



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD INGENIERIA

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Evaluación de la capacidad antimicrobiana de las hojas secas del eneldo (*Anethum graveolens*) frente a la cepa *Escherichia coli* para la aplicación en queso tipo fresco.

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniera Agroindustrial

Autora:

Villa Sanaguano, Katheryne Mariana

Tutor:

Ing. Daniel Alejandro Luna Velasco. Mgs

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Katheryne Mariana Villa Sanaguano, con cédula de ciudadanía 0604866988, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado “Evaluación de la capacidad antimicrobiana de hojas secas del eneldo (*Anethum graveolens*) frente a la cepa *Escherichia coli* para la aplicación en queso tipo fresco”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 29 días del mes de mayo del 2025.



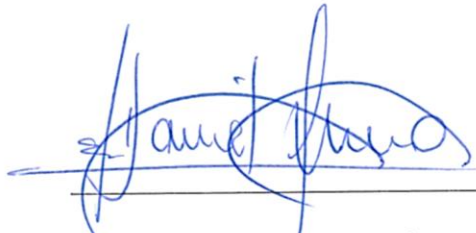
Katheryne Mariana Villa Sanaguano

C.I: 060486698-8

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Daniel Alejandro Luna Velasco catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación “Evaluación de la capacidad antimicrobiana de hojas secas del Eneldo (*Anethum graveolens*) frente a la cepa *Escherichia coli* para la aplicación en queso tipo fresco”, bajo la autoría de Katheryne Mariana Villa Sanaguano; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 29 días del mes de mayo del 2025.



Daniel Alejandro Luna Velasco

C.I: 1713065843

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Evaluación de la capacidad antimicrobiana de hojas secas del Eneldo (*Anethum graveolens*) frente a la cepa *Escherichia coli* para la aplicación en queso tipo fresco”, presentado por Katheryne Mariana Villa Sanaguano, con cédula de identidad número 0604866988, bajo la tutoría de Ing. Daniel Alejandro Luna Velasco, MsC.; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 29 días del mes de mayo del 2025.

PhD. Sonia Rodas Espinoza
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

PhD. Cristián Patiño Vidal
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

PhD. José Miranda Yuquilema
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



CERTIFICACIÓN

Que, **Katheryne Mariana Villa Sanaguano con CC: 0604866988**, estudiante de la Carrera **Agroindustria**, Facultad de **Ingeniería**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**Evaluación de la capacidad antimicrobiana de hojas secas del Eneldo (*Anethum graveolens*) frente a la cepa *Escherichia coli* para la aplicación en queso tipo fresco**", cumple con el 4 % y 23% textos potencialmente generados por la IA, de acuerdo al reporte del sistema Antiplagio **Compilatio**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 14 de mayo de 2025



Ing. Daniel Luna, Mgs.
TUTOR

DEDICATORIA

Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme la fuerza para culminar esta meta. A mis padres por todo su amor incondicional, sacrificio y apoyo en cada paso que doy, también a mi hermano por su cariño y alegría que me enseñó que la vida es más divertida cuando estamos juntos, así como el resto de mi familia que creyeron y me apoyaron siempre.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por cuidarme en todo el transcurso del camino.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, a la carrera de Agroindustria y docentes, por haberme brindado los conocimientos y herramientas necesarias que me ayudaron en cada etapa de formación académica.

Al Mgs. Daniel Luna, quien me brindo su orientación en los momentos más desafiantes de mi investigación.

A la Mgs. Fernanda Rojas, por su paciencia, dedicación incansable y apoyo constante. Su sabiduría, experiencia y guía ha sido fundamental para dar forma y culminar este trabajo de investigación.

También quiero agradecer a mi familia por su amoroso apoyo durante estos años, al igual a mis amigos y compañeros por las palabras de motivación y aliento.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.	14
1.1 Antecedentes.....	14
1.2 Problema.....	14
1.3 Justificación.....	15
1.4 Objetivos.....	17
1.4.1 General	17
1.4.2 Específicos.....	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.	18
2.1 MARCO REFERENCIAL	18
2.2 MARCO CONCEPTUAL	20
2.2.1 Eneldo.....	20
2.2.2 Capacidad Antimicrobiana	21
2.2.3 Concentración Mínima Inhibitoria (CMI)	21
2.2.4 <i>Escherichia coli</i>	21
2.2.5 ETA (Enfermedades Transmitidas por Alimentos).....	22
2.2.6 Patógenos.....	22
2.2.7 Vulnerabilidad del Queso Fresco a <i>E. coli</i>	22
2.2.8 Microorganismos Patógenos en Quesos	22
2.2.9 Conservantes Naturales	24
2.2.10 Normativa	24
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....	25
3.1 Tipo de Investigación.	25

3.2	Diseño de Investigación.....	25
3.3	Técnicas de Recolección de Datos	30
3.3.1	Determinación de la sensibilidad antimicrobiana.....	30
3.3.2	<i>Análisis Fisicoquímicos del Queso Fresco</i>	31
3.3.3	<i>Análisis microbiológico del queso fresco</i>	34
3.3.4	<i>Análisis sensorial</i>	35
3.4	Población de Estudio y Tamaño de Muestra.	35
3.5	Análisis y Procesamiento de Datos	36
	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1	Capacidad Antimicrobiana de Hojas Secas de <i>Anethum graveolens</i>	37
4.2	Análisis Fisicoquímicos de los Tratamientos	38
4.3	Análisis Microbiológicos de los Tratamientos	40
4.4	Análisis Sensorial de los Tratamientos.....	42
	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
5.1	CONCLUSIONES.....	45
5.2	RECOMENDACIONES	45
	BIBLIOGRAFÍA	46
	ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Taxonomía de A. graveolens</i>	20
Tabla 2 <i>Taxonomía de E. coli</i>	22
Tabla 3 Agentes patógenos presentes en el queso tipo fresco	23
Tabla 4 <i>Microorganismos, medios de cultivo y normativas para las hojas secas de eneldo</i>	36
Tabla 5 <i>Microorganismos, medios de cultivo y normativas para queso fresco</i>	36
Tabla 6 <i>Halos de inhibición en milímetros</i>	37
Tabla 7 <i>Análisis de varianza ANOVA</i>	39
Tabla 8 <i>Propiedades fisicoquímicas de cada tratamiento</i>	39
Tabla 9 <i>Calidad microbiológica de cada tratamiento después de tres días, con una dilución de 10-1.</i>	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Eneldo</i>	20
Figura 2 <i>Colonias de E.coli en placa de agar MacConkey</i>	21
Figura 3 <i>Etapas para determinar la capacidad antimicrobiana</i>	36
Figura 4 <i>Diagrama de elaboración del queso fresco</i>	36
Figura 5 <i>Sensibilidad microbiana</i>	38
Figura 6 <i>Muestras de queso tipo fresco con y sin adición</i>	39
Figura 7 <i>Proporción de personas que consumen queso fresco habitualmente</i>	42
Figura 8 <i>Preferencias de los consumidores de las diferentes muestras</i>	43

RESUMEN

La seguridad alimentaria es fundamental para la salud pública, especialmente ante la presencia de bacterias patógenas como *Escherichia coli* en los productos alimentarios que representa un peligro significativo para los consumidores. Este estudio tenía como objetivo evaluar las hojas secas de eneldo (*Anethum graveolens*) como conservante natural, analizando su eficacia antimicrobiana y su aplicación en queso fresco. Para ello, se utilizaron maceraciones en concentraciones del 2,25% al 4% para determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) contra *E. coli*, evidenciada por halos de inhibición, e incorporando las concentraciones efectivas al queso después del lavado de la cuajada. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en pH, grasa, proteína, acidez titulable y cenizas, pero sí un menor contenido de humedad en los quesos con eneldo, lo cual fue significativo ($p < 0,009$). Además, tras tres días, los tratamientos con eneldo al 2,50% (C) y 2,75% (D) presentaron excelente calidad microbiológica, con ausencia total de *aerobios mesófilos*, *mohos* y *levaduras*, incluso los consumidores valoraron positivamente el sabor y aroma del queso tratado. El estudio sugirió que las hojas secas de *A. graveolens* tenían potencial como conservante natural en queso fresco, mejorando la calidad microbiológica y siendo aceptada por los consumidores, lo que respaldó su introducción como una alternativa saludable en el mercado.

Palabras claves: seguridad alimentaria, queso fresco, CMI, calidad microbiológica.

ABSTRACT

Food safety is fundamental for public health, especially in the presence of pathogenic bacteria such as *Escherichia coli* in food products that represent a significant danger to consumers. This study aimed to evaluate dried dill leaves (*Anethum graveolens*) as a natural preservative, analyzing their antimicrobial efficacy and their application in fresh cheese. For this, macerations at 2.25% to 4% were used to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) against *E. coli*, evidenced by inhibition halos, and incorporating the effective concentrations into the cheese after curd washing. The results showed no significant differences in pH, fat, protein, titratable acidity, and ash, but there was a lower moisture content in the cheeses with dill, which was significant ($p < 0.009$). In addition, after three days, the 2.50% (C) and 2.75% (D) dill treatments showed excellent microbiological quality, with a total absence of mesophilic aerobes, molds, and yeasts, and consumers even rated the flavor and aroma of the treated cheese positively. The study suggested that the dried leaves of *A. graveolens* had potential as a natural preservative in fresh cheese, improving the microbiological quality and being accepted by consumers, which supported its introduction as a healthy alternative in the market.

Keywords: food safety, fresh cheese, MIC, microbiological quality.



Reviewed by:

Mgs. Maria Fernanda Ponce Marcillo

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0603818188

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

1.1 Antecedentes

La historia del queso se remonta a tiempos ancestrales, con vestigios arqueológicos encontrados en Croacia evidencian la producción de queso y yogur desde el año 7200 antes de Cristo, lo que confirma la antigüedad de este alimento en la dieta humana (Maya Wei, 2018). Esta antigua tradición ha evolucionado a lo largo de los siglos, y en la actualidad, el queso fresco sigue siendo un alimento muy popular en Ecuador, gracias a sus beneficios nutricionales, como su alto contenido de proteínas y calcio, combinados con su versatilidad en la cocina y su amplia disponibilidad en mercados, lo que lo convierte en un producto apreciado tanto por consumidores de áreas rurales como urbanas (Estrella Flores, 2013). Sin embargo, debido a su alto contenido de humedad y la falta de maduración lo convierten en un medio vulnerable para el crecimiento de microorganismos. Esto puede poner en riesgo la seguridad del consumidor y reducir la vida útil del producto.

Investigaciones anteriores han estudiado el uso de plantas con propiedades antimicrobianas que pueden ayudar a mejorar la seguridad alimentaria. Por ejemplo, el eneldo (*Anethum graveolens*) ha sido estudiado por su potencial antimicrobiano y antioxidante, respaldado por investigaciones, esto sugiere que sus hojas secas podrían ser una opción fácil y económica para controlar el crecimiento de patógenos en alimentos (Shamirian, 2023). Además, el eneldo es conocido por sus propiedades antioxidantes, carminativas y estomacales. Tradicionalmente, se ha usado como medicina para aliviar problemas digestivos.

La presencia de bacterias patógenas como *E. coli* en los alimentos es un problema constante del día a día por lo que sigue siendo un desafío para la salud pública. Desde que Theodor Escherich identificó la bacteria *E. coli* en 1885, se determinó que algunas de sus cepas pueden causar infecciones tanto en el intestino como en otras partes del cuerpo. Además, tienen la capacidad para desarrollar resistencia a los antibióticos por lo que las convierte en un problema en la medicina moderna (Geurtsen et al., 2022). Por lo tanto, el uso de conservantes naturales podría ser una alternativa para controlar el crecimiento bacteriano en productos alimentarios.

En Ecuador, el cultivo de *A. graveolens* se e cultiva en diferentes regiones gracias a su capacidad para adaptarse a suelos bien drenados y a una variedad de climas. Esta adaptabilidad permite que crezca en cualquier época del año, y que se facilite su cultivo en diferentes regiones del país. Sin embargo, es importante tener en cuenta que no debe plantarse cerca del hinojo para evitar la contaminación genética (Alquina Escobar, 2023).

1.2 Problema

Hoy en día existe un riesgo significativo de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs), que son una preocupación mundial porque pueden causar una variedad de

problemas de salud para los seres humanos. El ministerio de Salud Pública del Ecuador reportó 35 casos notificados de salud atendidos por enfermedades como hepatitis, fiebre tifoidea, paratifoidea y otras intoxicaciones alimentarias en la provincia de Chimborazo (MSP, 2025).

La problemática central radica en la presencia de microorganismos y patógenos en los quesos, cuya aparición es por múltiples factores como la calidad de materia prima, el tratamiento térmico inadecuado, las prácticas de higiene deficientes durante la manipulación, condiciones de conservación entre otras., estos elementos influyen en riesgos en la seguridad alimentaria, por lo tanto, al no tener un control de los agentes patógenos pueden derivar intoxicaciones alimentarias.

Además, se utilizan conservantes sintéticos como el benzoato de sodio y el acetato de sodio para prolongar la vida útil y prevenir el crecimiento de microorganismos. Sin embargo, estos conservantes pueden tener efectos negativos sobre la salud. El benzoato de sodio se ha asociado con alteraciones metabólicas e incluso reacciones alérgicas, mientras que el acetato de sodio puede causar problemas gastrointestinales y alterar el equilibrio ácido-base del cuerpo. Además, el exceso de sal (cloruro de sodio) en los quesos puede dar lugar a problemas de salud como la hipertensión arterial (Assan & Verdezoto, 2023).

1.3 Justificación

La tendencia hacia alimentos frescos y naturales ha impulsado la inclusión de tecnologías y prácticas innovadoras en la industria alimentaria. El procesamiento de alimentos es garantizar la seguridad, calidad nutricional y satisfacción sensorial del consumidor. Para ello, se emplean aditivos naturales mediante procesos de aislamiento y estabilización, con el fin de incorporarlos en alimentos para mejorar su seguridad antimicrobiana sin afectar sus características organolépticas (Nereyda & Saucedo, 2011).

Ecuador, es un país con una gran biodiversidad, además, posee una amplia cantidad de plantas con propiedades antimicrobianas que han sido usadas tradicionalmente para fines medicinales y de conservación; entre ellas, el eneldo es preferido por su versatilidad culinaria, aportando sabor y aroma únicos, especialmente en preparaciones que incluyen pescado o lácteos. Además, de ser una fuente rica en vitaminas, minerales y antioxidantes, con beneficios antiinflamatorios, antioxidantes y digestivos, lo que, junto a su fácil acceso y bajo costo, lo convierte en una opción para la alimentación y para usos medicinales (Shamirian, 2023).

La aplicación de hojas secas de eneldo en la elaboración de queso fresco representa una alternativa natural frente a los conservantes químicos, respondiendo a la tendencia actual de los consumidores ecuatorianos que buscan alimentos más saludables y con menos aditivos sintéticos. Incluso, el uso de recursos naturales disponibles en el país o de fácil acceso podría beneficiar a los pequeños productores de queso fresco, ofreciéndoles una solución sostenible para mejorar la seguridad y la calidad de sus productos.

Además, la investigación sobre el potencial antimicrobiano del eneldo frente a *E. coli* en queso fresco podría aportar tanto al conocimiento científico como a la industria quesera, ayudando a la seguridad de la salud pública y la confianza del consumidor en productos locales. La presente tesis busca explorar el potencial del eneldo como una herramienta para mejorar la seguridad del queso fresco producido y consumido en Ecuador.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

- Evaluar la capacidad antimicrobiana de las hojas secas del eneldo (*Anethum graveolens*) frente a la cepa *Escherichia coli* ATTC 25922 para la aplicación en queso tipo fresco.

1.4.2 Específicos

- Establecer la concentración mínima inhibitoria (CMI) para conocer el porcentaje mínimo de hojas frescas de eneldo (*Anethum graveolens*).
- Determinar el efecto de las hojas secas de eneldo (*Anethum graveolens*) sobre las propiedades fisicoquímicas del queso tipo fresco.
- Analizar la calidad microbiológica del queso tipo fresco con adición de hojas secas de eneldo (*Anethum graveolens*).
- Evaluar la aceptabilidad general del producto por medio de una evaluación sensorial.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 MARCO REFERENCIAL

De acuerdo con Espinoza (2020) el uso de aceites esenciales como conservantes naturales en alimentos ha ganado popularidad porque permiten reemplazar o reducir los conservantes químicos sintéticos, algo que atrae a consumidores que prefieren opciones más saludables y naturales; estos aceites, extraídos de plantas aromáticas, tienen propiedades antimicrobianas y antioxidantes que ayudan a prolongar la vida útil de los alimentos al protegerlos contra bacterias patógenas, *levaduras* y *mohos*. Por ejemplo, el aceite esencial de clavo de olor ha demostrado ser eficaz en la conservación de yogur, inhibiendo el crecimiento de *mohos* y *levaduras* durante un período de 30 días, cumpliendo con la norma NTE INEN 2395:2011 (Escalante Valverde, 2020). Su naturalidad y flexibilidad los convierten en una alternativa para consumidores que buscan productos más naturales, y podían ser utilizados en una amplia gama de productos alimenticios, desde frutas y verduras hasta lácteos y productos cárnicos. Además, estos aceites también benefician a los productores que buscan diferenciarse en el mercado, ofreciendo productos con ingredientes naturales (Espinoza, 2020).

Asimismo, el eneldo (*Anethum graveolens*) es una planta aromática cuyo aceite esencial ha sido ampliamente estudiado por su composición química y sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas; Según Rostaei et al. (2018), sus principales componentes son la carvona, el limoneno y el α -felandreno, sustancias que contribuyen significativamente a efectos beneficiosos. Además, el eneldo ha sido reconocido por sus usos culinarios y medicinales, actuando como estimulante digestivo y carminativo (Rostaei et al., 2018).

Por lo tanto, Castro et al. (2017) realizaron un estudio innovador sobre la capacidad antimicrobiana del aceite esencial de *A. graveolens* para la conservación de los alimentos, extrayendo el aceite mediante hidrodestilación con un rendimiento del 1,32% en base seca. Para probar su capacidad antimicrobiana, se aplicaron métodos de dilución y difusión en agar contra bacterias como *Staphylococcus aureus*, *coliformes* y *hongos* presentes en carne de trucha. Encontraron que la aplicación de 100 μ L de aceite tuvo mayores halos de inhibición, especialmente contra *coliformes totales*, gracias a los compuestos bioactivos como la carvona y el limoneno. Esto posiciona al aceite de eneldo como una opción prometedora para prevenir el deterioro y los riesgos para la salud causados por microorganismos, además de aportar a la investigación sobre el uso de aceites esenciales como conservantes naturales en el sector alimentario (Castro et al., 2017).

Además, el extracto contribuyó al mejoramiento de los productos. De acuerdo con Renán & Barriga (2019) realizaron un estudio comparativo sobre el efecto del extracto natural de eneldo y té verde sobre la estabilidad oxidativa entre carne de res y carne de pollo. El objetivo era comparar la capacidad antioxidante de ambos extractos para prevenir la oxidación lipídica y mejorar la calidad de los productos cárnicos. Los resultados mostraron que a concentración del 2% de ambos extractos redujo significativamente la peroxidación

lipídica y el crecimiento microbiano. Aunque el té verde demostró una mayor capacidad para reducir la oxidación lipídica, el eneldo mejoró la calidad sensorial de las muestras, aunque en menor medida que el té verde (Aguilar Barriga, 2019).

De acuerdo con Silva Paredes (2022) la extracción hidroalcohólica del eneldo (*A. graveolens*) es importante por su contenido de polifenoles totales y su actividad antioxidante. La optimización de este proceso busca maximizar la obtención de compuestos bioactivos, que son esenciales para su capacidad antioxidante (Quevedo Analuisa, 2022a).

Sin embargo, la temperatura fue uno de los factores que influyeron en la obtención de compuestos bioactivos. Conforme a Zapata et al., (2015), la degradación térmica de los compuestos químicos hubo cambios significativos en su estructura debido a la acción de altas temperatura (Zapata et al., 2015). Generalmente, la deshidratación de la planta se realiza a 40°C durante 48 horas, sin embargo, para mantener los compuestos bioactivos es más efectivo no sobrepasar los 45°C. Al igual con Espinoza (2021) en este rango, el contenido de fenoles totales, se encontraban en mayor cantidad en comparación a las muestras deshidratadas con mayor temperatura esto fue un componente reconocido por su capacidad antioxidante (Espinoza Luna, 2021).

Además, el eneldo puede ser integrado en otros tipos de productos, como en el caso de nuggets. Conforme a Salazar Rodríguez (2021) se estudió cómo el eneldo (*Anethum graveolens*) y el tomillo (*Thymus vulgaris*) afectaban la estabilidad de nuggets elaborados de camarón, corvina y soja. Estos ingredientes naturales mejoraron la durabilidad de los productos por sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas. En *A. graveolens*, protegió contra la oxidación lipídica y el crecimiento bacteriano, lo que lo convirtió en una estrategia efectiva para desarrollar alimentos más saludables y atractivos para los consumidores (Salazar, 2021).

De acuerdo con Gomajoa Enríquez (2018) se comparó la eficacia técnicas convencionales y asistidas por ultrasonido para extraer compuestos antioxidantes del eneldo (*Anethum graveolens*) y el paico (*Chernopodium Ambrosioides L.*). Se realizaron las maceraciones en las mismas condiciones, y se utilizó diferentes solventes polares como: agua destilada, etanol y metanol. Los resultados mostraron que el metanol fue el más eficiente para la extracción de polifenoles, además, se determinó que los extractos tienen una notable capacidad antioxidante, medida a través del ensayo DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo). El cual verificó sobre la eficacia de antioxidantes del eneldo y paico, los cuales pueden emplearse en otros productos para preservar el producto (Gomajoa, 2018).

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Eneldo

Conocido científicamente como *Anethum graveolens*, es una planta herbácea muy versátil, reconocida por sus usos culinarios como medicinales.

Figura 1
Eneldo



Tiene como características sus hojas que están finamente divididas y producen flores amarillas en forma de umbela. Además, contiene compuestos bioactivos como el anetol, carvona y limoneno, lo que proporciona propiedades digestivas y carminativas. Tradicionalmente se usa para reducir los problemas digestivos, hinchazón, flatulencias y estimulación del apetito (Aldás, 2025).

Tabla 1
Taxonomía de A. graveolens

	Taxonomía
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Apiales
Familia	Apiaceae
Subfamilia	Apioideae
Tribu	Peucedaneae
Genero	<i>Anethum</i>
Especie	<i>Anethum graveolens</i>
Nombres vulgares	Eneldo, aneto, anega, anisillo, anís alemán, falso anís, hinojo (falso), hinojo hediondo, avezón

Nota. Adaptado de evaluación de la actividad antifúngica de los aceites esenciales microencapsulados de eucalipto (*Eucaliptus globulus*) y eneldo (*Anethum graveolens*) frente a *Cladosporium fulvum* Cooke., por Aldás, 2025.

2.2.2 Capacidad Antimicrobiana

Se refiere a la propiedad de una sustancia para actuar contra microorganismos patógenos, inhibiendo su crecimiento o destruyéndolos. Esta capacidad es ejercida por antimicrobianos, que incluyen antibióticos, antifúngicos, antivíricos y otros compuestos, siendo esenciales para prevenir y tratar infecciones en seres humanos y animales (Dahua Gualinga et al., 2024).

2.2.3 Concentración Mínima Inhibitoria (CMI)

Es la concentración más baja de un agente antimicrobiano que inhibe el crecimiento visible de un microorganismo después de un período de incubación, ayudando a prevenir la resistencia microbiana (Kowalska & Dudek, 2021).

2.2.4 *Escherichia coli*

Es una bacteria gramnegativa, en forma de bacilo, que pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*.

Figura 2

Colonias de *E. coli* en placa de agar MacConkey



Nota. Tomado de *Escherichia coli: An Overview of Main Characteristics.*, por Basavaraju et al., 2022.

Se encuentra comúnmente en el intestino de seres humanos y animales de sangre caliente, donde actúa como un comensal esencial para el proceso digestivo. Es un organismo anaerobio facultativo, móvil gracias a flagelos peritricos, y puede fermentar glucosa y lactosa con producción de gas. La mayoría de las cepas de *E. coli* son inofensivas, pero algunas cepas patógenas, como las productoras de toxina Shiga, pueden causar enfermedades graves a través del consumo de alimentos contaminados (Basavaraju et al., 2022).

Tabla 2

Taxonomía de E. coli

Taxonomía	
Dominio:	Bacteria
Reino:	Bacteria
Filo:	Proteobacteria
Clase:	Gamma proteobacteria
Orden:	Enterobacteria
Familia:	Enterobacteriaceae
Genero:	<i>Escherichia</i>
Especie:	<i>Escherichia coli (E. coli)</i>

Nota. Adaptado de *Escherichia coli: An Overview of Main Characteristics.*, por Basavaraju et al., 2022.

2.2.5 ETA (Enfermedades Transmitidas por Alimentos)

Es un brote de enfermedades donde se producen cuando dos o más personas desarrollan síntomas similares después de consumir el mismo alimento, y los estudios epidemiológicos confirman que el alimento es la causa (Ramírez de Acuña et al., 2024)

2.2.6 Patógenos

Son agentes biológicos que incluyen bacterias, virus, hongos, protozoos, priones y parásitos, capaces de causar enfermedades o infecciones en seres humanos, animales y plantas. Además, pueden clasificarse según su resistencia a los antibióticos en multirresistentes, con resistencia extendida y panresistentes, lo que constituye un desafío importante en la salud pública (Jiménez et al., 2019).

2.2.7 Vulnerabilidad del Queso Fresco a *E. coli*

Es un problema significativo en regiones como Riobamba, donde el 100% de las muestras analizadas superaron el límite máximo permisible de *E. coli* (10 UFC/g) incumplimiento con la normativa NTE INEN 1528:2012, además, indica una contaminación generalizada por desperdicios cloacales, malas prácticas de ordeño y manipulación.

Esta situación afecta la calidad del producto y representa un riesgo importante para la salud pública, ya que al ingerir quesos contaminados puede causar diarrea, síndrome hemolítico-urémico (SHU) e incluso fallo renal, afectando especialmente en niños y adultos mayores (Escobar et al., 2023).

2.2.8 Microorganismos Patógenos en Quesos

Los patógenos que se presentan en quesos no madurados conforme con la normativa NTE INEN 1528:2012, por ello, es fundamental el uso de técnicas antimicrobianas para evitar su proliferación.

Tabla 3*Agentes patógenos presentes en el queso tipo fresco*

Agentes patógenos		
Patógenos	Causas	Condiciones óptimas
<i>Salmonella spp.</i>	Se habita en el tracto intestinal de humanos y animales y puede contaminar el queso debido a malas prácticas de higiene. La cual es una de las principales causas de ETA's. La normativa establece que el queso fresco debe estar libre de <i>Salmonella</i> en 25 g de muestra.	T: Entre 30 °C y 40 °C. pH: óptimo entre 5.5 y 6.5
<i>Listeria monocytogenes</i>	Es un patógeno resistente al frío que puede crecer en alimentos listos para el consumo, como el queso fresco. Está presente en el suelo, agua y animales, y representa un riesgo grave de listeriosis, especialmente para personas inmunodeprimidas. La normativa exige que no se detecte en 25 g de producto para proteger la salud pública.	T: Entre 30 °C y 37 °C, pero puede crecer a temperaturas de (alrededor de 4 °C). pH: Óptimo alrededor de 7.0, pero puede tener pH de 4.2 a 9.5.
<i>Staphylococcus aureus</i>	Presentes en la piel y mucosas de humanos y animales pueden contaminar el queso durante el ordeño, manipulación o procesamiento. Estas bacterias pueden producir enterotoxinas, lo que puede causar intoxicaciones alimentarias.	T: Entre 30 °C y 40 °C. pH: óptimo es entre 5.5 y 6.5
<i>Escherichia coli</i>	Es un indicador de contaminación fecal y malas prácticas de higiene, algunas cepas pueden ser patógenas. Controlar los niveles de <i>E. coli</i> en queso fresco es crucial para prevenir intoxicaciones alimentarias y garantizar la seguridad del producto.	T: Entre 30 °C y 40 °C. pH: óptimo entre 5.5 y 6.5
<i>Enterobacteriaceae</i>	Incluyen especies que indican de contaminación fecal y deficiencias higiénicas, son habituales en el tracto intestinal de humanos y animales, y también en el ambiente. Muchas son inofensivas, y otras pueden causar enfermedades graves.	T: entre 20 °C y 40 °C. pH: óptimo es entre 5.5 y 7.0

Nota. Adaptado de Vista de Microorganismos comúnmente reportados como causantes de enfermedades transmitidas por el queso fresco en las Américas., por Merchán et al., 2019 y de

Estandarización del proceso de producción a escala laboratorio de queso fresco para el Centro de Transferencia Tecnológica, Saberes, Producción y Servicios (CETTEPS)., por Chávez Moyano, 2025.

2.2.9 Conservantes Naturales

Son sustancias que provienen de fuentes naturales, como plantas, animales o microorganismos, y que se utilizan para alargar la vida útil de los alimentos. Estas sustancias ayudan a evitar el crecimiento de microorganismos patógenos y prevenir la oxidación, también, puede aportar beneficios nutricionales extra. Además, al ser de origen natural, suelen ser mejor aceptadas por los consumidores que buscan opciones más saludables. (Nereyda & Saucedo, 2011).

2.2.10 Normativa

La normativa aplicada en este estudio fue la NTE INEN 1528:2012, que establece los requisitos generales para la producción de quesos frescos no madurados en Ecuador, asegurando condiciones sanitarias y controles de calidad durante todo el proceso de elaboración. Esta norma define los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que deben cumplir, como niveles de humedad, pH y la ausencia de microorganismos patógenos.

Además, se consideró la NOM-243-SSA1-2010 de México, que regula productos lácteos y derivados, aportando lineamientos adicionales para garantizar la seguridad alimentaria. La evaluación microbiológica incluyó parámetros específicos para microorganismos, fundamentales para determinar la calidad.

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

3.1 Tipo de Investigación.

Esta investigación es experimental porque se realizó en el laboratorio, donde se probaron distintos tratamientos para evaluar la capacidad antimicrobiana de las hojas secas de *A. graveolens* frente a la bacteria *E. coli* ATCC 25922 y su posible uso en el queso fresco. Además, se realizaron análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales en los tres tratamientos que mostraron ser efectivos.

Además, tiene un enfoque cualitativo porque se aplicó pruebas sensoriales que recopilaban opiniones sobre el sabor, aroma, textura y preferencia del queso elaborado con hojas de *A. graveolens*. Para ello, se utilizó una prueba hedónica permitiendo evaluar la aceptación y preferencia del producto. También, se describieron los procesos y metodologías aplicadas en las hojas de *A. graveolens* como en la elaboración del queso fresco, garantizando un entendimiento de los procedimientos.

Así mismo se tuvo un enfoque cuantitativo porque se evaluó la efectividad del eneldo (*Anethum graveolens*) midiendo parámetros como la concentración mínima inhibitoria (CMI) para determinar su capacidad antimicrobiana. Además, se realizaron análisis fisicoquímicos en tres tratamientos de queso fresco con hojas secas de eneldo y del tratamiento control, y se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para identificar la significancia estadística de los resultados obtenidos.

3.2 Diseño de Investigación

El presente estudio empleó un diseño de investigación mixta, específicamente un diseño exploratorio secuencial, que combinó métodos cuantitativos y cualitativos para permitir una exploración completa y fundamentada por investigaciones previas que sustentan parte del marco teórico. El diseño exploratorio secuencial fue el adecuado porque permite entender a fondo los objetivos de la investigación, en diferentes fases:

En la primera fase del estudio se evaluó la capacidad antimicrobiana de las hojas secas de *Anethum graveolens* frente a la *Escherichia coli*. Para lo cual, se inició con la activación y replicación de la cepa *E. coli* ATCC 25922, luego, se procedió a la deshidratación de las hojas de eneldo, seguido de un análisis microbiológico. Después, se prepararon soluciones con diferentes concentraciones de la muestra para determinar su efecto antimicrobiano. A continuación, se describen cada uno de estos pasos y procedimientos.

- **Activación y réplica de la cepa de *E. coli* ATCC 25922.**

Primero se realizó la activación y réplica de la cepa de *E. coli* para futuros experimentos.

1. Se inició con la preparación del Medio de Cultivo MacConkey (Condalab), donde se disolvieron 51,5 g del medio en un litro de agua destilada, calentando y agitando constantemente durante un minuto hasta su completa disolución. Luego, se esterilizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos.
2. Una vez esterilizado, el medio se enfrió entre 44°C y 47°C y se vertió en cajas Petri estériles y se dejó solidificar.
3. Utilizando un asa bacteriológica, se extrajo una alícuota del cultivo de *E. coli* y se sembró en el medio por estrías.
4. El cultivo se incubó a 37°C durante 24 horas y, finalmente, se almacenó a 4°C para mantener su viabilidad y pureza (Rojas, 2024).

- **Deshidratación de las hojas del *Anethum graveolens*.**

Se eligió la materia prima cuando la planta ha completado la etapa de crecimiento de tallos y está cerca de la floración, momento en el que los compuestos bioactivos están en su punto máximo (Aldás Castro, 2025).

1. Inicio con la recolección, cortado de las hojas, el lavado meticuloso con agua fría y seguido de la desinfección con una solución de hipoclorito de sodio (NaClO), al 2,2% en 1 litro de agua.
2. Luego, se colocaron en una sola capa sobre las bandejas de deshidratador, previniendo el amontonamiento. Posteriormente, fueron secadas usando un deshidratador con ventilación de aire caliente, a temperatura de 40°C a 45°C (temperatura ideal que permite la eliminación progresiva de la humedad sin comprometer la integridad de los compuestos bioactivos).
3. En el transcurso del proceso, las muestras fueron monitoreadas periódicamente hasta verificar que no se presentaran variaciones en su masa (diferencias menores al 0,01 g entre pesadas consecutivas).
4. Finalmente, las hojas secas fueron almacenadas en un desecador, con el objetivo de preservar su calidad y evitar la reabsorción de humedad del ambiente (Palomino, 2016).

- **Análisis microbiológico de las hojas secas del *A. graveolens*.**

Para evaluar la calidad microbiológica del eneldo antes de determinar su capacidad antimicrobiana, se llevó a cabo un análisis microbiológico de las hojas donde:

1. Las hojas de *A. graveolens* fueron deshidratadas, y se procedió a la preparación de la muestra. Para ello, las hojas secas fueron trituradas con un mortero de cerámica y se tamizadas mediante un tamiz vibratorio de laboratorio marca BIOBASE, utilizando

mallas N°40 (abertura 0.425 micras) y N°80 – (abertura 0.150 micras) hasta obtener un polvo fino.

2. La muestra resultante se pesó en una balanza analítica, se homogeneizó con solución salina estéril durante 5 minutos mediante agitación en un vortex, asegurando una distribución uniforme.
3. A continuación, se realizaron diluciones seriadas 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} de esta solución y se inoculó por profundidad en diferentes medios de cultivo específicos, tal como lo indica la Tabla 4. Para esto, fue importante tener en cuenta los parámetros establecidos en cada ficha técnica del medio de cultivo a preparar.
4. Finalmente, las placas inoculadas fueron colocadas en la incubadora (Mettler), ajustada conforme a los requerimientos específicos de cada microorganismo, permitiendo así su adecuado desarrollo y posterior cuantificación.

Tabla 4

Microorganismos, medios de Cultivo y normativas para las hojas secas de eneldo.

Microorganismos	Medios de cultivo	Normativas
<i>Mohos y levaduras</i>	Potato Dextrosa Agar (TM MEDIA)	NTE INEN 1 529-10
<i>Salmonella</i>	Agar Salmonella Shigella	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-114-SSA1-1994
<i>Escherichia coli</i>	MacConkey (Condalab)	ISO 21150:2015
<i>Aerobios mesófilos</i>	Plate Count Agar (TM MEDIA)	UNE-EN ISO 17604:2015

- **Preparación de soluciones de hojas secas de *A. graveolens*.**

Después de haber analizado la calidad de las hojas y se confirmó que estaban libres de microorganismos, se continuó con la preparación de las soluciones. De lo contrario, se reinició el proceso desde la deshidratación de *Anethum graveolens*.

1. Primero, se colocaron discos estériles de papel filtro, generalmente de 6mm de diámetro, en los tubos de ensayo con tapa para absorber la solución.
2. La misma muestra en polvo, que había sido previamente sometida a análisis microbiológico, se empleó para preparar las soluciones mediante maceración con una solución estéril de agua destilada en las diferentes concentraciones, hasta completar un volumen final de 10 ml.

3. Después, se homogeneizaron y se dejaron reposar durante 24 horas, asegurando una distribución uniforme en los discos (Barón Malaver & García Rincón, 2019).

Para preparar las soluciones, primero se probaron diferentes concentraciones, que iban desde el 0,25% hasta el 3%. Después de varias pruebas en el laboratorio, se decidió trabajar finalmente con concentraciones entre el 1,25% y el 4%, además de incluir el control sin adición (blanco). La selección de estas concentraciones finales se basó en los resultados obtenidos en las pruebas preliminares, eligiendo aquellas que ofrecían el mejor efecto sin causar problemas o efectos no deseados. De esta forma, se aseguró que las soluciones fueran eficaces para el propósito del estudio.

En la segunda fase, se elaboró queso fresco con y sin adición de las hojas secas de *Anethum graveolens*; este proceso se realizó en las instalaciones del Centro de Formación, Transferencia de Tecnología, Producción y Servicios, que forma parte de la carrera de Agroindustria de la Universidad Nacional de Chimborazo, consideraron los requisitos establecidos en la NTE INEN 1528:2012 para quesos frescos no madurados. Posteriormente, se realizó análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

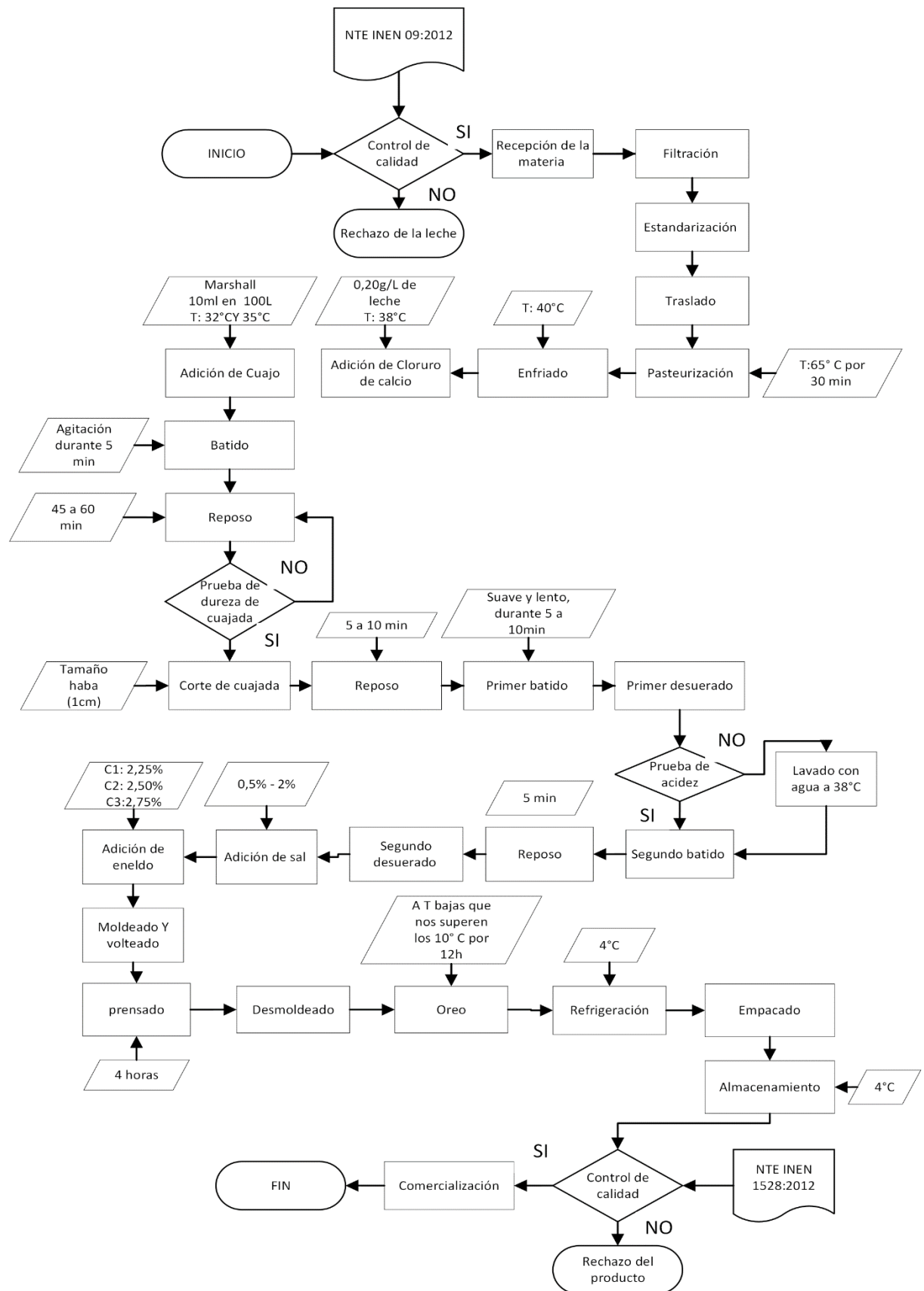
- **Elaboración de queso fresco**

Para la elaboración del queso fresco, se utilizó leche cruda bovina, libre de antibióticos y alto grasa, proveniente de una granja ubicada en la parroquia de Quimiag, perteneciente al cantón Riobamba, en la provincia de Chimborazo.

Además, se escogió el cuajo Marshall, un coagulante líquido de color caramelo y origen microbiano. Este cuajo contiene enzimas proteasas producidas por la fermentación de un cultivo purificado de la especie fúngica *Rhizomucor sp.*, así como coagulantes, agua, cloruro de sodio y bicarbonato de sodio. Debido a su versatilidad, es adecuado para diversos tipos de queso, siendo eficaz y fácil de usar. Su dosificación es de 10 ml disueltos en agua, lo que permite coagular 100 litros de leche en aproximadamente 45 minutos a temperaturas entre 32°C y 35°C, con una integración homogénea (Acán Paca & Parra Córdova, 2025).

Figura 3

Diagrama de elaboración del queso fresco



La concentración de eneldo a utilizar es de 2,25%; 2,50% y 2,75%. Para ello, se realizaron las siguientes operaciones para obtener el peso de hojas secas de eneldo:

Multiplicar por la densidad de la leche: $1000ml \times 1,030 \frac{g}{ml} = 1030g$

Por su rendimiento: $1030g \times 10\% = 103g$

- Por la concentración 2,25% : $103g \times 2,25\% = 2,32g$ de hojas secas de eneldo
- Por la concentración 2,50% : $103g \times 2,50\% = 2,57g$ de hojas secas de eneldo
- Por la concentración 2,75% : $103g \times 2,75\% = 2,83g$ de hojas secas de eneldo

Este proceso se realizó para cada tratamiento, utilizando las diferentes concentraciones de las hojas secas de *Anethum graveolens* obtenidas.

En la tercera fase del estudio, se llevó a cabo una prueba sensorial hedónica de 5 puntos. Utilizando la fórmula para determinar el tamaño de muestra en poblaciones definidas, se consideró a todos los estudiantes de la carrera de Agroindustria de la Universidad Nacional de Chimborazo. Los participantes, clasificados como consumidores no entrenados debido a su falta de experiencia previa en pruebas sensoriales, evaluaron diversas características sensoriales del queso procesado, como la apariencia, olor, color, sabor y textura, proporcionando una visión objetiva sobre las preferencias y aceptación en el mercado.

3.3 Técnicas de Recolección de Datos

Los datos se recolectaron a partir de los análisis de sensibilidad antimicrobiana de las diferentes concentraciones de hojas secas de *Anethum graveolnes*, así como de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos aplicados a los diferentes tratamientos de quesos con y sin eneldo. Los procedimientos empleados donde se recolectaron los datos son:

3.3.1 Determinación de la sensibilidad antimicrobiana.

Una vez que se obtuvieron las soluciones preparadas y las réplicas de la cepa de *E. coli*, se procedió a utilizar el método de Kirby-Bauer, también conocido como método de difusión en disco. Este método es una técnica estandarizada en microbiología para evaluar la susceptibilidad de bacterias a diferentes antibióticos.

1. Se inició el proceso preparando una suspensión bacteriana de *E. coli* utilizando una turbidez estándar de McFarland 0,5 (0.05ml BaCl₂ al 1% + 9,95ml H₂SO₄ al 1%).
2. Luego, con la ayuda de un hisopo esterilizado, se sumergió en la suspensión bacteriana de *E. coli* y se distribuyó uniformemente sobre placas de agar de MacConkey (Condalab).
3. Posteriormente, se colocaron discos de sensibilidad con las soluciones de hojas secas de *A. graveolens*, previamente preparadas sobre el agar inoculado, manteniendo una

separación de entre 14 y 15 mm desde el borde de la caja y de 22 mm entre cada disco, para garantizar que el crecimiento radial de cada halo ocurriera a una distancia adecuada, permitiendo su desarrollo óptimo.

4. Después, se incubó a 35-37 °C durante 16-18 horas. Una vez completada la incubación, se procedió a medir los diámetros de las zonas de inhibición formadas alrededor de cada muestra. Estos diámetros permitieron proporcionar una evaluación precisa de la eficacia del compuesto en estudio, contribuyendo a la determinación de su potencial como agente antimicrobiano.(Rosas Vásquez, 2024).

Para cada una de las 12 concentraciones de las soluciones de *A. graveolens*, se realizaron un total de 9 repeticiones (3 repeticiones × 3 series) para asegurar la consistencia de los resultados.

3.3.2 Análisis Fisicoquímicos del Queso Fresco

Después de haber realizado los tratamientos del queso fresco con y sin *A. graveolens*, se procedió a realizar los análisis fisicoquímicos correspondientes por triplicado, 24 horas después de su elaboración.

- **pH**

Se realizó la medición utilizando el método potenciométrico según la NMX-F-099-1970 donde:

1. Se recolectaron 10 g de muestra previamente triturada y mezclada con 50 ml de agua destilada, homogeneizándola y pasándola a un vaso de precipitado.
2. Luego, se sumergió el electrodo del medidor de pH (HANNA HI 2550) en la muestra para tomar las mediciones, las cuales se realizaron por triplicado para la precisión de los resultados.
3. Se esperó a que la lectura se estabilizara antes del registro del valor correspondiente; aunque cada medición se extiende hasta 30 minutos.
4. Después de cada medición, el electrodo se limpió cuidadosamente con agua destilada para evitar cualquier contaminación cruzada entre las muestras (Macías et al., 2019).

- **Acidez titulable**

El estudio se realizó de acuerdo con la metodología definida en la NOM-243-SSA1-2010 donde:

1. Se utilizó una muestra de aproximadamente 2 g, que se mezcló con 18 ml de agua purificada en un matraz Erlenmeyer. A continuación, se incorporaron 2 o 3 gotas del indicador de fenolftaleína al 0,1% y se tituló con una solución de NaOH 0,1 N.

2. Se añadió el titulante de manera gradual mientras se agitaba, hasta que se percibió una variación constante en el color del indicador (rosa), lo que señaló que se ha llegado al punto de equivalencia. (Macías et al., 2019).
3. Se anotó la cantidad de titulante empleado y se determinó la acidez titulable mediante la fórmula correspondiente:

$$\text{Acidez Titulable} = \frac{\text{Consumo de NaOH} \times \text{Normalidad} \times \text{coeficiente láctico} \times 100}{\text{volumen de la muestra}}$$

(Alcívar Peláez, 2016).

• **Humedad**

1. Primero, se preparó el crisol calentándolo en la estufa a 105°C durante una hora hasta obtener un peso constante (diferencias menores a 0,01 g entre pesadas consecutivas).
2. Luego, se colocaron aproximadamente 10 g en el crisol tarado y se volvió a poner en la estufa a 105°C durante un tiempo determinado, generalmente entre 4 y 16 horas, hasta que el peso dejará de variar.
3. Tras el secado, el crisol se enfrió en un desecador y se pesó nuevamente; la diferencia de peso, que representa el agua evaporada, se calculó usando la fórmula correspondiente.

$$H = 100 \times (m_1 - m_2) / (m_1 - m)$$

Donde:

H = Porcentaje de contenido de humedad

m = Peso del crisol vacío en g

m₁ = Peso del crisol más la muestra en g

m₂ = Peso del crisol más la muestra seca en g

(Macías et al., 2019).

Cenizas

El análisis de cenizas se realizó de acuerdo con los parámetros por la NMX-AA-018-1984.

1. Se taró el crisol vacío en una estufa a 105°C durante una hora hasta obtener un peso constante, se dejó enfriar en el desecador y se pesó.
2. Luego se colocó aproximadamente 20 g de la muestra en el crisol tarado y se pesó.
3. Posteriormente, se calcinó en la mufla a 800°C hasta obtener peso constante (se recomendó comprobar el peso constante transcurrida una hora) y finalmente, se dejó

enfriar en el desecador y se pesó nuevamente. Finalmente se aplicó la fórmula para determinar el porcentaje de cenizas.

$$C = \frac{G3 - G1}{G2 - G1} \times 100$$

Donde:

C = Porcentaje de cenizas en base seca

G1 = Peso del crisol vacío en g

G2 = Peso del crisol más la muestra seca en g

G3 = Peso del crisol más la muestra calcinada en g

(Duché et al., 2021).

• **Proteína**

El análisis de proteína se llevó a cabo utilizando el método Kjeldahl, siguiendo los parámetros establecidos por la norma AOAC 991.20 (AOAC International, 1995). Este método consta de tres etapas:

1. El proceso comenzó pesando 0,1 g de muestra previamente triturada y homogeneizada, que se colocó en un tubo de digestión Kjeldahl. Se agregaron 2,5 g de K₂SO₄; 0,15 g de CuSO₄ y 10 ml de H₂SO₄.
2. El tubo se calentó en un bloque a 150°C durante 15 a 30 minutos para evaporar el agua presente. Luego, la digestión continuó a temperaturas de 270 °C y 300 °C por otros 15 o 30 minutos para minimizar los humos blancos. Finalmente, se mantuvo la digestión a 400 °C durante 60 a 90 minutos hasta tener un líquido transparente con una coloración azul-verdosa, señal de que los compuestos nitrogenados se habían mineralizado por completo.
3. Después de la digestión, los tubos se enfriaron a temperatura ambiente y se agregaron 10 ml de agua destilada. En un Erlenmeyer, se preparó una solución de ácido bórico (H₃BO₃) al 4% con 3 gotas de indicador. El equipo de destilación se conectó con la muestra diluida, utilizando 50 ml de hidróxido de sodio (NaOH) al 40%. Se destiló hasta recoger 250 ml en el Erlenmeyer (50 ml de H₃BO₃ + 200 ml de destilado).
4. Finalmente, se valoró el destilado con ácido clorhídrico (HCl) hasta el cambio de color y se determinó el contenido de proteína mediante las ecuaciones correspondientes:

$$\%N = (Vm - Vb) * N * mEQ * \frac{100}{m}$$

$$\%Proteína = \%N * F$$

Donde:

N= Normalidad del ácido de valoración
Vm= Volumen de ácido consumido en la muestra
Vb= Volumen del ácido consumido en el blanco
14= peso atómico del Nitrógeno.
F= Factor proteico (6,25)

(Rojas Vallejo, 2024).

Grasa

1. Se inició triturando y pesando 3 g de queso con una precisión de $\pm 0,001$ g para luego situarlo en el vaso del butirómetro Gerber-van Gulik con un tapón de goma.
2. Luego, se incorporó H_2SO_4 al 92% hasta que cubriera $\frac{2}{3}$ del butirómetro. Después, se calentó en un baño de agua a $65^\circ \pm 2^\circ C$ por 5 minutos, se agitó durante 10 segundos y se repitió hasta que las proteínas se disolvieran totalmente.
3. Sin mojar el cuello del butirómetro, se añadió 1ml de alcohol amílico y se agitó la mezcla 3 segundos. Se incrementó la cantidad de H_2SO_4 hasta que el butirómetro estuviera alrededor de 5 mm por debajo de la escala graduada, se cerró y se agitó de manera adecuada.
4. El butirómetro se ajustó gradualmente dos o tres veces y se colocó en un recipiente de agua a $65^\circ \pm 2^\circ C$ durante 3 a 10 minutos, garantizando que la columna de grasa estuviera sumergida. Después, se centrifugó el butirómetro durante 5 a 6 minutos, luego se reincorporó al baño de agua a la misma temperatura durante otros 3 a 10 minutos.
5. Finalmente, se procede a la lectura del contenido de grasa del producto; si no existe una separación entre la capa de grasa y el ácido, se rectifica la tapa del butirómetro (Rojas Vallejo, 2024).

Una vez determinada la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y seleccionadas las tres concentraciones efectivas en la inhibición de *E. coli*, se procedió a realizar los tratamientos para la elaboración del producto, manteniendo un blanco o queso control como referencia. Posteriormente, se llevaron a cabo los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales correspondientes para evaluar las características del producto.

3.3.3 Análisis microbiológico del queso fresco

1. Se inició el proceso triturando todo el queso y mezclándolo. Luego, se pesó 1 gramo en un tubo de ensayo y se añadieron 9 ml de solución salina estéril. La mezcla se homogeneizó mediante agitación en un vortex durante 3 minutos.
2. Posteriormente, se realizaron diluciones seriadas de 10^{-2} , 10^{-3} de esta solución y se inculó en profundidad en los diferentes medios de cultivo específicos detallados en la

Tabla 5. Para ello, fue crucial considerar los parámetros establecidos en cada ficha técnica del medio de cultivo a preparar.

- Finalmente, las placas inoculadas fueron colocadas en una incubadora (Mettler), ajustada dependiendo a los requerimientos específicos de cada microorganismo, lo que permitió su adecuado desarrollo y posterior cuantificación. Tras la incubación, se contó e identificó las colonias formadas.

Tabla 5

Microorganismos, medios de Cultivo y normativas para el queso fresco.

Microorganismos	Medios de cultivo	Normativa
<i>Enterobacterias</i>	Violet Red Bile Glucose Agar w/o Lactose (TM MEDIA)	ISO 21528-2:2017
<i>Escherichia coli</i>	MacConkey (Condalab)	ISO 21150:2015
<i>Staphylococcus aureus</i>	Baird Parker Agar Base (TM MEDIA)	ISO 5944:2001
<i>Salmonella</i>	Agar Salmonella Shigella (TM MEDIA)	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-114-SSA1-1994
<i>Listeria monocytogenes</i>	Chromogenic Listeria Agar Base (Modified) (TM MEDIA)	ISO 11290-1:2017

3.3.4 Análisis sensorial

La evaluación sensorial se efectuó utilizando una escala hedónica descriptiva de cinco puntos para valorar diversos atributos como sabor, olor, color, apariencia y textura. Esta escala Likert se utilizó para que los panelistas pudieran calificar sus percepciones de forma objetiva, donde el valor 1 indicaba una puntuación desagradable, mientras que el 5 una evaluación muy agradable (Boyes Coteria, 2023).

Para el estudio participaron 52 panelistas no entrenados, estudiantes de la Universidad Nacional de Chimborazo, con edades comprendidas entre los 20 y 25 años. La selección de los panelistas se realizó de manera aleatoria, sin distinguir entre hombres y mujeres. A cada panelista se le ofrecieron cuatro muestras de queso, cortadas en cubos de 2x2x2 cm, las cuales fueron etiquetadas con códigos, lo que permitió que las opiniones fueran imparciales y libres de influencias externas.

3.4 Población de Estudio y Tamaño de Muestra.

Primera fase: se evaluó la concentración mínima inhibitoria (CMI) de hojas secas de *Anethum graveolens* frente a *Escherichia coli*. Por lo tanto, se llevó a cabo varias pruebas, empleando diversas concentraciones de oscilaron entre 0% y 4,00% (en intervalos de 0,25%).

Segunda fase: se elaboraron cuatro tipos de quesos frescos, cada uno con una proporción distinta de hojas secas de *A. graveolens*, previamente se realizó un análisis de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) para evaluar el efecto antimicrobiano del eneldo. Los resultados obtenidos mostraron un incremento en el diámetro del halo de inhibición a concentraciones de 2,25%, 2,50% y 2,75% de hojas secas de *Anethum graveolens*.

- A: Queso sin adición de hojas secas de *Anethum graveolens* o queso control
- B: Queso con adición de hojas secas de *Anethum graveolens* al 2,25%
- C: Queso con adición de hojas secas de *Anethum graveolens* al 2,50%
- D: Queso con adición de hojas secas de *Anethum graveolens* al 2,75%

Tercera fase: realizó una prueba sensorial para lo cual se determinó el tamaño de la muestra de 224 estudiantes pertenecientes a la carrera de Agroindustria, utilizando una fórmula para poblaciones definidas, garantizando un 90% de fiabilidad y un margen de error del 10%.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{N * e^2 + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

$$n = \frac{224 * 1.64^2 * 0.5 * 0.5}{224 * 0.10^2 + 1.64^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 51,71$$

Después, se encuestó a 52 personas, quienes probaron una muestra de queso control y tres muestras con hojas secas de *A. graveolens*, que demostraron inhibir el crecimiento de *Escherichia coli*. Cada panelista evaluó de manera individual la apariencia, olor, color, sabor y textura de las diferentes muestras, permitiendo así identificar cómo la adición de eneldo influía en las características sensoriales del queso y en la preferencia de los consumidores.

3.5 Análisis y Procesamiento de Datos

Para analizar los datos, se utilizó el programa SPSS Statistics. Los resultados se mostraron como promedios acompañados de su respectiva desviación estándar, lo que ayuda a entender cuánto varían los datos entre sí. Para ver si había diferencias importantes entre los distintos grupos, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA). Después, se usó la prueba de Tukey, que permite comparar de manera detallada las medias de cada grupo y ver exactamente dónde están las diferencias.

Además, se creó un gráfico radial (también conocido como gráfico de radar o de araña) para visualizar de forma clara y sencilla varias variables al mismo tiempo. Este tipo de gráfico organiza los datos en diferentes ejes que parten desde el centro, lo que facilita comparar y detectar rápidamente las similitudes y diferencias entre las muestras analizadas.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Capacidad Antimicrobiana de Hojas Secas de *Anethum graveolens*.

Para determinar la capacidad antimicrobiana de las hojas secas de *A. graveolens* frente a la cepa *E. coli*, se evaluó CMI. Este parámetro se define como la concentración más baja a la que se observa un efecto inhibidor sobre el crecimiento bacteriano, lo cual se evidencia cuando aparece un halo alrededor de los discos impregnados con la solución de *A. graveolens*.

En el estudio, se realizaron pruebas con el método de difusión con discos para evaluar la capacidad antimicrobiana. A concentraciones de maceración entre 0,25% y 1%, no se observaron halos de inhibición, lo que indicó la ausencia de actividad antimicrobiana. Sin embargo, a concentraciones de 2,25% a 4%, demostró actividad antimicrobiana.

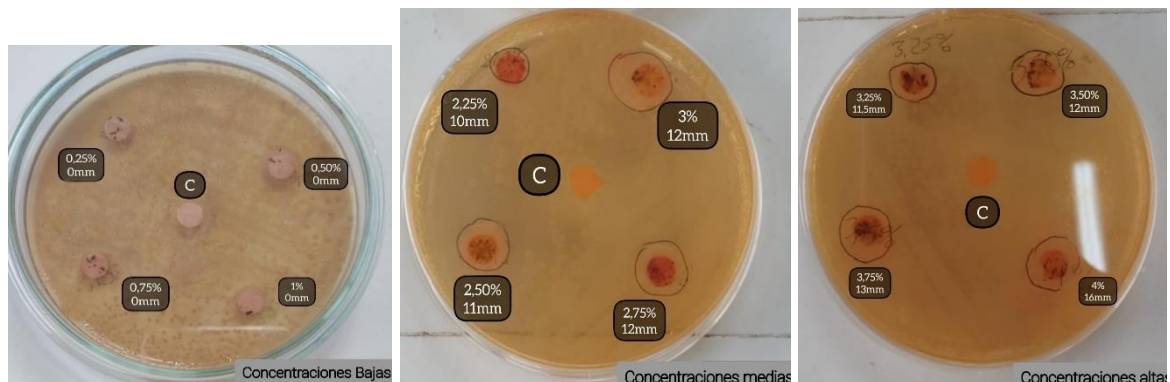
Tabla 6

Halos de inhibición en milímetros

Distancia de halos de inhibición en mm				
Concentraciones	R1	R2	R3	Promedio
Control	-	-	-	-
0,25%	-	-	-	-
0,50%	-	-	-	-
0,75%	-	-	-	-
1,00%	-	-	-	-
2,25%	10	11	10	10,3
2,50%	11	10	10	10,3
2,75%	12	11	11	11,3
3,00%	12	11,5	11,5	11,7
3,25%	12	12	11,5	11,8
3,50%	12	12	12	12
3,75%	13	13	13	13
4,00%	18	14	16	16

Nota. (R) Repetición.

Figura 4
Sensibilidad microbiana



Nota. (C) sin eneldo o control.

En la Tabla 6 se presentan los resultados de la CMI y en la Figura 5 se observa la formación de halos de inhibición a concentraciones que van desde el 2,25% hasta el 4%. Es relevante mencionar que, en el ámbito alimentario, estas concentraciones no generan toxicidad en el producto, lo que permite su incorporación en la producción de queso tipo fresco, como se indica en el trabajo (Rojas Vallejo, 2024).

Además, este resultado concordaba con el estudio de Aguilar Barriga (2019), quien evaluó la estabilidad oxidativa entre carne de res y de pollo. En este estudio, al analizar los valores de medias aritméticas, se encontró que la concentración al 2% presentó menor cantidad de crecimiento de la población de *aerobios mesófilos* en comparación a concentraciones de 0% y 1% (Aguilar Barriga, 2019).

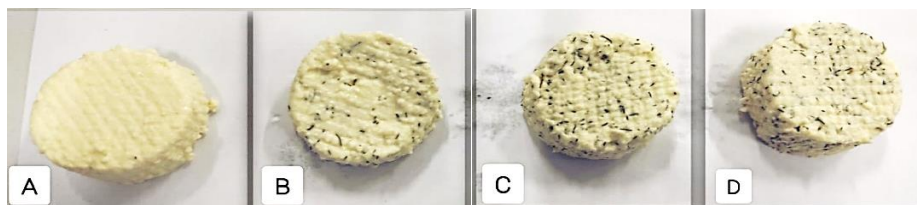
De manera similar, Castro et al. (2017) demostraron que el eneldo poseía propiedades antimicrobianas efectivas a concentraciones relativamente altas, ya que ejercía un efecto inhibitorio significativo sobre varios microorganismos, entre ellos *Staphylococcus aureus* y *coliformes*. Esto resaltaba su potencial como conservante natural en alimentos. Estos hallazgos sugerían que el eneldo poseía propiedades antimicrobianas efectivas a concentraciones relativamente altas, lo que podría haber sido útil en aplicaciones alimentarias (Castro et al., 2017).

4.2 Análisis Fisicoquímicos de los Tratamientos

Se elaboró el queso de tipo fresco con y sin adición de las hojas secas del *Anethum graveolens* las cuales se utilizaron concentraciones desde 2,25%, 2,50% y 2,75% que fueron efectivas en la inhibición microbiana frente a la *E. coli*.

Figura 5

Muestras de queso tipo fresco con y sin adición



Nota. A (queso sin adición de hojas secas de *Anethum graveolens* o queso control); B (queso con adición de hojas secas de *Anethum graveolens* al 2,25%); C (queso con adición de hojas secas de *Anethum graveolens* al 2,50%); D (queso con adición de hojas secas de *Anethum graveolens* al 2,75%).

Se llevó a cabo un análisis de las propiedades fisicoquímicas de cada muestra de queso, incluyendo parámetros como la humedad, el contenido de cenizas, la acidez, el porcentaje de proteínas, el pH y el contenido de grasa, utilizando como referencia la norma NTE INEN 1528:2012

Tabla 7

Análisis de varianza ANOVA

ANOVA			
		Suma de cuadrados	Sig.
Humedad (%)	Entre grupos	25,106	0,009
	Dentro de grupos	1,880	
	Total	26,986	
Cenizas (%)	Entre grupos	0,011	0,999
	Dentro de grupos	1,979	
	Total	1,990	
pH	Entre grupos	0,005	0,408
	Dentro de grupos	0,006	
	Total	0,011	
Grasa (%)	Entre grupos	0,000	1,000
	Dentro de grupos	0,510	
	Total	0,510	
Proteína (%)	Entre grupos	0,000	1,000
	Dentro de grupos	0,844	
	Total	0,844	
Acidez titulable (%)	Entre grupos	0,000	0,969
	Dentro de grupos	0,006	
	Total	0,006	

Nota. Análisis de Varianza ANOVA de los parámetros físico- químicos de muestras de queso fresco.

Tabla 8*Propiedades fisicoquímicas de cada tratamiento.*

Muestra	A	B	C	D
Humedad (%)	67,21 ± 1,0 ^a	63,63 ± 0,3 ^b	63,46 ± 0,6 ^b	62,59 ± 0,4 ^b
Cenizas (%)	3,73 ± 0,6 ^a	3,65 ± 0,7 ^a	3,73 ± 0,6 ^a	3,67 ± 0,7 ^a
pH	5,33 ± 0,06 ^a	5,30 ± 0,07 ^a	5,28 ± 0,03 ^a	5,26 ± 0,02 ^a
Grasa (%)	23,25 ± 0,3 ^a	23,25 ± 0,3 ^a	23,25 ± 0,3 ^a	23,25 ± 0,3 ^a
Proteína (%)	13,01 ± 0,4 ^a	13,01 ± 0,4 ^a	13,02 ± 0,4 ^a	13,02 ± 0,4 ^a
Acidez titulable (%)	0,48 ± 0,04 ^a	0,49 ± 0,02 ^a	0,48 ± 0,04 ^a	0,48 ± 0,04 ^a

Nota 1. ^{ab}Literales diferentes indican diferencias significativas entre las muestras (p>0.05). Nota 2.A (queso control); B (queso con 2,25% de *Anethum graveolens*); C (queso con 2,50% de *Anethum graveolens*); D (queso con 2,75% de *Anethum graveolens*).

En las Tablas 7 y 8, se observó que al colocar las hojas secas de *A. graveolens* en el queso no hubo cambios en la acidez, el pH, el contenido de cenizas, grasas o proteínas. Por lo que no afectó la estabilidad de estos parámetros en el queso.

Sin embargo, sí hubo una diferencia en el contenido de humedad en los tratamientos B, C y D, ya que retuvieron más humedad que el queso control (tratamiento A), y esta diferencia fue estadísticamente significativa (p < 0,009). Mantener un nivel adecuado de humedad es fundamental, ya que influye directamente en la textura y la experiencia al comer el queso (Juárez et al., 2021).

Estos resultados van con los hallazgos de Rojas Vallejo (2024), quien observó que añadir hojas secas de *Melissa officinalis* también ayudó a controlar el porcentaje de humedad en el queso final. La incorporación de ciertas hierbas puede ser una estrategia para mejorar la calidad y seguridad de los quesos frescos (Rojas Vallejo, 2024).

4.3 Análisis Microbiológicos de los Tratamientos

En el primer día de análisis, el control microbiológico realizado en el queso fresco, con y sin hojas secas de *A. graveolens*, no se detectaron microorganismos patógenos. Esto significa que el producto cumplió con los requisitos de seguridad establecidos por la norma ecuatoriana NTE INEN 1528:2012, demostrando que las condiciones de producción y manejo fueron adecuadas para garantizar la inocuidad del queso.

Tabla 9

Calidad microbiológica de cada tratamiento después de tres días, con una dilución de 10^{-1}

Calidad microbiológica de los quesos con y sin adición				
Requisitos	A 0% (UFC/g)	B 2,25% (UFC/g)	C 2,50% (UFC/g)	D 2,75% (UFC/g)
<i>Enterobacterias</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Mohos y levaduras</i>	50	20	Ausencia	Ausencia
<i>Aerobios - mesófilos</i>	20	10	Ausencia	Ausencia

Nota. Requisitos microbiológicos establecidos por la NTE INEN 1528

UFC: Unidades formadoras de colonia/mililitro

Sin embargo, tras un período de tres días desde su elaboración, se llevó a cabo un análisis microbiológico enfocado en determinar la presencia de *aerobios mesófilos*, *mohos* y *levaduras*, bajo las mismas condiciones de conservación, con el objetivo de evaluar la vida útil del producto y la evolución de su carga microbiana.

De acuerdo con la tabla 9, los tratamientos C y D mostraron una ausencia total de contaminación por de *aerobios mesófilos*, *mohos* y *levaduras*, lo que indica una excelente calidad microbiológica. No obstante, el tratamiento B mostró una leve presencia de *mohos* y *levaduras* (20 UFC/g), que se encuentra dentro del límite aceptable según la NOM-243-SSA1-2010. En cambio, en los *aerobios mesófilos* (10 UFC/g), si bien la NOM-243-SSA1-2010 no especificaba la cantidad máxima permisible, su presencia se consideró un indicador de la calidad microbiológica (Secretaría de Salud [SSA], 2010).

Por el contrario, el tratamiento A mostró una mayor cantidad de bacterias, con (50 UFC/g) de *mohos* y *levaduras*, manteniéndose dentro de los límites permitidos para considerarse de buena calidad. Sin embargo, el recuento de *aerobios mesófilos* fue de 20 UFC/g, más alto que en la muestra con 2,25% de eneldo. Esto coincide con lo señalado por Almeida et al. (2024), quienes relacionan un alto número de *aerobios mesófilos* con malas prácticas en la fabricación, manejo, almacenamiento y transporte del queso (Almeida et al., 2024). Por lo tanto, los tratamientos A y B tuvieron presencia de microorganismos en comparación con los tratamientos C y D, que contenían una mayor concentración de *A. graveolens* y mostraron ausencia de microorganismos.

Esto resalta la importancia de controlar la carga microbiana en los quesos frescos, conforme con Holguín et al. (2019), existen muchos quesos comercializados que superan los

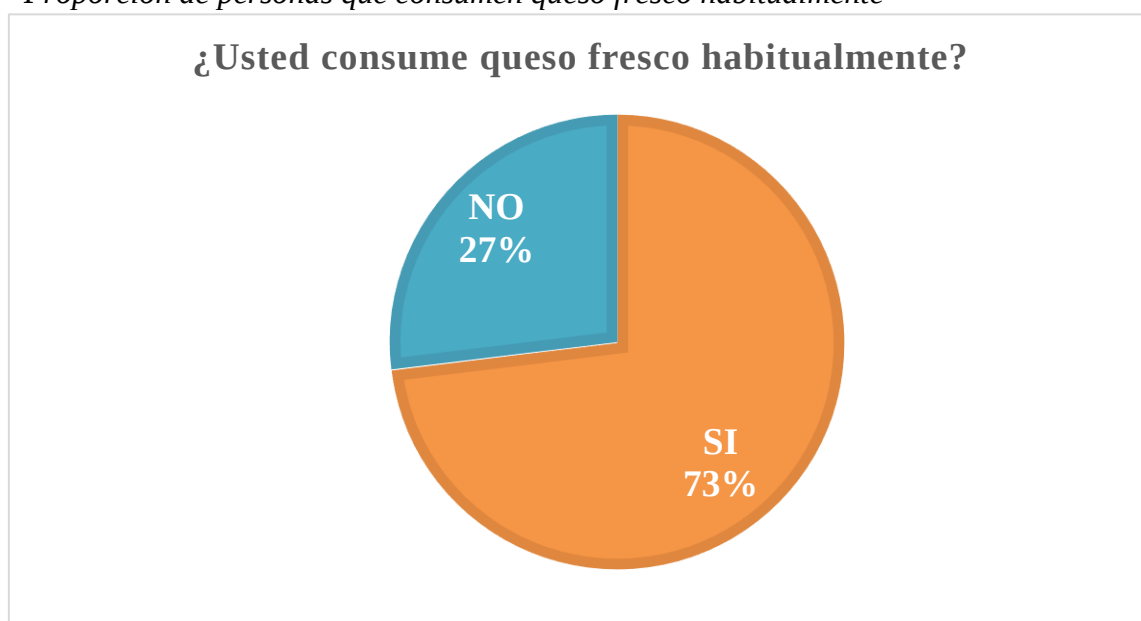
niveles permitidos de microorganismos como *E. coli* y *Staphylococcus aureus*, lo que puede representar un riesgo para la salud (Holguín et al., 2019). Realizar la incorporación del eneldo puede ayudar a la reducción de la humedad y evitar la proliferación de microorganismos.

4.4 Análisis Sensorial de los Tratamientos

Al encuestar a 52 estudiantes de la carrera de Agroindustria en la Universidad Nacional de Chimborazo, se encontró que el 73% consume queso fresco de manera habitual, mientras que el 27% restante indicó que no lo hace con regularidad.

Figura 6

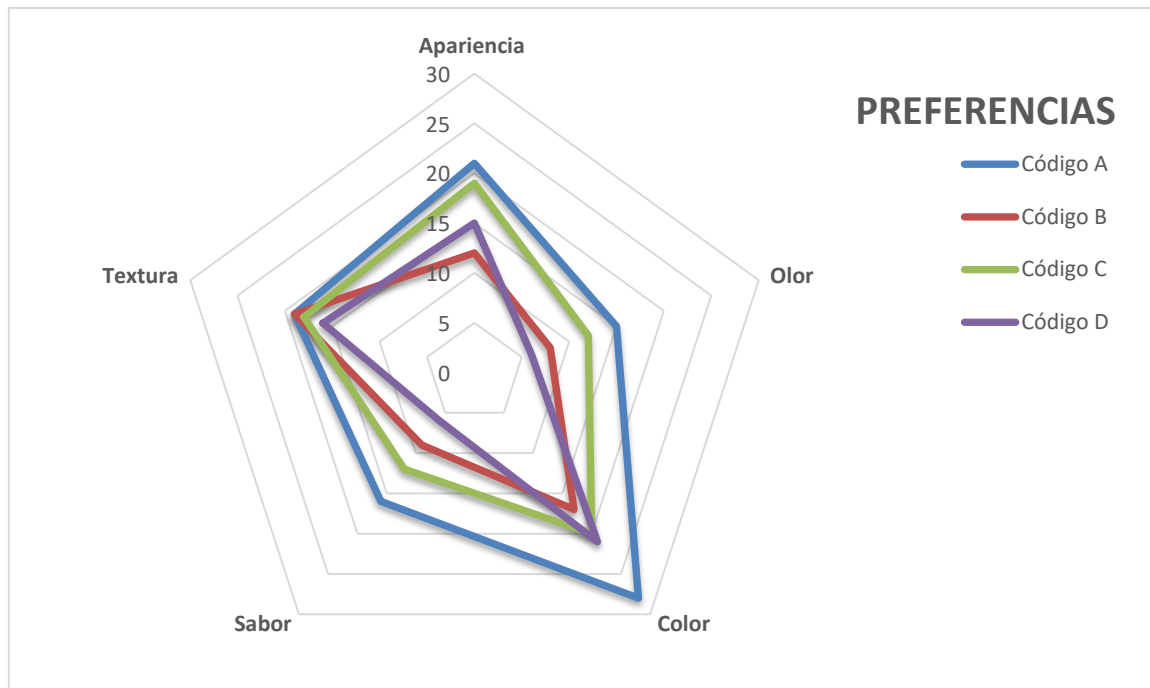
Proporción de personas que consumen queso fresco habitualmente



Los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes encuestados consume queso fresco de manera regular, lo que refleja que este producto es bien aceptado en su dieta diaria. Este hábito coincide con los hallazgos de Estrella Flores (2013), donde se reporta que alrededor del 90% de las familias ecuatorianas consumen queso fresco semanalmente. De manera similar, Pulso Ecuador encontró que el 84,3% hogares urbanos de las 15 ciudades principales consumen queso de forma regular, lo que representa más de un millón de familias (Estrella Flores, 2013). La similitud en los resultados sugiere que el queso fresco es popular en Ecuador y tiene una aceptación.

Figura 7

Preferencias de los consumidores de las diferentes muestras



Las encuestas realizadas para evaluar las preferencias basadas en atributos sensoriales se resumieron en un gráfico para visualizar los resultados de manera general. En este análisis, se observó que el Código A, fue el más apreciado en todos los atributos evaluados. Esta preferencia se debió a que el queso fresco sin ingredientes adicionales es un producto común en la dieta diaria de los consumidores, lo que generó una sensación de familiaridad y confianza. Además, permitió que los consumidores enfocaran su evaluación en las características tradicionales del queso fresco, sin distracciones sensoriales que pudieran generar opiniones divididas.

Por otro lado, los quesos identificados como Códigos B, C y D contenían hojas secas de *A. graveolens* en su preparación, lo que influyó sus niveles de preferencia entre los consumidores. La incorporación de las hojas aportó nuevos matices en sabor y aroma, lo que generó opiniones diversas, dependiendo de la familiaridad de cada persona con este tipo de ingredientes.

Aunque los quesos B, C y D compartían características similares en textura y color, el Código C fue el que más gustó en general. Esto indicó que los consumidores valoraron otros atributos del Código C, como el equilibrio adecuado en la intensidad del sabor y aroma del eneldo. Es probable que en el Código C se lograra una mejor combinación de ingredientes, lo que resultó en una experiencia sensorial más agradable para quienes lo probaron.

Si comparamos los resultados, el queso identificado como Código D tuvo una aceptación bastante equilibrada en general, aunque sus puntuaciones en olor y sabor fueron

más bajas que las de los otros quesos. Esto nos indica que, aunque no fue mal recibido, tampoco logró destacar en los aspectos sensoriales que los consumidores consideran más importantes al elegir un queso. Una posible razón de esta menor aceptación podría ser que la intensidad del eneldo no fue la adecuada: tal vez era demasiado suave y pasó desapercibido o, por el contrario, era tan fuerte que llegó a dominar el sabor y no resultó agradable para la mayoría.

En cuanto al Código B, los consumidores mostraron una preferencia moderada en todos los aspectos evaluados. Esto significa que fue aceptado de manera uniforme, pero no alcanzó los niveles de gusto que lograron los Códigos A y C. Es posible que la combinación de ingredientes en el Código B no ofreciera un perfil de sabor tan atractivo como el del Código C, aunque tampoco provocó rechazo, como podría ocurrir en el caso del Código D.

Al analizar los resultados, queda claro que la incorporación de eneldo (*A. graveolens*) cambió el perfil sensorial del queso y, por lo tanto, influyó en las expectativas de los consumidores. Como menciona Bolívar Grimaldos (n.d.), el sabor, el aroma y la textura son los factores clave para que un producto sea bien aceptado (Bolívar Grimaldos, n.d.). En este estudio, el Código C fue el que mejor cumplió con estos atributos, lo que explica su mayor aceptación. Esto también va en línea con la tendencia actual de buscar productos más saludables y menos procesados, que cada vez ganan más popularidad entre los consumidores.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se determinó la concentración mínima inhibitoria (CMI) de las hojas secas de *Anethum graveolens*, esta determinación permitió establecer que cantidad óptima para su efecto antimicrobiano. Este punto es fundamental para su uso como conservante natural en los alimentos garantizando la eficiencia y la inocuidad del producto.

La adición de hojas secas de *Anethum graveolens* al queso tipo fresco no afectaron significativamente sus propiedades fisicoquímicas, salvo el caso de la humedad, donde se observó una reducción, lo que, a la vez, podría mejorar la textura y estabilidad del queso, prolongando su durabilidad.

La incorporación de hojas secas de *A. graveolens* mejoró la calidad microbiológica del queso al reducir la presencia de microorganismos, cumpliendo con los estándares de la normativa INEN 1528:2012 y contribuyendo a la seguridad alimentaria. El resultado permitió una clasificación adicional como un conservante natural de alimentos.

Los resultados recogidos del análisis de la evaluación sensorial mostraron que había un nivel aceptable de aceptación general hacia el queso fresco al que se le habían añadido hojas secas de *Anethum graveolens*. Los consumidores brindaron una apreciación positiva hacia varios atributos del producto, entre ellas el sabor, el aroma y la textura. La aceptación de estos atributos sensoriales sugirió que el producto recibiría una respuesta favorable del público en general, creando así el potencial para la introducción del producto en el mercado como una nueva alternativa de consumo.

5.2 RECOMENDACIONES

Se sugiere llevar a cabo un análisis más profundo sobre las propiedades fisicoquímicas y bioactivas del *A. graveolens* para comprender mejor sus características y beneficios potenciales. Además, podría revelar compuestos específicos responsables de sus efectos antimicrobianos y antioxidantes, así como su capacidad para influir en la calidad de los productos alimenticios.

Se recomienda explorar varias formas de aplicar el eneldo en la elaboración del queso fresco. Esta variedad en la aplicación podría incluir métodos como la incorporación de hojas secas en diferentes etapas del proceso de producción, la infusión de extractos en la leche antes de la coagulación y el uso de eneldo en la salmuera. Posteriormente, evaluar el efecto que tiene cada método en las características del producto final.

BIBLIOGRAFÍA

- Acán Paca, A. B., & Parra Córdova, K. A. (2025). *Despliegue de función de calidad en el diseño de quesos mozzarella para estandarizar los procesos en la planta CETTEPS-UNACH*.
- Aguilar Barriga, P. R. (2019). *ANÁLISIS COMPARATIVO DEL EFECTO DEL EXTRACTO NATURAL DE ENELDO Y TÉ VERDE SOBRE LA ESTABILIDAD OXIDATIVA ENTRE CARNE DE RES Y CARNE DE POLLO*.
- Alcívar Peláez, O. A. (2016). *Evaluación de la acidez titulable en la elaboración de yogurt en base a la norma INEN 2395 en lácteos nacional*.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7661>
- Aldás Castro, K. S. (2025). *Evaluación de la actividad antifúngica de los aceites esenciales microencapsulados de eucalipto (Eucaliptus globulus) y eneldo (Anethum graveolens) frente a Cladosporium fulvum Cooke*.
- Almeida-Perales, C., Chávez-Ramírez, D. R. de, Valdez-Hibel, A., Almeida-Perales, C., Chávez-Ramírez, D. R. de, & Valdez-Hibel, A. (2024). Calidad higiénico-sanitaria y prácticas de manufactura de alimentos en un comedor estudiantil en México. *Universidad y Salud*, 26(2), 17–22. <https://doi.org/10.22267/RUS.242602.328>
- Alquinga Escobar, Y. N. (2023). *"IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS QUE SE ENCUENTRAN EN LOS CORREDORES BIOLÓGICOS ALTERNANDO CON EL CULTIVO DE HORTALIZAS AGROECOLÓGICAS EN EL CAMPUS SALACHE LATACUNGA, COTOPAXI 2022-2023*.
- Assan Rodriguez, H. M., & Verdezoto García, N. X. (2023). *Evaluación de la vida útil de queso fresco enriquecido con Aloe vera (Aloe Barbadensis Miller)*.
https://www.turnitin.com/t_inbox.asp?r=89.461963911053&svr=26&lang=en_us&aid=quicks submit
- Barón Malaver, L. J., & García Rincón, A. N. (2019). *REVISIÓN DOCUMENTAL DE ACEITES ESENCIALES DE Mentha piperita Y Origanum majorana COMO ANTIMICROBIANOS, UNA SOLUCIÓN ALTERNATIVA AL USO DE AGROQUÍMICOS*.
- Basavaraju, M., Gunashree, B. S., Basavaraju, M., & Gunashree, B. S. (2022). Escherichia coli: An Overview of Main Characteristics. *Escherichia Coli - Old and New Insights*.
<https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.105508>
- Bolívar Grimaldos, R. (n.d.). *Características sensoriales (organolépticas) de los quesos*. Retrieved 11 April 2025, from

<https://www.monografias.com/trabajos104/caracteristicas-sensoriales-organolepticas-quesos/caracteristicas-sensoriales-organolepticas-quesos>

- Boyes Coterá; Allice Tamara. (2023, September). *Vista de Exploración del potencial del Borojó (Alibertia patinoides) en la pastelería ecuatoriana*.
<https://academiaculinaria.org/index.php/gastronomia-cocina/article/view/30/53>
- Callejas Escamilla, D. A., De Jesús Venancio, Y., Cortés Morales, S. de J., Ortiz García, D. I., Bautista Soto, D. E., Pérez Casasola, D. I., & Ramírez Moreno, E. (2021). ¿Qué elegir? ¿Leche de vaca o leches vegetales? *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de La Salud Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo*, 9(18), 122–125. <https://doi.org/10.29057/icsa.v9i18.6594>
- Carhuas Ñaupá, E. R., Flores Junes, N. A., & Gálvez Flores, N. O. (2020). *EVALUACIÓN SENSORIAL, FISICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DE QUESOS FRESCOS ARTESANALES EXPENDIDOS EN MERCADOS ICA*.
- Castro, D. V., Pantoja, A., & Gomajoa, H. A. (2017). Evaluación in vitro de la capacidad antimicrobiana del aceite esencial de eneldo *Anethum graveolens* como inhibidor del crecimiento de *Staphylococcus aureus*, coliformes y hongos presentes en la carne de trucha. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 64(2).
<https://doi.org/10.15446/rfmvz.v64n2.67212>
- Chávez Moyano, S. F. (2025). *Estandarización del proceso de producción a escala laboratorio de queso fresco para el Centro de Transferencia Tecnológica, Saberes, Producción y Servicios (CETTEPS)*.
- Dahua Gualinga, R. D., Rivera Barreto, J. L., Rodríguez Almeida, N. N., & Sancho Aguilera, D. (2024). Actividad antimicrobiana, antifúngica y tamizaje fitoquímico de *Simira cordifolia*. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(1), 260–282.
<https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n1/382>
- Delgado, B. R. (2025). Procedimiento y Evaluación de la Elaboración de Queso Fresco: Una Guía Práctica para la Producción Casera. *Con-Ciencia Serrana Boletín Científico de La Escuela Preparatoria Ixtlahuaco*, 7(13), 39–41.
<https://doi.org/10.29057/IXTLAHUACO.V7I13.14078>
- Duché-García, T. T. A., Ocampo-Fletes, I., Cruz-Hernández, J., Hernández-Guzmán, J. A., Macías-López, A., Jiménez-García, D., & Hernández-Romero, E. (2021). MICROBIAL GROUPS IN A MILPA AGROECOSYSTEM INTERCLASSED WITH FRUIT TREES IN HIGH VALLEYS OF PUEBLA, MÉXICO †. In *Tropical and Subtropical Agroecosystems* (Vol. 24).

- Escalante Valverde, V. D. (2020). *“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD CONSERVANTE DEL ACEITE ESENCIAL DE CLAVO DE OLOR (Syzygium aromaticum) APLICADO EN LA ELABORACIÓN DE YOGURT TIPO II”*.
- Escobar, S., Albuja, A., Tene, K., Jara, H., Ramírez, J., Escobar, S., Albuja, A., Tene, K., Jara, H., & Ramírez, J. (2023). ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y RESISTENCIA A ANTIMICROBIANOS DEL QUESO FRESCO QUE SE EXPENDE EN UN MERCADO, DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA. *Perfiles*, 1(30), 13–23.
<https://doi.org/10.47187/PERF.V1I30.223>
- Espinoza Espinoza, S. G. (2020). *USO DE ACEITES ESENCIALES, PROVENIENTES DE ESPECIES VEGETALES, COMO PRESERVANTES NATURALES EN ALIMENTOS*.
- Espinoza Luna, M. K. (2021). *SECADO POR LECHO FLUIDIZADO DE HOJAS DE MÁTICO (Piper aduncum L.) Y MALVA (Malva sylvestris), EVALUACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ACEPTACIÓN SENSORIAL DE SUS FILTRANTES*.
- Estrella Flores, G. A. (2013). *“MONITOREO DE LA CALIDAD E INOCUIDAD DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE QUESO FRESCO ELABORADO ARTESANALMENTE EN LAS PARROQUIAS RURALES DEL CANTÓN RIOBAMBA”*.
- Geurtsen, J., de Been, M., Weerdenburg, E., Zomer, A., McNally, A., & Poolman, J. (2022). Genomics and pathotypes of the many faces of Escherichia coli. In *FEMS Microbiology Reviews* (Vol. 46, Issue 6). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/femsre/fuac031>
- Gomajoa Enriquez, H. A. (n.d.). *Extracción, caracterización y evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos de eneldo (Anethum Graveolens l.) y paico (Chenopodium Ambrosioides L.) obtenidos mediante la técnica de maceración y asistida por ultrasonido* -. Retrieved 28 January 2025, from <https://sired.udenar.edu.co/8997/>
- Holguín Neira, J. A. (2019). *Calidad bacteriológica de queso fresco artesanal comercializado en mercados del distrito de Trujillo*.
- Jiménez Pearson, M. A., Galas, M., corso, A., Hormazábal, J. C., Duarte Valderrama, C., Salgado Marcano, N., Ramón-Pardo, P., & Melano, R. (2019). Consenso latinoamericano para definir, categorizar y notificar patógenos multirresistentes, con resistencia extendida o panresistentes. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 1–8.
<https://doi.org/10.26633/rpsp.2019.65>
- Juárez-Barrientos, J. M., Díaz-Rivera, P., de Jesús Ramírez-Rivera, E., Rodríguez-Miranda, J., Martínez-Sánchez, C. E., Carmona-García, R., & Herman-Lara, E.

- (2021). El queso tradicional ranchero Jarocho: un estudio multidisciplinario aplicando un enfoque de la tipicidad. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(2), 353–369. <https://doi.org/10.22319/RMCP.V12I2.5230>
- Kowalska-Krochmal, B., & Dudek-Wicher, R. (2021). The minimum inhibitory concentration of antibiotics: Methods, interpretation, clinical relevance. In *Pathogens* (Vol. 10, Issue 2, pp. 1–21). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/pathogens10020165>
- Macías-Mejía B, A., Gómez-Salazar J, A., Mireles-Arriaga A, I., & Rodriguez, H. (2019). *Determinación de parámetros Fisicoquímicos y Sensoriales De Queso Fresco De La Ciudad De Irapuato*. (Vol. 4).
- Maestro Fernandez, C., Ladero Alvarez, M., Santos Bobillo, M. T., Alonso Beato, M. T., & Ladero Santos, I. (2009). *PLANTAS MEDICINALES ESPAÑOLAS. FAMILIA UMBELLIFERAE(APIACEAE)*.
- Maya Wei, H. (2018, September 6). *Con 7.200 años, este podría ser el queso más antiguo del mundo* | *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.es/historia/2018/09/con-7200-anos-este-podria-ser-el-queso-mas-antiguo-del-mundo>
- Merchán Castellanos, N. A., Pineda Gómez, L. M., Cárdenas Parra, A. K., González Neiza, N. C., Otálora Rodríguez, M. C., & Sánchez Neira, Y. (2019). *Vista de Microorganismos comúnmente reportados como causantes de enfermedades transmitidas por el queso fresco en las Américas, 2007-2016* | *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. <https://revepidemiologia.sld.cu/index.php/hie/article/view/171/260>
- Miranda, J., Carabajo, V., Jaramillo, C., Pico, J., & Macías, D. (2024). *DESARROLLO AGROINDUSTRIAL, UN IMPULSO PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL E INDUSTRIALIZACIÓN*.
- MSP. (2025). *Casos notificados de A040-A049 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR AGUA Y ALIMENTOS OTRAS INTOXICACIONES ALIMENTARIAS Ecuador*.
- Nereyda, E., & Saucedo, R. (2011). *USO DE AGENTES ANTIMICROBIANOS NATURALES EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS NATURAL* *ANTIMICROBIAL AGENT USE IN THE PRESERVATION OF FRUITS AND VEGETABLES* (Vol. 7).
- Palomino Cahuana, J. H., & Cahuana, P. (2016). *ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE SECADO SOBRE LA CINÉTICA DE DESHIDRATACIÓN*.

- Quevedo Analuisa, M. A. (2022). “*CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE ENELDO (Anethum graveolens), EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA*”.
- Quevedo Analuisa, M. A. (2022b). “*CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE ENELDO (Anethum graveolens), EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA*”.
- Ramirez de Acuña, S., Copes, J., & Acuña, V. L. (2024). *Status of surveillance and control of foodborne diseases in Paraguay*.
- Restrepo Holmes Rodríguez E Joaquín Angulo A, F. B., la correspondencia, D., & Fernando Restrepo Grupo GRICA, P. B. (2015). Consumo de lácteos en población universitaria de la ciudad de Medellín Dairy consumption of university students at Medellin city. In *Rev Chil Nutr* (Vol. 42).
- Revista Gestión. (2025, April 10). *Sector lácteo en Ecuador: una mirada a los desafíos y oportunidades*. <https://revistagestion.primicias.ec/analisis-economia-y-finanzas/sector-lacteo-en-ecuador-una-mirada-los-desafios-y-oportunidades/>
- Rojas Vallejo, M. F. (2024). *Vista de Determinación de la capacidad antimicrobiana de las hojas de melissa officinalis frente a la cepa escherichia coli para la aplicación en queso tipo fresco*. 2024.
<https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/tierrainfinita/article/view/1313/3805>
- Rosas Vásquez, C. L. (2024). *DETERMINACIÓN DE LA SENSIBILIDAD ANTIBACTERIANA EN MUESTRAS DE LECHE BOVINA CON MASTITIS ANALIZADAS CON EL MÉTODO DE KIRBY- BAUER (ANTIBIOGRAMA) EN LABVETSUR, AREQUIPA 2010-2019*.
- Rostaei, M., Fallah, S., Lorigooini, Z., & Abbasi Surki, A. (2018). The effect of organic manure and chemical fertilizer on essential oil, chemical compositions and antioxidant activity of dill (*Anethum graveolens*) in sole and intercropped with soybean (*Glycine max*). *Journal of Cleaner Production*, 199, 18–26.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.07.141>
- Salazar Rodriguez, K. del R. (2021). *INFLUENCIA DEL ENELDO (Anethum graveolens) Y TOMILLO (Thymus vulgaris) EN LA ESTABILIDAD DE UN NUGGET A BASE DE CARNE DE CAMARÓN, CORVINA Y SOYA*.
- Santamarina-García, G., Fresno, J. M., Virto, M., Amores, G., & Aranceta, J. (2020). La microbiota del queso y su importancia funcional. In *Rev Esp Nutr Comunitaria* (Vol. 26, Issue 4).

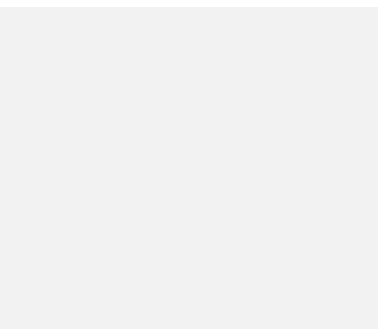
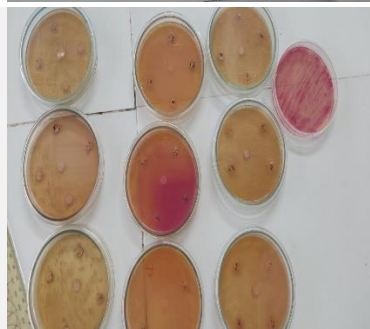
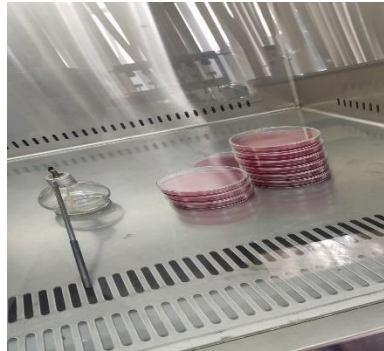
Secretaría de Salud [SSA]. (2010). *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-243-SSA1-2010. PRODUCTOS Y SERVICIOS. LECHE, FORMULA LACTEA, PRODUCTO LACTEO COMBINADO Y DERIVADOS LACTEOS. DISPOSICIONES Y ESPECIFICACIONES SANITARIAS. METODOS DE PRUEBA PREFACIOSALUD.*

Shamirian, L. (n.d.). *Eneldo: qué es, propiedades y usos en cocina*. 2023. Retrieved 9 April 2025, from <https://www.bonviveur.es/gastroteca/eneldo>

Zapata, K., Rojano, B. A., & Cortes, F. B. (2015). Efecto Térmico del Secado por Aspersión sobre los Metabolitos Antioxidantes de la Curuba Larga (*Passiflora mollissima* Bailey). *Información Tecnológica*, 26(1), 77–84.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000100009>

ANEXOS

Capacidad antimicrobiana de *Anethum graveolens*



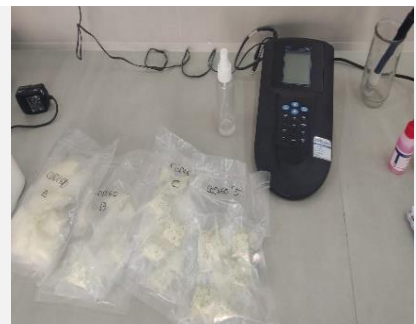
Análisis fisicoquímicos del queso con y sin adición de *Anethum graveolens*



Acidez



Cenizas



pH



Proteínas



Grasa



Humedad

Análisis microbiológicos del queso con y sin adición de *Anethum graveolens*



Ficha de cata

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA AGROINDUSTRIAL

Ficha de cata de queso fresco para el tema de investigación

Fecha: ____/____/____

Instrucciones: Ante usted se presenta cuatro muestras de queso fresco. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas e indique su nivel de agrado, marcando con el número que corresponda a la escala de preferencia en la parte izquierda, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno.

1. ¿Usted consume queso fresco habitualmente? Si ____ No ____

2. Evaluar

Puntaje	Nivel de agrado
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Aspectos	Blanco A	Código B	Código C	Código D
Apariencia				
Olor				
Color				
Sabor				
Textura				

Catación de queso fresco con y sin Eneldo en estudiantes de la Carrera de Agroindustria



Tabla de ANOVA

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Humedad (%)	Entre grupos	25,106	3	8,369	17,806	0,009
	Dentro de grupos	1,880	4	,470		
	Total	26,986	7			
Cenizas (%)	Entre grupos	,011	3	,004	,007	0,999
	Dentro de grupos	1,979	4	,495		
	Total	1,990	7			
pH	Entre grupos	,005	3	,002	1,230	0,408
	Dentro de grupos	,006	4	,001		
	Total	,011	7			
Grasa (%)	Entre grupos	,000	3	,000	,000	1,000
	Dentro de grupos	,510	4	,128		
	Total	,510	7			
Proteína (%)	Entre grupos	,000	3	,000	,000	1,000
	Dentro de grupos	,844	4	,211		
	Total	,844	7			
Acidez titulable (%)	Entre grupos	,000	3	,000	,077	0,969
	Dentro de grupos	,006	4	,001		
	Total	,006	7			