéndole expandirse a otras industrias como la farmacéutica, alimentaria y agrícola (Yañez et al., 2002).

A lo largo de los años, y a medida que la ciencia ha avanzado, los métodos de obtención y encapsulación han sido perfeccionados, permitiendo un control preciso sobre la liberación y

estabilización de las sustancias encapsuladas, ampliando así sus aplicaciones en diversos campos.

#### **2.6.1.3.1 Importancia de la microencapsulación**

En la industria alimentaria, la microencapsulación permite la incorporación de ingredientes funcionales en los alimentos sin afectar su sabor, textura o apariencia. Al encapsular los ingredientes activos dentro de una capa protectora a nivel microscópico, se protege a los compuestos volátiles que son sensibles a la degradación causada por factores ambientales como oxígeno, humedad y exposición a la luz. Esto no solo extiende la vida útil de los productos, sino que también mantiene su calidad (Estevinho et al., 2013).

Esta protección es fundamental para preservar la eficacia de ingredientes volátiles y sensibles, como vitaminas, probióticos, sabores y compuestos bioactivos, durante las etapas de procesamiento, almacenamiento y consumo, asegurando que el producto final conserve sus propiedades nutricionales y sensoriales.

La microencapsulación contribuye significativamente a la investigación y desarrollo del amplio catálogo de productos lácteos que actualmente existe en el mercado, mejorando sus valores nutricionales, seguridad alimentaria además de hacerlo atractivo para el consumidor. La microencapsulación de sabores y antioxidantes naturales como el extracto de orégano inhibe interacciones indeseables con otros ingredientes, asegurando así consistencia en el sabor y frescura prolongada.

#### **2.6.1.3.2 Métodos de microencapsulación**

Los métodos de microencapsulación son técnicas de encapsulación de las sustancias activas dentro de la matriz, creando micro partículas con liberación controlada y estabilidad mejorada. Estos métodos varían según las diferentes propiedades de los ingredientes activos, las características de liberación y las aplicaciones planeadas. Estos pueden resumirse en tres principales metodologías:

- **Procesos Físicos:** Secado por aspersión, recubrimiento de lecho fluidizado y extrusión.
- **Procesos Químicos:** Evaporación del solvente y coacervación.

- **Procesos Físico-Químicos:** Electrohilado, fundición o extrusión por fusión en caliente. (Yañez et al., 2002)

#### **2.6.1.4 Oxidación Lipídica**

La oxidación de lípidos en los alimentos es el proceso químico en el que los lípidos como grasas y aceites se degradan debido a la reacción con el oxígeno. Este proceso es una de las principales causas de deterioro y degradación de la calidad de los productos, provocando sabores desagradables, rancidez y pérdida de valor nutricional.

La velocidad y los grados de oxidación de los lípidos están influenciados por varios factores, como el tipo de lípido, la presencia de antioxidantes, la temperatura, la exposición al aire y la luz. Las grasas insaturadas, son especialmente propensas a la oxidación dado a la presencia de dobles enlaces son más susceptibles a la acción de los radicales del oxígeno (Sottero et al., 2018). A medida que la oxidación progresa, la integridad de las moléculas de lípidos se ven comprometidas, desarrollando sabores rancios y olores desagradables que afectan las cualidades sensoriales de los productos alimenticios.

En la industria alimentaria, el control de la oxidación de lípidos es crucial para mantener la calidad del producto y prolongar su vida útil. Esto ha llevado al desarrollo de metodologías y estrategias para mitigar la oxidación, incluyendo el uso de antioxidantes que neutralizan los radicales libres y previenen la propagación de la reacción en cadena de oxidación. Además, la microencapsulación de antioxidantes puede mejorar su estabilidad y eficacia al protegerlos de factores ambientales. Otros métodos sugeridos incluyen la modificación del embalaje para reducir la exposición al oxígeno, el uso de captadores de oxígeno y el control de las condiciones de almacenamiento para minimizar las fluctuaciones de temperatura y la exposición a la luz.

##### **2.6.1.4.1 Etapas de oxidación lipídica**

La oxidación lipídica es una reacción compleja que involucra algunas etapas, desde la inducción, propagación y terminación.

Durante la fase de inducción, se generan radicales libres, generalmente provocados por la presencia de calor, exposición a la luz o iones metálicos. En la etapa de propagación, los radicales libres reaccionan con las moléculas de lípidos, formando peróxidos. Estos peróxidos, a su vez, reaccionan con otras moléculas lipídicas, formando hidroperóxidos y radicales lipídicos, creando una reacción en cadena que perpetúa el proceso de oxidación. Los

hidroperóxidos se descomponen en productos secundarios de la oxidación, incluyendo aldehídos y cetonas.

Para finalizar con la etapa de terminación, los radicales libres reaccionan entre sí, formando productos estables no radicales, finalizando la reacción en cadena. Esto puede suceder cuando dos radicales libres se combinan o con la neutralización de los radicales con la presencia de los antioxidantes. En este punto ya existe cierto punto de degradación (Laguerre et al., 2007).

### **2.6.1.5 Cinética de alimentos**

La cinética de los alimentos es un campo científico que estudia las velocidades y mecanismos de las reacciones bioquímicas y químicas que afectan la calidad y seguridad de los alimentos a lo largo del tiempo. Este campo abarca diversos procesos, como las reacciones enzimáticas, el crecimiento microbiano y los cambios químicos que pueden provocar deterioro, pérdida de nutrientes, y alteraciones en el sabor, textura y apariencia. Comprender la cinética de los alimentos es fundamental para desarrollar métodos de conservación eficaces y garantizar la estabilidad y seguridad de los productos alimenticios durante su vida útil.

Un aspecto central de la cinética de los alimentos es el concepto de velocidades de reacción, que describe la rapidez con la que se producen estos procesos bajo diferentes condiciones. Se utilizan modelos matemáticos, como la ecuación de Arrhenius y las constantes de velocidad de reacción, para cuantificar estas velocidades y predecir el impacto de factores como la temperatura, el pH y la humedad en la degradación de los alimentos. Estos modelos permiten diseñar condiciones de almacenamiento óptimas y técnicas de procesamiento que minimizan el deterioro y mantienen la calidad de los alimentos. (Rosero y Posada, 2007)

Además, la cinética de los alimentos incluye el estudio de los efectos de diversos métodos de conservación, como la refrigeración, congelación y secado, sobre los procesos de degradación. Analizando cómo estos métodos influyen en las velocidades de reacción, los investigadores pueden desarrollar estrategias para prolongar la vida útil y mejorar la seguridad y atributos sensoriales de los productos alimenticios.

#### **2.6.1.5.1 Método cinético (órdenes de separación)**

El método cinético, en particular en el contexto de los órdenes de separación, es una técnica utilizada para analizar y modelar las velocidades de las reacciones y los procesos químicos, centrándose en el orden de reacción con respecto a los diferentes reactivos. Este método es

esencial para comprender cómo los diversos factores influyen en la velocidad y la eficiencia de las reacciones involucradas en el procesamiento y la conservación de alimentos. Proporciona información sobre la dinámica de cómo los reactivos interactúan y cambian con el tiempo, lo que es crucial para optimizar los procesos industriales y garantizar la calidad del producto.

En el método cinético, las reacciones se clasifican en función de su orden, que se refiere a la potencia a la que se eleva la concentración de un reactivo en la ecuación de velocidad. Los órdenes más comunes son cero, primero y segundo. Por ejemplo, una velocidad de reacción de orden cero es independiente de la concentración del reactivo, mientras que una velocidad de reacción de primer orden es directamente proporcional a ella, y una velocidad de reacción de segundo orden depende del cuadrado de la concentración. Comprender estos órdenes ayuda a modelar con precisión la cinética de las reacciones y predecir el comportamiento de los procesos químicos (Peleg, 2023).

#### 2.6.1.5.2 Cinética de orden cero y uno

La cinética de orden cero se refiere a una velocidad de reacción que es independiente de la concentración de los reactivos. En este tipo de reacción, la velocidad permanece constante a lo largo del tiempo, siempre que haya una cantidad suficiente de reactivo presente. Esto significa que la reacción se desarrolla a una velocidad constante y su constante de velocidad no se ve afectada por los cambios en la concentración de reactivos (Hough y Fiszman, 2005).

**Cinética de orden cero.** La velocidad de reacción es constante y no depende de la concentración del reactivo. Esto significa que la velocidad de reacción permanece invariable mientras haya reactivo presente, y la velocidad está determinada únicamente por la constante de velocidad de orden cero  $k$ . La fórmula para una reacción de orden cero se puede expresar como:

$$\text{Rate} = k \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde *Rate* es la velocidad de reacción y  $k$  es la constante de velocidad de orden cero.

La concentración del reactivo en función del tiempo se puede describir como:

$$A = A_0 - kt \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde  $A$  es la concentración del reactivo en el tiempo  $t$ ,  $A_0$  es la concentración inicial y  $k$  es la constante de velocidad de orden cero.

**Cinética de primer orden.** En la cinética de primer orden, la velocidad de reacción es directamente proporcional a la concentración de un solo reactivo. Esto significa que a medida que disminuye la concentración del reactivo, la velocidad de reacción disminuye proporcionalmente. La fórmula para una reacción de primer orden es:

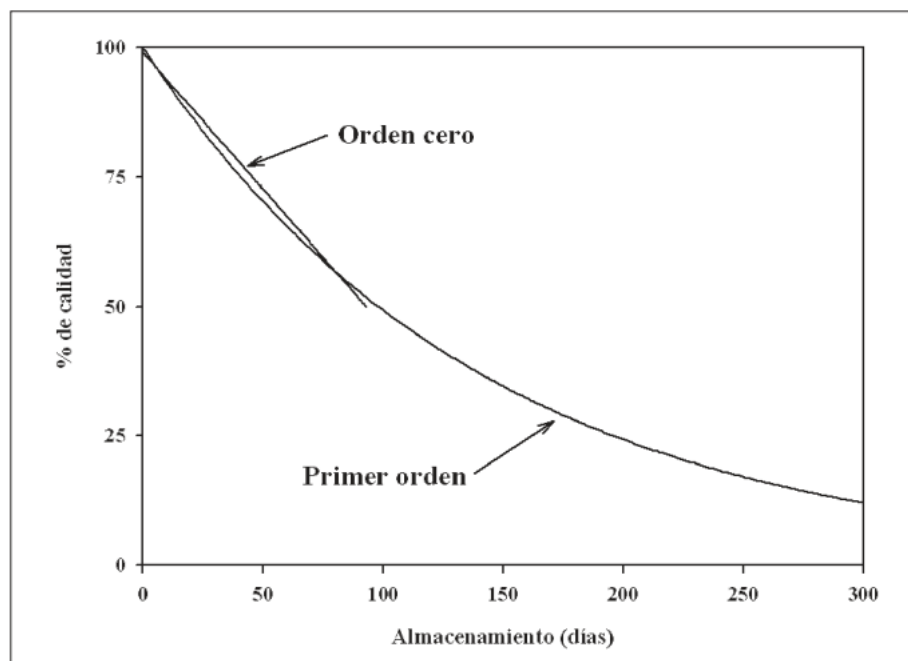
$$\text{Rate} = k[A] \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde  $[A]$  es la concentración del reactivo y  $k$  es la constante de velocidad de primer orden.

La concentración del reactivo en función del tiempo se puede describir mediante:

$$\ln(A) = \ln(A_0) - kt \text{ (Ecuación 4)}$$

Donde  $A$  es la Índice de calidad a  $t$ ,  $A_0$  es la concentración inicial,  $k$  es la constante de velocidad de primer orden,  $t$  es el tiempo de almacenamiento y  $\ln$  es el logaritmo natural.



**Figura 1.** Determinación de órdenes de reacción

**Fuente:** (Hough y Fiszman, 2005).

La cinética de orden cero suele producirse cuando una reacción está limitada por un factor distinto de la concentración del reactivo, como el área de superficie o la disponibilidad del catalizador. En la ciencia de los alimentos, la cinética de orden cero se puede observar en ciertos procesos de conservación en los que la velocidad de degradación es constante a pesar de las concentraciones variables de reactivos. Por ejemplo, la degradación de nutrientes o aditivos

específicos en un producto alimenticio puede seguir una cinética de orden cero si la velocidad de reacción no se ve influida por su concentración (Hough y Fiszman, 2005).

### **2.6.1.6 Queso Crema**

El queso crema es un queso fresco blando y de sabor suave elaborado con leche y nata, conocido por su textura suave, untable y su ligero sabor ácido. Se utiliza ampliamente en aplicaciones culinarias, desde cremas para untar y salsas hasta ingredientes clave en postres como las tartas de queso. La preparación del queso crema implica la acidificación de la leche, a menudo con bacterias de ácido láctico, seguida de la adición de estabilizadores y emulsionantes para mejorar la textura y la vida útil (Pombo, 2021).

En Ecuador, los estándares de producción y calidad del queso crema están regidos por la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN). En concreto, la NTE INEN 2827 es la norma que define los requisitos de calidad e inocuidad de los quesos procesados, incluido el queso crema. Esta norma especifica los criterios de composición necesarios, como el contenido de grasa, los niveles de humedad y los aditivos permitidos. También describe las prácticas de higiene y los requisitos de etiquetado para garantizar que los productos sean seguros para el consumo e informar adecuadamente a los consumidores. Estas regulaciones ayudan a mantener la consistencia del producto y a proteger la salud pública al garantizar que el queso crema y otros productos lácteos cumplan con los parámetros de calidad establecidos.

#### **2.6.1.6.1 Aditivos alimentarios en queso crema**

Los aditivos alimentarios del queso crema son sustancias que se añaden para mejorar su sabor, textura, vida útil y calidad general. Los aditivos más comunes incluyen estabilizadores como la goma de algarroba y la goma guar, que evitan la separación del suero y mantienen una textura suave y consistente. Los conservantes como el sorbato de potasio se utilizan para prolongar la vida útil al inhibir el crecimiento microbiano. Además, los emulsionantes ayudan a integrar los componentes de grasa y agua, lo que garantiza un producto con textura uniforme. El uso de aditivos alimentarios en el queso crema está regulado por normas internacionales para garantizar la seguridad y la calidad (CODEX, 2007/2021).

Según el Codex Alimentarius (CXS 192-1995), se permiten aditivos específicos en cantidades definidas para garantizar que no supongan riesgos para la salud. A continuación, se proporcionan directrices completas sobre los tipos y niveles de aditivos que se pueden utilizar

en la producción de queso crema, lo que garantiza que los fabricantes se adhieran a prácticas seguras manteniendo la calidad del producto.

En la siguiente Tabla 7 se observa los aditivos permitidos en el queso crema.

**Tabla 7.** Aditivos alimentarios permitidos en queso crema

Clase funcional de aditivos	Uso justificado	
	Pasta de queso (b)	Tratamiento de superficie
<b>Colorantes:</b>	X <sup>(a)</sup>	—
<b>Agentes blanqueadores:</b>	—	—
<b>Reguladores de la acidez:</b>	X	—
<b>Estabilizadores:</b>	X <sup>(b)</sup>	—
<b>Espesantes:</b>	X <sup>(b)</sup>	—
<b>Emulsionantes:</b>	X	—
<b>Antioxidantes:</b>	X	—
<b>Conservantes:</b>	X <sup>(b)</sup>	—
<b>Agentes espumantes:</b>	X <sup>(c)</sup>	—
<b>Agentes antiaglutinantes:</b>	—	—

(a) Solo para obtener las características de color descritas en la Sección 2.

(b) Los estabilizadores y espesantes, incluidos los almidones modificados pueden usarse en conformidad con la definición de productos lácteos y solo para productos tratados térmicamente en la medida en que sean funcionalmente necesarios, tomando en cuenta todo uso de gelatina y almidones acorde con lo dispuesto en la Sección 3.2.

(c) Solo para productos batidos

X El uso de aditivos que pertenecen a la clase está justificado tecnológicamente.

— El uso de aditivos que pertenecen a la clase no está justificado tecnológicamente

**Fuente:** Codex Alimentario.

#### 2.6.1.6.2 Origen queso crema

El origen del queso crema se remonta a mediados del siglo XIX en Estados Unidos, concretamente en Nueva York. La creación del queso crema moderno suele atribuirse a un productor lechero llamado William A. Lawrence de Chester, Nueva York, durante 1872 desarrolló un método para producir un queso sin madurar con un mayor contenido de grasa añadiendo nata a la leche. Esta innovación fue refinada y comercializada posteriormente por la marca Philadelphia, que se convirtió en sinónimo del queso crema (Shurtleff & Aoyagi, 2013).

La popularidad del queso crema creció rápidamente debido a su versatilidad y sabor suave, lo que lo convirtió en un producto básico tanto en aplicaciones culinarias saladas como dulces.

Los registros históricos y las revistas gastronómicas indican que el queso crema estaba influenciado por quesos europeos como el *Neufchâtel*, pero se distinguía por su textura y sabor únicos y más ricos. Hoy en día, el queso crema se consume ampliamente en todo el mundo y forma la base de muchos platos tradicionales y contemporáneos.

#### **2.6.1.6.3 Estabilizadores de queso crema**

Los estabilizadores del queso crema son aditivos esenciales que se utilizan para mejorar la textura, la consistencia y la vida útil del producto. Estos estabilizadores incluyen sustancias como la goma de algarroba, la goma guar, la goma xantana y la carragenina, que ayudan a mantener una textura suave y uniforme al evitar la separación del suero de la matriz del queso (Sagastume, 2007).

Los estabilizadores actúan uniendo el agua y aumentando la viscosidad del queso crema, lo que garantiza un producto consistente y untable incluso después de un almacenamiento prolongado. Las investigaciones han demostrado que el uso de estabilizadores no solo mejora las propiedades físicas del queso crema, sino que también contribuye a sus cualidades sensoriales, como su buen sabor y la capacidad de untarse.

La aplicación de estos estabilizadores está regulada por normas de seguridad alimentaria, incluidas las establecidas por el Codex Alimentarius, que especifican los tipos y los niveles permitidos de estabilizadores para garantizar la seguridad del consumidor, siendo su cantidad máxima permitida de 0,5 %. Estas regulaciones son fundamentales para mantener la calidad y la seguridad del queso crema, lo que hace que los estabilizadores sean un componente vital en su producción.

#### **2.6.1.6.4 Composición nutricional de queso crema**

El queso crema es un producto lácteo conocido por su textura rica, cremosa y su sabor suave. Está compuesto principalmente de grasa y agua, con proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales adicionales. El perfil nutricional del queso crema puede variar según la marca específica y el método de producción, pero una descripción general de su composición revela sus importantes aportes nutricionales. El queso crema tiene un alto contenido calórico, derivado principalmente de su contenido de grasa, que normalmente constituye alrededor del 33% de su peso total. También contiene cantidades moderadas de proteínas y pequeñas cantidades de carbohidratos, principalmente en forma de lactosa. Además, el queso crema proporciona

vitaminas y minerales esenciales como la vitamina A, la vitamina B2 (riboflavina) y el calcio, lo que contribuye a su valor nutricional general. (Awlqadr, 2015)

Las investigaciones sobre la composición nutricional del queso crema destacan su papel en una dieta equilibrada, especialmente cuando se consume con moderación. Los estudios indican que el alto contenido de grasa del queso crema, si bien contribuye a su textura cremosa, también proporciona una cantidad sustancial de grasas saturadas, que deben consumirse en cantidades limitadas de acuerdo con las pautas dietéticas. Además, el queso crema es una fuente de proteínas completas, que contiene todos los aminoácidos esenciales que necesita el organismo.

En la siguiente Tabla 8 se observa la composición nutricional en el queso crema.

**Tabla 8.** Composición nutricional de queso crema

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad por 100g</b>	<b>Porcentaje del Valor Diario (%)</b>
<b>Calorías</b>	350 kcal	17.5%
<b>Grasa Total</b>	34 g	52%
<b>Grasa Saturada</b>	20 g	100%
<b>Colesterol</b>	110 mg	37%
<b>Sodio</b>	350 mg	15%
<b>Carbohidratos Totales</b>	4 g	1%
<b>Azúcares</b>	3 g	-
<b>Proteínas</b>	7 g	14%
<b>Vitamina A</b>	1000 UI	20%
<b>Calcio</b>	90 mg	9%
<b>Vitamina B2 (Riboflavina)</b>	0.14 mg	8%

**Fuente:** (Awlqadr, 2015)

#### **2.6.1.6.5 Vida útil**

El estudio (Sivashree, et al., 2022) destaca que las características sensoriales, como el sabor y la apariencia, pueden deteriorarse significativamente si el queso crema no se almacena en condiciones óptimas. Además, el análisis microbiano a menudo revela la influencia de los organismos en el proceso de deterioro, incluidas las levaduras y los mohos, pueden crecer si el producto no se refrigera adecuadamente, lo que recalca la necesidad de prácticas de almacenamiento estrictas.

La vida útil del queso crema depende de varios factores, entre ellos, el proceso de producción, el envasado y las condiciones de almacenamiento. Normalmente, el queso crema tiene una vida útil refrigerada de unas dos o tres semanas una vez abierto, aunque los paquetes sin abrir pueden durar varios meses si se almacenan correctamente. El alto contenido de grasa y los niveles de humedad del queso crema lo hacen susceptible al deterioro y la oxidación microbiana, lo que puede afectar negativamente a su sabor, textura y seguridad. Por lo tanto, mantener una refrigeración constante a temperaturas inferiores a 4 °C (39 °F) es fundamental para prolongar su vida útil y preservar su calidad.

### 2.6.1.7 Ecuación de Arrhenius para la vida útil

La ecuación de Arrhenius es una herramienta fundamental que se utiliza en la ciencia de los alimentos para predecir la vida útil de los productos perecederos, incluido el queso crema. Esta ecuación describe la dependencia de la temperatura de las velocidades de reacción, lo que permite a los científicos estimar cómo los cambios en la temperatura de almacenamiento pueden afectar la velocidad de los procesos de descomposición y degradación (Jiang, et al., 2021). La ecuación de Arrhenius se expresa como:

$$k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \text{ (Ecuación 5)}$$

Donde  $k$  es la constante de la velocidad de reacción,  $A$  es el factor pre-exponencial,  $E_a$  es la energía de activación,  $R$  es la constante universal de los gases y  $T$  es la temperatura absoluta en Kelvin. Al aplicar esta ecuación, los investigadores pueden determinar el efecto de la temperatura en la velocidad a la que los atributos de calidad del queso crema, como la textura, el sabor y la estabilidad microbiana, se deterioran con el tiempo.

Con la aplicación de los logaritmos, se muestra la ecuación linealizada con pendiente en  $E_a/R$ , expresada en la Ecuación 4 a continuación:

$$\ln(k) = \ln(A) - \frac{E_a}{R} * \frac{1}{T} \text{ (Ecuación 6)}$$

Al despejar la pendiente en la ecuación ( $E_a/R$ ) se obtiene la energía de activación. Al despejar se obtiene la ecuación para el cálculo estimado en días, meses y años.

$$ts = \frac{\ln\left(\frac{A}{A_0}\right)}{k} \text{ (Ecuación 7)}$$

La aplicación de la ecuación de Arrhenius para determinar la vida útil del queso crema implica realizar experimentos a varias temperaturas para medir las constantes de velocidad de las reacciones de degradación. Estas constantes se utilizan luego para calcular la energía de activación, que ayuda a predecir cómo se comportará el producto en diferentes condiciones de almacenamiento. Por ejemplo, las temperaturas más altas suelen acelerar el proceso de descomposición, lo que da como resultado una vida útil más corta, mientras que las temperaturas más bajas ralentizan las reacciones, lo que prolonga la frescura y la seguridad del producto.

### 2.6.2 Marco Conceptual

- **Queso Crema:** Es un producto lácteo blando, untuoso y de sabor suave, ampliamente utilizado en la gastronomía por su versatilidad. Según (Kim et al., 2022), el queso crema se elabora a partir de leche y crema, y se caracteriza por su alto contenido de grasa, lo que le otorga su textura cremosa.
- **Microencapsulación:** Es una tecnología utilizada para proteger compuestos sensibles y controlar su liberación en el tiempo. La microencapsulación se describe como un proceso que encierra ingredientes activos en una matriz protectora, lo que permite su incorporación en alimentos sin afectar significativamente sus propiedades sensoriales (Favaro-Trindade et al., 2020).
- **Extractos Naturales:** Los extractos naturales, como el extracto de orégano, se utilizan en la industria alimentaria por sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas. Dupas et al. (2020) afirma que los extractos de hierbas como el orégano son eficaces en la inhibición de la oxidación lipídica, lo que prolonga la vida útil de los productos lácteos.
- **Oxidación Lipídica:** Es un proceso químico que afecta la calidad de los alimentos al generar compuestos indeseables que deterioran el sabor y el olor. Oancea et al. (2022) explica que la oxidación lipídica es una de las principales causas de la rancidez en productos lácteos, lo que reduce significativamente su vida útil.
- **Vida Útil y la Ecuación de Arrhenius:** La vida útil de los alimentos es un aspecto crucial en la industria alimentaria, y la ecuación de Arrhenius se utiliza para predecir la velocidad de las reacciones químicas, como la oxidación lipídica, en función de la

temperatura. Zarate (2019) discute cómo la ecuación de Arrhenius puede aplicarse para estimar la vida útil de alimentos al modelar la cinética de degradación.

- **Impacto del Microencapsulado en Queso Crema:** La adición de microencapsulado en el queso crema tiene como objetivo mejorar la estabilidad y la vida útil del producto sin comprometer sus propiedades sensoriales. Popescu et al., (2023) observó que, aunque la microencapsulación mejora la estabilidad, su impacto en el sabor y la textura del queso crema puede variar dependiendo del método utilizado y del tipo de encapsulante.

## **2.7 Metodología del Proyecto de Investigación**

### **2.7.1 Tipos de investigación**

En el trabajo de investigación se apoyó de los diferentes medios de investigación que ayuden a obtener información para la resolución de las diferentes problemáticas e incógnitas que existen.

#### **2.7.1.1 Investigación teórica**

En esencia es un proceso organizado para ampliar el conocimiento a través de la reflexión y el análisis crítico de las hipótesis, concepciones y proposiciones ya establecidas. Para ello se enfoca en comprender y explicar la realidad desde una perspectiva profunda y abstracta, sin enfocarse por encontrar una forma inmediata de aplicar ese conocimiento en la práctica (Arias-Odón, 2019).

Tener una sólida investigación teórica antes de llevar a cabo la aplicación. Es crucial respaldar la literatura científica existente sobre antioxidantes naturales, oxidación lipídica y microencapsulación para sustentar los principios teóricos subyacentes y establecer una base sólida para el proyecto de titulación.

#### **2.7.1.2 Investigación aplicada**

Se enfoca en la búsqueda de respuestas a soluciones reales que afronta la sociedad. Se utilizan métodos científicos y técnicas de investigaciones prácticas y precisas para abordar los desafíos de manera efectiva. Se concentra en obtener resultados concretos y cuantificables que puedan traducirse en soluciones tangibles en la calidad de vida de las personas (Castro, et al., 2023).

Este proyecto busca aplicar los conocimientos teóricos y científicos existentes sobre antioxidantes naturales y oxidación lipídica en la industria alimentaria centrándose en un problema específico y práctico: mejorar la estabilidad además de prolongar la vida útil del queso crema.

### **2.7.1.3 Investigación descriptiva**

Se centra en la observación y el registro detallado de las características que pueda presentar un fenómeno o variables específicas sin profundizar en causas subyacentes que pueda tener. Esto implica diseñar la investigación, formular preguntas específicas que lleven al análisis sistemático de los datos recolectados para describir de manera íntegra los aspectos fundamentales homogéneos en los fenómenos. (Guevara, et al., 2020)

Dentro del proyecto se incluyen elementos de investigación descriptiva, particularmente en la etapa de análisis de los valores del índice de peróxidos e índice de acidez en las diferentes muestras de queso crema. En esta fase, se describirán y analizarán las características y propiedades físico-químicas del queso crema en función del tiempo y la concentración de microencapsulado de orégano.

### **2.7.1.4 Investigación cuantitativa**

La investigación cuantitativa se enfoca en la recolección y análisis de datos numéricos o contables para describir, medir y cuantificar fenómenos. Es un método que se caracteriza por tener un enfoque sistemático, deductivo y objetivo, para poder entender si una variable contribuye significativamente a los cambios de otra. Esto puede influir en que los resultados obtenidos sean o no únicos de un fenómeno. (Rojas et al., 2022)

En el proyecto se evalúan los efectos de la adición del microencapsulado de orégano en el retardo de la oxidación lipídica en el queso crema. Se recolectarán datos numéricos y se utilizarán técnicas estadísticas para analizar los resultados de los ensayos y determinar la eficacia del tratamiento antioxidante en la conservación del queso crema.

## **2.7.2 Métodos de investigación**

### **2.7.2.1 Método deductivo**

Es un proceso lógico en el que se extraen conclusiones a partir de un conjunto de premisas o principios generales. Surge de una afirmación o hipótesis general y examina las posibilidades de llegar a una conclusión específica. Usualmente se utiliza en la investigación científica para poner a prueba teorías o hipótesis. Los investigadores pueden predecir resultados o explicar fenómenos al aplicar reglas o leyes generales a casos particulares. Este enfoque deductivo se valora por su precisión y coherencia lógica, lo que lo convierte en una herramienta poderosa para construir y validar marcos teóricos en la investigación (Westreicher, 2020).

### **2.7.2.2 Método inductivo**

Es un enfoque de investigación que parte de observaciones específicas o casos reales para desarrollar generalizaciones y teorías más amplias (Westreicher, 2020). A diferencia del método deductivo, que comienza con una hipótesis, el método inductivo recopila datos e identifica patrones y regularidades. A partir de estos patrones, se forman hipótesis provisionales que luego apertura la investigación y el análisis más a fondo. Este enfoque se utiliza a menudo en la investigación cualitativa, cuyo objetivo es comprender fenómenos complejos a través de la observación detallada.

### **2.7.2.3 Método experimental**

Es un enfoque de investigación utilizado para establecer relaciones de causa y efecto mediante la manipulación de una o más variables independientes y la observación de los cambios resultantes en las variables dependientes. Este método (Mosquera, 2024) implica crear un entorno controlado en el que las variables se pueden alterar sistemáticamente y sus efectos se pueden medir, manteniendo otros factores constantes. Comúnmente, incluye la asignación aleatoria de sujetos a diferentes grupos, como grupos experimentales y de control, para garantizar resultados imparciales. El método experimental es fundamental en la investigación científica para probar hipótesis y validar teorías, ya que proporciona evidencia sólida y replicable a través de pruebas y observaciones rigurosas.

### **2.7.3 Técnicas**

#### **2.7.3.1 Observaciones**

Las observaciones como técnicas de investigación implican observar y registrar sistemáticamente comportamientos, eventos o fenómenos tal como ocurren en su entorno natural. Este método permite a los investigadores recopilar datos sin interferencias, proporcionando un contexto del mundo real que mejora la validez de los hallazgos. Las observaciones pueden ser estructuradas, con criterios y protocolos específicos, o no estructuradas, permitiendo un enfoque más flexible y abierto (Equipo editorial, Etecé, 2023).

Esta técnica es particularmente útil en la investigación cualitativa para comprender interacciones, comportamientos y procesos complejos dentro de la adición de microencapsulado de orégano en las diferentes muestras de queso crema, ofreciendo conocimientos profundos que podrían no ser accesibles a través de otros métodos, como encuestas o experimentos.

#### **2.7.3.2 Encuesta de aceptación sensorial**

Las encuestas de aceptación sensorial son técnicas de investigación utilizadas para evaluar y medir las preferencias y percepciones de los individuos sobre productos en función de sus atributos sensoriales, como el sabor, el olor, la textura y la apariencia (Hernández, 2005). Estas encuestas implican presentar a los participantes varias muestras y pedirles que las califiquen o clasifiquen según criterios específicos. Los datos recopilados brindan información sobre las preferencias de los consumidores y pueden orientar el desarrollo y la mejora de los productos.

Según Mondino y Ferratto (2006), la evaluación sensorial permite detectar diferencias sutiles en sabor, textura y aroma, lo que es crucial para establecer los límites de aceptación del consumidor. Las encuestas de aceptación sensorial son particularmente valiosas en la industria de alimentos y bebidas, donde comprender las preferencias sensoriales de los consumidores es crucial para el éxito en el mercado y la optimización de los productos.

#### **2.7.3.3 Modelo matemático de cinética de degradación de alimentos**

Un modelo matemático de la cinética de degradación de los alimentos es un marco cuantitativo que describe y predice la velocidad a la que se deteriora la calidad de los alimentos con el

tiempo. Utilizando ecuaciones matemáticas, este modelo representa los procesos químicos, físicos y microbiológicos que contribuyen al deterioro de los alimentos (Alvarado, 2014)

Al incorporar variables como temperatura, humedad y condiciones de almacenamiento, el modelo ayuda a comprender los factores que afectan la estabilidad y la vida útil de los alimentos. Estos modelos son esenciales en la industria alimentaria para optimizar las técnicas de conservación, prolongar la vida útil de los productos y garantizar la seguridad y calidad en la producción y el almacenamiento de alimentos.

#### **2.7.4 Materiales y Equipos**

##### **Equipos**

- Agitador
- Eléctrico
- Balanza
- Balanza Analítica
- Centrífuga
- Estufa
- Marmita
- Sorbona

##### **Materiales**

- Balas de Agitación
- Balón de Aforo de 100 ml
- Matraces Erlenmeyer 100 ml y 250 ml
- Tubos de muestra de Sangre
- Papel Aluminio
- Limpia pipas
- Jabón
- Papel Secante

##### **Reactivos**

- Tricloruro de metilo (Cloroformo)
- Ácido acético
- Hidróxido de Sodio NaOH
- Alcohol metílico (Metanol)
- Solución de almidón
- Yoduro de potasio
- Tiosulfato de sodio
- Fenolftaleína

### 2.7.5 Metodología y descripción de elaboración del queso crema

Es fundamental mantener las medidas de higiene para garantizar la inocuidad durante la manipulación de los insumos y materias primas, así como prestar especial atención al pesaje exacto de los insumos de acuerdo con la formulación establecida.

- **Recepción de materia prima y filtración.** Se recibe la leche cruda y se filtra para eliminar las impurezas. Se realiza un primer análisis organoléptico para el color, textura y temperatura. Se miden 40 litros de leche, luego se colocan en la marmita.



**Figura 2.** Recepción de materia prima y filtración

**Fuente:** (Jara, 2024)

- **Análisis.** Se toma una muestra de la leche para realizar análisis preliminares para garantizar valores dentro de los parámetros de calidad establecidos por la norma INEN 9:2012. Pruebas a realizar: Prueba sensorial, de alcohol, pH y Lactomilk.



**Figura 3.** Análisis

**Fuente:** (Jara, 2024)

- **Adición de sólidos (leche en polvo).** Se añade leche en polvo (5% del peso total) para aumentar el contenido de sólidos y mejorar la textura.



**Figura 4.** Adición de sólidos

**Fuente:** (Jara, 2024)

- **Pasteurización.** Durante este proceso térmico se eleva la temperatura la leche para eliminar las bacterias patógenas y garantizar la seguridad del alimento. Se mantiene la temperatura a 70 °C durante 30 minutos. Luego se reduce la temperatura a 38 °C.



**Figura 5.** Pasteurización

**Fuente:** (Jara, 2024)

- **Adición de fermento.** Se añade el fermento según las instrucciones del fabricante.



**Figura 6.** Adición de fermento

**Fuente:** (Jara, 2024)

- **Reposo I.** Se deja reposar por 60 min el fermento manteniendo la temperatura de 35 °C.
- **Cuajado.** Se añade el cuajo en base a las instrucciones del fabricante.



**Figura 7.** Cuajado

**Fuente:** (Jara, 2024)

- **Reposo II.** Se deja reposar de entre 8 a 10 horas, controlando la temperatura a 35 °C.
- **Corte y desuerado.** La cuajada se corta para liberar el suero (líquido) y ayudar a la separación de la cuajada.



**Figura 8.** Corte y desuerado

**Fuente:** (Jara, 2024)

- **Refrigeración.** La cuajada se enfría para detener la fermentación y conservar la textura.



**Figura 9.** Refrigeración

**Fuente:** (Jara, 2024)

- **Homogenización.** La mezcla de queso crema se mezcla para garantizar una textura suave y consistente. Se añade sal (6 gramos por litro) y la dosis de microencapsulado.



**Figura 10.** Homogenización

**Fuente:** (Jara, 2024)

- **Envasado.** El queso crema se envasa en contenedores para su posterior análisis, en porciones de 100 gramos, para los tratamientos MT, M1 (0,05%) y M2 (0,1%).



**Figura 11.** Envasado

**Fuente:** (Jara, 2024)

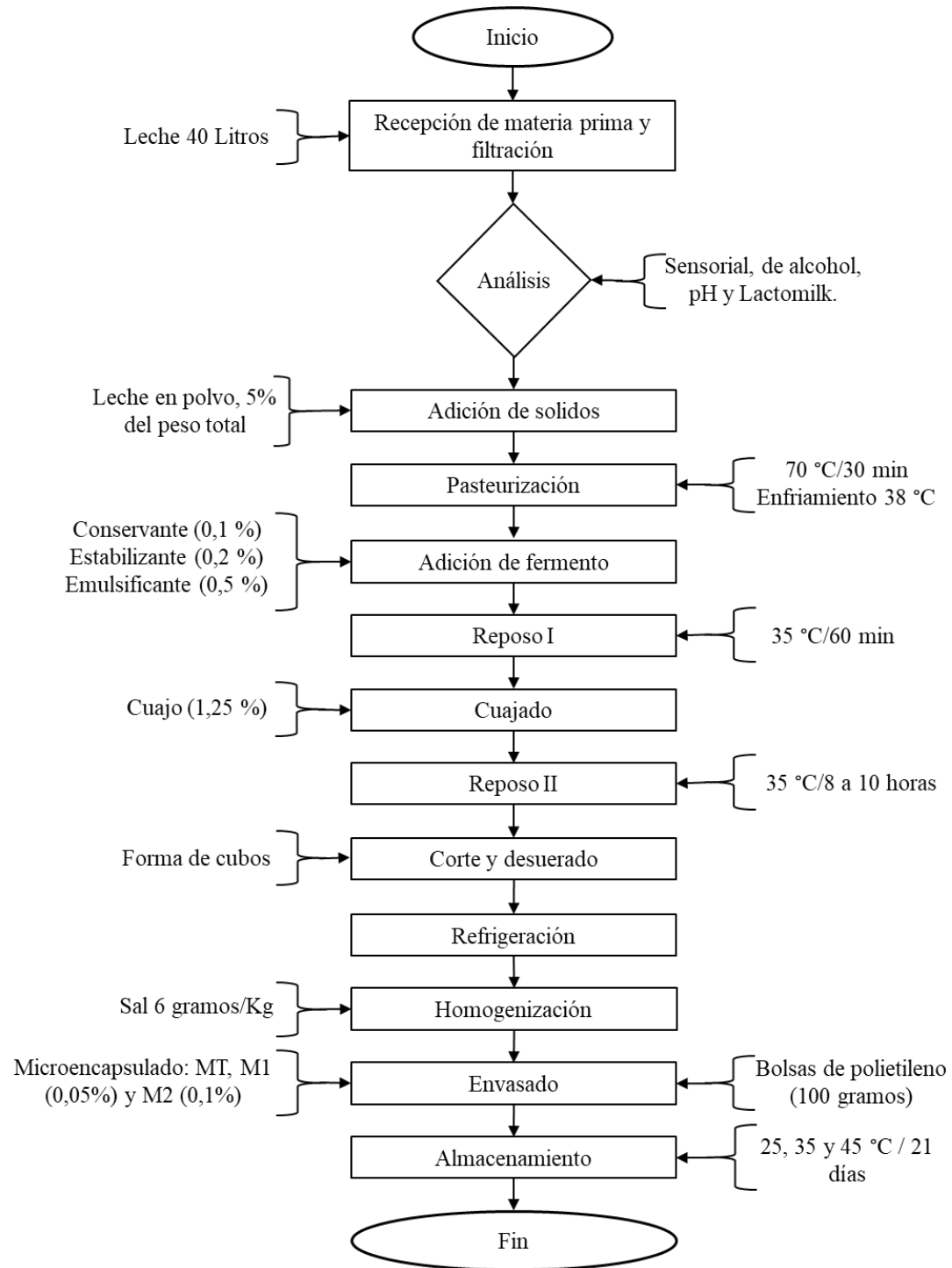
- **Almacenamiento.** El queso crema envasado se almacena en condiciones controladas en incubadoras. Una muestra de cada tratamiento MT, M1 (0,05%) y M2 (0,1%), se almacena a temperaturas de 25, 35 y 45 °C durante 21 días.



**Figura 12.** Almacenamiento

**Fuente:** (Jara, 2024)

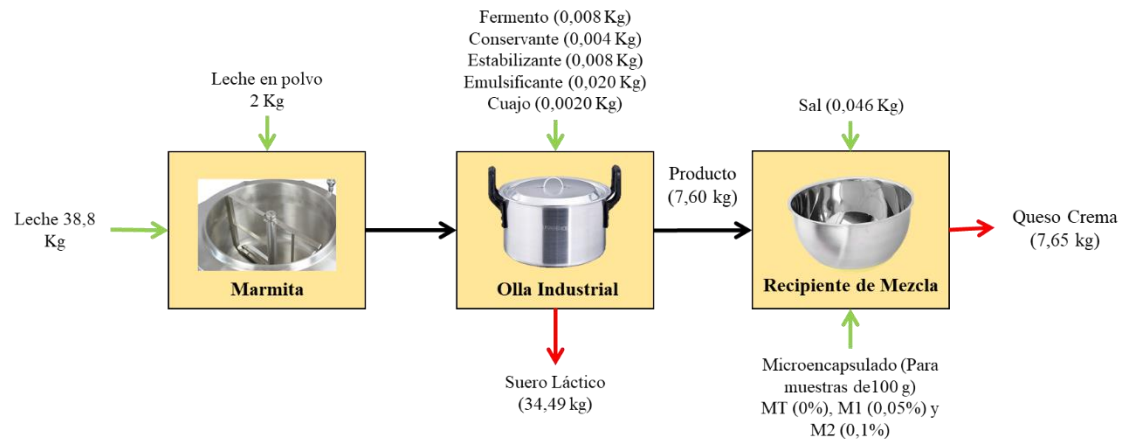
### 2.7.6 Diagrama de flujo elaboración de queso crema



**Figura 13.** Diagrama de flujo elaboración de Queso Crema

**Fuente:** (Jara, 2024)

### 2.7.6.1 Balance de materia y energía



**Figura 14.** Balance de materia y energía de Queso Crema

**Fuente:** (Jara, 2024)

## 2.7.7 Métodos de análisis fisicoquímico del queso crema

### 2.7.7.1 Determinación de acidez titulable (AOAC 920,43 (2005))

La determinación de la acidez titulable es un análisis fisicoquímico crucial que se utiliza para evaluar la calidad y la frescura del producto. Según el método AOAC 920.43 (2005), este proceso implica varios pasos para medir con precisión el nivel de acidez del queso crema.

#### Reactivos

- NaOH 0.1 N
- Fenolftaleína 1%.

#### Procedimiento

- Primero se homogeneiza una cantidad específica de muestra (5 gramos) para garantizar una mezcla uniforme.
- Luego, esta muestra se diluye con un volumen conocido de agua destilada (50 ml) para facilitar la titulación. El factor de dilución debe controlarse cuidadosamente para garantizar resultados precisos.

- A continuación, la muestra diluida se titula con una solución estandarizada de hidróxido de sodio (NaOH). La titulación se realiza utilizando una bureta para agregar la solución de NaOH gradualmente a la muestra.
- Se agregan a la mezcla unas gotas de un indicador adecuado, como fenolftaleína, para señalar el punto final de la titulación.
- El indicador cambia de color cuando la muestra alcanza el pH neutro, lo que corresponde a la finalización de la reacción entre la acidez de la muestra y el NaOH.
- Se registra el volumen de solución de NaOH utilizado para alcanzar el punto final.

Luego, este volumen se utiliza para calcular la acidez titulable del queso crema. La acidez se expresa como un porcentaje de ácido láctico, que es un indicador común del nivel de fermentación en los productos lácteos. La fórmula utilizada para el cálculo es típicamente:

$$\text{Acidez} \left( \% \frac{m}{m} \right) = \frac{Vg * N * 100}{\text{Peso de la muestra en gramos}} \quad \text{(Ecuación 8)}$$

**Dónde:** 1ml de NaOH 0,1 N → 0,090 g. ácido láctico

Vg = ml gastados la titulación de la muestra

N= normalidad del hidróxido

La determinación precisa de la acidez titulable ayuda a monitorear el proceso de fermentación y garantizar que el producto final cumpla con los estándares requeridos.

### 2.7.7.2 Índice de peróxidos (Norma AOAC 983,23)

Durante el almacenamiento de productos alimenticios como aceites y grasas, los enlaces insaturados absorben oxígeno y reaccionan de forma similar a los peróxidos, dando lugar a la formación de productos volátiles que pueden afectar negativamente al gusto y al olfato, fenómeno conocido como rancidez oxidativa. Cuando las sustancias grasas se exponen simultáneamente al aire, a la luz y, sobre todo, a la humedad, sufren un proceso de alteración en el que se forman ácidos libres y sustancias aldehídicas. Este proceso se denomina "rancidez".

La norma INEN 1313 (2016) menciona que el índice de peróxidos máximo permitidos en grasas o mantecas comestibles es de 5 meq O<sub>2</sub>/kg. La unidad (meq) se refiere a miliequivalentes de peróxido por kilogramo de producto.

En los métodos estándar para medir la rancidez, la muestra se disuelve en una mezcla de ácido acético y cloroformo, seguido de la adición de yoduro de potasio. El peróxido de oxígeno presente libera yodo del yoduro de potasio (KI), y este yodo se titula luego con tiosulfato. La norma INEN–ISO 3960:2013, sugiere el método de determinación de peróxidos para aceites y grasas de origen animal y vegetal.

### **INEN–ISO 3961:2013**

#### **Procedimiento**

- Pesa aproximadamente 15 g de queso crema y colócalo en un erlenmeyer de 500 ml.
- Añade 80 ml de metanol y 40 ml de cloroformo al erlenmeyer.
- Coloca una pastilla magnética dentro del erlenmeyer y colócalo en un baño maría sobre una plancha magnética a una temperatura de entre 45 °C y 50 °C.
- Deja en agitación durante 15 minutos.
- Añade 40 ml adicionales de cloroformo y agita durante 5 minutos.
- Agrega 40 ml de agua destilada y mezcla durante 1 minuto más.
- Deja reposar para permitir la separación de la fase acuosa y la fase oleosa.
- Utilizando una pipeta, transfiere la fase oleosa a tubos de ensayo.
- Centrifuga los tubos durante 10 minutos a 3000 rpm.
- Pipetea aproximadamente 65 ml de la mezcla aceite-cloroformo y colócala en un erlenmeyer de 250 ml.
- Coloca el erlenmeyer en un baño maría para evaporar el cloroformo.

#### **(ISO 3960)**

## Reactivos

- **Mezcla ácido acético-cloroformo 2:1:** Mezclar 2 volúmenes de ácido acético con 1 volumen de cloroformo.
- **Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.1N:** Pesar 25 gramos de tiosulfato de sodio.5 H<sub>2</sub>O y aforar a 1000 ml con agua destilada hervida y fría. Una vez aforado añadir gotas de cloroformo.
- **KI 5%:** Pesar 5 gramos de yoduro de potasio y aforar a 100 ml con agua destilada.
- **Almidón 1%:** Pesar 1 gramo de almidón soluble, se disuelve en 80 ml de agua, calentar, una vez disuelto todo se lleva a 100 ml con agua destilada.

## Procedimiento

- Pesar aproximadamente 1 gramo de aceite y colócalo en un erlenmeyer de 100 ml limpio y seco.
- Añadir 1 gramo de yoduro de potasio (KI) al erlenmeyer.
- Agregar 20 ml de una mezcla de disolvente (2:1 ácido acético glacial - cloroformo).
- Cubrir el erlenmeyer y colocarlo en agua hirviendo durante 60 segundos.
- Inmediatamente se vierte el líquido caliente en un matraz que contiene 20 ml de solución de KI al 5%.
- Lavar el erlenmeyer con 15 ml adicionales de solución de KI al 5%.
- Luego, enjuagar el erlenmeyer con 10 ml de agua destilada.
- Añadir una solución de almidón al matraz.
- Valorar la solución con tiosulfato 0.002 N, asegurándose de que el volumen de tiosulfato utilizado no exceda los 10 ml si el producto está en buen estado.

$$\text{Indice de Peróxido IP} = \frac{(V_m - V_b) * N}{\text{Peso de la muestra en gramos}} * 100 \text{ (Ecuación 9)}$$

**Donde:**

$V_m$  = ml  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  gastados la titulación de la muestra

$V_b$  = ml  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  gastados en la titulación del blanco

$N$  = normalidad del tiosulfato

## 2.8 Hipótesis o preguntas científicas

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** La dosificación del microencapsulado de orégano (*Origanum vulgare L.*) no influyen en la estabilidad oxidativa y tiempo de vida útil del queso crema.

**Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ):** La dosificación del microencapsulado de orégano (*Origanum vulgare L.*) si influyen en la estabilidad oxidativa y tiempo de vida útil del queso crema.

**Validación de la hipótesis:** Se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$  y se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  dado a que se ha demostrado que la adición de microencapsulado de orégano (*Origanum vulgare L.*) si tiene efecto sobre su estabilidad oxidativa y tiempo de vida útil del queso crema.

## 2.9 Diseño Experimental

### 2.9.1 Planteamiento del Diseño Experimental

Se analizó la influencia de diferentes tratamientos de microencapsulado en la estabilidad y vida útil del queso crema, mediante la aplicación de principios de cinética química. Se busca determinar la energía de activación ( $E_a$ ) de la oxidación lipídica y evaluar el impacto de diferentes temperaturas de almacenamiento en la calidad del producto.

### 2.9.2 Variables del Estudio

1. Variable Independiente:
  - Tratamientos de microencapsulado (MT-0%, M1-0,05%, M2-0,1%)
2. Variables Dependientes:
  - Vida útil del producto (en días, meses, años)
  - Constante de velocidad de oxidación ( $k$ )

- Energía de activación ( $E_a$ )
- Índice de peróxidos (IP)

### 3. Variables de Control:

- Temperaturas de almacenamiento (25°C, 35°C, 45°C)
- Condiciones de almacenamiento
- Composición inicial del queso crema

### 2.9.3 Procedimiento

#### **Selección y Preparación de Muestras:**

- Se prepararán tres lotes de queso crema, cada uno con un tratamiento diferente de microencapsulado: MT-0% (sin microencapsulado), M1-0,05% (con 0,05% de microencapsulado de orégano) y M2-0,1% (con 0,1% de microencapsulado de orégano).
- Las muestras serán envasadas en condiciones controladas para evitar contaminación y asegurar la homogeneidad.

#### **Almacenamiento y Monitoreo:**

- Las muestras serán almacenadas a cuatro diferentes temperaturas: 20°C, 25°C, 35°C y 45°C.
- Se realizarán lecturas periódicas cada 7 días durante un período de 21 días para medir el índice de peróxidos (IP) y otros parámetros de calidad.

#### **Determinación de la Constante de Velocidad de Oxidación (k):**

- A partir de los datos obtenidos de IP, se calculará la constante de velocidad de oxidación para cada tratamiento y temperatura utilizando la ecuación de Arrhenius.
- La ecuación de primer orden será ajustada para describir la cinética de oxidación lipídica.

### Cálculo de la Energía de Activación (Ea):

- Se utilizará la ecuación de Arrhenius para determinar la energía de activación (Ea) de cada tratamiento, lo cual implica graficar  $\ln(k)$  versus  $1/T$  y calcular la pendiente de la línea resultante.
- Los valores de Ea serán comparados entre tratamientos para evaluar la efectividad del microencapsulado en la estabilidad del producto.

**Tabla 9.** Diseño Experimental

Muestras	MT	Concentraciones	
		M1	M2
% Concentración	0	0,05	0,1
Temperatura °C	25	25	25
	35	35	35
	45	45	45

**Fuente:** (Jara, 2024)

## 2.10 Análisis y discusión de resultados

### 2.10.1 Evaluación sensorial de dosis mínima y máxima de microencapsulado de orégano (*Origanum vulgare L.*) en formulación de las muestras de queso crema

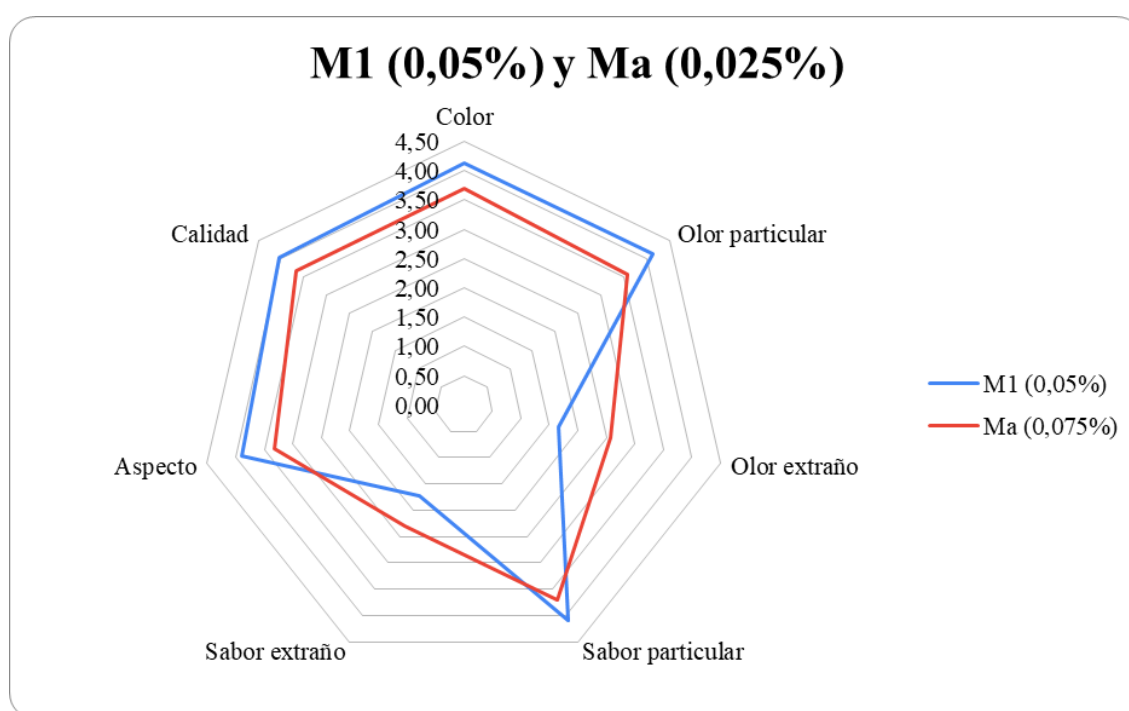
La evaluación sensorial es un método ampliamente utilizado para determinar las características organolépticas de los alimentos, y diversos autores han destacado su importancia en la identificación de las muestras mínimas y máximas. En su estudio, Torricella-Morales et al. (2020) subrayan que, mediante pruebas sensoriales, es posible identificar las concentraciones óptimas de ingredientes que maximicen la aceptación del producto, evitando tanto excesos como deficiencias que puedan afectar negativamente la experiencia del consumidor.

Para determinar la dosis mínima y máxima, se realizó una encuesta de análisis sensorial a 30 estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, quienes tienen experiencia en la evaluación sensorial de productos lácteos como el queso crema. A los catadores se les presentaron cuatro

muestras preparadas según los criterios requeridos y establecidos en la normativa CODEX STAN 275-1973. Las concentraciones de microencapsulado de orégano en las muestras se establecieron de la siguiente forma: para la dosis mínima, M1 (0,05%) y Ma (0,075%); y para la dosis máxima, M2 (0,1%) y Mb (0,125%). Estas muestras se sometieron a un análisis posterior dentro de los parámetros organolépticos.

### 2.10.1.1 Resultados de la evaluación sensorial para la selección de la dosis mínima de adición de microencapsulado de orégano

La Figura 15 a continuación muestra los resultados sensoriales de la comparación entre **Muestra 1** (M1-0,05%) y **Muestra a** (Ma-0,075%) para determinar la dosis mínima aceptable.



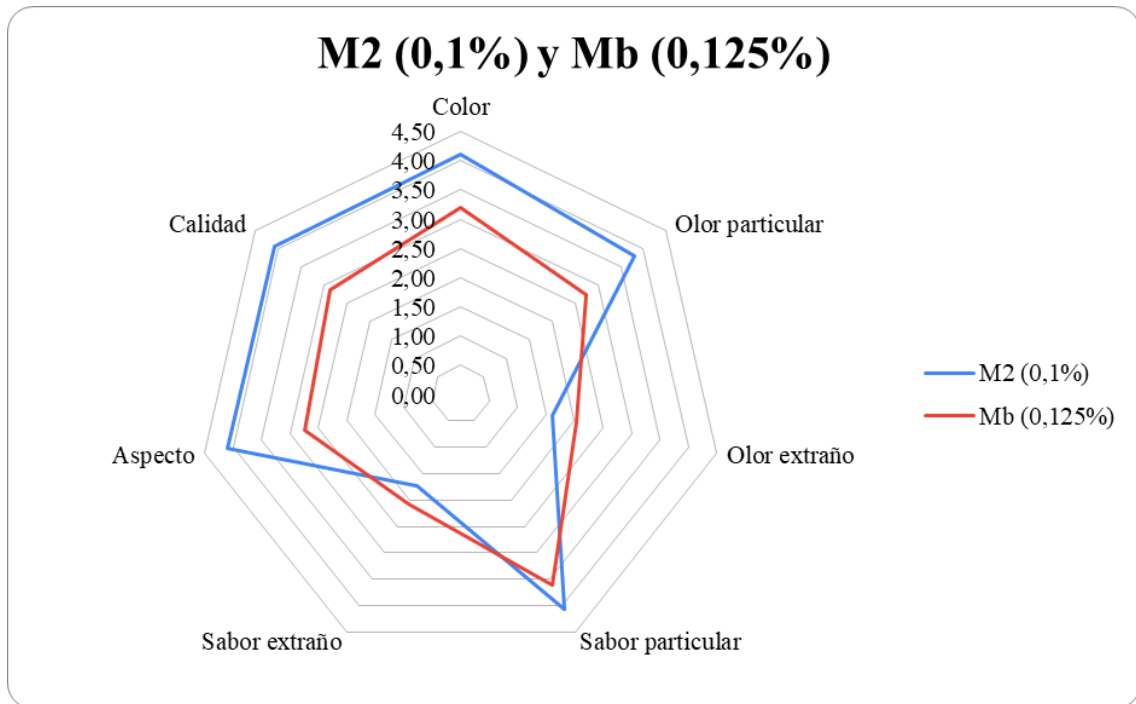
**Figura 15.** Evaluación sensorial para dosis mínima

**Fuente:** (Jara, 2024)

En la Figura 15 se muestran los resultados de la evaluación sensorial de la dosis mínima, en la que se propusieron las siguientes muestras: **Muestra 1** (M1-0,05%) y **Muestra a** (Ma-0,075%) de microencapsulado de orégano. La cuantificación de los resultados determinó que la dosis mínima más aceptable fue M1, de acuerdo con los criterios establecidos en la Normativa ISO 6658 sobre análisis sensorial. Esta muestra proporcionó valores satisfactorios en las siguientes cualidades: calidad, color, olor particular, sabor particular y aspecto.

### 2.10.1.2 Resultados de la evaluación sensorial para la selección de la dosis máxima de adición de microencapsulado de orégano

La Figura 16 a continuación muestra los resultados sensoriales de la comparación entre **Muestra 2** (M2-0,1%) y **Muestra b** (Mb-0,125%) para determinar la dosis mínima aceptable.



**Figura 16.** Evaluación sensorial para dosis máxima

**Fuente:** (Jara, 2024)

En la Figura 16 se muestran la comparación de los resultados de la evaluación sensorial de la dosis mínima, en la que se propusieron las siguientes muestras: **Muestra 2** (M2-0,2%) y **Muestra b** (Mb-0,125%) de microencapsulado de orégano. Mediante el método de gráfica de web de Bernstein, se determinó que la dosis máxima más aceptable fue M2, esta muestra cumple con las cualidades organolépticas aceptables como: calidad, color, olor particular, sabor particular y aspecto.

### 2.10.1.3 Adición de las concentraciones de microencapsulado de orégano

En la siguiente Tabla 10 se indican los tratamientos aplicados a las muestras seleccionadas para la adición del microencapsulado de orégano durante el almacenamiento acelerado de 21 días.

**Tabla 10.** Adición de concentración de microencapsulado de orégano

		Concentraciones		
Muestras		MT	M1	M2
%	Concentración de antioxidante	-	0,05	0,1
Temperatura °C			25	
			35	
			45	

Nota. La Tabla 10 presenta las diferentes concentraciones para los varios tratamientos. **Muestra Testigo** (MT), **Muestra 1** (M1-0,05%), **Muestra 2** (M2-0,1%). Todas estas muestras se expusieron a tres diferentes temperaturas.

**Fuente:** (Jara, 2024)

Una vez establecidas la dosis mínima y máxima, se añadieron diferentes concentraciones de microencapsulado de orégano en muestras de 100 gramos (MT, M1-0,05%, M2-0,1%), además de un duplicado de cada muestra. Luego, se expusieron a un almacenamiento acelerado a tres distintas temperaturas (25, 35 y 45 °C).

## 2.10.2 Comportamiento del Índice de Peróxido e Índice de Acidez durante el almacenamiento acelerado

### 2.10.2.1 Valores de Índice de Peróxido (IP) durante el almacenamiento acelerado

La Tabla 11 presenta los resultados registrados del índice de peróxidos a tres distintas temperaturas. MT representa el tratamiento testigo, M1 corresponde al tratamiento con la dosis mínima (0,05%) y M2 al tratamiento con la dosis máxima (0,1%).

**Tabla 11.** Valores de Índice de Peróxidos determinados en el almacenamiento acelerado

Día	IP (meq O <sub>2</sub> /Kg)								
	25 °C			35 °C			45 °C		
	MT	M1	M2	MT	M1	M2	MT	M1	M2
0	1,47	0,87	0,47	1,53	0,73	0,40	1,47	0,73	0,40
7	2,07	1,07	0,87	2,73	1,07	0,73	3,73	2,13	1,67
14	3,87	1,87	1,47	4,73	1,47	1,07	5,67	2,47	2,07
21	4,33	2,27	1,80	5,93	2,33	1,53	6,87	3,00	2,47

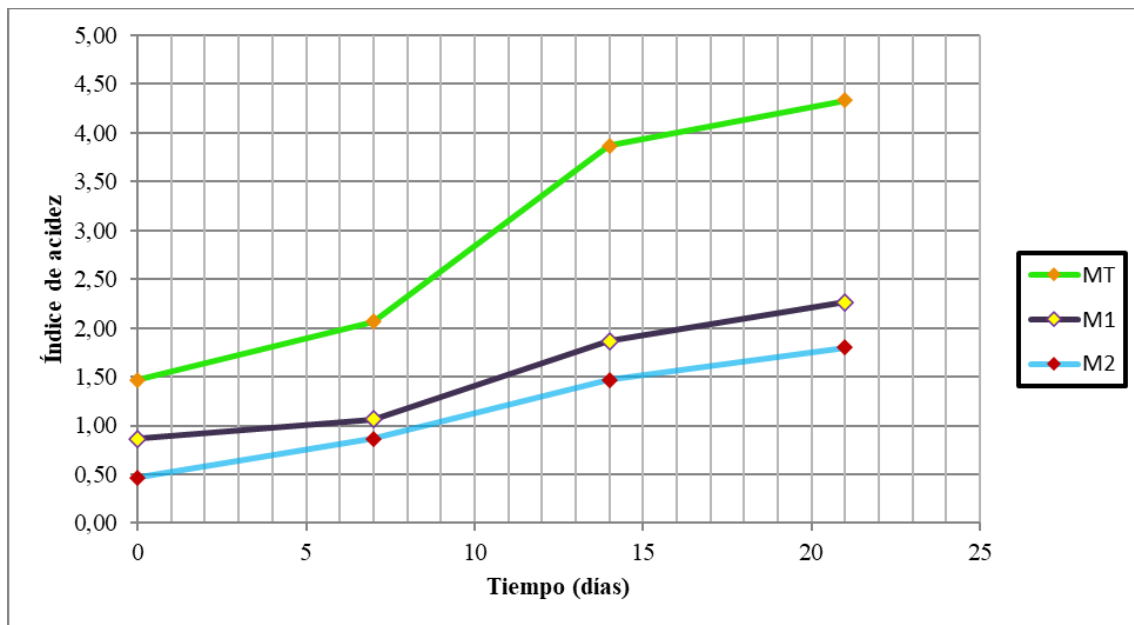
**Fuente:** (Jara, 2024)

Los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de la fórmula para la determinación del índice de peróxidos, las mediciones se realizaron cada siete días durante 21 días, los análisis se realizaron en triplicado para lo cual se calculó el promedio de estos como se observa en la Tabla 11. Los datos muestran una variación ascendente en el transcurso de los días, con ello se buscó determinar el mejor tratamiento con la adición de microencapsulado de orégano.

Según (Saini, et al., 2021) es posible estimar el contenido de sustancias que oxidan el yoduro de potasio, expresado en términos de miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramo de grasa. Este método se utiliza ampliamente para evaluar la calidad y estabilidad oxidativa de productos grasos y lácteos, permitiendo determinar la presencia y concentración de peróxidos que indican el grado de rancidez y deterioro del producto.

#### 2.10.2.1.1 Comportamiento del IP de los tratamientos a 25°C

La Figura 17 muestra el comportamiento del índice de peróxidos en la muestra testigo y en las muestras con adición de microencapsulado durante el almacenamiento a 25 °C.



**Figura 17** Comportamiento IP (25 °C)

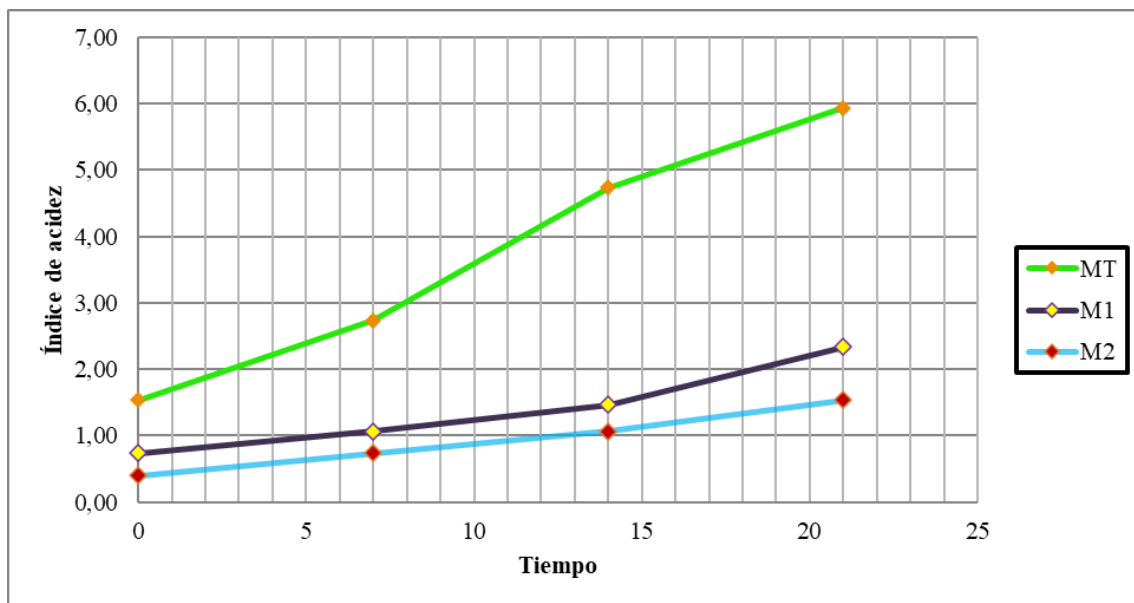
**Fuente:** (Jara, 2024)

En la Figura 17, se observa los valores IP de la Tabla 11 ya graficados, se refleja el IP en las tres muestras MT-0%, M1-0,05% y M2-0,1% de microencapsulado, la actividad incrementa durante un almacenamiento acelerado a temperatura de 25 °C. Es importante enfatizar la similitud en el comportamiento de IP entre la M1-0,05% y M2-0,1% a las cuales se le añadió microencapsulado de orégano. En cuanto a la muestra MT-0% se observa que el índice de peróxidos desde el día 0 de almacenamiento su valor de oxidación lipídica es mucho mayor a la de los tratamientos con dosificación de microencapsulado, demostrando un mayor deterioro en la calidad del queso crema.

Dentro de la norma NTE INEN 1313, el valor máximo permitido de grasas comestibles es de 5 meq O<sub>2</sub>/Kg, en contraste las muestras a los 25 °C están dentro del rango establecido durante los 21 días. La oxidación lipídica ocurre como consecuencia reacciones indeseables a la exposición de temperaturas elevadas, causando la descomposición de los lípidos, acelerando el proceso inevitable y natural de deterioro del producto. En contraste, la exposición a temperaturas bajas desacelera el proceso de oxidación natural.

#### 2.10.2.1.2 Comportamiento del IP de los tratamientos a 35°C

La Figura 18 muestra el comportamiento del índice de peróxidos en la muestra testigo y en las muestras con adición de microencapsulado durante el almacenamiento a 35 °C.



**Figura 18.** Comportamiento IP (35 °C)

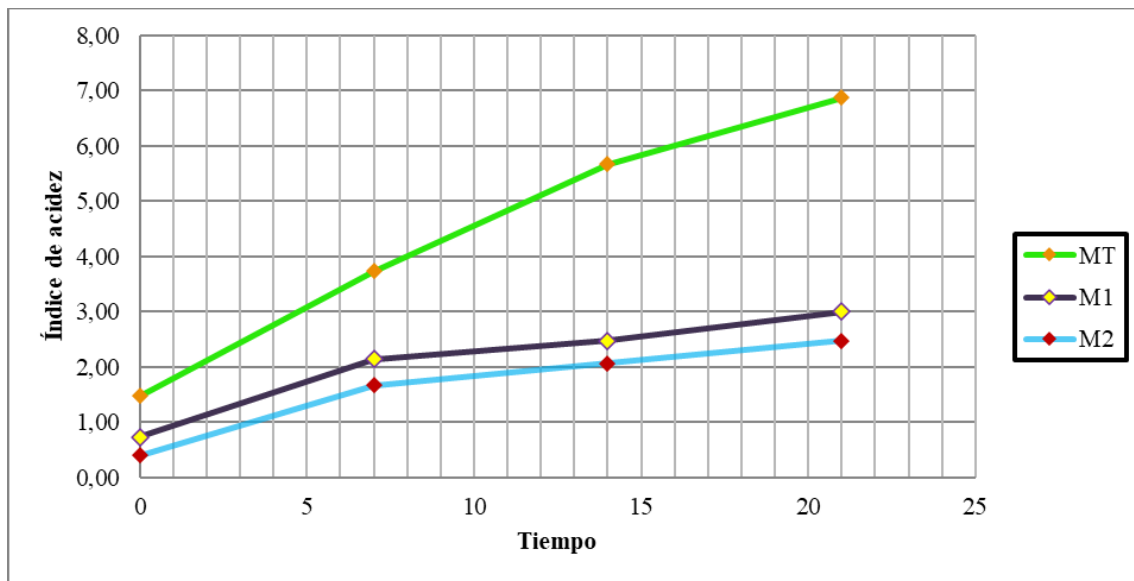
**Fuente:** (Jara, 2024)

En la Figura 18 se muestra el comportamiento de IP de las muestras a los 35°C, en comparación a aquellas expuestas a 25°C. Además, se muestra una evidente diferencia en el IP para el tratamiento MT-0% en comparación de M1-0,05% y M2-0,1%, distanciándose los valores exponencialmente a raíz del día 7, por otro lado, las muestras que han sido dosificadas presentar valores con diferencias menos significativas entre ellas, resaltando que el tratamiento M2-0,1% el que posee un menor IP en comparación a los demás.

Según Villacrés (2022), el aumento de la temperatura acelera la oxidación lipídica, incrementando significativamente el índice de peróxidos. En contraste, García-Martínez (2018) sugieren que ciertos antioxidantes naturales pueden mitigar este efecto, manteniendo niveles más bajos de peróxidos incluso a temperaturas altas. Con estos antecedentes se puede decir que a medida que la temperatura aumente el índice de peróxidos se ira elevando.

### 2.10.2.1.3 Comportamiento del IP de los tratamientos a 45°C

La Figura 19 muestra el comportamiento del índice de peróxidos en la muestra testigo y en las muestras con adición de microencapsulado durante el almacenamiento a 45°C.



**Figura 19.** Comportamiento IP (45 °C)

**Fuente:** (Jara, 2024)

La Figura 19 muestra el comportamiento de IP de los diferentes tratamientos a 45°C, en comparación a las anteriores temperaturas hay un evidente incremento en los valores de IP.

Nuevamente se presenta el contraste entre los valores de M1-0,05% y M2-0,1% que son mucho menores en comparación a MT-0%.

Según González et al. (2017), la elevación de la temperatura durante el almacenamiento y procesamiento de productos lácteos como la mantequilla y el queso crema incrementa significativamente el índice de peróxidos, indicando un mayor grado de oxidación lipídica y deterioro del producto. Además, Hernández y Muñoz (2019) confirman que la oxidación lipídica se acelera a temperaturas más altas, lo que resulta en un incremento en los índices de peróxidos y una disminución en la calidad sensorial y nutricional de los productos lácteos. Lo que evidentemente sugiere que, de las tres temperaturas propuesta, será la de 45°C la que muestra valores mas elevados del IP en contraste a las temperaturas y tratamientos anteriores, a pesar de la presencia de antioxidantes en la formulación de M1-0,05% y M2-0,1%.

### 2.10.2.2 Valores de Índice de Acidez (IA) durante el almacenamiento acelerado

Se muestra los valores del comportamiento de Índice de Acides dentro de la Tabla 12 en la exposición de las muestras MT-0%, M1-0,05% y M2-0,1% a las diferentes temperaturas (25, 35, 45°C).

**Tabla 12.** Valores de Índice de acidez determinados en el almacenamiento acelerado

Día	IA (% m/m)								
	25 °C			35 °C			45 °C		
	MT	M1	M2	MT	M1	M2	MT	M1	M2
0	0,74	0,65	0,64	0,76	0,67	0,63	0,76	0,65	0,62
7	1,05	1,00	0,96	1,11	1,02	1,00	1,16	1,11	1,05
14	1,55	1,22	1,15	1,60	1,29	1,23	1,63	1,43	1,37
21	1,65	1,33	1,27	1,69	1,38	1,32	1,74	1,56	1,46

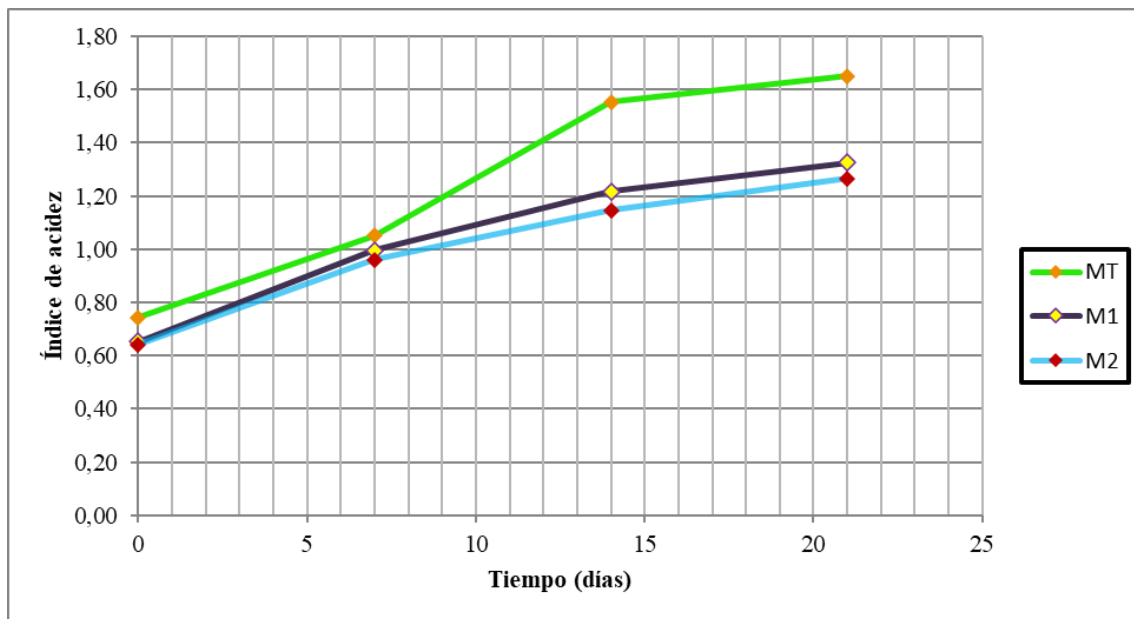
**Fuente:** (Jara, 2024)

Al aplicar la fórmula para la determinación de los índices de acidez en los diferentes tratamientos, se obtuvieron los siguientes valores tras 21 días. Las lecturas se realizaron cada 7 días, con datos triplicados, proporcionando así un promedio para cada análisis. Estos parámetros son cruciales para la determinación de la calidad del producto, ya que el índice de acidez es un indicador directo de la degradación lipídica y la estabilidad oxidativa. Valores elevados pueden señalar un deterioro del producto, afectando su sabor, olor y vida útil. Por lo

tanto, el seguimiento y control de estos índices permiten asegurar la frescura y seguridad del alimento, garantizando que se mantenga dentro de los estándares de calidad aceptables para su consumo.

#### 2.10.2.2.1 Comportamiento del IA de los tratamientos a 25°C

La Figura 20 muestra el comportamiento del índice de acidez en la muestra testigo y en las muestras con adición de microencapsulado durante el almacenamiento a 25 °C.



**Figura 20.** Comportamiento IA (25 °C)

**Fuente:** (Jara, 2024)

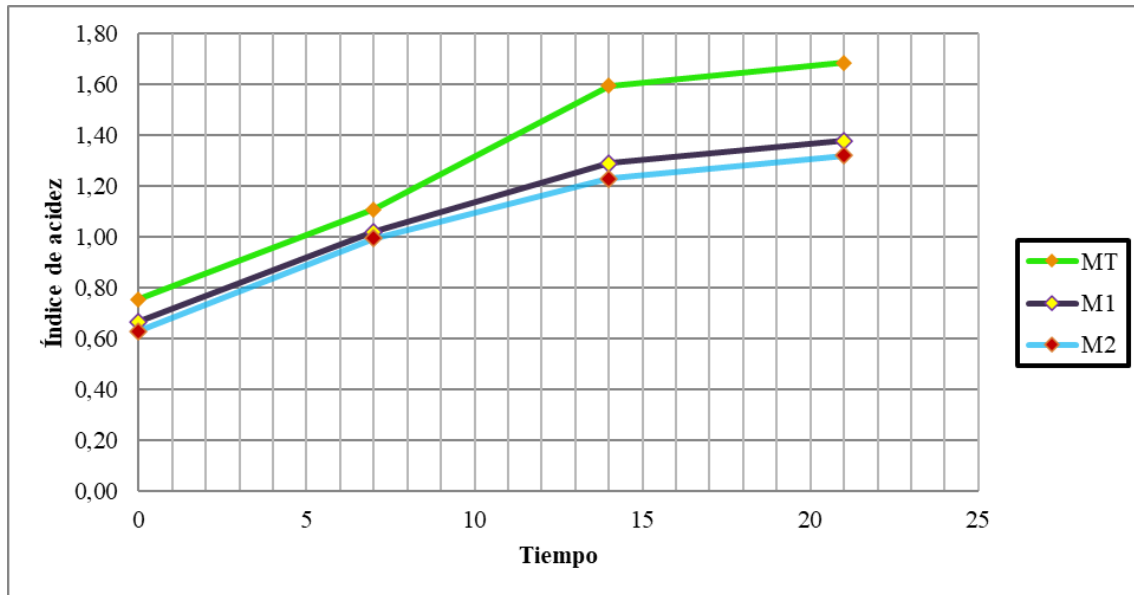
Dentro de la Figura 20 se muestra los valores de IA que ascienden en medida que el tiempo transcurre. Dichos valores evidencian una similitud de evolución de IA en todos los tratamientos al menos dentro de los primeros 7 días, luego de ello se demuestra disparidad de los tratamientos M1 y M2 con respecto a MT, siendo este último el que muestra un mayor valor de IA entre los días 14 y 21.

Según Jiménez et al. (2018), el índice de acidez es un indicador esencial de la calidad en productos lácteos, ya que refleja el grado de hidrólisis de los triglicéridos y la liberación de ácidos grasos libres. Estos procesos pueden afectar negativamente tanto el sabor como la vida útil del producto. Esto destaca que, al observarse un mayor valor de índice de acidez en la

muestra MT, los parámetros de calidad relacionados con el sabor y la durabilidad del producto estarán comprometidos.

#### 2.10.2.2.2 Comportamiento del IA de los tratamientos a 35°C

La Figura 21 muestra el comportamiento del índice de acidez en la muestra testigo y en las muestras con adición de microencapsulado durante el almacenamiento a 35 °C.



**Figura 21.** Comportamiento IA (35 °C)

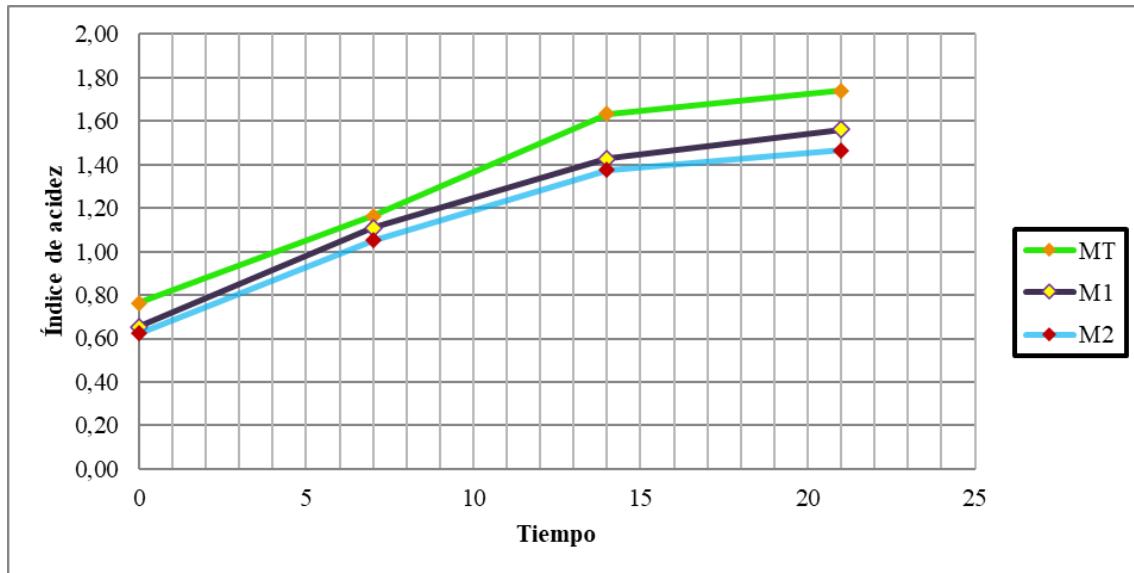
**Fuente:** (Jara, 2024)

La Figura 21 muestra los valores alcanzados por las diferentes muestras al exponerse a 35°C por determinado periodo de tiempo. Tanto M1-0,05% y M2-0,1% muestran un crecimiento simultáneo entre los días 0 y 7, luego de ello, sus diferencias no son significativas. Por el contrario, MT-0% muestra una evidente diferenciación del resto de tratamientos.

Para López y Martínez (2020) destacan que un índice de acidez elevado en productos lácteos como la leche y el queso puede ser un signo de deterioro microbiano, ya que las bacterias lipolíticas generan ácidos grasos libres durante su metabolismo. Esto no solo compromete la calidad sensorial de la muestra MT-0%, sino que también puede afectar su valor nutricional. Fernández et al. (2021) subrayan que la implementación de buenas prácticas de manufactura y el uso de antioxidantes pueden ayudar a mantener bajos los índices de acidez, preservando la frescura y calidad de los productos lácteos.

### 2.10.2.2.3 Comportamiento del IA de los tratamientos a 45°C

La Figura 22 muestra el comportamiento del índice de acidez en la muestra testigo y en las muestras con adición de microencapsulado durante el almacenamiento a 45 °C.



**Figura 22.** Comportamiento IA (45°C)

**Fuente:** (Jara, 2024)

En la Figura 22 se muestran los valores obtenidos del índice de acidez (IA) de los diferentes tratamientos expuestos a 45°C. A diferencia de los tratamientos expuestos a la temperatura anterior, los valores del IA de MT-0%, M1-0,05% y M2-0,1% presentan un crecimiento simultáneo. El tratamiento testigo muestra un contraste mínimo en comparación con los otros dos tratamientos entre los días 14 y 21.

Fernández et al. (2021) enfatizan la necesidad de implementar controles estrictos de temperatura y el uso de antioxidantes para mitigar estos efectos y mantener la estabilidad y calidad de los productos lácteos.

### 2.10.3 Estimación del tiempo de vida útil de queso crema con aplicación de microencapsulado

Se determinó el tiempo de vida útil del queso crema con la ayuda de los modelos de índice de peróxidos (IP) desde la medición de su oxidación en su etapa inicial hasta el día 21. La

oxidación de peróxidos se genera a partir de la exposición al calor, la luz o almacenamientos en envases inadecuados.

### 2.10.3.1.1 Parámetros cinéticos de oxidación lipídica a base del índice de peróxidos

En la Tabla 13 se muestran las ecuaciones para el cálculo del índice de peróxidos de los tres tratamientos, estos fueron utilizados para la aplicación de la ecuación de Arrhenius.

**Tabla 13.** Parámetros cinéticos de oxidación lipídica

Temperatura	Tratamiento	Modelo IP	K
25 °C	MT	$IP= 0,1486t + 1,3733$	0,1486
	M1	$IP= 0,0714t + 0,7667$	0,0714
	M2	$IP= 0,0657t + 0,46$	0,0657
35 °C	MT	$IP= 0,2171t + 1,4533$	0,2171
	M1	$IP= 0,0743t + 0,62$	0,0743
	M2	$IP= 0,0533t + 0,3733$	0,0533
45 °C	MT	$IP= 0,259t + 1,7133$	0,259
	M1	$IP= 0,1019t + 1,0133$	0,1019
	M2	$IP= 0,0943t + 0,66$	0,0943

Nota. k = Constante de velocidad de reacción de oxidación (meq O<sub>2</sub>/Kg\*días)

MT = Muestra indicadora

M1 = Muestra con mínima concentración de microencapsulado (0,05%)

M2 = Muestra con máxima concentración de microencapsulado (0,1%)

**Fuente:** (Jara, 2024)

En la Tabla 13 se presenta el uso del modelo de degradación cinética para estimar el tiempo de vida útil del producto. Este modelo requiere de los parámetros cinéticos relacionados con la oxidación lipídica y el índice de peróxidos (IP) como indicadores clave. La Tabla también muestra las ecuaciones de IP para las tres muestras analizadas, las cuales se utilizaron para obtener la ecuación de Arrhenius. Con estos datos, es posible realizar un análisis crítico sobre la estabilidad del producto y su vida útil estimada.

### 2.10.3.1.2 Ecuación de Arrhenius para la oxidación lipídica de queso crema

En la Tabla 14 se muestra la EA (energía de activación) necesaria para que ocurra la reacción necesaria en los tratamientos.

**Tabla 14.** Ecuación de Arrhenius para la oxidación lipídica de los tratamientos

Tratamientos	MT	M1	M2
<b>Ecuación de Arrhenius</b>	$\ln(k) = -1252,1$ $(1/T) + 1,3201$	$\ln(k) = -1123,5$ $(1/T) + 0,7499$	$\ln(k) = -2361,1$ $(1/T) + 4,9074$
<b>Ea (KJ/mol)</b>	10,41	9,34	19,63

Nota. Ea= Energía de activación

MT = Muestra indicadora

M1 = Muestra con mínima concentración de microencapsulado (0,05%)

M2 = Muestra con máxima concentración de microencapsulado (0,1%)

**Fuente:** (Jara, 2024)

La ecuación de Arrhenius aplicada a cada muestra expresa la constante de velocidad de oxidación lipídica durante el almacenamiento acelerado, permitiendo determinar la energía de activación (*Ea*). Esta es la energía mínima necesaria para que ocurra la reacción química. Según diversos autores, el rango de energía de activación para la oxidación lipídica en productos lácteos varía considerablemente.

Según Silva y Gómez (2017), la energía de activación (*Ea*) puede oscilar entre 10 y 20 kJ/mol, especialmente en productos lácteos con menor contenido de antioxidantes, además de depender de la composición del producto y las condiciones de almacenamiento. Esto determina que los resultados de *Ea* para MT-0%, M1-0,05% y M2-0,1%, con valores de 10,41; 9,34; y 19,63 kJ/mol respectivamente, se encuentran dentro del rango establecido.

Según los resultados obtenidos, el tratamiento más sensible a la temperatura es M1-0,05%, que tiene la energía de activación más baja con 9,34 kJ/mol. Una energía de activación más baja indica que el producto es más susceptible a la oxidación lipídica a temperaturas elevadas. Por otro lado, el tratamiento ideal es M2-0,1%, con una energía de activación de 19,63 kJ/mol.

### 2.10.3.1.3 Estimación de vida útil de queso crema

Se utilizó la ecuación de reacción para determinar la vida útil de los tratamientos, como se muestra en las figuras presentadas anteriormente. Con estos datos, se determinó que la reacción cinética se ajusta a una ecuación de primer orden.

En la Tabla 15 se muestra la estimación de tiempo de vida útil del queso crema en el almacenamiento acelerado.

**Tabla 15.** Estimación de vida útil a cuatro distintas temperaturas de cada tratamiento

Tratamientos	K	T °C	Días	Meses	Años
MT	0,0522	20	47	1,58	0,13
	0,0554	25	45	1,49	0,12
	0,0658	35	38	1,25	0,10
	0,0721	45	34	1,15	0,10
M1	0,0457	20	54	1,80	0,15
	0,0492	25	50	1,68	0,14
	0,0542	35	46	1,52	0,13
	0,0624	45	49	1,32	0,11
M2	0,0428	20	58	1,93	0,16
	0,0492	25	50	1,68	0,14
	0,0629	35	40	1,31	0,11
	0,081	45	31	1,02	0,08

Nota. k = Constante de velocidad de reacción de oxidación (meq O<sub>2</sub>/kg\*días)

T °C = Temperatura en grados Celsius

MT = Muestra indicadora

M1 = Muestra con mínima concentración de microencapsulado (0,05%)

M2 = Muestra con máxima concentración de microencapsulado (0,1%)

**Fuente:** (Jara, 2024)

La Tabla 15 evidencia la comparación de la vida útil de los tratamientos MT-0%, M1-0,05% y M2-0,1% a diferentes temperaturas (20, 25, 35 y 45°C). A medida que la temperatura aumenta, todos los tratamientos muestran una disminución en su tiempo de vida útil. El tratamiento MT-0% tiene la menor resistencia a la oxidación, con una vida útil de 47,48 días a 20°C que disminuye a 34,35 días a 45°C. En contraste, M1-0,05% y M2-0,1% presentan mayor estabilidad, siendo M2-0,1% el más resistente, con una vida útil de 57,86 días a 20°C y 30,58 días a 45°C.

Según Martínez y López (2020), productos con mayores concentraciones de antioxidantes presentan una *Ea* más alta, sugiriendo una mayor resistencia a la oxidación, lo cual se refleja en la mayor estabilidad de M2-0,1%. Estos hallazgos subrayan la importancia de los antioxidantes en la formulación de productos lácteos para mejorar su estabilidad y prolongar su vida útil bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

Además, varios factores influyen en la vida útil de los alimentos, incluyendo el tipo de materia prima, la formulación del producto, el proceso de producción, las condiciones sanitarias, el envasado, el almacenamiento y la distribución, así como las prácticas de los consumidores.

Por lo tanto, es evidente que la temperatura de almacenamiento acelerado afecta significativamente la estabilidad y calidad del producto. En particular, en productos lácteos como el queso crema, las temperaturas más bajas resultan en menor degradación y menor riesgo de proliferación de microorganismos que causan la degradación de grasas o intoxicaciones alimentarias. Esto explica por qué las muestras almacenadas a temperaturas más bajas muestran menor degradación en comparación con aquellas almacenadas a temperaturas más altas, tal como indican los resultados de vida útil observados en los tratamientos evaluados.

#### **2.10.4 Costo de producción del mejor tratamiento (M2) del queso crema con la aplicación de microencapsulado 0,1% de extracto de orégano (*Origanum Vulgare L.*)**

**Tabla 16.** Costos de la materia prima del mejor tratamiento con adición de 0,1%

<b>Materias</b>	<b>Cantidad Utilizada</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Referencia Unidad</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Leche</b>	40	Litros	0,5	Cada Litro	20
<b>Leche en polvo</b>	2	Kg	8,9	Cada Kg	17,8
<b>Fermento</b>	0,008	Kg	150	Cada Kg	1,2

<b>Conservante (Cloruro de calcio)</b>	0,004	Kg	2,8	Cada Kg	0,01
<b>Estabilizante</b>	0,008	Kg	4	Cada Kg	0,03
<b>Emulsificante</b>	0,02	Kg	4	Cada Kg	0,08
<b>Cuajo</b>	0,02	Litros	0,4	Cada Litro	0,01
<b>Sal</b>	0,046	Kg	4	Cada Kg	0,18
<b>Microencapsulado</b>	0,004	Kg	400	Cada Kg	1,60
<b>Total (\$)</b>					<b>40,92</b>

**Fuente:** (Jara, 2024)

**Tabla 17.** Costos de empaque

<b>Material de Envase</b>	<b>Referencia Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Fundas de Polietileno</b>	U	30	0,1	3
<b>Total (\$)</b>				<b>3</b>

**Fuente:** (Jara, 2024)

**Tabla 18.** Costos mano de obra

<b>MDO</b>	<b>Referencia Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Operador 1</b>	Hora	16	2,65	42,4
<b>Total (\$)</b>				<b>42,4</b>

**Fuente:** (Jara, 2024)

**Tabla 19.** Costos indirectos de producción

<b>CI</b>	<b>Referencia Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Balanza</b>	Día	1	1488	0,45
<b>Diesel</b>	Galón	5	1,79	8,95
<b>Electricidad</b>	kWh	50	0,1	5
<b>Agua Potable</b>	Litro	250	0,00012	0,03
<b>Marmita</b>	Día	1	1700	0,46
<b>Total (\$)</b>				<b>14,89</b>

**Fuente:** (Jara, 2024)

**Costo de Producción de 7,65 kg de queso crema**

$$CP = MP + ME + MO + CI \text{ (Ecuación 10)}$$

$$CP = 40,92 + 3 + 42,4 + 14,89$$

$$CP = \$ 101,21$$

### Costo de Unidad

$$C. \textit{Unitario} = \frac{CP}{\textit{Unidades Producidas}} \text{ (Ecuación 11)}$$

$$C. \textit{Unitario} = \frac{101,21}{30,6}$$

$$C. \textit{Unitario} = \$ 3,31$$

El costo de producción total del queso crema con microencapsulado es de \$101,21 para un peso de producto terminal de 7,65 kilogramos. Esto incluye todos los gastos relacionados con la materia prima, la formulación del producto, el proceso de producción, el envasado y costos indirectos. Al desglosar este costo, obtenemos un costo unitario de \$3,31 por cada envase de 250 gramos.

En el mercado ecuatoriano se ofrecen distintas marcas, calidades y precios de queso crema. La presentación de 250 gramos del queso crema Toni se comercializa a \$2,50, siendo significativamente más económica con una diferencia de \$0,81 por envase en comparación con el queso crema con microencapsulado de orégano. Por otro lado, el queso crema Reyqueso tiene un precio muy cercano a la del producto desarrollado, ya que se ofrece a \$3,29, con una diferencia mínima de \$0,02 por envase.

La tecnología de microencapsulado podría justificar un precio más alto debido a los beneficios adicionales que ofrece, como una mayor vida útil y mejor estabilidad del producto. Estos beneficios podrían ser atractivos para un segmento de consumidores dispuestos a pagar un precio premium por un producto de mayor calidad y durabilidad.

## 3. Impactos del proyecto

### 3.1 Técnicos

La investigación sobre la vida útil y estabilidad del queso crema con diferentes tratamientos de microencapsulado proporciona valiosa información técnica para la industria alimentaria. Los

datos obtenidos permiten optimizar formulaciones, mejorar procesos de producción y aumentar la vida útil de los productos lácteos. La aplicación de la ecuación de Arrhenius y la determinación de la energía de activación ( $E_a$ ) ofrecen una comprensión más profunda de la cinética de la oxidación lipídica, lo que puede ser utilizado para desarrollar productos más estables y duraderos a lo cuales.

### **3.2 Social**

Desde una perspectiva social, la investigación contribuye a la seguridad alimentaria y a la satisfacción del consumidor. Al mejorar la estabilidad y la vida útil del queso crema, se garantiza que los consumidores reciban productos de alta calidad y frescos por más tiempo. Esto es especialmente importante en comunidades donde el acceso a productos frescos puede ser limitado. Además, la innovación en productos lácteos puede fomentar hábitos de consumo más saludables y proporcionar alternativas nutritivas en la dieta diaria.

### **3.3 Ambientales**

La mejora de la vida útil de los productos lácteos tiene un impacto ambiental positivo al reducir el desperdicio de alimentos. Al extender la vida útil del queso crema, se minimiza la cantidad de producto desechado debido a la degradación, lo que contribuye a una gestión más eficiente de los recursos naturales. Además, la implementación de tecnologías de microencapsulado puede promover prácticas de producción más sostenibles, reduciendo la necesidad de conservantes artificiales y disminuyendo la huella ecológica del proceso de producción.

### **3.4 Económicos**

Económicamente, la investigación puede llevar a una reducción de costos para los productores de queso crema al optimizar las formulaciones y los procesos de producción. Aunque el costo de producción del queso crema con microencapsulado es actualmente más alto que algunas marcas comerciales, su mayor estabilidad y vida útil pueden justificar un precio premium en el mercado. Esto puede traducirse en mayores márgenes de ganancia y una diferenciación competitiva. Además, la adopción de estas tecnologías puede abrir nuevas oportunidades de mercado y fomentar el desarrollo de productos innovadores, impulsando el crecimiento económico en la industria alimentaria.

## 4. Recursos y Presupuesto

Tabla 20. Presupuesto del proyecto de investigación

Recursos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Depreciación	Costo Total
<b>EQUIPOS E INSTRUMENTOS</b>					<b>\$</b>
Agitador Eléctrico (TERMO CIENTEFIC CIMAREC)	U	1	712	19,78	19,78
Balanza (Precisa XB 320)	U	1	1488	41,33	41,33
Balanza Analítica (BOECO-BAS 31 plus)	U	1	3500	97,22	97,22
Centrifuga (BOECO C-28A)	U	1	2700	75	75
Estufa (Memmert Universal 30)	U	1	1244	34,56	34,56
Termómetro	U	1	17	0,47	0,47
Balas de Agitación	U	2	4,3	-	8,6
Balón de Aforo de 100 ml	U	4	4,6	-	18,4
Matraces Erlenmeyer 100 ml	U	12	4,5	-	54
Tubos ensayo	U	20	0,4	-	8
Bolsas Ziploc	U	12	0,15	-	1,8
Fundas de polietileno	U	30	0,1	-	3
Papel Aluminio	U	3	1,2	-	3,6
Limpia pipas	U	2	0,5	-	1
Jabón	U	1	3	-	3
Papel Secante	U	1	1,8	-	1,8
<b>Subtotal</b>					<b>\$ 371,56</b>
Recursos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Costo Total	
<b>REACTIVOS</b>					
Solución de Almidón	MI	200	0,016	3,2	
Metanol	MI	2000	0,008	16	
Ácido acético glacial	MI	400	0,16	64	

<b>Hidróxido de Sodio NaOH</b>	MI	200	0,6	120
<b>Tiosulfato de potasio</b>	MI	10	8,33	83,3
<b>Cloroformo</b>	MI	2500	0,021	52,5
	<b>Subtotal</b>			<b>\$ 339,00</b>
<b>MATERIA PRIMA E INSUMO</b>				
<b>Leche</b>	Kg	40	0,5	20
<b>Leche en polvo</b>	Kg	2	8,9	17,8
<b>Fermento</b>	Kg	0,008	150	1,2
<b>Conservante (Cloruro de calcio)</b>	Kg	0,004	2,8	0,0112
<b>Estabilizante</b>	Kg	0,008	4	0,032
<b>Emulsificante</b>	Kg	0,02	4	0,08
<b>Cuajo</b>	Kg	0,02	0,4	0,008
<b>Sal</b>	Kg	0,046	4	0,184
<b>Microencapsulado</b>	Kg	0,004	400	1,6
	<b>Subtotal</b>			<b>\$ 40,92</b>
<b>SUMINISTROS</b>				
<b>Gas</b>	Kg	6,5	0,19	1,24
<b>Agua</b>	L	250	0,00012	0,03
<b>Electricidad</b>	KWh	50	0,1	5
<b>Internet</b>	Meses	6	20	120
	<b>Subtotal</b>			<b>\$ 126,27</b>
<b>MATERIALES DE OFICINA</b>				
<b>Anillados</b>	U	8	7	56
<b>Empastados</b>	U	1	30	30
<b>Copias- Impresiones</b>	U	45	0,1	4,5
	<b>Subtotal</b>			<b>\$ 90,50</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
<b>Transporte Insumos Químicos</b>	U	1	4	4
	<b>Subtotal</b>			<b>\$ 94,50</b>
	<b>Imprevistos</b>			<b>\$ 50,00</b>
	<b>Total</b>			<b>\$ 1.112,74</b>

Fuente: (Jara, 2024)

## 5. Conclusiones

El análisis de los tratamientos de microencapsulado aplicados al queso crema reveló resultados significativos en términos de estabilidad y vida útil del producto bajo distintas temperaturas de almacenamiento. Los datos obtenidos muestran que el tratamiento M2-0,1% proporciona una mayor resistencia a la oxidación lipídica, con una vida útil considerablemente prolongada en comparación con los otros tratamientos. A 20°C, M2-0,1% tuvo una vida útil de 57,86 días, que se redujo a 30,58 días a 45°C, evidenciando su eficacia para mantener la calidad del producto a través del tiempo. Los valores de Índice de Acidez (IA) indicaron que M2-0,1% mantenía la estabilidad oxidativa mejor que los otros tratamientos, especialmente a altas temperaturas.

Esta superioridad se refleja también en la energía de activación ( $E_a$ ), que para M2-0,1% fue de 19,63 kJ/mol, alineada con los rangos indicados por las diferentes investigaciones anteriores para productos lácteos con un contenido moderado de antioxidantes. La evaluación sensorial también favoreció al tratamiento M2-0,1%, con puntuaciones altas en aspectos críticos como el olor, sabor y calidad general, superando a M1-0,05% y MT-0%.

Por otro lado, los tratamientos MT-0% y M1-0,05% mostraron energías de activación más bajas, de 10,41 kJ/mol y 9,34 kJ/mol respectivamente, lo que sugiere una menor eficacia en la protección contra la oxidación. Esto se traduce en una vida útil reducida, especialmente a temperaturas elevadas, subrayando la necesidad de mejorar la formulación para prolongar la frescura del queso crema. La comparación con marcas comerciales como Toni y Reyqueso refuerza la relevancia de estos hallazgos, ya que el queso crema con microencapsulado, a pesar de tener un costo más alto, ofrece una ventaja competitiva en términos de durabilidad y calidad del producto.

Para finalizar, tratamientos de microencapsulado, especialmente M2-0,1%, demuestran ser efectivos para extender la vida útil del queso crema y mejorar su estabilidad, lo que proporciona una ventaja significativa en el mercado. La aplicación de estos tratamientos puede contribuir a la producción de productos lácteos de mayor calidad y duración, beneficiando tanto a los productores como a los consumidores. La investigación resalta la importancia de adoptar tecnologías avanzadas para enfrentar desafíos relacionados con la oxidación y la estabilidad en productos perecederos.

## **6. Recomendaciones**

Se recomienda a los productores de queso crema considerar la incorporación de antioxidantes microencapsulados, como el orégano, para mejorar la estabilidad y vida útil del producto. Es crucial optimizar las condiciones de almacenamiento, manteniendo temperaturas bajas para reducir la tasa de oxidación y prolongar la frescura del queso crema. Además, se sugiere explorar diferentes combinaciones de antioxidantes y técnicas de microencapsulado en futuras investigaciones para identificar formulaciones aún más efectivas.

Es fundamental realizar estudios adicionales de costo-beneficio para evaluar la viabilidad económica de estas mejoras a gran escala, asegurando que el aumento en el costo de producción se justifique con una mejora en la calidad y duración del producto. Implementar estas recomendaciones puede no solo mejorar la competitividad en el mercado, sino también satisfacer mejor las necesidades de los consumidores que buscan productos de alta calidad y mayor durabilidad.

## 7. Bibliografía

- Acevedo, D., Navarro, M., & Monroy, L. (2013). Composición química del aceite esencial de hojas de orégano (*Origanum vulgare*). *Información tecnológica*, 24(4), 43-48. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642013000400005>
- Alvarado, J. D. (2013). Principios de ingeniería aplicados en alimentos. 2da. Secretaría de la OEA. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Proyecto Multinacional de Biotecnología y Tecnología de Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. [https://www.researchgate.net/publication/302119863\\_Principios\\_de\\_Ingenieria\\_Aplicados\\_en\\_Alimentos\\_2da\\_ed](https://www.researchgate.net/publication/302119863_Principios_de_Ingenieria_Aplicados_en_Alimentos_2da_ed)
- Andrade Imbago, K. P., & Tapia Guerrero, L. J. (2020). Desarrollo de un aceite esencial de orégano (*origanum vulgarel.*) micro encapsulado, mediante secado por aspersión (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6679>
- Arcila-Lozano, C. C., Loarca-Piña, G., Lecona-Urbe, S., & González de Mejía, E. (2004). El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. *Archivos Latinoamericanos de nutrición*, 54(1), 100-111. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222004000100015](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000100015)
- Arias-Odón, F. (2023). Construcción de teorías científicas: nuevos enfoques e implicaciones en la tesis doctoral. *Yachay-Revista Científico Cultural*, 12(2), 138-144. [https://www.researchgate.net/publication/335927792\\_Investigacion\\_teorica\\_investigacion\\_empirica\\_e\\_investigacion\\_generativa\\_para\\_la\\_construccion\\_de\\_teorias\\_Precisiones\\_conceptuales\\_1](https://www.researchgate.net/publication/335927792_Investigacion_teorica_investigacion_empirica_e_investigacion_generativa_para_la_construccion_de_teorias_Precisiones_conceptuales_1)
- Aroca, F. X. G., Allauca, M. B., Martínez, B. M. V., & Eguez, C. H. (2022). *Conocimiento del uso de hierbas y especias en la culinaria otavaleña, con enfoque hacia el marketing gastronómico*. *ECA Sinergia*, 13(3), 96-106. <https://doi.org/10.33936/ecasinergia.v13i3.3389>
- Awlqadr, F. H. (2015). Cream cheese. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12172.00643>

- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., & Camargo Casallas, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140-174. <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Chamba Quijije, Y. E., & Quispe Tigmasa, S. I. (2021). Desarrollo de un microencapsulado a base de orégano (*origanum vulgare*, l), mediante secado por aspersión (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8159/1/PC-002078.pdf>
- CODEX, A. (2007/2021). Normativa para queso crema. Obtenido de FAO: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B275-1973%252FCXS\\_275s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B275-1973%252FCXS_275s.pdf)
- Dupas, C., Métoyer, B., El Hatmi, H., Adt, I., Mahgoub, S. A., & Dumas, E. (2020). Plants: A natural solution to enhance raw milk cheese preservation?. *Food Research International*, 130, 108883. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996919307690>
- Equipo editorial, Etecé. (2020). *Observación - Qué es, concepto, tipos y ejemplos*. Concepto; Concepto. <https://concepto.de/observacion/>
- Estevinho, B. N., Rocha, F., Santos, L., & Alves, A. (2013). Microencapsulation with chitosan by spray drying for industry applications—A review. *Trends in food science & technology*, 31(2), 138-155. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.04.001>
- Favaro-Trindade, C. S., Patel, B., Silva, M. P., Comunian, T. A., Federici, E., Jones, O. G., & Campanella, O. H. (2020). Microencapsulation as a tool to producing an extruded functional food. *LWT*, 128, 109433. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643820304229>

- Fernández, J., Gómez, C., & Ruiz, S. (2021). *Estrategias para controlar el índice de acidez en productos lácteos*. *Journal of Dairy Science*, 34(4), 210-225.
- Gallegos-Flores, P., Bañuelos-Valenzuela, R., Delgadillo-Ruiz, L., Echavarría-Cháirez, F., Meza-López, C., & Rodríguez-Tenorio, D. (2019). Evaluación diferencial de extractos de orégano en la producción de ácidos grasos volátiles y metano durante fermentación ruminal in vitro. *Abanico veterinario*, 9. <https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/article/view/183>
- García-Martínez, M. (2018). Oxidación lipídica en productos lácteos: influencia de la adición de ácidos grasos funcionales. <http://hdl.handle.net/10261/196176>
- Gavilanez Montesdeoca, S. A. (2020). Optimización del proceso de extracción hidroalcohólica a partir del orégano (*Origanum vulgare L.*) (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6690/1/PC-000869.pdf>
- Gonzales-Barron, U., Campagnollo, F. B., Schaffner, D. W., Sant'Ana, A. S., & Cadavez, V. A. (2020). Behavior of *Listeria monocytogenes* in the presence or not of intentionally-added lactic acid bacteria during ripening of artisanal Minas semi-hard cheese. *Food microbiology*, 91, 103545. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103545>
- González, A., Pérez, J., & Ramírez, M. (2017). *Efecto de la temperatura en la oxidación de lípidos en productos lácteos*. *Revista de Ciencia y Tecnología de Lácteos*, 9(2), 34-47.
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista científica mundo de la investigación y el conocimiento*, 4(3), 163-173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Gyawali, R., & Ibrahim, S. A. (2014). Natural products as antimicrobial agents. *Food Control*, 46, 412-429. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.05.047>
- Hernández, E. (2005). Evaluación sensorial. Bogotá, DC. Centro Nacional de Medios para el Aprendizaje. <https://es.slideshare.net/slideshow/4902-evaluacion-sensorial/16281343>

- Hernández, L., & Muñoz, S. (2019). *Estabilidad oxidativa de productos lácteos a diferentes temperaturas. Investigaciones en Alimentos*, 13(3), 67-81.
- Hough, G., & Fiszman, S. (2005). Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. Programa CYTED. Madrid, España. <https://plataformaiesphuando.com/wp-content/uploads/2023/02/LIBRO-ESTIMACION-DE-LA-VIDA-UTIL-SENSORIAL-DE-LOS-ALIMENTOS.pdf>
- INEC. (2022). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://acortar.link/eQtiht>
- INEN 2827:2013 (2013). Norma para el queso crema (Queso de Nata, “Cream Cheese”) (CODEX STAN 275-1973, MOD)
- Jiang, Y., Yang, X., Jin, H., Feng, X., Tian, F., Song, Y., ... & Zhang, W. (2021). Shelf-life prediction and chemical characteristics analysis of milk formula during storage. *LWT*, 144, 111268. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643821004217>
- Jiménez, P., Torres, R., & Pérez, L. (2018). *Índice de acidez como indicador de calidad en productos lácteos*. *Revista de Tecnología Alimentaria*, 14(3), 123-136.
- Kim, J., Watkinson, P., Lad, M., Matia-Merino, L., Smith, J. R., & Golding, M. (2022). Effect of process and formulation variables on the structural and physical properties in cream cheese using GDL acidulant. *Food Biophysics*, 17(2), 273-287. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11483-022-09719-w>
- Klauer, D. (2009). Manual técnico de cultivo ecológico de orégano (*Origanum sp L.*). Ediciones el taller. Arequipa, Perú. <https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-10/81-MANUAL%20T%C3%89CNICO%20DE%20CULTIVO%20ECOL%C3%93GICO%20DE%20OR%C3%89GANO.pdf>
- Laguerre, M., Lecomte, J., & Villeneuve, P. (2007). Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. *Progress in lipid research*, 46(5), 244-282. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2007.05.002>

- Lira, M. C. Y. (2015). Microencapsulación de aceite esencial de orégano mexicano (*Lippia graveolens* kunth), determinación de su actividad antimicrobiana y antioxidante y su aplicación en carne cruda de cerdo. <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/740>
- López, G., & Martínez, A. (2020). *Impacto del índice de acidez en la calidad de la leche y el queso. Estudios de Ciencia Láctea*, 18(2), 78-92.
- Martínez, S., & López, G. (2020). *Influencia de antioxidantes naturales en la energía de activación de la oxidación lipídica*. *Food Chemistry*, 320, 126-137.
- Mondino, M. C., & Ferratto, J. (2006). El análisis sensorial: una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor. <https://core.ac.uk/download/pdf/61695502.pdf>
- Mosquera Añazco, K. E. (2024). Método experimental y su incidencia en la adquisición de aprendizajes significativos, ciencias naturales, octavo grado, Colegio Juan Montalvo, Machala, 2023-2024 (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala). <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/23018>
- NTE INEN 1528:2012 (2012). *Norma general para quesos frescos no madurados. Requisitos*. <https://ia903209.us.archive.org/0/items/ec.nte.1528.2012/ec.nte.1528.2012.pdf>
- NTE INEN, 1313. (2016). Mantecas comestibles. requisitos. Obtenido de NTE INEN: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_1313-4.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1313-4.pdf)
- Oancea, A. G., Untea, A. E., Dragomir, C., & Radu, G. L. (2022). Determination of optimum TBARS conditions for evaluation of cow and sheep milk oxidative stability. *Applied Sciences*, 12(13), 6508. <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/13/6508>
- Peleg, M. (2023). Selected challenges to modeling the kinetics of microbial inactivation and chemical reactions during food preservation. *Current Opinion in Food Science*, 51, 101029. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101029>
- Pombo, A. F. W. (2021). Cream cheese: Historical, manufacturing, and physico-chemical aspects. *International Dairy Journal*, 117, 104948. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104948>
- Pontes-Quero, G. M., Esteban-Rubio, S., Cano, J. P., Aguilar, M. R., & Vázquez-Lasa, B. (2021). Oregano Essential Oil Micro- and Nanoencapsulation With Bioactive Properties

for Biotechnological and Biomedical Applications. *Frontiers In Bioengineering And Biotechnology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.703684>

Popescu, L., Cojocari, D., Lung, I., Kacso, I., Ciorîță, A., Ghendov-Mosanu, A., ... & Sturza, R. (2023). Effect of microencapsulated basil extract on cream cheese quality and stability. *Molecules*, 28(8), 3305. [https://www.researchgate.net/publication/369932648\\_Effect\\_of\\_Microencapsulated\\_Basil\\_Extract\\_on\\_Cream\\_Cheese\\_Quality\\_and\\_Stability](https://www.researchgate.net/publication/369932648_Effect_of_Microencapsulated_Basil_Extract_on_Cream_Cheese_Quality_and_Stability)

Rojas, J. A. H., Noa, L. L. T., & Flores, W. A. M. (2022). Epistemología de las investigaciones cuantitativas y cualitativas. *Horizonte de la Ciencia*, 12(23), 27-47. <https://www.redalyc.org/journal/5709/570971314003/html/>

Rojas, M. J. O. (2022). MICROENCAPSULACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO VULGAR MEDIANTE SECADO POR ASPERSIÓN (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD DE LA HABANA). [https://accesoabierto.uh.cu/files/original/2131694/Jaime\\_Orlando\\_Rojas\\_Molina%5B19-1-23%5D.pdf](https://accesoabierto.uh.cu/files/original/2131694/Jaime_Orlando_Rojas_Molina%5B19-1-23%5D.pdf)

Rosero Noguera, Ricardo, & Posada Ochoa, Sandra L. (2007). Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(2), 174-182. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0120-06902007000200009&lng=e&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-06902007000200009&lng=e&nrm=iso&tlng=es)

Saavedra Tenesaca, J. A., Tenecela Espinoza, D. A., & Araujo Ochoa, G. I. (2023). Análisis de la importancia de las pymes en la economía del Ecuador. *Visionario Digital*, 7(4), 196-211. <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v7i4.2779>

Sagastume, J. (2007). Efecto del uso de estabilizadores en el rendimiento y características físico-químicas y sensoriales de queso crema. Biblioteca digital Zamorano. Obtenido de Efecto del uso de estabilizadores en el rendimiento y características físico-químicas y sensoriales de queso crema: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d7e98ea5-9039-470a-9eb1-367b393e6de4/content>

- Saini, R. K., Prasad, P., Shang, X., & Keum, Y. S. (2021). Advances in lipid extraction methods—a review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(24), 13643. <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/24/13643>
- Shahidi, F. (Ed.). (2005). *Bailey's industrial oil and fat products, edible oil and fat products: processing technologies* (Vol. 5). John Wiley & Sons. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4AbyDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR6&dq=Bailey%27s+Industrial+Oil+and+Fat+Products,+Edible+Oil+%26+Fat+Products:+Chemistry,&ots=4g9J1kV1Cu&sig=MrNHNlp3oJHTg31Xp6QYhwGhtOQ>
- Shurtleff, W., & Aoyagi, A. (2013). *History Of Cheese Alternatives 1 History Of Cheese, Cream Cheese And Sour Cream Alternatives (With Or Without Soy) (1896-2013): Extensively Annotated Bibliography And Sourcebook Includes Tofu Cheesecakes And Cheesecake Alternatives.* Soyinfo Center. <https://www.soyinfocenter.com/pdf/169/Chee.pdf>
- Silva, R., & Gómez, T. (2017). *Estudio de la energía de activación en la oxidación lipídica de productos lácteos con bajo contenido de antioxidantes.* *Journal of Food Science*, 35(1), 45-53.
- Sivashree, K., Ravi, R., & Abirami, S. P. (2024). Packaging and shelf-life of dairy products. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 12(2). [https://afst.valahia.ro/wp-content/uploads/2023/03/VII.1\\_Sivashree.pdf](https://afst.valahia.ro/wp-content/uploads/2023/03/VII.1_Sivashree.pdf)
- Sottero, B., Leonarduzzi, G., Testa, G., Gargiulo, S., Poli, G., & Biasi, F. (2019). Lipid oxidation derived aldehydes and oxysterols between health and disease. *European journal of lipid science and technology*, 121(1), 1700047. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201700047>
- Teixeira, B., Marques, A., Ramos, C., Serrano, C., Matos, O., Neng, N. R., ... & Nunes, M. L. (2013). Chemical composition and bioactivity of different oregano (*Origanum vulgare*) extracts and essential oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(11), 2707-2714. [https://www.researchgate.net/publication/236104725\\_Chemical\\_composition\\_and\\_bioactivity\\_of\\_different\\_oregano\\_Origanum\\_vulgare\\_extracts\\_and\\_essential\\_oil](https://www.researchgate.net/publication/236104725_Chemical_composition_and_bioactivity_of_different_oregano_Origanum_vulgare_extracts_and_essential_oil)
- Torricella-Morales, R. G., Pulido-Álvarez, H., & Zamora-Utset, E. (2020). Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria

alimentaria. Editorial Universitaria (Cuba).  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=jeDzDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=Importancia+de+la+evaluaci%C3%B3n+sensorial+en+la+determinaci%C3%B3n+de+la+aceptaci%C3%B3n+del+consumidor.&ots=1IjvzenxEg&sig=hmkaILxZgDDxKY\\_CGcRG7Rf2Tp8#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=jeDzDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=Importancia+de+la+evaluaci%C3%B3n+sensorial+en+la+determinaci%C3%B3n+de+la+aceptaci%C3%B3n+del+consumidor.&ots=1IjvzenxEg&sig=hmkaILxZgDDxKY_CGcRG7Rf2Tp8#v=onepage&q&f=false)

Villacrés Pérez, M. D. (2022). Efecto de la temperatura y el número de frituras sobre el perfil de ácidos grasos de diferentes aceites comestibles (Master's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Maestría en Química). <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34279>

Walasek-Janusz, M., Grzegorzcyk, A., Malm, A., Nurzyńska-Wierdak, R., & Zalewski, D. (2024). Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activity of oregano essential oil. *Molecules*, 29(2), 435. <https://doi.org/10.3390/molecules29020435>

Westreicher, G. (2020). Método deductivo e inductivo. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/metodo-deductivo.html>.

Yañez, J., Salazar, J., Chaires, L., Jiménez, J., Márquez, M., & Ramos, E. (2002). Aplicaciones biotecnológicas de la microencapsulación. *Avance y perspectiva*, 21(1), 313-319. <https://biblat.unam.mx/es/revista/avance-y-perspectiva/articulo/aplicaciones-biotecnologicas-de-la-microencapsulacion>

Zarate Sarapura, E. (2019). Determinación del efecto térmico sobre el crecimiento de los microorganismos mesofilos aerobios del huevo líquido pasteurizado para la estimación de la vida útil mediante el modelo de arrhenius. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/4205>

## 8. Anexos

### Anexo. Lugar de ejecución



Fuente: (Google maps, 2024)

Anexo. Datos informativos del docente tutor académico



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE**

**DATOS PERSONALES**

APELLIDOS: FERNANDEZ PAREDES

NOMBRES: MANUEL FERNÁNDEZ

ESTADO CIVIL: CASADO

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0501511604

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: SALCEDO, 01 /01/1966

DIRECCION DOMICILIARIA: AVENIDA JAIME MATA/BARRIO CHIPOALO

TELÉFONO CONVENCIONAL: 03-2598704

TELÉFONO CELULAR: 0999921339



CORREO ELECTRONICO: [fernandezme1966@gmail.com](mailto:fernandezme1966@gmail.com)  
[manuel.fernandez@utc.edu.ec](mailto:manuel.fernandez@utc.edu.ec)

**ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT	CODIGO DEL REGISTRO SENESCYT
TERCER	INGENIERO EN ALIMENTOS	20/02/2006	1010-06-665530
CUARTO	MASTER EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN. MENSION PLANEAMIENTO DE INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR	03/06/2003	1020-03-399388
CUARTO	MAGISTER EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.	2019-07-19	1010-2019-2097904

**EXPERIENCIA PROFESIONAL**

- Director/Decano de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales periodo 2000 – 2005
- Ayudante de Laboratorio en la Universidad Técnica de Ambato Facultad Ingeniería en Alimentos 1993
- Docente en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería Agroindustrial dese 1994 hasta la presente fecha



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE**

- Presidente del Consejo Nacional de Facultades Agropecuarias del Ecuador CONFCA septiembre 2002 – septiembre 2005
- Presidente del Sexto Foro Regional Andino Agropecuario y Rural Sede Bolivia

**ARTICULOS CIENTIFICOS**

- Consideraciones generales sobre el proceso de elaboración de silos
- Evaluación de la calidad nutritiva de un ensilado para la alimentación de ganado lechero a partir de los residuos provenientes del trillado de quinua (CHEMO-PODIUM) Y Sangorache ( AMARANTHUS HYBRIDUS. L)
- aplicación de un recubrimiento comestible a base de mucílago de nopal para la conservación de guayaba
- Efecto de bioproductos en la producción de Phaseolus vulgaris L. y Arachis hipogea L.

**EXPERIENCIA ACADEMICA**

- Coordinador General del XII seminario de Sanidad Vegetal
- Presidente del Sexto Foro Regional Andino Agropecuario y Rural Sede Bolivia
- Certificado de Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la Industria Alimentaria

FECHA DE INGRESO A LA UTC: ENERO 1995

-----  
cc. 0501511604

## Anexo. Datos informativos del docente tutor académico

### Emily Anied Jara Puentestar

Estudiante Ingeniería Agroindustrial (2020-2024)

**Teléfono:** 0987980659

**Mail:** [aniedpuentestar@gmail.com](mailto:aniedpuentestar@gmail.com)

**Localidad:** Quito, Ecuador.



---

#### Perfil Profesional

Como estudiante de Ingeniería Agroindustrial con experiencia tanto en la industria alimentaria como en instituciones de control, poseo un profundo entendimiento de los procesos de producción y gestión en el sector agroalimentario. Mi trayectoria ha sido marcada por la aplicación de conocimientos técnicos en la optimización de procesos, asegurando la calidad y cumplimiento de estándares en cada etapa. Con habilidades sólidas en análisis de datos, gestión de la cadena de suministro y cumplimiento normativo, estoy comprometida en contribuir al desarrollo sostenible y eficiente de la industria, manteniendo siempre un enfoque centrado en la innovación y la excelencia operativa.

---

#### Habilidades Claves

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Conocimiento de procesos agroindustriales</li><li>• Gestión de la cadena de suministro</li><li>• Normativas y regulaciones</li><li>• Análisis de datos y estadísticas</li><li>• Gestión de calidad y seguridad alimentaria</li><li>• Innovación y tecnología en la agricultura</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Comunicación y trabajo en equipo</li><li>• Resolución de conflictos</li><li>• Microsoft Word</li><li>• Microsoft Excel</li><li>• Microsoft PowerPoint</li><li>• Inglés (Suficiencia)</li><li>• Chino Mandarín (Básico)</li></ul> |
|--|--|

---

#### Experiencia Profesional

##### **Pasante en la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario – AGROCALIDAD COTOPAXI:**

- Aprendizaje de los entes de control y normativas de inocuidad alimentaria.
- Conocimiento en procedimientos de regulación y control de productos agropecuarios en Cotopaxi.
- Capacitación a productores agropecuarios en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).
- Apoyo en actividades de control en mercados, vías de circulación masiva y centros de faenamiento.

##### **Pasante en la Fábrica de Embutidos Don Jorge:**

- Soporte en el área de producción y control de calidad en una empresa de la industria cárnica.
- Experiencia en el manejo de la eficiencia y seguridad industrial en una planta de procesamiento de alimentos.

##### **Vinculación con la sociedad:**

- Colaboración en el desarrollo de manuales de elaboración de productos agroindustriales.
- Apoyo a asociaciones en la implementación de prácticas para agregar valor a productos agropecuarios en las parroquias de Latacunga.

---

#### Formación Académica

- **Ingeniería Agroindustrial** - Cursando Último Año - Universidad Técnica de Cotopaxi
- **Seminarios Académicos**
- **Certificación Internacional Inglés -B1-** PET by Cambridge

## Anexo 1. Encuesta de análisis aceptación sensorial



UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE  
COTOPAXI



FACULTAD DE  
CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES

### Encuesta de análisis de aceptación sensorial

Producto: Queso Crema con diferentes concentraciones de Microencapsulado de Orégano.

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

Marque con una X su respuesta

Características	Atributos		Muestra			
			M1	Ma	M2	Mb
<b>Color</b>	1	Muy Claro				
	2	Claro				
	3	Ni Oscuro, Ni Claro				
	4	Oscuro				
	5	Muy Oscuro				
<b>Olor particular</b>	1	Muy Débil				
	2	Débil				
	3	Ni Intenso, Ni Débil				
	4	Intenso				
	5	Muy Intenso				
<b>Olor extraño</b>	1	Muy Débil				
	2	Débil				
	3	Ni Intenso, Ni Débil				
	4	Intenso				
	5	Muy Intenso				
<b>Sabor particular</b>	1	Muy Débil				
	2	Débil				
	3	Ni Intenso, Ni Débil				
	4	Intenso				
	5	Muy Intenso				
<b>Sabor extraño</b>	1	Muy Débil				
	2	Débil				
	3	Ni Intenso, Ni Débil				
	4	Intenso				
	5	Muy Intenso				
<b>Aspecto</b>	1	No Uniforme				
	2	Poco Uniforme				
	3	Moderadamente Uniforme				
	4	Uniforme				
	5	Muy Uniforme				
<b>Calidad</b>	1	Muy Mala				
	2	Mala				
	3	Ni Buena, Ni Mala				
	4	Buena				
	5	Muy Buena				

Observaciones:

---



---

**Anexo.** Fotografías aplicación encuesta de análisis sensorial



**Nota.** Aplicación encuesta de análisis sensorial.

**Anexo.** Fotografías aplicación encuesta de análisis sensorial



**Nota.** Recepción de materia prima y filtración



**Nota.** Análisis



**Nota.** Adición de solidos



**Nota.** Pasteurización



**Nota.** Adición de fermento



**Nota.** Cuajado



**Nota.** Corte y desuerado



**Nota.** Refrigeración



**Nota.** Homogenización



**Nota.** Envasado



**Nota.** Almacenamiento



**Nota.** Análisis Índice de Peróxidos



**Nota.** Análisis Índice de Acidez

## Anexo. Aval de traducción



CENTRO  
DE IDIOMAS

### *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN MICROENCAPSULADO DE ORÉGANO (*Origanum Vulgare L.*) EN EL RETARDO DE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA EN UN QUESO CREMA DURANTE SU ALMACENAMIENTO ACELERADO”** presentado por: **Jara Puentestar Emily Anied** egresada de la Carrera de: **Agroindustria**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 16 de agosto del 2024.

Atentamente,

Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes



**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**

CC: 0502666514