



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN
MICROENCAPSULADO DE EXTRACTO DE ORÉGANO (*Origanum
vulgare L.*) EN EL RETARDO DE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA DE UNA
SALSA TIPO MAYONESA DURANTE SU ALMACENAMIENTO
ACELERADO”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros
Agroindustriales

Autor:

Caizaluisa Sulca Josue Alexander
Zapata Tapia Jessica Paola

Tutor:

Trávez Castellano Ana Maricela Ing. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR
Agosto 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Josue Alexander Caizaluisa Sulca, con cédula de ciudadanía No. 1728022268 y Jessica Paola Zapata Tapia, con cédula de ciudadanía No. 1725921629, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Evaluación del efecto de la adición de un microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*) en el retardo de la oxidación lipídica de una salsa tipo mayonesa durante su almacenamiento acelerado”, siendo la Ingeniera Mg. Ana Maricela Trávez Castellano, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 22 de agosto del 2022

Josue Alexander Caizaluisa Sulca
Estudiante
CC: 1728022268

Jessica Paola Zapata Tapia
Estudiante
CC: 1725921629

Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.
Docente Tutor
CC: 0502270937

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 **CAIZALUISA SULCA JOSUE ALEXANDER**, identificado con cédula de ciudadanía **1728022268** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, 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. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del efecto de la adición de un microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*) en el retardo de la oxidación lipídica de una salsa tipo mayonesa 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 2017 - Marzo 2018

Finalización de la carrera: Abril - Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutor: Ingeniera Mg. Ana Maricela Trávez Castellano

Tema: “Evaluación del efecto de la adición de un microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*) en el retardo de la oxidación lipídica de una salsa tipo mayonesa 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, **EL 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 **EL 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 **EL 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 **EL 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 **EL 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 22 días del mes de agosto del 2022.

Josue Alexander Caizaluisa Sulca
EL CEDENTE

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.
LA CESIONARIA

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 **ZAPATA TAPIA JESSICA PAOLA**, identificada con cédula de ciudadanía **1725921629** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, 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 Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del efecto de la adición de un microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*) en el retardo de la oxidación lipídica de una salsa tipo mayonesa 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 2017 - Marzo 2018

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutor: Ingeniera Mg. Ana Maricela Trávez Castellano

Tema: “Evaluación del efecto de la adición de un microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*) en el retardo de la oxidación lipídica de una salsa tipo mayonesa 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 22 días del mes de agosto del 2022.

Jessica Paola Zapata Tapia
LA CEDENTE

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN MICROENCAPSULADO DE EXTRACTO DE ORÉGANO (*Origanum vulgare L.*) EN EL RETARDO DE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA DE UNA SALSA TIPO MAYONESA DURANTE SU ALMACENAMIENTO ACELERADO”, de Caizaluisa Sulca Josue Alexander y Zapata Tapia Jessica Paola de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, 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, 22 de agosto del 2022

Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.

Docente Tutor

CC: 0502270937

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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, los postulantes: Caizaluisa Sulca Josue Alexander y Zapata Tapia Jessica Paola, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN MICROENCAPSULADO DE EXTRACTO DE ORÉGANO (*Origanum vulgare L.*) EN EL RETARDO DE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA DE UNA SALSA TIPO MAYONESA DURANTE SU ALMACENAMIENTO ACELERADO”**, han 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 realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 22 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)
Quim. Jaime Orlando Rojas Molina, Mg.
CC: 0502645435

Lector 2
Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Mg.
CC: 0501773931

Lector 3
Ing. Pablo Gilberto Herrera Soria, Mg.
CC: 0501690259

AGRADECIMIENTO

Mi profunda gratitud a Dios, quien con su bendición nunca hizo que me rindiera y toda mi hermosa familia por estar siempre alentándome a seguir adelante en este caos al cual llamamos vida.

De igual manera a todos mis profesores quienes inculcaron conocimiento y experiencia para ser un gran profesional.

Josue Alexander Caizaluisa Sulca

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la virgen del Carmen a quienes he encomendado durante toda mi vida para sacar adelante cada una de mis metas.

Mi más grande y afectuoso agradecimiento a cada persona que ha compartido junto a mi esta etapa que ha constituido uno de los sueños más grandes de mi vida, de forma especial a mi querida familia, a mis estimados docentes, amigos y compañeros de la UTC.

Jessica Paola Zapata Tapia

DEDICATORIA

Este logro está dedicado a mis padres, por su inmenso amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes se logró un anhelado sueño. A mis hermanas por ser mi ejemplo de superación, apoyo incondicional y sobre todo el amor de madre que supieron transmitir, sin ustedes no sería el hombre que soy hoy en día.

Finalmente, a mi pequeña sobrina, la cual me recuerda siempre como es soñar como un niño.

Josue

DEDICATORIA

A mis padres Héctor y Marthy y a mi hermanito Víctor por ser mi soporte, aliento y mi mayor alegría en cada etapa de mi vida.

A mis ángeles en el cielo mis abuelitos papito Mario, mamita Carmen, mi tía Julia, a mis ángeles en la tierra abuelitos Victor y Bachita, por todas sus bendiciones y por ser mi ejemplo.

Jessica P.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN MICROENCAPSULADO DE EXTRACTO DE ORÉGANO (*Origanum vulgare L.*) EN EL RETARDO DE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA DE UNA SALSA TIPO MAYONESA DURANTE SU ALMACENAMIENTO ACELERADO”.

AUTORES: Caizaluisa Sulca Josue Alexander
Zapata Tapia Jessica Paola

RESUMEN

En la presente investigación el objetivo fue evaluar el efecto de la adición de un microencapsulado de extracto de orégano en una salsa tipo mayonesa, para lo cual se elaboró tres muestras: una base blanca como indicador con un antioxidante sintético (EDTA) y dos con distintas concentraciones de microencapsulado (una mínima 0,07% y máxima 0,15%); la presencia de ácidos grasos en este producto permitió determinar el retardo de la oxidación lipídica con la caracterización mediante el análisis de índice de peróxidos y acidez; durante 42 días bajo un método de almacenamiento acelerado a dos temperaturas (45°C y 55°C). Dando como resultado valores ascendentes para los tres tratamientos; a 45 °C la muestra indicador MB inició con un IP de 1,82 meq O₂/kg hasta alcanzar los 4,53 meq O₂/kg, M1 incrementó de 1,87 a 11,33 meq O₂/kg y M2 tuvo una variación en su IP de 1,80 hasta 4,67 meq O₂/kg. Por otra parte, a 55°C se alcanzó valores promediados de 7,33 meq O₂/kg para MB, 12,97 meq O₂/kg para M1 y 4,80 meq O₂/kg para M2. En cuanto al índice de acidez a 45 °C el tratamiento MB pasó de 0,22 a 0,36 % m/m de ácido acético, M1 culminó con 0,50 % m/m y M2 llegó a 0,42 % m/m. Mientras que en el almacenamiento a 55 °C MB se finalizó con 0,45 % m/m, M1 con 0,50 % m/m y M2 con 0,39 % m/m. Se tomó como referencia la NTE INEN 1640 la cual señala un máximo de 10 meq O₂/kg para el índice de peróxidos.

Al estimar la vida útil de la salsa tipo mayonesa mediante el modelo de cinética de degradación de alimentos se demostró que el mejor tratamiento fue la muestra M2 (0,15% de microencapsulado) reflejando el potencial antioxidante del microencapsulado, estimando una durabilidad de 158 días.

Finalmente se realizó los costos de producción al mejor tratamiento con microencapsulado obteniendo como resultado un costo de \$3,39 de la presentación de 250 g; al comparar con los costos del tratamiento con EDTA de \$3,10 nos indica que no existe una variación significativa.

Palabras clave: evaluación, microencapsulado, extracto, orégano, antioxidante, mayonesa, oxidación lipídica, vida útil.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES FACULTY
TOPIC: “ASSESSMENT OF ADDITION EFFECT OF A MICROENCAPSULATED EXTRACT OF OREGANO (*Origanum vulgare L.*) ON DELAY OF LIPID OXIDATION AT MAYONNAISE-TYPE SAUCE DURING ITS ACCELERATED STORAGE”

Authors: Caizaluisa Sulca Josue Alexander
Zapata Tapia Jessica Paola

ABSTRACT

The objective at this investigation was to evaluate addition effect of a microencapsulated oregano extract in a mayonnaise sauce, for which three samples were prepared: a white base as an indicator with a synthetic antioxidant (EDTA) and two with different concentrations of microencapsulated (a minimum of 0.07% and a maximum of 0.15%); presence fatty acids on this product allowed to determine delay of lipid oxidation with the characterization by the analysis of peroxide index and acidity; for 42 days under an accelerated storage method at two temperatures (45°C and 55°C). Resulting in ascending values for three treatments; at 45 °C the MB indicator sample started with an IP of 1.82 meq O₂/kg to 4.53 meq O₂/kg, M1 increased from 1.87 to 11.33 meq O₂/kg and M2 had a variation at its IP of 1,80 to 4,67 meq O₂/kg. Moreover, at 55°C, average values of 7,33 meq O₂/kg were reached for MB, 12,97 meq O₂/kg for M1 and 4,80 meq O₂/kg for M2. As for the acidity index at 45 °C the MB treatment went from 0,22 to 0,36 % m/m of acetic acid, M1 culminated with 0,50 % m/m and M2 reached 0,42 % m/m. While in storage at 55 °C MB was finished with 0,45 % m/m, M1 with 0,50 % m/m and M2 with 0,39 % m/m. Reference was taken to INEN NTE 1640 which indicates a maximum of 10 meq O₂/kg for peroxide index. Estimating shelf life of mayonnaise sauce using food degradation kinetics model showed that the best treatment was M2 sample (0.15% microencapsulated) reflecting the antioxidant potential of microencapsulated, estimating a durability of 158 days. Finally, the production costs were made to the best treatment with microencapsulated resulting in a cost of \$3.39 on presentation of 250 gr; comparing with treatment costs with EDTA of \$3.10 indicates that there is no significant variation.

Keywords: evaluation, microencapsulation, extract, oregano, antioxidant, mayonnaise, lipid oxidation, shelf life.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	viii
AGRADECIMIENTO	ix
AGRADECIMIENTO	x
DEDICATORIA	xi
DEDICATORIA	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
ÍNDICE GENERAL	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	3
3.1. Beneficiarios Directos	3
3.1. Beneficiarios Indirectos	3
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
5. OBJETIVOS	5
5.2. Objetivo General	5
5.3. Objetivo Específico	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA	7
7.1. Antecedentes	7
7.2. Fundamentación teórica	8
7.2.1. Aditivos alimentarios	8
7.2.2. Microencapsulación	10
7.2.3. Extracto	11
7.2.4. Orégano	12
7.2.5. Oxidación lipídica	14

7.2.6.	Mayonesa.....	14
7.2.7.	Vida útil.....	18
7.2.8.	Enranciamiento.....	19
8.1.	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	20
8.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS.....	21
9.	METODOLOGÍAS.....	23
9.1.	Tipos de investigación.....	23
9.1.1.	Investigación teórica.....	23
9.1.2.	Investigación aplicada.....	23
9.1.3.	Investigación descriptiva.....	23
9.1.4.	Investigación cuantitativa.....	23
9.2.	Métodos de investigación.....	24
9.2.1.	Método deductivo.....	24
9.2.2.	Método inductivo.....	24
9.2.3.	Método experimental.....	24
9.3.	Técnicas.....	24
9.3.1.	Observación.....	24
9.3.2.	Modelo matemático de cinética de degradación de alimentos.....	25
9.4.	Materiales y Equipos.....	28
9.5.	Metodología.....	30
9.5.1.	Formulaciones de los tres tratamientos elaborados.....	30
9.5.2.	Descripción del método de elaboración de la salsa.....	31
9.5.3.	Diagrama de Flujo de Salsa tipo mayonesa.....	35
9.6.	Métodos de los análisis fisicoquímicos a realizar en la salsa tipo mayonesa.....	36
9.6.1.	Determinación de acidez titulable.....	36
9.6.2.	Índice de peróxidos.....	36
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	39
10.1.	Evaluación de dosis máxima y mínima que se adicionará de microencapsulado de extracto de orégano (<i>Origanum vulgare L.</i>) en las muestras de mayonesa.....	39
10.2.	Indicadores fisicoquímicos en el primer día de elaboración (Día 0).....	41
10.3.	Comportamiento del Índice de peróxido e índice de acidez durante el almacenamiento acelerado.....	42

10.4.	Estimación del tiempo de vida útil de la salsa tipo mayonesa con aplicación de microencapsulado.	47
10.4.1.	Parámetros cinéticos de oxidación lipídica	47
10.4.2.	Ecuación de Arrhenius para la oxidación lipídica de las mayonesas	48
10.4.3.	Estimación de vida útil de las mayonesas	49
10.5.	Costo producción del mejor tratamiento (M2) y (MB) de la salsa tipo mayonesa con la aplicación de microencapsulado de extracto de orégano (<i>Origanum vulgare L.</i>).....	50
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).	53
11.1.	Técnicos	53
11.2.	Sociales	53
11.3.	Ambientales.....	53
12.	PRESUPUESTO.....	54
13.	CONCLUSIONES.....	56
14.	RECOMENDACIONES	57
15.	REFERENCIAS	58
16.	ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos	6
Tabla 2 Aditivos alimentarios permitidos	15
Tabla 3 Composición nutricional de la mayonesa	17
Tabla 4 Fórmulas de los tratamientos elaborados de la salsa tipo mayonesa.....	30
Tabla 5 Distribución de los tratamientos de adición de microencapsulado en una salsa tipo mayonesa en su almacenamiento acelerado.	41
Tabla 6 Indicadores fisicoquímicos de los tratamientos del día 0.....	41
Tabla 7 Valores de Índice de peróxido determinados durante el almacenamiento acelerado	42
Tabla 8 Valores de Índice de acidez determinados durante el almacenamiento acelerado	44
Tabla 9 Parámetros cinéticos de oxidación lipídica a base del índice de peróxidos (IP)	47
Tabla 10 Ecuación de Arrhenius para la oxidación lipídica de los tratamientos	48
Tabla 11 Estimación de vida útil a tres distintas temperaturas de cada tratamiento	49
Tabla 12 Costos de la materia prima del mejor tratamiento con adición de 0,15% de extracto de orégano.....	50
Tabla 13 Costos de material de empaque.....	51
Tabla 14 Costos indirectos de fabricación	51
Tabla 15 Costos de Mano de obra directa	51
Tabla 16 Costos de la materia prima del tratamiento indicador MB con EDTA.....	52
Tabla 17 Presupuesto para la propuesta de proyecto de investigación	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Origanum vulgare</i> L.	12
Figura 2 Determinación de órdenes de reacción.....	27
Figura 3 Acondicionamiento.....	31
Figura 4 Mezclado.....	31
Figura 5 Batido	32
Figura 6 Homogenización.....	32
Figura 7 Emulsificación.....	33
Figura 8 Envasado.....	33
Figura 9 Almacenamiento.....	34
Figura 10 Diagrama de flujo de la Mayonesa	35
Figura 11 Evaluación sensorial para la selección de la dosis mínima de adición de microencapsulado.....	39
Figura 12 Evaluación sensorial para la selección de la dosis máxima de adición de microencapsulado.....	40
Figura 13 Comportamiento del índice de peróxidos de los tratamientos a 45°C	42
Figura 14 Comportamiento del índice de peróxidos de los tratamientos a 55°C	43
Figura 15 Comportamiento del índice de acidez de los tratamientos a 45°C.....	45
Figura 16 Comportamiento del índice de acidez de los tratamientos a 55°C.....	46

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: Evaluación del efecto de la adición de un microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*) en el retardo de la oxidación lipídica de una salsa tipo mayonesa durante su almacenamiento acelerado.

Lugar de ejecución

Salache – El Ejido – Latacunga – Cotopaxi – Zona 3.

Institución

Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad académica

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia

Ingeniería Agroindustrial

Nombres de equipo de investigadores

Tutor:

Trávez Castellano Ana Maricela Ing. Mg.

Postulantes:

Caizaluisa Sulca Josue Alexander

Zapata Tapia Jessica Paola

Área de conocimiento

Ingeniería, industria y construcción

Sub Área

Industria y producción

Línea de investigación

Desarrollo y seguridad alimentaria

Sub líneas de investigación de la Carrera:

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

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se realizó con el fin de buscar evaluar el efecto antioxidante de un microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*) ante la oxidación lipídica de una salsa tipo mayonesa durante su almacenamiento acelerado.

En la industria los aditivos alimentarios son utilizados en la elaboración de productos para proteger u optimizar sus características físico-químicas y organolépticas; para ello con el transcurso del tiempo se ha desarrollado una alta variedad de aditivos que tienen el objetivo de satisfacer las necesidades de la producción alimentaria, ya que estos son importantes para preservar la inocuidad y calidad de los mismos. Sin embargo, encontramos distintos tipos de aditivos entre ellos los sintéticos los cuáles según estudios se ha indicado que pueden presentar un potencial riesgo para la salud, causando a corto plazo alergias y a largo plazo aumento del colesterol entre otras (Ibañez et al., 2003). Por esta razón se investigó una forma de implementar los aditivos naturales como una alternativa para la producción a gran escala, con el fin evitar utilizar compuestos que atenten con la salud del consumidor.

El orégano es una planta aromática, leñosa en la base, con tallos herbáceos y hojas ovaladas es frecuente encontrarla en bosques, zonas forestales y es originaria de la península ibérica. Se usa como condimento donde la parte más aprovechable son las sumidades y hojas, en donde la planta tiene más aroma. Se trata de una planta condimentaría importante debido a sus propiedades antisépticas y antioxidantes de sus extractos y aceites esenciales (Morales et al., s.f.).

La microencapsulación en aceites esenciales se usa para agregar funcionalidad y mejorar la estabilidad de compuestos bioactivos, las ventajas más importantes son: proteger sabores y olores, evitar la oxidación y reacciones físicas o químicas inesperadas; permitiendo incrementar el tiempo de vida útil de la micropartícula, para la posterior liberación controlada de su contenido (Andrade Imbago & Tapia Guerrero, 2020). Es por ello que se le aplicará a un alimento que tiende a presentar

un deterioro mayormente oxidativo debido a su composición lipídica, de esta forma se dio énfasis en el análisis de índice de peróxido el cual es uno de los principales indicadores de este tipo de reacción.

La oxidación lipídica se produce en compuestos como las grasas, los aceites y los alimentos con base lipídica, tales como leches, natas, quesos, mayonesas, helados, sopas, salsas y fórmulas infantiles, que son susceptibles de deteriorarse por la acción de la luz y el oxígeno debido a la reacción de especies reactivas de oxígeno (ROS) con los lípidos (Losada Barreiro, 2013).

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

3.1. Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos serán los productores de orégano de la provincia de Cotopaxi especialmente los habitantes de la parroquia San Buenaventura quienes se dedican a la venta y comercialización de plantas medicinales; según los datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística y Censos ejecutado en el 2010.

3.1. Beneficiarios Indirectos

La producción de mayonesa en el Ecuador en el año 2019 existieron 27 empresas dedicadas a la elaboración de especias, salsas y condimentos, las cuales están ubicadas en la provincia de Pichincha (41%) y Guayas (26%).

Consumidores potenciales niños, jóvenes y la población en general.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El nombre orégano comprende más de veinticuatro diferentes especies de plantas, entre las que destacan el orégano europeo (*Origanum vulgare L.*). Este tipo de orégano contiene compuestos activos, como derivados fenólicos de los ácidos cafeico y romérico los cuáles permiten el efecto antioxidante de los extractos metanólicos (Arcila-Lozano et al., 2004).

La encapsulación es una técnica en donde las partículas líquidas, sólidas o gaseosas, son envueltas con una membrana polimérica que permite contener compuestos bioactivos, esta barrera habitualmente está compuesta con una red compuesta de moléculas que le atribuyen capacidades hidrofílicas y/o hidrofóbicas (Parra Huertas, 2011).

La oxidación lipídica es la alteración más relevante que ocurre en los alimentos que contienen ácidos grasos debido a que disminuye su calidad y valor nutritivo, y puede tener consecuencias negativas para la salud. La mayonesa tiende a presentar rancidez oxidativa a este tipo de oxidación más que a la acción de microorganismos ya que en su composición uno de sus ingredientes con mayor porcentaje contiene un alto contenido de lípidos (Ingrassia Moreno, 2020).

En la actualidad se ha buscado alternativas para la adición de aditivos naturales en los alimentos, debido a que existe un alto consumo de aditivos sintéticos los cuales con el paso de los años han generado alteraciones en la salud de los consumidores, ya sea corto o a largo plazo. Por esta razón se busca implementar el microencapsulado de extracto de orégano como potencial aditivo antioxidante en una mayonesa para evaluar la acción de los compuestos fenólicos de la especie (*Origanum Vulgare L.*), cabe recalcar que la base de este proyecto empieza con previas investigaciones basada en la obtención y caracterización del microencapsulado de extracto de orégano sin embargo no se ha evaluado su acción antioxidante en un alimento.

5. OBJETIVOS

5.2. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la adición de un microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*) en el retardo de la oxidación lipídica de una salsa tipo mayonesa durante su almacenamiento acelerado

5.3. Objetivo Específico

- Evaluar las dosis máxima y mínima que se adicionará de microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*) en las muestras de mayonesa.
- Determinar los valores del índice de peróxidos e índice de acidez durante el almacenamiento acelerado.
- Estimar el tiempo de vida útil de la salsa tipo mayonesa con aplicación de microencapsulado.
- Realizar el costo producción de la salsa tipo mayonesa con la aplicación de microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*).

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1

Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos

OBJETIVOS	ACTIVIDAD (TAREAS)	RESULTADOS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Objetivo Específico 1: Establecer las dosis máxima y mínima que se adicionará de microencapsulado de extracto de orégano (<i>Origanum vulgare L.</i>) en las muestras de mayonesa.	Elaboración de distintas muestras de mayonesa con la adición de una dosis menor y una mayor de microencapsulado de orégano (<i>Origanum vulgare L.</i>).	Muestras de mayonesa con dos distintas concentraciones microencapsulado de orégano (<i>Origanum vulgare L.</i>).	Formulaciones de la salsa tipo mayonesa Tabla 4 Encuesta de análisis aceptación sensorial. Anexo N° 5.
Objetivo Específico 2: • Determinar los valores del índice de peróxidos e índice de acidez durante el almacenamiento acelerado.	Ensayos de índice de peróxidos e índice de acidez a la salsa tipo mayonesa.	Resultados de caracterización de análisis de la mayonesa durante el almacenamiento acelerado.	Determinación de índice de peróxidos ISO 3960 (<i>Ecuación 6</i>) Determinación de Acidez Titulable AOAC 920.43 (2005) (<i>Ecuación 5</i>)
Objetivo Específico 3: Estimar el tiempo de vida útil de las muestras de salsa tipo mayonesa con aplicación de microencapsulado.	Se realizará ensayos cinéticos a temperaturas superiores a las de un almacenamiento normal (45 y 55 °C).	Tiempo de vida útil de las muestras elaboradas.	Estimación de parámetros cinéticos de vida útil de las muestras de mayonesa Modelos cinéticos de degradación. <i>Apartado 11.2.5.</i>
Objetivo Específico 4: Realizar el costo producción de la salsa tipo mayonesa con la aplicación de microencapsulado de extracto de orégano (<i>Origanum vulgare L.</i>)	Análisis de costos de materia prima, equipos e instalaciones; para la determinación de costos de producción y comparación con mayonesa aplicada EDTA.	Costos de producción del mejor tratamiento.	Tabla de costos de producción de mayonesa con la aplicación del microencapsulado. <i>Tabla 12,13, 14, 15, 16.</i> Formula de costo producción y costo unitario

Elaborado por: (Caizaluisa & Zapata, 2022)

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

7.1. Antecedentes

Según la investigación de Gavilánez (2020) el extracto hidroalcohólico de orégano obtenido presentó 10491,4 mg/L de capacidad antioxidante, lo cual es inclusivamente un valor superior a la presencia de polifenoles, lo cual permitió comprobar que la capacidad antioxidante de este extracto es eficiente, por ello se recomendó realizar su aplicación y evaluación ya en productos alimenticios.

Por otro lado los análisis fisicoquímicos de la microencapsulación del extracto de orégano obtenido por Chamba y Quispe (2021) arrojó 1902,45 $\mu\text{M Fe}^{2+}/\text{g}$ en cuanto a su capacidad antioxidante. Esto nos demuestra que la microencapsulación mantiene las propiedades bioactivas del orégano guardando bajo encapsulación la parte antioxidante.

La salsa tipo mayonesa es uno de los alimentos que presenta una de las oxidaciones más conocidas que es la lipídica debido a su constitución, como lo indican García Baldizón y Molina Córdoba (2008):

Los componentes principales de la mayonesa natural son: aceite, agua, almidón y huevo. De ellos, el aceite es el ingrediente que está en mayor cantidad, razón por la cual se considera este componente para realizar el seguimiento a la degradación de la mayonesa, dado que el deterioro de este producto en mayor medida es originado por reacciones de oxidación, que producen la rancidez. (p. 59)

Con base en las previas investigaciones mencionadas, en este proyecto se analizó semanalmente el índice de peróxido como indicador de deterioro por la rancidez de las grasas y el índice de acidez como criterio de calidad de la salsa tipo mayonesa.

7.2. Fundamentación teórica

7.2.1. *Aditivos alimentarios*

Se entiende por aditivo alimentario según el CODEX STAN 192 (1995/2015) como, la sustancia que comúnmente no se consume como alimento, ni se usa como componente principal de productos de consumo, con o sin valor nutritivo, la cual se la adiciona de manera intencional al alimento con fines tecnológicos y organolépticos en todo su proceso de fabricación, elaboración hasta su almacenamiento sin que alimento se vea alterado en sus características. También esta definición no incluye “contaminantes” o algún tipo de sustancias añadidas para mejorar o mantener cualidades nutricionales del alimento.

El objetivo de los aditivos alimentarios debe dirigirse hacia la búsqueda de beneficios para el producto sin producir riesgos para la salud de los consumidores; entre estos tenemos:

- Conservar la calidad nutricional del alimento
- Suministrar los constituyentes necesarios en los alimentos elaborados para aquellos consumidores con necesidades dietéticas especiales.
- Mejorar la calidad de conservación, estabilidad del alimento o mejorar propiedades organolépticas, sin alterar la naturaleza del alimento en sí.
- Facilitar las operaciones o fases de elaboración de los alimentos fabricados sin encubrir cualquier tipo de efecto.

Según Ibañez et al. (2003), encontramos los siguientes tipos de aditivos:

- Colorantes
- Conservantes
- Antioxidantes
- Reguladores de pH

- Agentes texturizantes
- Correctores de acidez
- Potenciadores de sabor
- Agentes de recubrimiento, edulcorantes y gases de envasado
- Almidones modificados
- Enzimas (p. 2)

7.2.1.1. Aditivos antioxidantes

En el presente proyecto de investigación se da relevancia a los agentes antioxidantes ya que son parte del objetivo de evaluación. Los antioxidantes tienen la finalidad de alargar el periodo de vida útil de los alimentos haciendo más lenta la descomposición química, como son el enranciamiento de los productos grasos. Estos son apoyo para los conservantes ya que mientras esos evitan el crecimiento de microorganismos los antioxidantes como su nombre lo dicen inhiben la oxidación.

La industria de alimentos usa distintas técnicas de envasado con el propósito de evitar la oxidación, por lo que es necesario la implementación de este tipo de aditivos en gran parte en los alimentos que poseen ácidos grasos en su composición (Rivero, 2009).

Un dato importante es que los antioxidantes actúan en dosis bajas ya que al suministrarse dosis altas generan un efecto contrario al esperado, produciendo una formación excesiva de radicales libres lo cual acelerará la descomposición del alimento. Es por ello que es importante el cálculo de las dosis óptimas (Nuñez & Navarro, 2013).

En Ecuador se usa como guía NTE INEN-CODEX 192 (2016), en donde encontramos en Anexo A el cual nos muestra las directrices para la formulación de dosis máximas de uso de los

aditivos alimentarios, dándonos a conocer como llegan a establecer las dosis de los distintos aditivos que pueden ser usados en la producción de alimentos.

7.2.2. *Microencapsulación*

Es un proceso mediante la cual ciertas sustancias químicas, sustancias bioactivas (sabores, vitaminas o aceites esenciales) y otro tipo de sustancias, son introducidas en una matriz de biopolímeros con el fin de proteger ante sustancias del ambiente o impedir reacciones de oxidación debido a factores de luz o presencia de oxígeno (Castañeda et al., 2011). De acuerdo a Zárate-Hernández et al. (2021), las microcápsulas son esferas que cubren el principio activo de una sustancia, pueden llegar a tener un diámetro medio de 1 μm a 1000 μm . (p. 23)

7.2.2.1. Medios de microencapsulación.

Según Nava Reyna et al. (2015), el núcleo y la pared son los principales componentes de una microcápsula, de los cuales el núcleo viene a ser el compuesto específico que se busca recubrir; esto influye de su estado si es o no necesario un tratamiento del núcleo previamente a su microencapsulación tales como la atomización, molienda, emulsificación, granulación y la esferoidización. El cual influye drásticamente en la configuración final tanto de sus cápsulas y el rendimiento de dichas en su aplicación final. La destreza para reformar la composición del material del núcleo proporciona una flexibilidad concreta, lo cual permitirá que el diseño sea eficiente para obtener características deseadas en las microcápsulas (p. 65).

Para crear la matriz de encapsulación, se puede utilizar elementos derivados de celulosa, lípidos, proteínas, gomas, carbohidratos y algunos materiales inorgánicos (Nava Reyna et al., 2015).

7.2.2.2. Importancia de la microencapsulación.

En general, se puede decir que la microencapsulación protege el material adherido (básico) de factores ambientales adversos como la humedad, el pH y la oxidación, que pueden afectar la calidad del producto y vida útil más corta (Chamba Quijije & Quispe Tigma, 2021). Los usos de la tecnología de microencapsulación abarcan un abanico muy diverso de usos, en campo agrícola, donde se utiliza para fabricar pesticidas, fungicidas y algunos fertilizantes para la industria alimentaria, donde se utilizan microcápsulas para mantener propiedades y propiedades de sustancias como grasas, colorantes, sabores.

7.2.2.3. Métodos de Microencapsulación

Nava Reyna et al. (2015) menciona que los principales procesos que se pueden realizar para la obtención de las microcápsulas pueden ser:

Procesos Físicos, como el secado por aspersión, extrusión o recubrimiento por aspersión.

Procesos Químicos, Polimerización interfacial o inclusión molecular.

Procesos Físicoquímicos, coacervación, atrapamiento en liposomas o micelas inversas.

(p.66)

7.2.3. Extracto

En la actualidad se puede encontrar diversas técnicas de extracción de principios bioactivos adquiridos de diferentes partes morfológicas de la planta como las flores, tallos, hojas, semillas, raíces y frutos. Los métodos o técnicas de extracción más eficiente son: la destilación por arrastre de vapor, hidrodestilación, cromatografía, decantación y filtración, las cuales permiten la obtención de extractos o aceites esenciales (Ruiz Benitez, 2020).

Se define a extracto a compuestos obtenidos de sustancias bioactivos que están presentes en tejidos de plantas, por el uso de algún tipo de solvente (alcohol, agua, mezcla de estos u otro

solvente selectivo) y un método de extracción adecuado (Santamaría, 2015). El extracto de orégano se obtiene a través de la materia prima vegetal desecado por método de maceramiento usando como solvente al alcohol al 90% y agua, donde se presentará una sedimentación que guardará el color y aroma característico del orégano.

7.2.4. Orégano

El orégano (*Origanum Vulgare L.*) en Ecuador es una planta herbácea introducida originaria de Eurpa y Asia, lo podemos encontrar en las provincias de Imbabura, Pichincha y Cotopaxi (Novoa Casanova, 2019). Es una planta medicinal con propiedades digestivas, carminativas, antioxidantes y expectorantes. Aunque solemos utilizarlo más como complemento para aportar sabor y aroma a nuestras comidas, algo ineludible en la pizza, por ejemplo. (Tellez-Monzón & Nolazco-Cama, 2017)

Figura 1

Origanum vulgare L.



Nota: Foto de la planta de orégano Fuente: (Novoa Casanova, 2019)

Generalidades

- Familia: *Lamiaceae* (Labiatae)
- Género: *Origanum*
- Especie: *vulgare*

7.2.4.1. Capacidad antioxidante del orégano

El orégano en especial de género *Origanum*, se caracteriza por poseer capacidades antioxidantes de alto rendimiento, genera interés ante todo en su relación con la dieta y la prevención de enfermedades de los consumidores. Los antioxidantes tienen la facultad de resguardar a las células contra el deterioro oxidativo, este tiende a generar padecimientos, como diabetes, cáncer y problemas cardiovasculares. Es importante saber que varios antioxidantes se pueden obtener de forma natural mediante el consumo de algunos alimentos que poseen antioxidantes fenólicos en su composición, entre estos se encuentran el ácido ascórbico, tocoferoles, carotenoides, entre otros (Sagñay Tutillo, 2019; Arcila-Lozano et al., 2004).

El extracto metanólico de orégano según Arcila-Lozano (2004), posee un efecto antioxidante por la presencia de ácidos cafeico y rosmarínico en el mismo. Los glucósidos tienen la capacidad de expulsar sustancias volátiles por hidrólisis ácida o enzimática. Este tipo de extractos al ser estudiados en alimentos con compuestos grasos han presentado una alta capacidad antioxidante. Es relevante mencionar que en las hojas secas de orégano (*O. vulgare L.*) la presencia de glucósido fenólico se ha reconocido como un antioxidante significativo. Las agliconas y los aceites esenciales manifestaron una acción antioxidante análoga y una inhabilitación de la formación de hidroperóxido incluso después de 80 días. Por otra parte, el timol puro y la timoquinona tienen una actividad considerable menor, está alcanzando un valor de peróxido de 250 mM/kg en tan solo 30 y 22 días (pág. 105).

7.2.5. Oxidación lipídica

La oxidación de lípidos es una de las principales causas del deterioro químico de los alimentos. Su consecuencia sensorial más importante es la aparición de olores y sabores desagradables, que hacen que los productos alimenticios sean inaceptables para los consumidores y acortan o limitan su vida útil. Además, la oxidación de grasas reduce el valor nutricional de los alimentos y algunos productos de oxidación pueden ser tóxicos (Planta piloto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, 2015).

La oxidación lipídica es una reacción química que produce lo que se conoce como enranciamiento evidenciado en alteraciones al aroma y sabor. Este tipo de oxidación se da a través de una reacción de propagación en cadena de radicales libres, donde los ácidos grasos y oxígeno forman hidroperóxidos (Calvo, 2000).

7.2.6. Mayonesa

Según la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2295 (2010) la mayonesa es un producto alimenticio que se muestra como una emulsión aceite-agua. El elemento principal de este producto es el aceite vegetal comestible el cual ocupa alrededor del 65% de su composición, además de huevos, en la preparación se pueden utilizar aromatizantes, sales, aceites esenciales y extractos (Franco, 2016). Es de color amarillento, consistencia semisólida y textura suave, no debe presentar separación de fases.

En la norma del instituto ecuatoriano de normalización NTE INEN 2295 (2010) se da a conocer que la mayonesa se clasifica:

1. Según su contenido de grasa:
 - a. Mayonesa, mínimo 65 % m/m
 - b. Salsa o aderezo de mayonesa, mínimo <30 % y máximo 30 % m/m
 - c. Mayonesa baja en calorías, mínimo 30% m/m

2. Los ingredientes adicionados.

De igual forma en la mencionada norma encontramos detallado los aditivos alimentarios y sus dosis máximas permitidas, de los cuales se tomará como referencia los aditivos que se utilizaran en el proyecto:

Tabla 2

Aditivos alimentarios permitidos

Aditivo	Dosis máxima permitida
Ácido acético y sus sales de Na y K	Limitado por PFC
Ácido Cítrico y sus sales	
EDTA y sus sales sódicas y cálcicas	75 mg/kg
Goma guar	1 g/kg solos o mezclados
Goma Xantán	
Almidones	5 g/kg para mayonesa Limitado por PCF para salsa o aderezo de mayonesa y mayonesa baja en calorías

Nota: Información obtenida de NTE INEN 2295 (2010)

7.2.6.1. Origen de la mayonesa.

La mayonesa o mahonesa la teoría que ha sido aceptada por la mayoría es que un chef de Richelieu para celebrar el gran triunfo galo en la isla y la creó a partir de ingredientes locales, no obstante, otros dicen que el duque conoció la receta en una taberna y le fascino su sabor, lo cual se lo llevo la receta y claro se apoderaron de su territorio cuando los franceses atacaron el fuerte de San Felipe de Mahón y en honor a este pueblo la salsa fue denominada mahonesa (Manzanas, 2022).

7.2.6.2. Estabilidad de la mayonesa

Durante el almacenamiento las emulsiones como la mayonesa tienden a modificar su estabilidad mediante diferentes procesos que se generan, tales como la oxidación lipídica y la pérdida de la estabilidad física.

Estabilidad física: esta va a depender de varios factores que van afectar a la estabilidad por ejemplo la relación agua-aceite, cantidad de yema de huevo, viscosidad, volumen relativo de la fase oleoso a la fase acuosa, el método de mezcla, calidad de agua y su temperatura de almacenamiento. La mayonesa es la emulsión más inestable debido a la presencia de una gran cantidad de aceite en relación a la cantidad de agua relativamente pequeña (Ingrassia Moreno, 2020).

7.2.6.3. Composición nutricional de la mayonesa

La relación entre la grasa de la dieta y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares e hipertensión ha hecho que los consumidores sean más conscientes del contenido de grasa de sus dietas. Como resultado, los fabricantes de alimentos han respondido a las demandas de los consumidores, dando como resultado un mercado en rápido crecimiento para productos con una imagen saludable. Sin embargo, como ingrediente alimentario importante, la grasa contribuye a las propiedades organolépticas y fisicoquímicas de los productos, haciéndolos más agradables al paladar. Estas propiedades pueden estar relacionadas con el sabor, la sensación en la boca, la textura y la estabilidad de los productos a base de grasas, como las emulsiones. La modificación del producto mediante el uso de un sustituto de grasa a menudo se considera una forma eficaz de evitar los problemas causados por la pérdida de grasa. (Fundación Española de Nutrición, 2013)

Tabla 3
Composición nutricional de la mayonesa

	Por 100g de porción comestible	Por cucharada de postre (14 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
Energía (Kcal)	718	101	3000	2300
Proteínas (g)	1.8	0.3	54	41
Lípidos totales (g)	78.9	11.0	100-117	77-89
AG saturados (g)	11.4	1.60	23-27	18-20
AG monoinsaturados	53.41	7.48	67	51
AG polinsaturados (g)	8.69	1.22	17	13
W ⁻³ (g)	0.529	0.074	3.3-6.6	2.6-5.1
C18:2 Linoleico (w ⁻⁶) (g)	8.14	1.140	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal) (g)	260	36.4	<300	<230
Hidratos de carbono (g)	0.1	0	375-413	288-316
Fibra (g)	0	0	>35	>25
Agua (g)	19.2	2.7	2500	2000
Calcio (mg)	16	2.2	1000	1000
Hierro(mg)	0.1	0	10	18
Yodo (mg)	35	4.9	140	110
Magnesio (mg)	7	1.0	350	330
Zinc (mg)	0.4	0.1	15	15
Sodio (mg)	450	63.0	<2000	<2000
Potasio (mg)	16	2.2	3500	3500
Fósforo (mg)	83	11.6	700	700
Selenio (ug)	0	0	70	55
Tiamina (mg)	0.06	0.01	1.2	0.9
Riboflavina (mg)	0.11	0.02	1.8	1.4
Equivalentes niacina (mg)	1	0.1	20	15
Vitamina ₆ B (mg)	0.1	0.01	1.8	1.6
Folatos (ug)	14	2.0	400	400
Vitamina ₁₂ B (ug)	1	0.14	2	2
Vitamina C (mg)	-	-	60	60
Vitamina A: Eq Retinol (ug)	80	11.2	1000	800
Vitamina D (ug)	1	0.14	15	15
Vitamina E (mg)	4.9	0.7	12	12

Nota. Datos tomados de *Condimentos y aperitivos* (2013)

7.2.7. *Vida útil*

La vida útil de un producto alimenticio se define como el tiempo limitado después de la producción es decir desde su envasado en condiciones de almacenamiento controladas durante el cual pierde sus propiedades organolépticas y fisicoquímicas y sufrirá cambios en su perfil microbiano, difiriendo del producto inicial (Carrillo Inungaray & Reyes Munguía, 2013).

De acuerdo a Díaz Torres (2009) existen indicadores de la vida útil de un alimento que pueden ser empleados, entre ellos son de destacar:

- Índice de oxidación lipídica
- Acidez
- Separación de fases
- Evaluación Sensorial
- Aumento o pérdida de humedad
- Alteración de envase
- Recuento de microorganismo, evidencia de toxinas

Los alimentos tienen una vida de anaquel variable de acuerdo a las condiciones de almacenamiento en las que se encontrará, es por ello que es importante los estudios de almacenamiento ya sea en el caso de nuevos productos o en una reformulación del alimento (Díaz Torres, 2009).

De acuerdo a su reacción de deterioro los alimentos se pueden clasificar en:

- Perecederos, son aquellos que tienen una vida en anaquel corta, es decir son más susceptibles a la descomposición debido a los factores de almacenamiento como temperatura o humedad.

- Semiperecederos, dependen mucho de la humedad y la acción microbiana a la que se encuentren expuestos.
- Estables, por lo general se encuentran en latas, plástico o algún tipo de cartón como envase, estos llegan a tener largos periodos de vida útil hasta ser abiertos, siempre y cuando no sufran alteraciones en su empaque que puedan afectar su almacenamiento.

7.2.8. Enranciamiento

La rancidez es el proceso por el cual los alimentos ricos en grasa o aceite cambian con el tiempo, produciendo un sabor desagradable.

Propiedades: Las grasas y aceites que entran en contacto con el aire, la humedad y una determinada temperatura modifican sus propiedades químicas y organolépticas con el tiempo. Estos cambios a menudo se denominan enranciamiento o rancidez. La rancidez puede ocurrir por oxidación o hidrólisis.

La rancidez hidrolítica implica la hidrólisis de los triglicéridos que componen la grasa o el aceite, descomponiéndose en ácidos grasos y glicerol. Estas reacciones se deben a la acción de enzimas lipolíticas (lipasas) presentes en el producto o producidas por determinados microorganismos.

La rancidez oxidativa se debe a la oxidación de los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados para formar peróxidos o hidroperóxidos, que posteriormente polimerizan y se descomponen para formar aldehídos, cetonas y ácidos de menor peso molecular, entre los que se encuentran los aldehídos epidérmicos. El proceso se acelera en presencia de luz, calor, humedad, otros ácidos grasos libres y ciertos catalizadores inorgánicos como las sales de hierro y cobre. Las grasas oxidadas tienen un sabor y un olor desagradables y parecen ser ligeramente tóxicas para algunas personas (Ayala Tirado, 2017).

8.1. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Ácidos grasos:** Biomoléculas que están constituidas de lípidos.
- **Antioxidante:** Compuesto que permite neutralizar los radicales libres impidiendo la oxidación.
- **Biopolímeros:** Macromoléculas de origen vegetal o sintético.
- **Emulsificación:** Proceso que permite la unión de las moléculas de lípidos con líquidos.
- **Extracto:** Sustancias adquiridas de compuestos bioactivos que están en tejidos de plantas.
- **Mayonesa:** Emulsión aceite-agua cuyo elemento principal es el aceite vegetal comestible con un 65% de su composición, además de huevos.
- **Microencapsulado:** Componentes bioactivos protegidos del medio ambiente con una matriz de biopolímeros.
- **Orégano:** Planta herbácea con propiedades saborizantes, aromatizantes y componentes antioxidantes.
- **Oxidación lipídica:** Reacciones químicas que provocan la descomposición de aceites y grasas.
- **Vida útil:** tiempo de durabilidad de las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de un producto.

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS.

- ¿Cuáles son las mejores dosis (máxima y mínima) de microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*) en la salsa tipo mayonesa?

Mediante la formulación basada en los parámetros de dosificación de aditivos establecidos en la NTE INEN 2295 (2013) y el análisis de aceptación sensorial se pudo determinar que las dosis de microencapsulado de extracto de orégano evaluadas; quedando establecidas en: dosis mínima de 3 g equivalente al 0,07% de la formulación, mientras que la máxima concentración es de 7 g que pertenece al 0,15% de la fórmula de la salsa tipo mayonesa elaborada para esta investigación.

- ¿Cuáles son los valores del índice de peróxidos e índice de acidez durante el almacenamiento acelerado?

Una vez determinado el índice de peróxidos y acidez cada 7 días durante un almacenamiento acelerado de 42 días totales, los datos obtenidos permitieron la elaboración de graficas que mostraron el comportamiento de crecimiento ascendente que tuvieron los dos indicadores (IP y IA) con relación al tiempo, este proceder es propio del enranciamiento oxidativo. La muestra indicador MB inició con un IP de 1,82 meq O₂/kg , a temperatura de 45°C incrementó hasta alcanzar los 4,53 meq O₂/kg mientras que a 55°C se obtuvo valores promediados en 7,33 meq O₂/kg. En cuanto al índice de acidez pasó de 0,22 a 0,36 % m/m de ácido acético a 45 °C y en el almacenamiento a 55 °C llegó a 0,45 % m/m ac.

Por otra parte el índice de peróxidos en la muestra M1 incrementó de 1,87 a 11,33 meq O₂/kg a 45 °C y a la temperatura de 55 °C pasó de 1,87 a 12,97 meq O₂/kg. Mientras que el índice de acidez a 45 °C inició con 0,22 y culminó con 0,50 % m/m ac.

La muestra de mayor concentración de microencapsulado M2 tuvo una variación en su IP de 1,80 a 4,67 meq O₂/kg y el IA pasó de 0,22 a 0,39 % m/m ac. estos valores pertenecen al almacenamiento a temperatura de 45°C, por otra parte, a 55°C el índice de peróxidos alcanzó los 4,80 meq O₂/kg, y el índice de acidez llegó a 0,42 % m/m de ácido acético.

- ¿Qué tiempo de vida útil se estimó para el mejor tratamiento de la salsa tipo mayonesa con aplicación de microencapsulado?

Se determinó que la muestra M2 con una aplicación de 7 g de microencapsulado en 4,5 Kg de mayonesa es el mejor tratamiento dando lugar a la determinación de su vida útil a través del uso de la cinética de degradación donde con el uso de la ecuación de orden uno se pudo establecer una durabilidad de 158 días a 20 °C lo cual es mayor a los 143 días de vida útil del tratamiento MB que contiene EDTA.

- ¿Cuál es el costo producción de la salsa tipo mayonesa con la aplicación de microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*)?

El costo de producción de la muestra indicadora MB la cual contiene un antioxidante sintético llega a un total de \$ 55,77 para la elaboración de 4,5 kg de mayonesa; al realizar el costo de una unidad de 250 gr obtenemos un costo de \$3,10. Mientras tanto el mejor tratamiento M2 con la adición de 7 g de microencapsulado de orégano llega a un precio de \$60,96 para todo el lote, mientras que la unidad tiene un costo de producción de \$3,39.

9. METODOLOGÍAS

9.1. Tipos de investigación

9.1.1. Investigación teórica

Es aquella investigación que genera un conocimiento sin ponerlo en práctica, lo cual se entiende en la recopilación de datos (Narváez & Villegas, 2014).

Este tipo de investigación se verá reflejado en la fundamentación científica con el fin de sustentar este proyecto de titulación.

9.1.2. Investigación aplicada

Su propósito es resolver un problema, y se enfoca en la búsqueda e integración de conocimientos para su aplicación al enriquecimiento del desarrollo cultural y científico (Nieto, 2018).

Esta investigación se aplicó para resolver el problema de la investigación el cual es la oxidación lipídica que ocurre ciertos alimentos como lo es en la salsa tipo mayonesa.

9.1.3. Investigación descriptiva

Esta investigación tiene como fin realizar un informe detallado sobre el fenómeno de estudio y sus características para tener una información clara del objetivo a estudiar (Vásquez Hidalgo, 2005)

En esta investigación se ve reflejada en el fenómeno de estudio cuales son como actúa el antioxidante natural de extracto de orégano (*Origanum Vulgare L.*)

9.1.4. Investigación cuantitativa

Producir informes utilizando métodos estadísticos y matemáticos (Monje Álvarez, 2011). Esta se ve reflejada en una gran cantidad de datos de diferentes en los análisis fisicoquímicos para

sustentar si existe influencia en el utilizar alternativas de antioxidantes naturales como es el caso de esta investigación, pero con el objetivo que sean eficientes en su uso.

9.2. Métodos de investigación

9.2.1. Método deductivo

Esta trata de aquella orientación que va de lo general a lo específico, el enfoque inicia del enunciado general para lo cual se va desentrañándolo desde lo macro a lo micro (Castillo, 2020). Esto se sustentará en la parte del problema de investigación.

9.2.2. Método inductivo

A diferencia del deductivo, este método va de los casos particulares a lo general. En este caso, se parte desde conceptos básicos a y se llega a un enunciado general (Díaz Barriga, 2008). Esta se ve reflejada en la fundamentación científica.

9.2.3. Método experimental

Esta es una orientación basada en lo que se ha descrito y explicado, encaminado a predecir lo que sucederá en el futuro si cambia en la situación actual. Basado en la interrogante de "¿por qué?" basado en la respuesta a "¿cómo?", claro, si se realiza un cambio, esto es lo que sucederá (Alonso Serrano et al., 2006). Esta parte metodológica aportara a respaldar las conclusiones de la investigación.

9.3. Técnicas

9.3.1. Observación

Consiste en "la atención cuidadosa a un objeto con el fin de conocerlo". El proceso de la observación no sólo aparece al principio, sino a lo largo de una investigación (Bavarezco, 2013), en el presente proyecto permitirá observar los cambios presentados en las muestras de salsa tipo mayonesa.

9.3.1.1. Encuesta

Este tipo de técnica es ampliamente utilizada como parte de la investigación, permite la obtención y elaboración de los datos de una manera rápida y eficiente (Casas Anguita et al., 2003). La técnica se ve reflejada como parte del procedimiento de la investigación para los análisis sensoriales.

9.3.2. *Modelo matemático de cinética de degradación de alimentos*

Durante los procesos de elaboración de los productos alimenticios, sus materias primas tienden a sufrir cambios fisicoquímicos en su composición al estar en contacto con el medio ambiente, causando un deterioro en la calidad del mismo. La oxidación lipídica y el enranciamiento son las principales reacciones de deterioro (Alvarado, 2014).

Se ha encontrado que el deterioro de los alimentos sigue modelos de orden cero o primer orden; en alimentos con un alto contenido de grasa o lípidos predominan las reacciones de oxidación y estas siguen un comportamiento de orden cero sin embargo se pueden ajustar a un orden 1 (García Baldizón & Molina Córdoba , 2008).

9.3.2.1. Cinética de orden cero y uno

Los órdenes de reacción permiten mostrar la evolución del desgaste de calidad de un alimento. Existen varios tipos de órdenes de acuerdo a las reacciones químicas o físicas del producto, las más usadas son de orden 0 y orden 1, las cuales después de varios estudios han permitido establecer los distintos casos a los que se puede aplicar según Hough y Fiszman (2005):

- **Orden Cero.** - Si se obtiene una línea recta en relación al tiempo y el grado de calidad como en la Figura 2.

$$A = A_0 - kt \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde;

A = índice de calidad a t

A₀ = índice de calidad tiempo cero

k = constante de velocidad de reacción

t = tiempo de almacenamiento

Las reacciones más comunes son:

- Oxidación lipídica
- Enranciamiento no enzimático

- **Orden Uno.**- Si al representar el logaritmo se determina una línea recta como se observa en la **Figura 2**.

$$\ln(A) = \ln(A_0) - kt \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde;

A = índice de calidad a t

A₀ = índice de calidad tiempo cero

k = constante de velocidad de reacción

t = tiempo de almacenamiento

ln: logaritmo natural

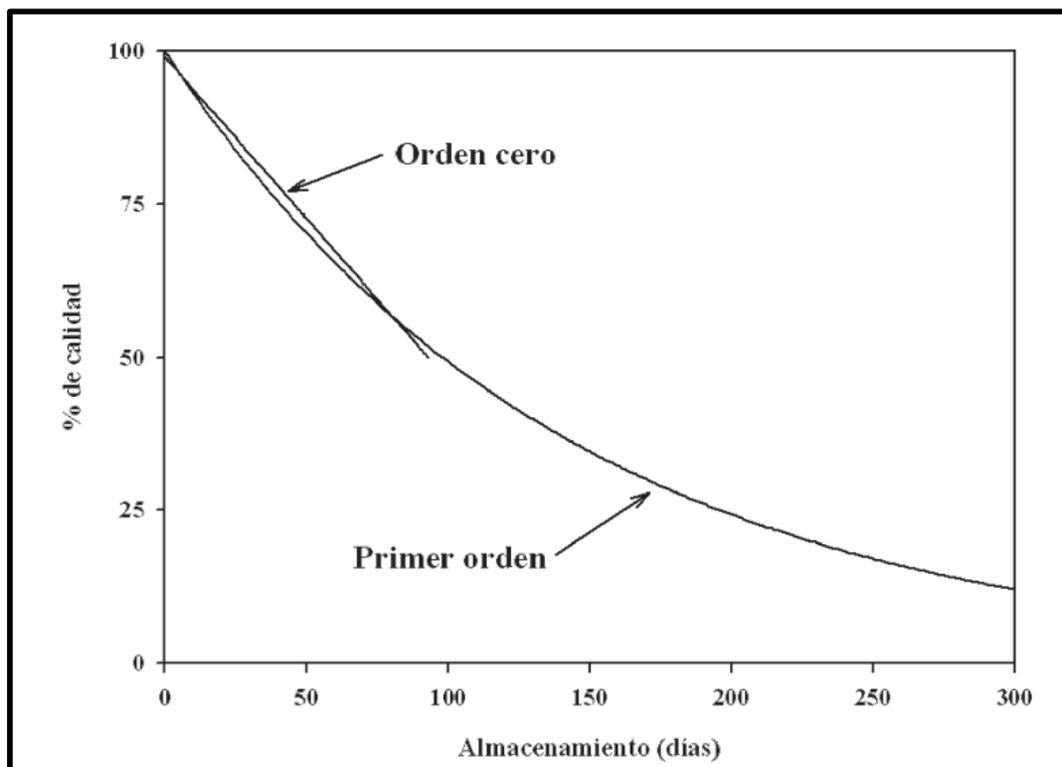
Las reacciones más comunes son:

- Rancidez de aceites

- Desgaste de vitaminas
- Descomposición de proteínas.

Figura 2

Determinación de órdenes de reacción



Nota. La figura fue tomada de Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos (2005).

9.3.2.2. Ecuación de Arrhenius.

La ecuación de Arrhenius es una expresión matemática que nos permite demostrar la influencia de la temperatura de almacenamiento acelerado con la constante de velocidad de la oxidación lipídica; a su vez nos permite conocer la energía de activación (E_a) de los alimentos, la misma que indica la energía mínima indispensable para que exista una reacción química (Heldman, Lund, & Sabliov, 2019).

$$k = A e^{(-E_a/RT)} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Al aplicar logaritmos se obtiene una ecuación linealizada de la ecuación 3, con pendiente E_a/R , la cual se expresa a continuación:

$$\ln(k) = \ln(A) - \frac{E_a}{R} * \frac{1}{T} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Dónde:

k = constante de velocidad de reacción.

A = factor de frecuencia.

E_a = energía de activación.

R = constante de los gases ideales (0,008314 kJ/mol).

T = temperatura absoluta (K)

La pendiente de la ecuación es decir E_a/R al despejarse nos permite obtener la energía de activación del producto en estudio.

9.4. Materiales y Equipos

– Equipos

- Agitador Eléctrico
- Balanza
- Balanza Analítica
- Centrifuga
- Estufa
- 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 glacial
- Hidróxido de Sodio NaOH
- Alcohol metílico (Metanol)
- Solución de almidón
- Yoduro de potasio
- Tiosulfato de sodio
- Fenolftaleína

– **Materiales para elaboración de mayonesa**

- Huevos
- Aceite
- Sal
- Vinagre
- Mostaza
- Goma Guar
- Goma Xantana
- Ácido cítrico
- Almidón
- Azúcar
- Agua

9.5. Metodología

9.5.1. Formulaciones de los tres tratamientos elaborados

Basados en los aditivos permitidos y dosis máximas establecidas en la NTE INEN 2295 (2010)

Tabla 2 se realizó tres formulaciones: una muestra indicador denominada MB, la muestra M1 que es la concentración mínima de microencapsulado y M2 que contiene una concentración máxima de microencapsulado.

Tabla 4

Fórmulas de los tratamientos elaborados de la salsa tipo mayonesa

Insumos	Und. Medida	MB		M1		M2	
		Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Huevos	kg	1,25	27,75	1,25	27,76	1,25	27,74
Vinagre	kg	0,05	1,11	0,05	1,11	0,05	1,11
Aceite refinado de palma	kg	2,87	63,80	2,87	63,73	2,87	63,69
Azúcar	kg	0,07	1,55	0,07	1,55	0,07	1,55
Sal	kg	0,12	2,66	0,12	2,66	0,12	2,66
Almidón de maíz	kg	0,02	0,44	0,02	0,44	0,02	0,44
Goma guar	kg	0,002	0,044	0,0018	0,040	0,0015	0,034
Goma xhantan	kg	0,002	0,044	0,0018	0,040	0,0015	0,034
Mostaza	kg	0,00045	0,010	0,00045	0,010	0,00045	0,010
Ácido cítrico	kg	0,012	0,266	0,012	0,266	0,012	0,266
Sorbato de potasio	kg	0,004	0,0888	0,004	0,0888	0,004	0,0888
Antioxidante (EDTA, Microencapsulado)	kg	0,00034	0,0075	0,003	0,07	0,007	0,155
Agua	kg	0,1	2,22	0,1	2,22	0,1	2,22
TOTAL		4,5	100	4,5	100	4,5	100

Nota. MB contiene un antioxidante sintético (EDTA); M1 y M2 son las muestras que tienen añadido el microencapsulado de extracto de orégano.

9.5.2. Descripción del método de elaboración de la salsa

- **Acondicionamiento:** Cada uno de los insumos y materia prima deben ser manejados con las respectivas medidas de higiene. Se pesarán los insumos de acuerdo a la formulación establecida en Tabla 4.

Figura 3
Acondicionamiento



Fuente. (Caizaluisa y Zapata 2022)

- **Mezclado:** Se mezclará almidón de maíz, sorbato de potasio, mostaza, azúcar, sal, ácido cítrico, agua, gomas y antioxidante.

Figura 4
Mezclado



Fuente. (Caizaluisa y Zapata 2022)

- **Batido:** Con el uso de una licuadora se generó una mezcla homogénea de los insumos anteriormente mencionados.

Figura 5
Batido



Fuente. (Caizaluisa y Zapata 2022)

- **Homogenización:** Se añadió los huevos y el vinagre hasta ser homogenizados.

Figura 6
Homogenización



Fuente. (Caizaluisa y Zapata 2022)

- **Emulsificación:** Se añadió la mezcla A y se agrega el aceite de forma lenta y uniforme.

Figura 7
Emulsificación



Fuente. (Caizaluisa y Zapata 2022)

- **Envasado:** La salsa tipo mayonesa debe ser envasada con el debido cuidado para evitar contaminaciones.

Figura 8
Envasado



Fuente. (Caizaluisa y Zapata 2022)

- **Almacenamiento:** De acuerdo a cada variable se debe aplicar el almacenamiento acelerado a dos distintas temperaturas (45°C y 55°C).

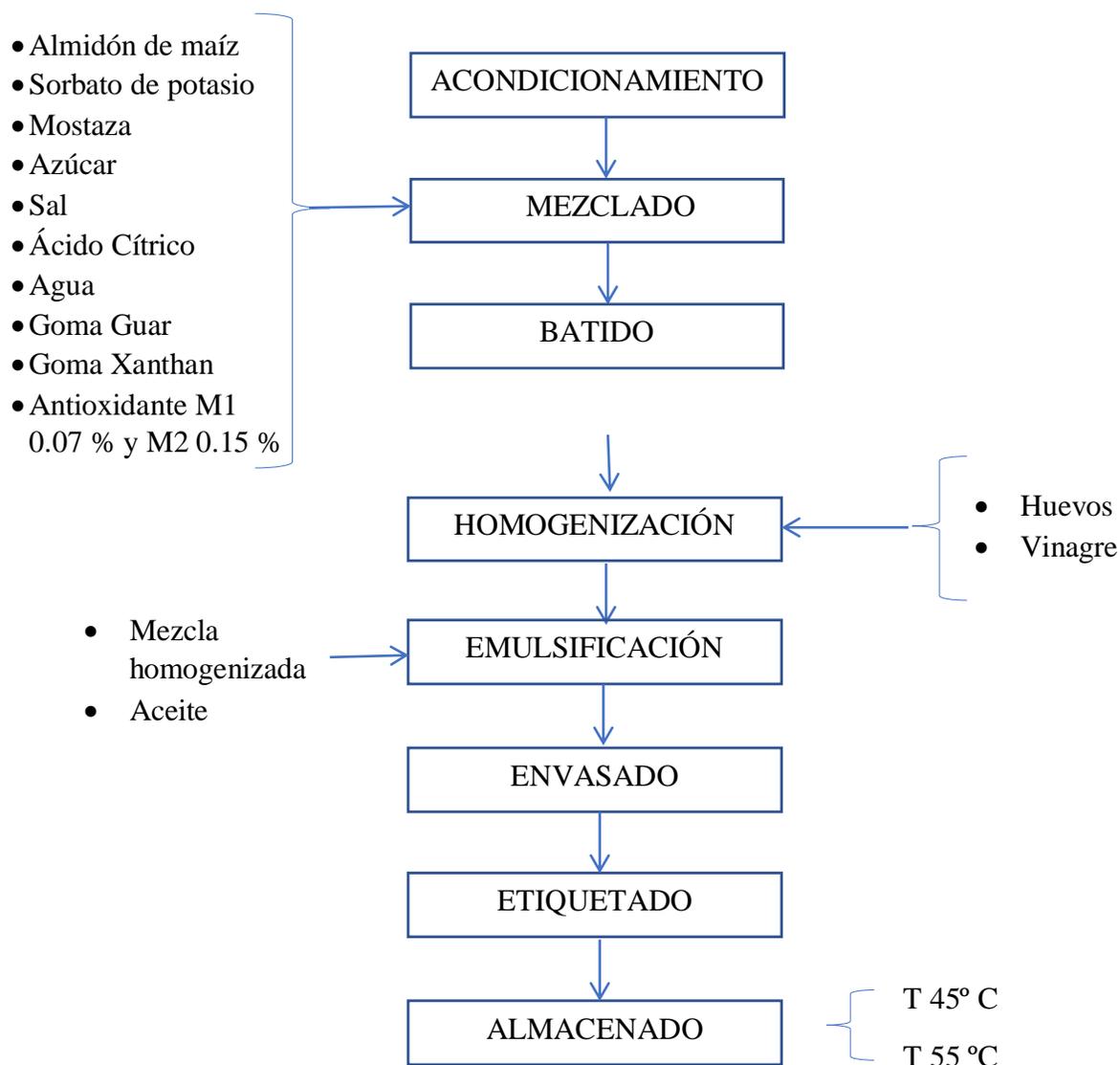
Figura 9
Almacenamiento



Fuente. (Caizaluisa y Zapata 2022)

9.5.3. Diagrama de Flujo de Salsa tipo mayonesa

Figura 10
Diagrama de flujo de la Mayonesa



Nota. Esta figura describe los procesos para la obtención de las muestras de salsa tipo mayonesa elaborada en este proyecto de investigación.

9.6. Métodos de los análisis fisicoquímicos a realizar en la salsa tipo mayonesa

9.6.1. Determinación de acidez titulable

La acidez titulable es una medida del contenido de ácidos grasos libres en una muestra. Su cálculo se basa en la masa molar de un ácido graso, o una mezcla de ácidos grasos. Normalmente, se mide por titulación directa en la disolución y con indicador visual.

▪ Acidez titulable según AOAC 920.43 (2005)

Cuantificación del porcentaje de ácido acético presente en la mayonesa, mediante una volumetría ácido/base que emplea como titulantes una base fuerte (NaOH) y retrotitulación del exceso de NaOH con un ácido fuerte (HCl).

– Reactivos

- NaOH 0.1 N
- Fenolftaleína 1%.

– Procedimiento

- Se pesan 5 g de muestra en el erlenmeyer y se añade de diluyente (50 mL de agua o alcohol neutro).
- Se agita hasta consistencia homogénea.
- Valorar con NaOH 0.1N hasta la aparición de color rosado persistente durante 30 segundos.

$$\% \text{ de acidez} = \frac{\text{g de ácido} * 100}{\text{peso de muestra en g}} \quad (\text{Ecuación 5})$$

1ml de NaOH 0,1 N ----→ 0.0060 g ácido acético

9.6.2. Índice de peróxidos

Se define como los miliequivalentes (meq) de peróxido por kilogramo de grasa. Es una determinación volumétrica de la cantidad de grupos peróxidos e hidroperóxidos. La cuantificación se basa en la reacción del yoduro de potasio con los peróxidos para liberar yodo,

el cual es titulado con tiosulfato de sodio, empleando almidón como indicador. Se tomó en cuenta que según NTE INEN 1640 (2012) el máximo parámetro de índice de peróxidos que puede estar presente en los aceites es de 10 meq O₂ / kg.

▪ **Separación del aceite que contiene la mayonesa del resto de los ingredientes (Norma AOAC 983,23)**

- Se pesan aproximadamente 15 g de mayonesa en un erlenmeyer de 500 cm³
- Se le agregan 80 cm³ de metanol y 40 cm³ de cloroformo.
- Se coloca una pastilla magnética dentro del erlenmeyer y este se pone en baño maria sobre una plancha magnética a una temperatura entre 45 °C y 50 °C.
- Se deja en agitación durante 15 min.
- Se le agregan 40 cm³ más de cloroformo y se mezclan durante otros 5 min, y luego se agregan 40 cm³ de agua destilada y se mezcla 1 min más.
- Se deja reposar para que se separe la fase acuosa de la oleosa. Utilizando una pipeta se transfiere la fase oleosa a tubos de ensayo.
- Se ponen los tubos a centrifugar durante 10 min a 3000 rpm.
- Se pipetea aproximadamente 65 cm³ de la mezcla aceite-cloroformo en un erlenmeyer de 250 cm³ y se coloca en baño maría para evaporar el cloroformo.

▪ **Determinación de Índice de Peróxidos (ISO 3960)**

1. Se pesa 5 gramos de muestra en un matraz.
2. Añadir 10 ml de cloroformo.
3. Disolver rápidamente la muestra problema mediante agitación.
4. Añadir 15 ml de ácido acético y, a continuación, 1 ml de solución de yoduro potásico

5. Cerrar rápidamente el matraz, agitar durante 1 minuto y mantenerlo en la oscuridad durante 5 minutos exactamente, a una temperatura comprendida entre 15 y 25 °C.
6. Añadir 75 ml aproximadamente de agua destilada.
7. Valorar (agitando al mismo tiempo vigorosamente) el yodo liberado con la solución de tiosulfato sódico (solución 0,002N si se presuponen valores inferiores a 12 y solución 0,01N si se presuponen valores superiores a 12). Utilizando la solución de almidón como indicador.
8. Realizar simultáneamente un ensayo en blanco. Si el resultado del ensayo en blanco sobrepasa 0,05 ml de la solución de tiosulfato sódico 0,01N (6.4), sustituir los reactivos.

* **CALCULOS:**

$$\text{Índice de peróxidos IP} = \frac{(V_m - V_b) * N}{g \text{ de muestra}} \times 100 \quad (\text{Ecuación 6})$$

Dónde:

V_m = ml Na₂S₂O₃ gastados la titulación de la muestra

V_b = ml Na₂S₂O₃ gastados en la titulación del blanco

N= normalidad del tiosulfato

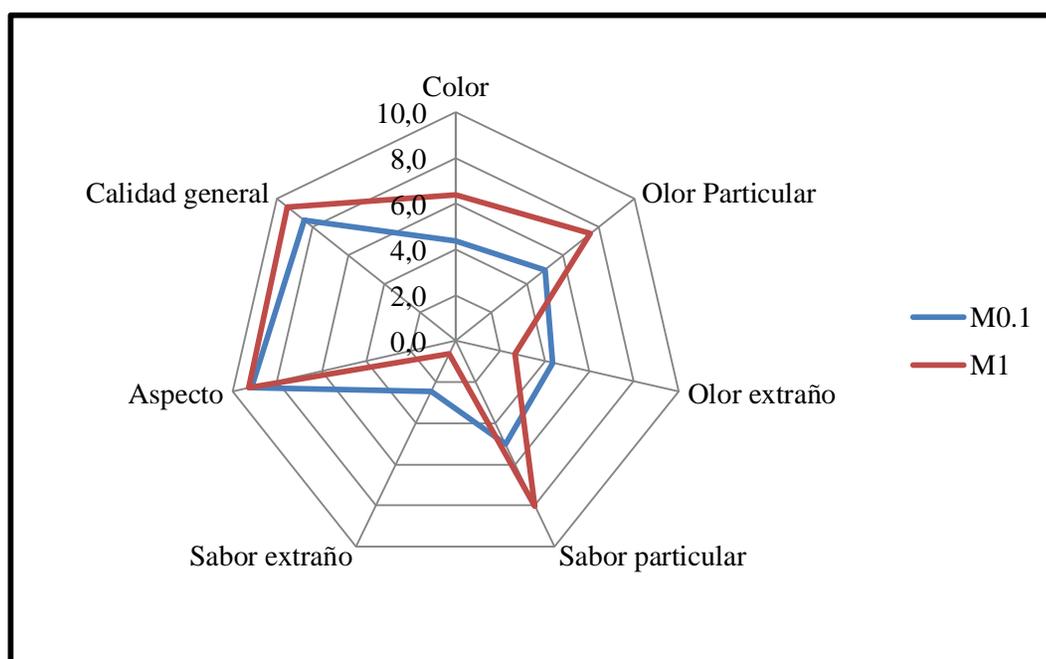
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Evaluación de dosis máxima y mínima que se adicionará de microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*) en las muestras de mayonesa.

Para la evaluación de las dosis mínima y máxima con las que se trabajó en esta investigación, se realizó cuatro muestras bases preparadas según los parámetros de aditivos establecidos en la normativa NTE INEN 2295 (2010); las mismas contienen M0.1: 2g, M1: 3g, M0.2: 5g y M2: 7g de microencapsulado de orégano, para la posterior selección según la aceptabilidad organoléptica. Es importante mencionar que durante su elaboración y catación se pudo testear que no existían cambios fuertes en el olor o sabor de las mayonesas.

Figura 11

Evaluación sensorial para la selección de la dosis mínima de adición de microencapsulado

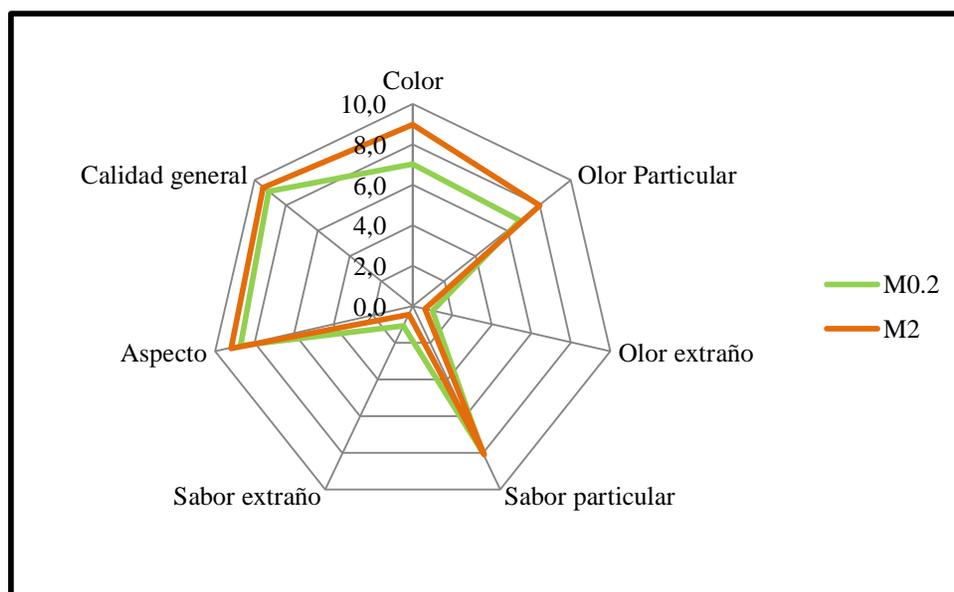


Nota. La figura muestra una comparación entre los parámetros M0.1 (0,04%) y M1 (0,07%) para la determinación de la dosis aceptada sensorialmente. Elaborado por Zapata y Caizaluisa (2022).

En la Figura 11 de la evaluación sensorial para la dosis mínima se tomaron las muestras (M0.1) y (M1) las cuales mediante la evaluación se determinó que la concentración mínima con mayor aceptabilidad es M1, la misma que presento cualidades sensoriales satisfactorias, como color, olor, aspecto y sabor.

Figura 12

Evaluación sensorial para la selección de la dosis máxima de adición de microencapsulado



Nota. La figura muestra una comparación entre los parámetros M0.2 (0,11%) y M2 (0,15%) para la determinación de la dosis aceptada sensorialmente. Elaborado por Zapata y Caizaluisa (2022).

En la Figura 12 se refleja los datos de la evaluación sensorial de las muestras (M0.2) y (M2) para la selección de la dosis máxima; basados en la aplicación e interpretación de la gráfica del método de telaraña de Berstain de acuerdo a Solís Salas et al. (2019), permitió determinar que la concentración M2, presentó cualidades sensoriales con mayor aceptabilidad como color, olor, sabor y aspecto.

A continuación, en la Tabla 5 se refleja los tratamientos seleccionados para la evaluación del microencapsulado de extracto de órgano (*Origanum vulgare L.*) en un almacenamiento acelerado durante 42 días.

Tabla 5

Distribución de los tratamientos de adición de microencapsulado en una salsa tipo mayonesa en su almacenamiento acelerado.

	Tratamientos		
	MB	M1	M2
EDTA %	0,0075	-	-
% Concentraciones de microencapsulado	-	0,07	0,15
Temperatura de almacenamiento °C	45	45	45
	55	55	55

Nota. Se describe las concentraciones de los distintos tratamientos, MB contiene un antioxidante sintético (EDTA); M1 y M2 son las muestras que tienen añadido el microencapsulado de extracto de orégano. Elaborado por Zapata y Caizaluisa (2022).

10.2. Indicadores fisicoquímicos en el primer día de elaboración (Día 0)

Tabla 6

Indicadores fisicoquímicos de los tratamientos del día 0

		Indicador	
		IP (meq O ₂ / kg)	IA (%m/m de ácido acético)
Tratamiento	MB	1,80	0,22
	M1	1,87	0,22
	M2	1,80	0,22

Nota. MB: tratamiento de control; M1: tratamiento con adición de microencapsulado de extracto de orégano al 0.07 %; M2: tratamiento con adición de microencapsulado de extracto de orégano al 0.15 %.

La Tabla 6 nos muestra que se inicia con valores similares tanto para el índice de peróxidos (meq O₂ / kg) como para el índice de acidez (%m/m de ácido acético), estos parámetros se obtuvieron mediante la ecuación 6 y 5 respectivamente.

10.3. Comportamiento del Índice de peróxido e índice de acidez durante el almacenamiento acelerado

Tabla 7

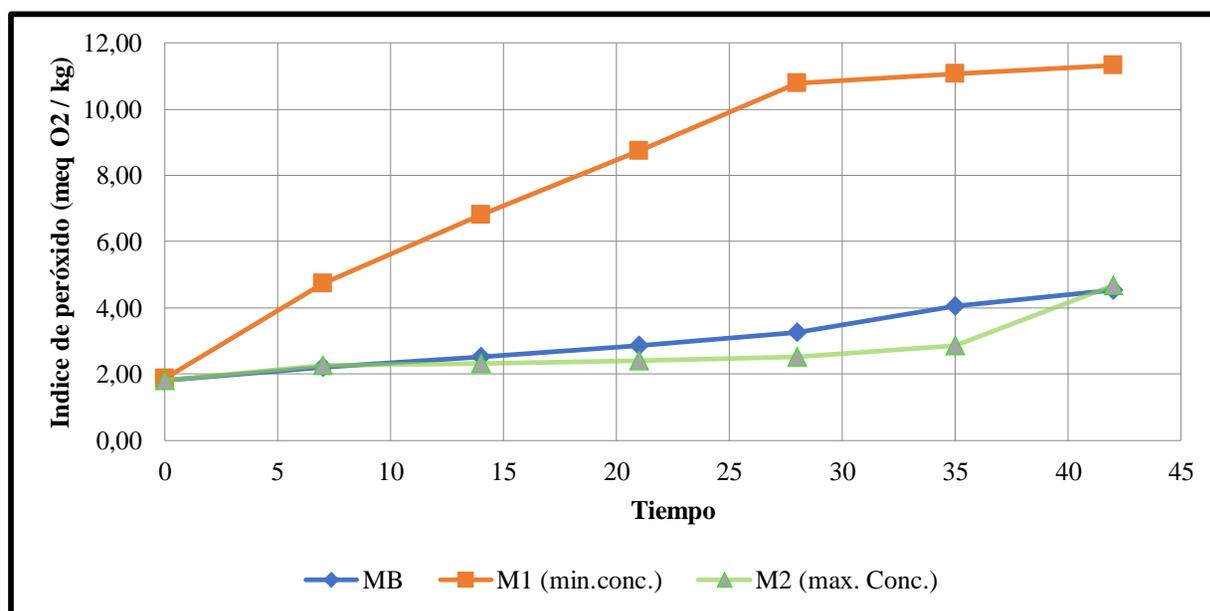
Valores de Índice de peróxido determinados durante el almacenamiento acelerado

Fecha	DIA	45 °C			55 °C		
		Índice de Peróxidos (IP)					
		MB	M1	M2	MB	M1	M2
03/05/2022	0	1,80	1,87	1,80	1,80	1,87	1,80
10/05/2022	7	2,20	4,73	2,27	4,27	5,40	2,20
17/05/2022	14	2,53	6,80	2,33	6,07	5,93	2,53
24/05/2022	21	2,87	8,73	2,40	6,27	9,33	2,73
31/05/2022	28	3,27	10,80	2,53	6,53	11,27	3,00
07/05/2022	35	4,07	11,07	2,87	7,00	11,33	3,47
14/05/2022	42	4,53	11,33	4,67	7,33	12,07	4,80

Nota. MB es el tratamiento indicador con EDTA, M1 el tratamiento con mínima concentración de microencapsulado (0,07%) y M2 máxima concentración (0,15%). Estos datos se obtuvieron con la aplicación de la ecuación 6, al ser datos obtenidos por triplicado se promediaron.

Figura13

Comportamiento del índice de peróxidos de los tratamientos a 45°C

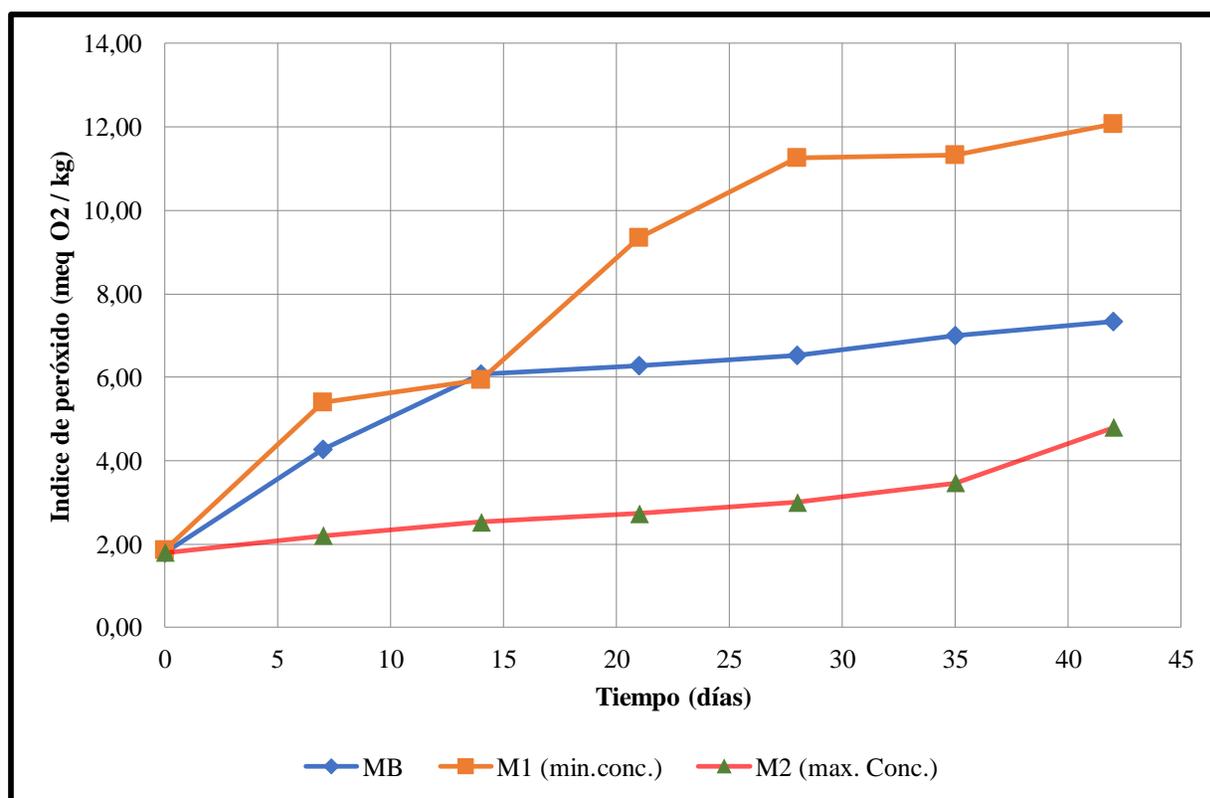


Nota. Elaborado por Caizaluisa y Zapata (2022)

En la Figura 13, se observa los valores IP de la Tabla 8 graficados donde se ve reflejado que el índice de peróxidos en las tres muestras MB (EDTA), M1 (0,07 %) y M2 (0,15 %) incrementa durante un almacenamiento acelerado a temperatura de 45 °C. Sin embargo, es importante recalcar que existe una similitud en el comportamiento entre la muestra blanca que contiene antioxidante EDTA y la muestra que se añadió el 0,15 % de microencapsulado de extracto de orégano, debido a que los dos aditivos presentan una capacidad antioxidante similar. En cuanto a la muestra M1 se observa que el índice de peróxidos ya a los 25 días de almacenamiento empezó a sobrepasar el límite establecido según la NTE INEN 1640 (2012), demostrando un mayor deterioro en la calidad de la mayonesa.

Figura 14

Comportamiento del índice de peróxidos de los tratamientos a 55°C



Nota. Elaborado por Caizaluisa y Zapata (2022)

La Figura 14 presenta el comportamiento del índice de peróxidos (IP) a 55°C de los tres tratamientos donde se muestra un ascenso en el IP mayor a las muestras sometidas a la temperatura de 45°C. Es relevante tomar atención al tratamiento M1 el cual indica un ascenso precipitado a partir del día 14, y después del día 22 sobrepasa el límite de 10 meq O₂/Kg según NTE INEN 1640 (2012) lo cual muestra que no existe una acción antioxidante del 0,07 % de microencapsulado en la salsa tipo mayonesa.

Tabla 8

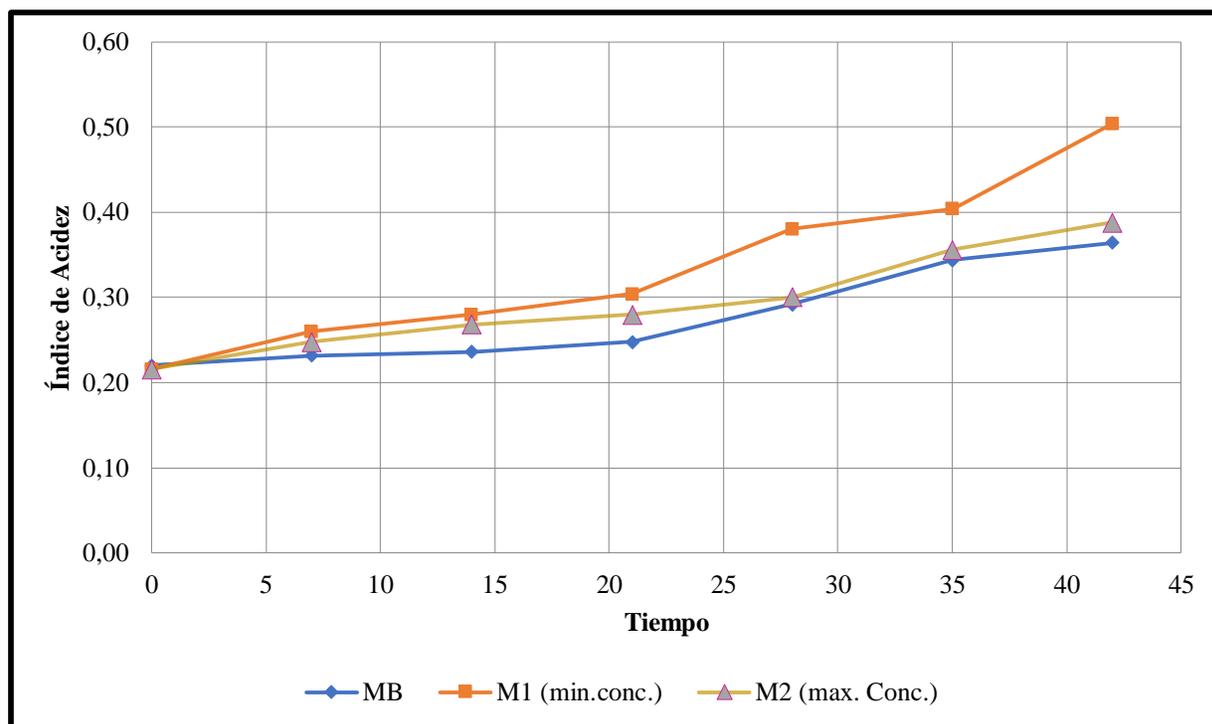
Valores de Índice de acidez determinados durante el almacenamiento acelerado

		45 °C			55 °C		
		Índice de Acidez (IA)					
Fecha	DIA	MB	M1	M2	MB	M1	M2
03/05/2022	0	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
10/05/2022	7	0,23	0,26	0,25	0,27	0,28	0,26
17/05/2022	14	0,24	0,28	0,27	0,29	0,30	0,28
24/05/2022	21	0,25	0,30	0,28	0,31	0,31	0,31
31/05/2022	28	0,29	0,38	0,30	0,33	0,42	0,35
07/05/2022	35	0,34	0,40	0,36	0,39	0,43	0,39
14/05/2022	42	0,36	0,50	0,39	0,43	0,55	0,42

Nota. En la presente tabla MB es el tratamiento indicador con EDTA, M1 el tratamiento con mínima concentración de microencapsulado (0,07%) y M2 máxima concentración (0,15%). Los valores de IA se obtuvieron por triplicado, se aplicó la ecuación 5 y posteriormente se promedió, estos valores se ven reflejados en la presente.

Figura 15

Comportamiento del índice de acidez de los tratamientos a 45°C

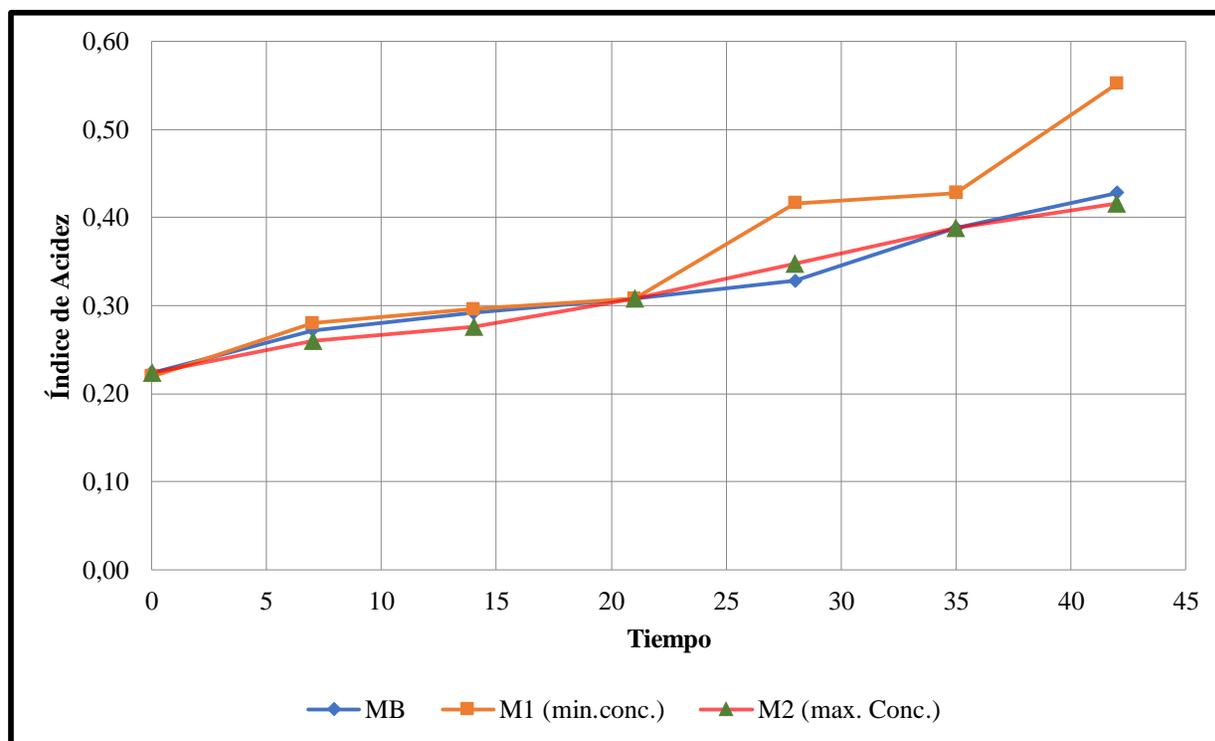


Nota. Elaborado por Caizaluisa y Zapata (2022)

En la figura 15 se muestra tres indicadores que ascienden de manera continua hasta el día 21, especialmente en el tratamiento MB y M2; en cuanto al tratamiento M1 podemos observar que en el rango del día 25 y 30 presenta un ascenso indicando un incremento en la hidrólisis de grasas reflejado en datos más altos de índice de acidez, esto indica que al tener mayor presencia de ácido acético la calidad de estas muestras empezó a disminuir con mayor rapidez.

Figura 16

Comportamiento del índice de acidez de los tratamientos a 55°C



Nota. Elaborado por : Caizaluisa y Zapata (2022)

La figura 16 muestra que a temperatura de 55°C durante el almacenamiento acelerado el índice de acidez en la muestra MB (EDTA 0,075%) y M2 (0,15%) mantuvieron una línea de crecimiento simultánea indicando su similitud en el comportamiento de rancidez hidrolíticas. En cambio, la muestra M1 dejó de ser simultánea a partir del rango de 20 a 30 días.

Según la NMX-F-021-S -1979 (2006) el rango permisible de acidez es de 0,50 % m/m de ácido acético, esto nos indica que tanto MB como M2 se mantuvieron dentro del parámetro hasta concluir los 42 días de almacenamiento, mientras que M1 a partir del día 38 sobrepasó el límite.

10.4. Estimación del tiempo de vida útil de la salsa tipo mayonesa con aplicación de microencapsulado.

10.4.1. Parámetros cinéticos de oxidación lipídica

Tabla 9

Parámetros cinéticos de oxidación lipídica a base del índice de peróxidos (IP)

Tratamiento	MB		M1		M2	
Temperatura (°C)	45	55	45	55	45	55
Modelo IP	IP= 0,0646t + 1,681 (Ecuación 7)	IP= 0,115t + 3,1952 (Ecuación 8)	IP= 0,2299t + 3,0762 (Ecuación 9)	IP= 0,2439t + 3,05 (Ecuación 10)	IP= 0,051t + 1,6238 (Ecuación 11)	IP= 0,0612t + 1,6476 (Ecuación 12)
R ²	0,9769	0,7983	0,9233	0,9216	0,6941	0,8874
k	0,0646	0,15	0,2299	0,2439	0,051	0,0612

Nota. k=constante de velocidad de reacción de oxidación (meqO₂/Kg*días)

MB= Muestra indicadora con EDTA

M1= muestra con mínima concentración de microencapsulado (0,0075%)

M2= Muestra con máxima concentración de microencapsulado (0,15%)

R²= Coeficiente de correlación

En la determinación de la vida útil se utilizó el modelo de la degradación cinética para lo cual se necesita los parámetros cinéticos de la oxidación lipídica y como indicador el índice de peróxidos lo cual se evidencia en la Tabla 9 En este caso observamos los modelos de ecuaciones IP de los tres tratamientos, que se utilizaron para la obtención de la ecuación de Arrhenius.

10.4.2. Ecuación de Arrhenius para la oxidación lipídica de las mayonesas

Tabla 10

Ecuación de Arrhenius para la oxidación lipídica de los tratamientos

Tratamiento	MB	M1	M2
Ecuación de Arrhenius	$\ln k = -2231,3(1/T) + 3,191$ (Ecuación 13)	$\ln k = -343,75(1/T) - 2,1684$ (Ecuación 14)	$\ln k = -1770,2(1/T) + 1,5097$ (Ecuación 15)
R²	1,00	1,00	1,00
Ea (kJ/mol)	18,55	2,86	14,72

Nota. R²= Coeficiente de correlación

Ea= Energía de activación

MB= Muestra indicadora con EDTA

M1= muestra con mínima concentración de microencapsulado (0,0075%)

M2= Muestra con máxima concentración de microencapsulado (0,15%)

Las ecuaciones de Arrhenius obtenidas expresan matemáticamente las constantes de velocidad de la oxidación lipídica durante el almacenamiento acelerado; permitiendo conocer la energía de activación (Ea) de las tres muestras, la misma indica la energía mínima indispensable para que exista una reacción química. Según Heldman y Lund (2019) la reacción que viene a ser la oxidación lipídica tiene un rango de energía de activación de 10-25 kJ/mol, tomando en cuenta el dato mencionado las Ea del MB (0,0075% EDTA) y M2 (0,15% de microencapsulado) se encuentran del parámetro con 18,55 kJ/mol y 14,72 kJ/mol respectivamente. De igual forma según esta energía de activación se demuestra que el tratamiento M2 es más sensible a la temperatura.

10.4.3. Estimación de vida útil de las mayonesas

Para la determinación de vida útil se usa las ecuaciones de reacción (Ecuación 1 y 2), en este caso según el comportamiento observado en las Figuras 13 y 14 y basados en lo indicado en la Figura 2, se determinó que la reacción cinética se ajusta a la ecuación de orden uno. Al despejar la ecuación 2 se obtiene la ecuación 16, la cual nos permitirá obtener la estimación en días de la vida útil de las muestras, datos que se encuentran en la Tabla 11.

$$t = \frac{\text{Ln}(A/A_0)}{k} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Ejemplo de aplicación de ecuación 16 con datos a 20 °C del mejor tratamiento M2

$$t = \frac{\text{Ln}(10 / 1,82)}{0,0108}$$

$$t = 158,34 \text{ días}$$

Tabla 11

Estimación de vida útil a tres distintas temperaturas de cada tratamiento

Tratamiento	k	T°C	DÍAS	MESES
MB	0,0120	20	143,12	4,77
	0,0218	45	78,66	2,62
	0,0270	55	63,51	2,12
M1	0,0354	20	48,47	1,62
	0,0388	45	44,20	1,47
	0,0401	55	42,76	1,43
M2	0,0108	20	158,34	5,28
	0,0173	45	99,12	3,30
	0,0205	55	83,65	2,79

Nota. k= Constante de velocidad de reacción de oxidación (meq O₂/kg*días)

T°C= Temperatura en grados Celsius

MB= Muestra indicadora con EDTA

M1= Muestra con mínima concentración de microencapsulado (0,0075%)

M2= Muestra con máxima concentración de microencapsulado (0,15%)

En la Tabla 11 se puede observar una comparativa en el tiempo de vida útil obtenido de los distintos tratamientos a temperaturas de 20°C, 45°C y 55°C, se aprecia un rango de similitud entre el tiempo de vida útil a temperatura ambiente de los tratamientos MB y M2 demostrando que la actividad antioxidante del microencapsulado es eficiente con relación al antioxidante sintético EDTA. Mientras que el tratamiento M1 (0,07% de microencapsulado) al tener una energía de activación baja afecta a los parámetros de vida útil viéndose reflejado en un descenso de tan solo un mes de durabilidad, tiempo que la distingue de los otros tratamientos.

10.5. Costo producción del mejor tratamiento (M2) y (MB) de la salsa tipo mayonesa con la aplicación de microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*)

Tabla 12

Costos de la materia prima del mejor tratamiento con adición de 0,15% de extracto de orégano

Materias primas	Und. Medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Huevos	kg	1,25	3,00	3,75
Vinagre	kg	0,05	0,478	0,02
Aceite refinado de palma	kg	2,87	3,33	9,56
Azúcar	kg	0,07	0,78	0,05
Sal	kg	0,12	0,38	0,05
Almidón de maíz	kg	0,02	0,99	0,02
Goma guar	kg	0,0015	5,63	0,01
Goma xhantan	kg	0,0015	11,16	0,02
Mostaza	kg	0,00045	4,5	0,002
Ácido cítrico	kg	0,012	47,35	0,57
Sorbato	kg	0,004	57,50	0,23
Microencapsulado	kg	0,007	745,7	5,22
Agua	kg	0,1	1,00	0,10
		4,5		\$ 19,60

Elaborado por: (Caizaluisa y Zapata, 2022)

Tabla 13*Costos de material de empaque*

Material envase	Unidad Medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Frascos de vidrio y tapa	Unidades	18,0	0,46	\$ 8,28

*Elaborado por: (Caizaluisa y Zapata, 2022)***Tabla 14***Costos indirectos de fabricación*

CIF	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	C.TOTAL
Balanza	Hora	1	1488	0,06
Licuada industrial	Hora	1	600	0,02
Gas	Tanque	1	3,25	0,60
Electricidad	Kwh/hora	45	0,092	4,14
Agua para limpieza	L	100	0,0003	0,03
Total				\$ 4,85

*Elaborado por: (Caizaluisa y Zapata, 2022)***Tabla 15** *Costos de Mano de obra directa*

MOD	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	C.TOTAL
Operador 1	Horas	4	3,53	14,12
Operador 2	Horas	4	3,53	14,12
TOTAL				\$ 28,24

*Elaborado por: (Caizaluisa y Zapata, 2022)**Costo por unidad producción 4,5 Kg de mayonesa*

Costo producción= MP+ ME+CIF +MOD (1)

CP= 19,60 + 8,28 + 4,85 + 28,24

CP= \$ 60,96

Costo por unidad

C. Unitario= CP / unidades producidas (2)

C. Unitario= 60,96 / 18

C. Unitario = \$ 3,39

Según la fórmula 1 se determina que el costo de producción de un lote de 4,5 kg de mayonesa con adición de 0,15 % de microencapsulado de extracto orégano, tiene un costo de producción de \$ 60,96, lo cual aplicando la fórmula 2 para las unidades de 250g obtenidas, se determina un costo unitario de \$ 3,39.

Tabla 16

Costos de la materia prima del tratamiento indicador MB con EDTA

Materias primas	Und. Medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Huevos	kg	1,25	3,00	3,75
Vinagre	kg	0,05	0,478	0,02
Aceite refinado de palma	kg	2,87	3,33	9,57
Azúcar	kg	0,07	0,78	0,05
Sal	kg	0,12	0,38	0,05
Almidón de maíz	kg	0,02	0,99	0,02
Goma guar	kg	0,002	5,63	0,01
Goma xhantan	kg	0,002	11,16	0,02
Mostaza	kg	0,00045	4,5	0,002
Ácido cítrico	kg	0,012	47,35	0,57
Sorbato	kg	0,004	57,50	0,23
EDTA	kg	0,00034	31,39	0,01
Agua	kg	0,1	1,00	0,10
		4,5		\$ 14,41

Costo por unidad producción 4,5 Kg de mayonesa

$$CP = 14,41 + 8,28 + 4,85 + 28,24$$

$$CP = \$ 55,77$$

Costo por unidad

$$C. \text{ Unitario} = 60,96 / 18$$

$$C. \text{ Unitario} = \$ 3,10$$

Según la fórmula 1 se determina que un costo de producción de \$55,77 del lote de 4,5 Kg de salsa tipo mayonesa con antioxidante sintético EDTA, y al aplicar la fórmula 2 para las unidades de 250g obtenidas, se determina un costo unitario de \$ 3,10.

Se evidencia que el costo de la unidad de 250 g con microencapsulado (\$3,39) indicando una variación de 0,29 centavos en comparación al costo de la mayonesa elaborada con EDTA. El tiempo de durabilidad compensa el precio.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).

11.1. Técnicos

Mediante esta investigación se busca crear un impacto en la industria de alimentos al mostrar la aplicación del microencapsulado de extracto de orégano como aditivo antioxidante en este caso en la salsa tipo mayonesa, pero a su vez mostrando su capacidad para introducirse en cualquier tipo de alimento, buscando reducir el uso de antioxidantes perjudiciales.

11.2. Sociales

Este estudio buscara incentivar el consumo y fabricación de alimentos con aditivos naturales, los cuales pueden fabricarse en pequeñas y grandes industrias, generando un desarrollo en el ámbito social y económico. A su vez contribuye con información para su divulgación a todos los medios sociales.

11.3. Ambientales

Este proyecto de investigación busca impulsar a las industrias productoras de salsas y otros alimentos, a usar aditivos que durante la elaboración de esos productos no generen impactos negativos al medio ambiente y como consecuente a la salud humana.

12. PRESUPUESTO

Tabla 17

Presupuesto para el proyecto de investigación

RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	DEPRECIACIÓN	VALOR TOTAL
EQUIPOS E INSTRUMENTOS					\$
Agitador Eléctrico (TERMO CIENTEFIC CIMAREC)	1	U	712,00	19,78	19,78
Balanza (Precisa XB 320)	1	U	1488,00	41,33	41,33
Balanza Analítica (BOECO-BAS 31 plus)	1	U	3500,00	97,22	97,22
Centrifuga (BOECO C-28A)	1	U	2700,00	75,00	75,00
Estufa (Memmert Universal 30)	1	U	1244,00	34,56	34,56
Termómetro	1	U	17,00	0,47	0,47
Licuadaora industrial	1	U	600,00	16,67	16,67
Balas de Agitación	2	U	4,3	-	8,6
Balón de Aforo de 100 mL	4	U	4,6	-	18,4
Matraces Erlenmeyer 100 mL	12	U	4,5	-	54
Tubos de muestra de Sangre	20	U	0,4	-	8
Frascos Ámbar 5mL	9	U	0,3	-	2,7
Frascos Ámbar 250mL	9	U	0,4	-	3,6
Papel Aluminio	3	U	2	-	6
Limpia pipas	100	U	0,02	-	2
Jabón	1	U	9,3	-	9,3
Papel Secante	1	U	6,5	-	6,5
Subtotal					404,13

RECURSOS	CANTIDAD USADA	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
REACTIVOS				\$
Solución de Almidón	300	ml	0,047	14,10
Metanol	2500	ml	0,0028	7
Ácido acético glacial	500	ml	0,03	15
Hidróxido de Sodio NaOH	250	ml	0,025	6,25
Goma Xhantan	100	g	0,01116	1,12
Goma Guar	100	g	0,00563	0,563
EDTA	5	g	0,0313	0,16
Ácido Cítrico	12	g	0,0472	0,57
Sorbato de potasio	15	g	0,0575	0,86
Subtotal				45,61
MATERIA PRIMA E INSUMOS				
Huevo	90	u	0,15	13,5
Aceite	2	Gal	11,55	23,1
Vinagre	250	ml	0,00041	0,10
Azúcar	250	g	0,00078	0,195
Mostaza	2,5	g	0,0045	0,01125
Almidón	65	g	0,0036	0,234
Sal	400	g	0,00072	0,288
Microencapsulado	30	g	0,75	22,5
Subtotal				59,93
SUMINISTROS				
Gas	6,5	kg	0,1833	1,19
Agua	600	L	0,0003	0,18
Electricidad	720	Kwh/hora	0,092	66,24
Internet	4	meses	30	120,00
Subtotal				187,61
MATERIALES DE OFICINA				
Anillados	8	u	6	48
Empastados	3	u	35	105
Copias, Impresiones	50	u	0,1	5,00
Subtotal				158

TRANSPORTE				
Transporte de Químicos	3	u	5	15
Subtotal				15
			IMPREVISTOS	100
			TOTAL	970,28

Elaborado por: (Caizaluisa y Zapata, 2022)

13. CONCLUSIONES

- Se evaluó la dosis máxima y mínima de microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*) en las muestras de salsa tipo mayonesa en base a la NTE INEN 2295:2010, donde se establece las cantidades permisibles que se pueden utilizar de aditivos en este tipo de alimentos; a su vez se utilizó una evaluación de aceptación sensorial, finiquitando las dosis a añadir en 3 g en 4.5 kg de mayonesa lo cual equivale al 0,07% de la formulación del tratamiento (M1) y para la concentración máxima (M2) se agregó 0,15% de microencapsulado es decir 7g en 4,5 kg.
- El índice de peróxidos nos muestra la oxidación lipídica mientras que el índice de acidez la hidrólisis de grasas por ello son los principales indicadores en el caso de análisis de esta mayonesa. Mediante tabulación y gráfica de datos se pudo observar el compartimiento del índice de peróxido IP e índice de acidez IA durante el almacenamiento acelerado a dos temperaturas 45 °C y 55°C durante 45 días; determinando que los dos índices tienen un comportamiento ascendente a través del tiempo, propio de los cambios fisicoquímicos de los alimentos que contienen grasas.

- De acuerdo con las ecuaciones obtenidas con respecto al aumento de índice de peróxidos en función al tiempo, mediante la ecuación de Arrhenius se obtuvo una energía de activación del mejor tratamiento de 14,72 kJ/mol. Con el uso de estos datos se estimó una vida útil a temperatura ambiente de 158 días, en comparación al tratamiento indicador que contiene EDTA del cual se estima 143 días de durabilidad, se puede concluir que el microencapsulado contiene una capacidad antioxidante eficiente.
- Al realizar el costo de producción de la salsa tipo mayonesa con la aplicación de microencapsulado de extracto de orégano (*Origanum vulgare L.*) se obtuvo un costo de \$3,39 por unidad de 250 g, esto expresa una variación de 0,29 centavos más del costo de producción de una mayonesa con EDTA.

14. RECOMENDACIONES

- Aplicar microencapsulados a otro tipo de alimentos para conocer si su potencial antioxidante actúa de igual forma.
- Realizar un estudio profundo de las propiedades bromatológicas y valoraciones nutricionales de productos que contengan este antioxidante para dar a conocer sus beneficios a nivel industrial y comercial.
- Las materias primas y equipos utilizados deben ser inspeccionados antes y durante la elaboración de la mayonesa y también deben ser manipuladas correctamente para garantizar que no existan contaminaciones de ningún tipo que puedan afectar al producto final.

15. REFERENCIAS

- Alonso Serrano, A., García Sanz, L., León Rodrigo, I., García Gordo, E., Gil Álvaro, B., & Ríos Brea, L. (2006). *MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN DE ENFOQUE EXPERIMENTAL*. Universidad Nacional de Educación.
- Alvarado, J. D.D. (2014). *Principios de Ingeniería aplicados en alimentos* (2da ed.). Universidad Técnica de Ambato.
- Alvarez, C. A. (2011, marzo 15). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN CUNTITATIVA Y CUALITATIVA*. <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Andrade Imbago, K. P., & Tapia Guerrero, L. J. (2020). *DESARROLLO DE UN ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (MICROENCAPSULADO *Origanum Vulgare* , MEDIANTE SECADO POR ASPERSIÓN* [Tesis de Pregado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Archivo digital. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6679/1/PC-000866.pdf>
- AOAC. Official Method 942.15. (2005). Acidity Titratable of Fruit Products. In: Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th ed., AOAC International, Washington, DC, USA.
- AOAC. Official Method 983.23. (2012). Fat in foods. Chloroform-methanol extraction method. In: Official Methods of Analysis of AOAC International, 19th ed., AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
- Arcila-Lozano, C., Loarca-Piña, G., Lecona-Urbe, S., & González de Mejía, E. (2004). El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. *SciELO*, 4(1), 100-111.
- Ayala Tirado, R. C. (2017). *Efecto del proceso de extracción de aceite de aguacate en la calidad de un aderezo de mayonesa elaborado aplicando ultrasonido*. [Tesis de Posgrado, Universidad Veracruzana]. Archivo digital. <https://www.uv.mx/mca/files/2018/01/TESIS-Rosa-Carina-Ayala-Tirado-EXAMEN-DE-GRADO-111017.pdf>
- Bavarezco, A. M. (2013). *PROCESO METODOLÓGICO EN LA INVESTIGACIÓN*. Imprenta Internacional,CA.

- Calvo, M. (2006). *Bioquímica de los Alimentos*. Obtenido de Oxidación de los Lípidos: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/TEMA12.html>
- Carrillo Inungaray, M. L., & Reyes Munguía, A. (2013). Vida útil de los alimentos/Lifetime food. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 32-56. <https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/20>
- Carrión Jara, A. V., & García Gómez, C. R. (12 de MARZO de 2010). *PREPARACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALE: DETERMINACIÓN DE EFICIENCIA DE METODICA*.
- Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J., & Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *ELSEVIER*, 31(8), 527-538.
- Castañeda, H., Gemio, R., Yapu, W., & Nogales, J. (2011). Microencapsulacion, un metodo para la conservacion de propiedades fisicoquimicas y biologicas de sustancias quimicas. *Revista Boliviana de Química*, 28(2), 135-140. <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339676015.pdf>
- Castillo, B. (2020, octubre 14). 6 tipos de métodos de investigación. *Guía Universitaria*. <https://guiauniversitaria.mx/6-tipos-de-metodos-de-investigacion/>
- CENTENO, L. M. (27 de JUNIO de 2002). *PLANTAS MEDICINALES ESPAÑOLAS: ORIGANUM VULGARE L. (LAMICEAE) (ORÉGANO)*. http://www.biolveg.uma.es/abm/Volumenes/vol27/27_MunozCenteno.pdf
- Chamba Quijije, Y., & Quispe Tigmasa, S. (2021). *DESARROLLO DE UN MICROENCAPSULADO A BASE DE ORÉGANO (Origanum Vulgare, L.), MEDIANTE SECADO POR ASPERSIÓN*. [Tesis de Pregado, Universidad Técnica de Cotopaxi].
- CODEX ALIMENTARIUS (1995/2015). *Norma general para los aditivos alimentarios (CODEX STAN 192-1995)*.
- Díaz Barriga, A. (2008). *Fundamentos de la investigación*. Instituto Tecnológico de Tijuana.
- Díaz Torres, R. (2009). *Conservación de los alimentos*. Editorial Félix Varela.

- Ferrer, J. M. (2016, marzo16). *Extractos vegetales, un análisis sobre cómo se aplica la legislación alimentaria*. <https://www.ainia.es/insights/extractos-vegetales-un-analisis-sobre-como-se-aplica-la-legislacion-alimentaria/>
- Franco, D. (2016). Análisis de producto Mayonesa. *Alimentos Argentinos*, 1-5. <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/>
- Fundación Española de Nutrición. (2013). Condimentos y aperitivos. *FEN*, 591-592. Obtenido de <https://www.fen.org.es/storage/app/media/flipbook/mercado-alimentos-fen/013/index.html#p=10>
- García Baldizón, C., & Molina Córdoba, M. E. (2008). Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas. *Ingeniería*, 18(1-2), 57-64.
- Gavilanez Montesdeoca, S. A. (2020). *Optimización del proceso de extracción hidroalcohólica a partir de oregano (Origanum vulgare L.)* [Tesis de Pregado, Universidad Técnica de Cotopaxi]
- Gomes, I. S. (2017). Ingredientes de la mayonesa: Perspectiva futuras centradas en los aceites esenciales para reducir la oxidación y los recuentos microbianos. *Universidad Federal del Estado de Río de Janeiro.*, 14.
- Heldman, D., Lund, D., & Sabliov, C. (2019). *HANDBOOK OF FOOD ENGINEERING* (3 ed.). CRC Press.
- Hough, G., & Fiszman, S. (2005). *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*. CYTED.
- Hyunsoo Kwon, J. H.-S. (2015). Evaluación de la actividad antioxidante y la estabilidad oxidativa de la mayonesa con especias. 8.
- Ibañez, F., Torre, P., & Irigoyen, A. (2003). Adivos alimentarios. *Área de Nutrición y Bromatología, Universidad Pública de Navarra*, 3-5.
- Ingrassia Moreno, E. B. (2020). *Evaluación Físico-Química y Sensorial de una mayonesa elaborada con aceite de oliva virgen variedad Frantoio* [Tesis de Pregado, Universidad Nacional de Cuyo]. Archivo digital. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/14157/tesis-de-grado-estefana-ingrassia.pdf

- Ingrassia Moreno, E. B. (2020). *Evaluación físico-química y sensorial de una mayonesa elaborada con aceite de oliva virgen variedad Frantoio*. [Tesis de Pregado, Universidad Nacional de Cuyo].
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). *ACEITE COMESTIBLE DE PALMA AFRICANA-OLEINA.REQUISITOS*. NTE INEN 1640. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1640-1.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). *MAYONESA. REQUISITOS*. NTE INEN 2295. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2295.pdf>
- Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (2016). *Norma general para los aditivos alimentarios (CODEX STAN 192-1995, IDT)*. NTE INEN-CODEX 192. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen-codex_192.pdf
- León, M. C. (25 de FEBRERO de 2015). *Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana (Antioxidants: present perspective for the human health)*. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>
- Losada Barreiro, S. (2013). *Estabilidad Oxidativa y Distribución De Antioxidantes en Emulsiones Formadas por Aceites Vegetales de Uso Culinario*. [Tesis Doctoral, Universidad de Vigo].
- Manzanas, J. (2022, febrero 13). ¿Quién inventó la mayonesa?. *okdiario*, 5-6. <https://okdiario.com/curiosidades/quien-invento-mayonesa-8570079>
- Martinez, C. (21 de SEPTIEMBRE de 2017). *Investigación Descriptiva: Tipos y Características*. <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>
- Monje Álvarez, C. (2011). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA. Guía didáctica. Universidad Surcolombiana*, 1-216.
- Morales, R., Pascual, H., & Tardío, J. (s.f.). Orégano. *Jardín Botánico de Madrid*, 1-2. <http://www.rjb.csic.es/>
- Mostafa Taghvaei, S. M. (2013). Aplicación y estabilidad de antioxidantes naturales en aceites comestibles para sustituir aditivos sintéticos. *Technol, J Food Sci*.

- Narváez, O. M., & Villegas, L. I. (2014). *Introducción a la investigación: guía interactiva*. Universidad Veracruzana.
- Nava Reyna, E., Michelena Álvarez, G., Iliná, A., & Martínez Hernández, J. (2015). Microencapsulación de componentes bioactivos. *Investigación y Ciencia*, 23(66), 64-70.
- Nieto, N. E. (2018). *Tipos de Investigación*.
- Normas Mexicanas. (2006). *Alimentos-Mayonesa.Especificaciones y Métodos de prueba*. NMX-F-021-S-1979.<https://normex.com.mx/producto/nmx-f-021-normex-2006/>
- Novoa Casanova, T. P. (2019). *Evaluación de la composición química y capacidad antioxidante de la planta de orégano (Origanum vulgare L.)* [Tesis de Pregado, Universidad Central del Ecuador].
- Nuñez, M., & Navarro, C. (2013). *GUÍA COMPLETA DE ADITIVOS ALIMENTARIO*. RBA Libros S.A.
- Parra Huertas, R. A. (2011). Revisión: Microencapsulación de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(2), 5669-5684.
- Pereira, S., & Vega, D. (18 de DICIEMBRE de 2009). *Tamizaje fitoquímico de los extractos alcohólico, etéreo y acuoso de las hojas de la Trichilia hirta L.* <https://www.redalyc.org/pdf/863/86320633005.pdf>
- Planta piloto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. (2015). *Determinación del Grado de Oxidación Lipídica*. Universidad de Zaragoza. <https://ppcta.unizar.es/>
- Reyna, E. N. (2015). Microencapsulación de componentes bioactivos. *Investigación y Ciencia*, 23(66), 64-70.
- Rivero, T. A. (2009). *Aditivos Alimentarios*.
- Ruiz Benitez, M. L. (2020). *Métodos Físicos de Separación, obtención de Extractos e Hidrodestilación*. Universidad Simón Bolívar, 1-6.
- Sagñay Tutillo, E. P. (2019). *Evaluación de la capacidad antioxidante de la planta de orégano (Origanum vulgare) procedente de tres localidades del cantón Cotacachi, provincia de Imbabura*. [Tesis de Pregado, Universidad Central del Ecuador].

- Santamaría, C, Martín-González, A., Astorga, F. (2015). Extractos vegetales aplicación para la reducción estrés. *NutriNews*, 75-80. <https://nutricionanimal.info/download/0315-ena-WEB.pdf>
- Solís Salas L., Gaytán-Andrade, J., Ventura Sobrevilla, J., Sierra Rivera, C., & Silva Belmares, S. (2019). Diseño de una mayonesa adicionada con extracto de hoja de Persea americana y su evaluación sensorial. 4.
- Tellez-Monzón, L. & Nolazco-Cama, D. M., (2017). Estudio de la composición química del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* spp.) de Tacna. *Ingeniería Industrial*, (35), 195-205. <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337453922010.pdf>
- Vásquez Hidalgo, I. (2005, diciembre 18). Tipos de estudio y métodos de investigación. *Gestionpolis*. <https://www.gestiopolis.com/tipos-estudio-metodos-investigacion/>
- Zárate-Hernández, E., Hernández-Esquivel, R., & Pérez-Urizar, J. T. (2021). Microcápsulas y microesferas: una visión a la caracterización integral y aplicación para la liberación de medicamentos biotecnológicos. *CienciaUAT*, 15(2), 21-36. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v15i2.1472>

16. ANEXOS

Anexo N°1. Lugar de ejecución



Fuente: <https://www.google.com/maps/search/latacunga+/@0.0819519,-77.2607643,1>

Vista satelital de la ubicación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Provincia de Cotopaxi, desde se ejecutará el proyecto de investigación.

Anexo N° 2. Datos informativos del tutor académico**Datos personales****Apellidos:** Trávez Castellano**Nombres:** Ana Maricela**Estado civil:** Casada**Cedula de ciudadanía:** 0502270937**Lugar y fecha de nacimiento:** Latacunga, 06 Abril 1983**Dirección domiciliaria:** Pujilí - Urb. Marco Antonio Guzmán, calle Rafael Villacis y S/N.**Teléfono convencional:** 02255192 **Teléfono Celular:** 0987204886**Emil institucional:** ana.travez@utc.edu.ec / maricela.travez12@gmail.com**Tipo de discapacidad:** Ninguna**Estudios realizados y títulos obtenidos nivel**

Nivel	Título obtenido	Institución educativa	Código del registro Senescyt
Tercer	Ingeniera en Alimentos	Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)	1010-07-743350
Cuarto	Magíster en Gestión de la Producción Agroindustrial	Universidad Técnica de Ambato (Ecuador)	1010-14-86050240

Historial profesional**Facultad en la que labora:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**Carrera a la que pertenece:** Ingeniería Agroindustrial**Área del conocimiento en la cual se desempeña:** Administración; Educación Comercial y Administración Ingeniería, Industria y Construcción; Industria y Producción**Periodo académico de ingreso a la UTC:** 09 de mayo del 2009

Anexo N° 3. Datos informativos del estudiante 1

Datos personales

Apellidos: Caizaluisa Sulca

Nombres: Josue Caizaluisa

Estado civil: Soltero

Cedula de ciudadanía: 1728022268

Lugar y fecha de nacimiento: Ambato, 10 Enero 1998

Dirección domiciliaria: Machachi-Sector Mamaguacho Calle Quisquis y Camellones

Teléfono Celular: 0961515347

Emil institucional: josue.caizaluisa2268@utc.edu.ec

Tipo de discapacidad: Ninguna

de Carnet Conadis:

Estudios realizados y títulos obtenidos nivel

Nivel	Título obtenido	Institución educativa
Segundo	Bachiller en Ciencias	Unidad Educativa Machachi
Tercer	Décimo nivel de Ingeniería Agroindustrial	Universidad Técnica de Cotopaxi (Ecuador)

Historial profesional

Empresa: Ecuilac - Lácteos Ecuatorianos S.A. y Lactalis del Ecuador S.A

Área: Pasantías, Asistente de calidad



Anexo N° 4. Datos informativos del estudiante2**Datos personales****Apellidos:** Zapata Tapia**Nombres:** Jessica Paola**Estado civil:** Soltera**Cedula de ciudadanía:** 1725921629**Lugar y fecha de nacimiento:** Quito, 24 Junio 1997**Dirección domiciliaria:** Aloasi-Barrio El Calvario Calle Eloy Alfaro**Teléfono convencional:** 022309556 **Teléfono Celular:** 0998865782**Emil institucional:** jessica.zapata1629@utc.edu.ec**Tipo de discapacidad:** Ninguna**Estudios realizados y títulos obtenidos nivel**

Nivel	Título obtenido	Institución educativa
Segundo	Bachiller en Ciencias	Unidad Educativa Machachi
Tercer	Décimo nivel de Ingeniería Agroindustrial	Universidad Técnica de Cotopaxi (Ecuador)

Experiencia Laboral**Empresa:** Lactalis del Ecuador S.A**Área:** Pasantía, Producción y calidad.

Anexo No. 5. Encuesta de análisis aceptación sensorial

Producto: _____ Fecha: / /

Nombre: _____

Evalué las muestras y marque con una línea vertical sobre la escala, en el punto que mejor describa el atributo analizado.

Color	_____	_____
	Oscuro	Claro
Olor particular	_____	_____
	Muy	Muy
Olor extraño	_____	_____
	Muy débil	Muy fuerte
Sabor particular	_____	_____
	Débil	Intenso
Sabor extraño	_____	_____
	Débil	Intenso
Aspecto	_____	_____
	No uniforme	Muy
Calidad General	_____	_____
	Mala	Muy buena

Observaciones: _____

Anexo No. 6. Fotografías

Figura 1

Elaboración de salsa tipo mayonesa



Nota. Esta figura contempla todas las materias primas pesadas para la elaboración de mayonesa

Figura 2

Determinación de Índice de Peróxidos



Nota. Esta figura se demuestra la determinación de del Índice de Peróxidos

Figura 2*Determinación de la Acidez Titulable*

Nota. Esta figura se demuestra la determinación de la Acidez

Anexo No. 7. Aval de Traducción

**CENTRO
DE IDIOMAS**

AVAL DE TRADUCCIÓN

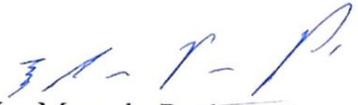
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN MICROENCAPSULADO DE EXTRACTO DE ORÉGANO (*Origanum Vulgare L.*) EN EL RETARDO DE LA OXIDACIÓN LIPÍDICA DE UNA SALSA TIPO MAYONESA DURANTE SU ALMACENAMIENTO ACELERADO”** presentado por: **Caizaluisa Sulca Josue Alexander y Zapata Tapia Jessica Paola**, egresados de la carrera de: **Ingeniería Agroindustrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizaron 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 los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2022

Atentamente,


Mg. Mareelo Pacheco Pruna



**CENTRO
DE IDIOMAS**

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502617350