

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIAS



**Efecto de diferentes concentraciones de orégano y albahaca
sobre la vida útil del queso mozzarella elaborado con leche de
cabra**

TESIS para optar el título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autor

Br. Kevin Anthony Villalta Revolledo

Tumbes, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIAS



TITULO:

**Efecto de diferentes concentraciones de orégano y albahaca
sobre la vida útil del queso mozzarella elaborado con leche de
cabra**

Tesis aprobada en sello y estilo por:

MSc. Ing. Maritza Yliana Navarro Purizaga (Presidenta)

Mg. Ing. Irving Salazar Quevedo (Secretario)

Mg. Ing. Dorian Yasser Aguirre Campos (Vocal)

Tumbes, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIAS



**Efecto de diferentes concentraciones de orégano y albahaca
sobre la vida útil del queso mozzarella elaborado con leche de
cabra**

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma:

Kevin Anthony Villalta Revolledo (Autor)

Mg. Ing. Dorian Yasser Aguirre Campos (Asesor)

Dra. Rosa Liliana Solis Castro (Co – asesora)

Dra. Rosa Liliana Solis Castro
Orcid 0000-0002-1813-8644

Tumbes, 2026

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO
SECRETARIA ACADÉMICA



"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En Tumbes, a los catorce días del mes de julio de dos mil veintiséis, siendo las 17 horas, con 10 minutos (17:10), de la TARDE, de forma presencial, se reunieron en el Aula 02 de Escuela de Posgrado, el Jurado Calificador, designado por Resolución N° 204-2025/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D, **Msc. Maritza Yliana Navarro Purizaga** (Presidente), **Mg. Irving L. Alejandro Salazar Quevedo** (Secretario), **Mg. Dorian Yasser Aguirre Campos**, (Vocal), reconociendo en la misma resolución además, al **Mg. Dorian Yasser Aguirre Campos**, como **Asesor** y a la **Dra. Rosa Liliana Solis Castro**, como **Co-asesora** se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, "**Efecto de diferentes concentraciones de orégano y albahaca sobre la vida útil del queso mozzarella elaborado con leche de cabra**", para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial presentado por el **Bach. Kevin Anthony Villalta Revolledo**, Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 75 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al: **Bach. KEVIN ANTHONY VILLALTA REVOLLEDO**, APROBADO, por UNANIMIDAD, con el calificativo BUENO. Se hace conocer al sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica. En consecuencia, queda EXPEDITO para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes. Siendo las 17 horas y 55 minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 14 DE JULIO DE 2026

Msc. Maritza Yliana Navarro Purizaga DNI N° : 70 51 6171 CODIGO ORCID : 0000-0002-7952-6907 Presidente	Mg. Irving L. Alejandro Salazar Quevedo DNI N° : 45763490 CODIGO ORCID : 0009-0004-6052-1059 Secretario
Mg. Dorian Yasser Aguirre Campos DNI N° : 40442207 CODIGO ORCID : 0000-0001-9842-1812 Vocal	

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y(CO)-INTERESADO-ARCHIVO (Decanato)
S. Acad.

IMFORME DE ORIGINALIDAD DE TURNITIN



Página 1 de 54 - Portada

Identificador de la entrega: trn:oid::3117:616048998

KEVIN ANTHONY VILLALTA REVOLLEDO

Efecto de diferentes concentraciones de orégano y albahaca sobre la vida útil del queso mozzarella elaborado con leche de...

Informe de Tesis - Villalta Revolledo Kevin Anthony

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:616048998

Fecha de entrega

21 ago 2026, 12:34 GMT-5

Fecha de descarga

21 ago 2026, 12:38 GMT-5

Nombre del archivo

INFORME FINAL TESIS - Anthony Villalta - Para Turnitin.pdf

Tamaño del archivo

1.3 MB

60 páginas

13.856 palabras

74.672 caracteres



Firmado digitalmente por:
AGUIRRE CAWPOS Dorian
Yasser FIR 40442207 hard
Motivo: Doy fe
Fecha: 21/08/2026 13:32:16-0500

Código ORCID: 0000-0001-9842-1812



Página 1 de 54 - Portada

Identificador de la entrega: trn:oid::3117:616048998

8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión:

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Firmado digitalmente por:
AGUIRRE CAMPOS Dorian
Yasser FIR 40442207 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 21/08/2026 13:32:37-0500

Código ORCID: 0000-0001-9842-1812

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	dspace.esPOCH.edu.ec	1%
2	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
3	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2018-12-31	<1%
4	Internet	dspace.utb.edu.ec	<1%
5	Internet	archive.org	<1%
6	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD on 2023-12-07	<1%
7	Internet	vdocumentos.com	<1%
8	Internet	www.coursehero.com	<1%
9	Internet	www.scribd.com	<1%
10	Trabajos del estudiante	UNIV DE LAS AMERICAS on 2020-01-18	<1%
11	Trabajos del estudiante	Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco on 2020-05-31	<1%



Firmado digitalmente por:
AGUIRRE C/AVPOS Doran
Yasser FIR 40442207 hard
Motivo: Doy fe
Fecha: 21/08/2026 13:32:58-0500

Código ORCID: 0000-0001-9842-1812

12	Internet	pmc.ncbi.nlm.nih.gov	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-07-17	<1%
14	Trabajos del estudiante	UNIV DE LAS AMERICAS on 2020-01-18	<1%
15	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo on 2023-06-07	<1%
16	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
17	Internet	revistacodigocientifico.itslosandes.net	<1%
18	Internet	1library.co	<1%
19	Internet	core.ac.uk	<1%
20	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
21	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD on 2022-11-27	<1%
22	Internet	repositorio.ucsg.edu.ec	<1%
23	Trabajos del estudiante	Mondragon Unibertsitatea on 2026-06-16	<1%
24	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo on 2026-08-18	<1%
25	Trabajos del estudiante	uncedu on 2025-02-08	<1%



Firmado digitalmente por:
AGUIRRE CAMPOS Dorian
Yasser FIR 4044207 hard
Motivo: Doy fe
Fecha: 21/08/2026 13:33:18-0500

Código ORCID: 0000-0001-9842-1812

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **Villalta Revolledo Kevin Anthony** con DNI **72636961** expreso que haciendo uso de las normas APA séptima edición, los resultados reportados en la presente tesis titulada **“Efecto de diferentes concentraciones de orégano y albahaca sobre la vida útil del queso mozzarella elaborado con leche de cabra.”**, es resultado de mi trabajo constante. Asimismo, declaro que hasta donde sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de citas y con propósitos exclusivos de interpretación o comparación. En este sentido, afirmo que cualquier información presentada sin citar a un tercero es de mi propia autoría. Manifiesto, finalmente que la redacción de esta tesis es resultado de mi esfuerzo con la dirección y apoyo de mi asesor de tesis y mis jurados calificadores, en cuanto a la concepción y expresión escrita.



Br. Kevin Anthony Villalta Revolledo

DNI: 72636961

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

Mg. Aguirre Campos Dorian Yasser

Docente de la Universidad Nacional de Tumbes, adscrito a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela profesional de Agroindustrias

CERTIFICA:

Que el Proyecto de Tesis: **“Efecto de diferentes concentraciones de orégano y albahaca sobre la vida útil del queso mozzarella elaborado con leche de cabra.”**, presentado por el alumno de pregrado **Villalta Revolledo Kevin Anthony** ha sido asesorado y revisado por mi persona, por tanto, queda autorizado para su presentación, revisión, aprobación (inscripción) en el Repositorio de la Escuela de Agroindustrias de la Universidad Nacional de Tumbes.

Tumbes, Agosto del 2026.



Mg. Dorian Yasser Aguirre Campos

DNI N° 40442207

CODIGO ORCID 0000-0001-9842-1812

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a mí mismo, por haber perseverado a lo largo de mi formación universitaria. Durante este camino enfrenté dudas, dificultades y momentos en los que pensé que no sería capaz de culminar mi carrera y alcanzar la meta de obtener mi título profesional. Sin embargo, cada caída y tropiezo se convirtió en una oportunidad para aprender, crecer y fortalecer mi determinación. Hoy comprendo que, con esfuerzo, dedicación y constancia, es posible alcanzar grandes objetivos.

A mis padres, quienes han sido mi principal apoyo desde antes de iniciar mis estudios universitarios. Gracias por su esfuerzo, sacrificio y dedicación para brindarme una educación profesional, así como por inculcarme valores que me han permitido crecer como persona y aprender a conseguir mis metas con trabajo y perseverancia. Todo lo que he logrado hasta hoy también es fruto de su amor y confianza.

A mi hermana, por su apoyo incondicional, por compartir sus conocimientos y por brindarme siempre su ayuda y motivación para seguir adelante y superar cada desafío presentado en este camino.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por brindarme la fortaleza, la voluntad y la esperanza necesarias para afrontar cada etapa de esta investigación y permitirme alcanzar los objetivos propuestos.

A mis padres, por su amor, apoyo incondicional y constante motivación para culminar mi carrera profesional y alcanzar la meta de obtener mi título universitario. Gracias por creer siempre en mí y por impulsarme a seguir adelante aun en los momentos más difíciles.

A mi hermana, por estar siempre dispuesta a brindarme su ayuda, compartir sus conocimientos y acompañarme durante este proceso. Asimismo, a mi enamorada, por su comprensión, apoyo y aliento constante, los cuales fueron fundamentales para mantenerme motivado a lo largo de esta etapa académica.

Mi especial reconocimiento y gratitud a mi coasesora, la Dra. Rosa Liliana Solís Castro, por su valioso apoyo, dedicación y orientación durante el desarrollo de esta investigación, así como por las facilidades brindadas para el uso de las instalaciones del Laboratorio de Biología Molecular. Del mismo modo, agradezco a mi asesor, Mg. Ing. Dorian Yasser Aguirre Campos, por su guía, acompañamiento y asesoramiento permanente durante la elaboración del presente informe de investigación. Asimismo, expreso mi agradecimiento al Ing. Kevin Carlos Noel Martínez por su dedicación, colaboración y apoyo durante la ejecución de la investigación.

Finalmente, agradezco a esta prestigiosa casa de estudios y a todos sus docentes, quienes, a través de sus enseñanzas, experiencias y conocimientos impartidos desde el año 2019, contribuyeron significativamente a mi formación profesional y personal.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	xi
AGRADECIMIENTO	xii
ÍNDICE	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
I. INTRODUCCIÓN.....	21
II. ESTADO DEL ARTE	24
2.1. Antecedentes	24
2.2. Bases teóricas científicas.....	28
2.2.1. Leche de cabra	28
2.2.2. Propiedades de la leche de cabra	28
2.2.3. Composición de la leche de cabra	29
2.2.4. Beneficios de la leche de cabra.....	30
2.2.5. El queso	30
2.2.6. Queso mozzarella.....	33
2.2.7. Características del queso mozzarella.....	35
2.2.8. Orégano seco.....	39
2.2.9. Albahaca.....	40
2.2.10. Parámetros considerados en la vida útil de alimentos	41
2.2.11. Potencial de hidrógeno (pH) en alimentos	43
III. MATERIALES Y METODOS.....	44
3.2. Hipótesis planteada.....	44

3.3. Población, muestra y muestreo	44
3.3.1. Población.....	44
3.3.2. Muestra	45
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	45
3.4.1. Proceso de elaboración del queso mozzarella	46
3.4.2. Análisis de vida útil.....	52
3.4.3. Análisis fisicoquímicos	52
3.4.4. Análisis microbiológicos.....	53
3.4.5. Análisis Organoléptico.....	57
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	58
4.1. Características fisicoquímicas del queso mozzarella.....	58
4.1.1. Medición de pH en el queso mozzarella	58
4.1.2. Medición de humedad del queso mozzarella	61
4.1.3. Medición de grasa en el queso mozzarella.....	64
4.2. Análisis microbiológicos.....	67
4.3. Análisis Organoléptico.....	70
V. CONCLUSIONES.....	77
VI. RECOMENDACIONES	79
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	81
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de la leche de cabra	299
Tabla 2. Requisitos físico - químico: Queso fresco	3232
Tabla 3. Clasificación según su contenido de materia grasa	332
Tabla 4. Valores nutricionales del queso mozzarella	3434
Tabla 5. Características sensoriales del queso mozzarella	366
Tabla 6. Composición química del queso mozzarella	377
Tabla 7. Requisitos microbiológicos del queso mozzarella elaborado con leche de diferentes especies zootécnicas.....	377
Tabla 8. Límites establecidos en la cuantificación de microorganismos en el queso mozzarella.....	388
Tabla 9. Taxonomía del orégano	400
Tabla 10. Taxonomía de la albahaca.....	4141
Tabla 11. Composición Nutricional (100 g) de hoja fresca, hoja seca y semilla.....	4141
Tabla 12. Tratamientos de la investigación.....	455
Tabla 13. Valores promedios de pH en el queso Mozzarella	588
Tabla 14. Análisis de Varianza en la determinación de pH.....	600
Tabla 15. Análisis estadístico de comparación Método de Tukey en la determinación de pH	6161
Tabla 16. Porcentaje de Humedad del queso Mozzarella en el 28vo día	6161
Tabla 17. Análisis de varianza (ANOVA) en la determinación de humedad	633
Tabla 18. Análisis estadístico de comparación Método de Tukey en la determinación de humedad	6363
Tabla 19. Determinación de porcentaje de grasa en el queso mozzarella.....	64
Tabla 20. Análisis de varianza (ANOVA) con respecto a la determinación de grasa del queso mozzarella.	666
Tabla 21. Análisis estadístico de comparación utilizando el método de Tukey para la determinación del porcentaje de grasa.....	666
Tabla 22. Prueba organoléptica del factor color.....	700
Tabla 23. Análisis de varianza (ANOVA) para el factor color.....	7171
Tabla 24. Prueba tukey para el factor color	71
Tabla 25. Prueba organoléptica para el factor olor	722
Tabla 26. Análisis de varianza (ANOVA) para el factor olor.....	7272

Tabla 27. Prueba tukey para el factor olor	72
Tabla 28. Prueba organoléptica para el factor textura	7373
Tabla 29. Análisis de varianza (ANOVA) para el factor textura.....	744
Tabla 30. Prueba tukey para el factor textura	744
Tabla 31. Prueba organoléptica para el factor sabor	755
Tabla 32. Análisis de varianza (ANOVA) para el factor sabor.....	75
Tabla 33. Prueba tukey para el factor sabor	766
Tabla 34. Evaluación microbiológica - Día 1.....	977
Tabla 35. Evaluación microbiológica - Día 9.....	977
Tabla 36. Evaluación microbiológica - Día 18.....	988
Tabla 37. Evaluación microbiológica - Día 28.....	988

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de la elaboración del queso mozzarella	511
Figura 2. Resultados de pH en el queso mozzarella	588
Figura 3. Resultados de Humedad en el queso mozzarella	623
Figura 4. Resultados de grasa en el queso mozzarella.....	65
Figura 5. Lectura microbiológica (<i>Staphylococcus aureus</i>) día 9	677
Figura 6. Lectura microbiológica (Coliformes) día 18	688

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Proceso de higienización y esterilización	877
Anexo 2. Elaboración del queso mozzarella.....	877
Anexo 3. Análisis Fisicoquímicos del queso mozzarella.....	899
Anexo 4. Evaluación Microbiológica.....	91
Anexo 5. Evaluación Organoléptica.....	999
Anexo 6. Consentimiento informado para análisis organoléptico	100
Anexo 7. Ficha de evaluación de prueba organoléptica	101
Anexo 8. Consentimiento debidamente firmado por los estudiantes de 1er ciclo de la escuela profesional de Agroindustrias	102
Anexo 9. Consentimiento debidamente firmado por los estudiantes de 1er ciclo de la escuela profesional de Agroindustrias	103

RESUMEN

La demanda de alimentos naturales y libres de conservantes sintéticos ha impulsado la búsqueda de alternativas que permitan prolongar la vida útil de los productos lácteos sin comprometer su calidad e inocuidad. El orégano y la albahaca constituyen una fuente de compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas y antioxidantes. Se empleó un diseño experimental con cuatro tratamientos: T1 (control, 0%), T2 (0.3%), T3 (0.5%) y T4 (0.7%) de orégano y albahaca, incorporados después de la etapa de hilado. Los quesos se almacenaron a 4 °C y fueron evaluados cada 9 días durante 28 días mediante análisis fisicoquímicos; la humedad, grasa y el análisis organoléptico (color, olor, textura y sabor) se determinaron en el último día de almacenamiento. Los análisis microbiológicos (*Staphylococcus aureus*, coliformes, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*) se realizaron durante los cuatro periodos de evaluación, al igual que en la determinación de pH. Los resultados mostraron que los valores de potencial de hidrógeno se mantuvieron dentro de los rangos característicos para queso mozzarella fresco, mientras que el contenido de humedad presentó diferencias entre tratamientos, evidenciando influencia de las hierbas aromáticas sobre la retención de agua del producto. Asimismo, se observó ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* en todos los tratamientos evaluados. Tampoco presentaron crecimiento positivo de *Staphylococcus aureus*, lo que evidencia condiciones higiénico-sanitarias. En la evaluación organoléptica, el tratamiento T2 presentó el mejor equilibrio entre las características propias del queso y las notas aportadas por las hierbas, seguido de T3; mientras que T4 presentó menor aceptación debido al elevado porcentaje. Se concluye que la incorporación de orégano y albahaca secos triturados contribuyó al mantenimiento de la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del queso mozzarella elaborado con leche de cabra durante el periodo de almacenamiento evaluado.

Palabras clave: leche de cabra, queso mozzarella, vida útil, orégano, albahaca, calidad microbiológica.

ABSTRACT

The demand for natural foods free from synthetic preservatives has driven the search for alternatives to extend the shelf life of dairy products without compromising their quality and safety. Oregano and basil are sources of bioactive compounds with antimicrobial and antioxidant properties. An experimental design with four treatments was used: T1 (control, 0%), T2 (0.3%), T3 (0.5%), and T4 (0.7%) of oregano and basil, incorporated after the stretching stage. The cheeses were stored at 4 °C and evaluated every 9 days over a 28-day period through physicochemical analyses. Moisture, fat, and sensory evaluation (color, odor, texture, and flavor) were determined on the last day of storage. Microbiological analyses (*Staphylococcus aureus*, coliforms, *Escherichia coli*, and *Salmonella spp.*) were performed throughout the four evaluation periods, as was pH determination. The results showed that pH values remained within the characteristic range for fresh mozzarella cheese, while moisture content differed among treatments, demonstrating the influence of the aromatic herbs on the product's water retention. Likewise, the absence of *Escherichia coli* and *Salmonella spp.* was observed in all treatments. No positive growth of *Staphylococcus aureus* was detected, indicating adequate hygienic and sanitary conditions. In the sensory evaluation, treatment T2 showed the best balance between the characteristic properties of the cheese and the attributes provided by the herbs, followed by T3, whereas T4 showed lower acceptance due to the higher concentration of herbs. It is concluded that the incorporation of dried, ground oregano and basil contributed to maintaining the physicochemical, microbiological, and sensory quality of goat's milk mozzarella cheese throughout the evaluated storage period.

Keywords: goat's milk, mozzarella cheese, shelf life, oregano, basil, microbiological quality.

I. INTRODUCCIÓN

La elaboración de quesos representa una de las principales alternativas para la transformación y conservación de la leche, permitiendo obtener productos de alto valor nutricional y amplia aceptación por parte de los consumidores. Entre los quesos de pasta hilada, la mozzarella destaca por sus características de elasticidad, extensibilidad y textura fibrosa, atributos que dependen en gran medida de las condiciones de procesamiento y del adecuado desarrollo de la estructura proteica durante el hilado.

Según Borja *et al.* (2022), mantener un pH entre 5.2 y 5.6 durante esta etapa resulta fundamental para obtener una mozzarella de buena calidad, debido a que este rango de pH favorece la plasticidad de la cuajada durante el hilado e influye directamente en propiedades como el amasado, el gratinado, la extensibilidad y la elasticidad del producto. Asimismo, Torres (2022) señala que la textura característica de los quesos de pasta hilada se debe a la reorganización estructural de las proteínas de caseína durante el proceso termo-mecánico, mientras que García (2020) destaca que el hilado influye significativamente en la microestructura, composición química y propiedades funcionales del queso.

En los últimos años, la leche de cabra ha despertado un creciente interés en la industria láctea debido a sus propiedades nutricionales, digestibilidad y potencial para la elaboración de productos diferenciados. Sin embargo, los quesos frescos elaborados a partir de esta materia prima presentan una vida útil limitada debido a su elevado contenido de humedad y susceptibilidad al deterioro microbiológico (Ygnacio, 2021). La determinación de la vida útil constituye un aspecto fundamental en la industria alimentaria, ya que permite garantizar que los productos mantengan sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales dentro de parámetros aceptables para el consumo. García (2021), indica que diversos factores internos y externos pueden provocar modificaciones en los alimentos,

ocasionando pérdida de valor nutricional, alteraciones sensoriales y contaminación microbiológica.

Entre los factores que limitan la conservación de los alimentos se encuentra el crecimiento de microorganismos alterantes y patógenos. Ygnacio (2021), menciona que los alimentos pueden actuar como vehículos de infecciones e intoxicaciones cuando presentan contaminación microbiológica, situación que compromete tanto la inocuidad como la calidad del producto. Además, señala que la actividad de agua desempeña un papel determinante en el desarrollo microbiano, por lo que los alimentos con mayor contenido de humedad presentan una mayor susceptibilidad al deterioro.

Frente a esta problemática, Zambrano *et al.* (2025) menciona que existe un creciente interés por el empleo de conservantes naturales capaces de prolongar la vida útil de los alimentos sin afectar su calidad. Dentro de estas alternativas destacan el orégano (*Origanum vulgare*) y la albahaca (*Ocimum basilicum*), especies aromáticas ampliamente utilizadas en la industria alimentaria debido a la presencia de compuestos bioactivos con reconocidas propiedades antioxidantes y antimicrobianas.

Díaz *et al.* (2020) señalan que el orégano contiene compuestos como limoneno, β -cariofileno, γ -cimeno, alcanfor, linalol, α -pineno, carvacrol y timol, mientras que Farías *et al.* (2022) reportan que la albahaca posee compuestos volátiles como linalool, estragol, eugenol, cinamato de metilo y β -cariofileno, además de otros terpenos y fenilpropanoides. La presencia de estos compuestos podría contribuir al control del crecimiento microbiano y a la preservación de las características sensoriales de los alimentos.

Por otra parte, la calidad de un alimento no depende únicamente de su estabilidad microbiológica, sino también de la aceptación del consumidor. Jaramillo (2020), menciona que la evaluación sensorial constituye una herramienta fundamental para estimar la vida útil de los alimentos, debido a que permite analizar la percepción y aceptabilidad de atributos como color, olor, textura y sabor. Estos atributos pueden verse afectados por las condiciones de almacenamiento y por la actividad

microbiana, influyendo directamente en la decisión de compra y consumo. Asimismo, el pH es considerado un parámetro esencial para evaluar el estado higiénico y la estabilidad de los alimentos durante las diferentes etapas de producción y conservación.

En este contexto, la presente investigación tuvo como finalidad evaluar el efecto de diferentes concentraciones de orégano (*Origanum vulgare*) y albahaca (*Ocimum basilicum*) secos triturados sobre la vida útil del queso mozzarella elaborado con leche de cabra, mediante la evaluación de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos durante 28 días de almacenamiento refrigerado. Los resultados obtenidos permitirán generar información científica sobre el potencial de estas hierbas aromáticas como alternativas naturales para contribuir a la conservación e inocuidad de productos lácteos frescos, promoviendo además el aprovechamiento tecnológico de la leche de cabra en la elaboración de alimentos con valor agregado.

II. ESTADO DEL ARTE

2.1. Antecedentes

Benassila *et al.* (2025); evidenciaron que el aceite esencial de orégano al 0.05% presentó una importante actividad antimicrobiana, reduciendo significativamente el crecimiento de los microorganismos evaluados y contribuyendo a la prolongación de la vida útil del queso. Asimismo, observaron cambios mínimos en parámetros fisicoquímicos como el pH y el contenido de materia seca, mientras que la evaluación sensorial indicó una adecuada aceptación del producto tratado con dicha concentración. Los investigadores concluyeron que el aceite esencial de orégano constituye una alternativa natural eficaz para mejorar la conservación de quesos frescos, manteniendo sus características sensoriales y respondiendo a la demanda de productos libres de conservantes sintéticos.

Kačániová *et al.* (2024); en su investigación “*Effect of Essential Oils and Dried Herbs on the Shelf Life of Fresh Goat Lump Cheese*”, analizaron microbiológicamente 145 muestras de queso de cabra producidas en granjas de Eslovaquia, almacenadas durante 12 días a una temperatura de 4 °C. Emplearon hierbas secas y aceites esenciales de tomillo (*Thymus serpyllum* L.), pimienta negra (*Piper nigrum* L.), clavo (*Eugenia caryophyllus* Thunb.), menta (*Mentha × piperita* L.) y albahaca (*Ocimum basilicum* L.). Los análisis microbiológicos incluyeron el recuento de bacterias coliformes, bacterias viables totales, bacterias ácido-lácticas y hongos filamentosos microscópicos. Los resultados mostraron una reducción significativa de todos los grupos microbianos en las muestras tratadas con aceites esenciales y hierbas secas durante todo el período de almacenamiento.

Asimismo, se identificaron como microorganismos predominantes *Lactococcus garvieae*, *Lactococcus lactis*, *Enterobacter cloacae* y *Serratia liquefaciens*. Los autores concluyeron que las hierbas secas y los aceites esenciales poseen un importante potencial antimicrobiano y pueden contribuir a prolongar la vida útil del queso de cabra envasado al vacío, constituyéndose como una alternativa natural para mejorar la conservación de productos lácteos.

Jaramillo (2020) identificó los factores microbiológicos más relevantes para evaluar la vida útil de los quesos mozzarella en cuatro empresas (A001, A002, A003 y A004), siendo las *Enterobacteriaceae* y *Salmonella* los indicadores clave de higiene y seguridad, respectivamente. En cuanto a la evaluación sensorial, realizaron encuestas de al menos 50 panelistas, 24 h después de la recolección de muestras microbiológicas. Los valores de esta investigación con respecto al pH fueron de 5.7 a 6.2 el día 1, 5.7 a 6.2 el día 15, y 5.6 a 5.8 el día 30, en la prueba de *Salmonella* en muestras de 25 g no se detectó el patógeno. Los quesos con pH más ácido mostraron mayor protección contra las enterobacterias. La empresa A001 tuvo el menor recuento de microorganismos y una vida útil de 15 días, mientras que A002 y A004 mostraron una durabilidad menor. A003 presentó más de 1000 UFC/g desde la producción, por lo que no adquirió una vida útil aceptable.

El queso mozzarella se caracteriza por una estructura fibrosa obtenida al amasar la cuajada en agua caliente por ello Yerlikaya *et al.* (2020) en su investigación, evaluaron el efecto de añadir hierbas aromáticas (romero, albahaca, menta y orégano turco) durante el amasado de la cuajada en la elaboración de queso mozzarella. El estudio analizó propiedades fisicoquímicas, texturales, microestructurales, de fusión y sensoriales en comparación con un queso sin hierbas. Se observó en los resultados que las hierbas modificaron parámetros como pH, acidez, textura y perfil sensorial. El romero aumentó la firmeza, mientras que la menta y el orégano mejoraron la aceptación sensorial. Además, las hierbas mostraron potencial para extender la vida útil del queso.

Aguilar y Fuentes (2022), formularon cuatro tratamientos en el cual utilizaron queso fresco elaborado con leche semidescremada con un porcentaje de 2.09% de grasa, en las cantidades de aguaymanto osmodeshidratada y semillas de chía de 10 y 1.5 % al T1, 10 y 3 % al T2, 15 y 1.5 % al T3, y 15 y 3 % al T4. Teniendo como resultado en la evaluación sensorial que el T3 reveló cualidades superiores en color, aroma, textura, sabor y aceptación general. Por lo cual se comparó con un queso fresco en donde se observó que el T3 presentó un aumento en el valor nutricional del queso fresco, teniendo una vida útil de 21 días en refrigeración.

Para los parámetros del Hilado del queso mozzarella García (2020), menciona que en la actualidad a través del método utilizado para lograr potenciar los factores pH, velocidad (RPM) y materia grasa (%) con el objetivo de obtener mayores rendimientos en cuanto a calidad y rentabilidad, pudieron concluir que el proceso de hilado más adecuado del queso mozzarella en una marmita semiautomática alcanza su óptimo rendimiento (11.64%) con un pH de 5.45 y una velocidad de 20 RPM. En cambio, el método artesanal de producción de queso mozzarella carece de un control preciso sobre pH, velocidad de hilado y materia grasa, lo que puede afectar textura, elasticidad y rendimiento. Al depender de técnicas manuales, suele obtenerse un rendimiento menor al 11.64% alcanzado con equipos.

Guzmán (2023), realizó una investigación bibliográfica comparando y analizando estudios sobre los parámetros de producción de leche en cabras, vacas y búfalas (% proteína, % humedad, % grasa). Analizó que la leche de búfala tiene mayor pH (5.80%) y grasa (30.47%), la de vaca más humedad (57.6%) y la de cabra el mayor contenido de proteína (26.66%). En cuanto a la evaluación sensorial, el queso mozzarella de leche de vaca tiene mayor aceptación en color, aroma, sabor, textura y aceptación general, seguido por los de cabra y búfala. El queso de cabra demuestra calificaciones similares en aceptabilidad (7.05), color (7.42), textura (6.70), sabor (6.46) y olor (6.84), sin diferencias significativas ($P > 0.05$), destacando su calidad nutricional y la presencia de compuestos bioactivos beneficiosos para la salud.

Galarza y Ñauñay (2023), tuvieron como objetivo en su pesquisa, la caracterización fisicoquímica y microbiológica de la leche fresca basándose en la norma NTE INEN 9:2015, obteniendo un porcentaje 3.5% de proteína lo que garantiza un alto rendimiento en la producción del queso. Establecieron variables, parámetros y etapas clave para el diseño y construcción de la línea de producción de queso mozzarella, considerando factores como temperatura y tiempo. El proceso incluyó tres operaciones principales: tratamiento térmico a 65 °C por 30 minutos, cuajado a 45 °C por 30 minutos e hilado a 80 °C por 20 minutos, permitiendo así la obtención del producto final. Obteniendo como resultado que el proceso alcanzó un rendimiento del 9.56%, considerándolo aceptable en comparación con otros procesos que operan bajo condiciones similares.

Kunova *et al.* (2023) indicaron la eficacia de romero, tomillo y orégano secos, y sus aceites esenciales al 1%, para frenar el deterioro microbiano en queso de oveja almacenado al vacío a 4 °C por 15 días. El orégano seco y su aceite esencial fueron los más efectivos, reduciendo significativamente bacterias y hongos, e incluso favoreciendo bacterias ácido lácticas beneficiosas. Se identificaron bacterias predominantes como *Citrobacter braakii*, *Hafnia alvei* y *Lactocaseibacillus paracasei*. Los resultados sugieren que el orégano podría usarse como conservante natural rentable para queso de oveja.

Yerlikaya *et al.* (2020), calcularon en su investigación el efecto de añadir romero, albahaca, menta y orégano turco al queso mozzarella durante la etapa de amasado. La incorporación de estas plantas influyó en varias propiedades del queso, incluyendo el pH, la acidez, los ácidos grasos libres, así como en sus características texturales, microestructurales y sensoriales. El queso con romero presentó mayor dureza y una microestructura más uniforme, mientras que la muestra con menta mostró los niveles más bajos de ácidos grasos libres. Además, el orégano turco y la menta fueron los más valorados sensorialmente por su sabor y aroma. En conjunto, los resultados indicaron que la adición de estas plantas puede mejorar la calidad sensorial y contribuir a prolongar la vida útil del queso mozzarella.

Los resultados del estudio de Zambrano *et al.* (2025), en el cual elaboraron cuatro formulaciones: un queso control y tres enriquecidos (5% chillangua, 5% orégano, y mezcla 2.5% de cada hierba). Los resultados demostraron que las variantes cumplieron con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1528. El pH se mantuvo entre 5.41 y 5.42, mientras que la humedad varió entre 48.70% y 53.10%, observándose una menor retención de agua en el queso con chillangua. Sensorialmente, los quesos con hierbas fueron mejor valorados por su perfil herbal, sabor equilibrado y textura firme, en contraste con el queso estándar de sabor neutro. Por lo tanto, concluyeron que la adición de hierbas enriquece la calidad sensorial del queso mozzarella y representa una oportunidad para diversificar la oferta de productos lácteos funcionales en el mercado.

2.2. Bases teóricas científicas

2.2.1. Leche de cabra

Matos (2020), nos dice que la leche de cabra destaca por tener un buen equilibrio de agua, grasa y proteínas de alta calidad, lo que la hace especialmente fácil de digerir. Sus beneficios están relacionados con su particular composición de lípidos, proteínas y la forma en que se forman los coágulos en el estómago. Además, su perfil nutricional puede variar dependiendo de varios factores como la raza de la cabra, la región donde se produce, la época del año, la etapa de la lactancia, la alimentación que recibe el animal, así como el manejo y las condiciones sanitarias.

2.2.2. Propiedades de la leche de cabra

La leche de cabra es considerada un alimento muy nutritivo por su composición similar a la de la leche materna, lo que otorga ventajas frente a otras leches. Aunque presenta un sabor distinto al de la leche de vaca, ofrece niveles comparables de hierro, proteínas, vitaminas C y D, además de un mayor contenido de calcio, potasio, fósforo, manganeso, vitaminas A y B. Por ello, es recomendada como alternativa para personas con alergias

a la leche de vaca, intolerancia a la lactosa o problemas digestivos, especialmente en adultos mayores (Andino y Baca, 2021).

2.2.3. Composición de la leche de cabra

La leche está compuesta en su mayoría por agua, que representa entre el 77 y el 80% de su volumen. El resto corresponde a sólidos totales, que varían entre el 20 y el 23%. Dentro de estos sólidos se encuentran la grasa (alrededor del 3 al 3.5%), las proteínas (también entre el 3 y 3.5%) y los carbohidratos, principalmente lactosa, que van del 4 al 6%. También aporta minerales importantes como el calcio. Desde el punto de vista nutricional como se observa en la Tabla 1, 100 g de leche proporcionan:

Tabla 1. *Composición de la leche de cabra*

Kilocalorías	70 g
Hidratos de carbono	4.5 g
Proteínas	3.3 g
Grasas	4 g
Colesterol	11 mg
índice glucémico	24
Vitaminas	A, D y C, y en menor cantidad B1, B2, B3, B5 y B12.
Minerales	Calcio, fosforo, potasio, magnesio, hierro, zinc, selenio, manganeso y cobre.

Fuente: Guzmán (2023).

La leche de cabra se caracteriza por un perfil equilibrado de aminoácidos, con aproximadamente un 46% de ellos clasificados como esenciales y una relación entre aminoácidos esenciales y no esenciales de 0.87%, lo que indica una buena calidad nutricional. En cuanto a minerales, contiene cerca de 134 mg de calcio y 121 mg de fósforo por cada 100 g, superando a la leche humana e incluso aportando hasta un 12% más de calcio que

la leche de vaca; sin embargo, su contenido en minerales como hierro, cobalto y magnesio es relativamente bajo. Además, su concentración de lactosa es de solo un 13%, una cifra significativamente menor en comparación con el 41% presente en la leche de vaca y la humana, lo que la convierte en una alternativa más digestiva y mejor tolerada por personas con sensibilidad o intolerancia a este azúcar (Andino y Baca, 2021).

2.2.4. Beneficios de la leche de cabra

Tradicionalmente, la leche de cabra ha sido utilizada como remedio casero para tratar diversas afecciones respiratorias, como bronquitis, neumonía, asma y tuberculosis. También se le han atribuido beneficios en el tratamiento de problemas digestivos, alteraciones del sistema inmunológico, anemia y otros trastornos de salud. Además, se ha observado que su consumo puede ayudar a aliviar síntomas como el insomnio, el nerviosismo, las migrañas, las úlceras estomacales e incluso ciertas alergias, como las provocadas por el polen, algunos medicamentos o colorantes (Guzmán, 2023).

2.2.5. El queso

El queso fresco es un alimento sólido o semisólido que se obtiene al separar la cuajada, es decir, los sólidos de la leche, del suero. La textura del queso varía según la cantidad de suero extraído: cuanto más se elimina, más compacto resulta. La elaboración de queso tiene orígenes muy antiguos, remontándose a la prehistoria, cuando se utilizaba leche de diferentes animales, como camellos y alces. Hoy en día, aunque la leche de vaca sigue siendo la más usada, la producción de quesos de cabra y oveja ha crecido notablemente en los últimos años (Aranda, 2021).

Este mismo autor manifiesta que Aranda (2021), en el Perú, el queso es un producto básico cuya producción está regulada, exigiendo que tenga un

contenido de humedad no mayor al 46 % y un porcentaje de extracto seco superior al 40% para ser apto para el consumo humano.

a) Rendimiento quesero

El rendimiento quesero (RQ) se define como la cantidad de queso obtenida a partir de cada 100 kg de leche. Poder predecir el RQ resulta clave para optimizar la gestión de recursos, como materias primas, mano de obra y equipos, además de ser fundamental para evaluar la rentabilidad del proceso. Las fórmulas utilizadas para estimarlo describen cómo se distribuyen los componentes de la leche entre el queso final y los subproductos generados (López, 2021).

El rendimiento promedio del queso mozzarella elaborado con leche de cabra oscila entre 9.2% y 10.8%, siendo menor en comparación con la leche de vaca, debido al menor tamaño de glóbulos grasos y distinta agregación de caseínas. Con leche de cabra que contiene 3.4% de proteína y 3.5% de grasa, bajo condiciones controladas de pH (5.4–5.5) e hilado, se obtuvo un rendimiento óptimo de 9.8%, valor que varía según la alimentación y etapa de lactancia del animal (Guzmán, 2023).

En cambio, el queso mozzarella elaborado con leche de vaca oscila habitualmente entre 10.8 y 12.5%, siendo directamente dependiente del contenido de proteínas y materia grasa de la materia prima. Al optimizar el proceso con un pH de 5.45 y temperatura de hilado controlada, se alcanzó un rendimiento máximo de 11.64%, valor que disminuye si no se regulan adecuadamente los parámetros térmicos y mecánicos durante la elaboración (García, 2020).

b) Factores que afectan el rendimiento

b.1) Composición de la leche: Un mayor contenido de proteínas y grasas en la leche contribuye a una mayor retención de agua en el queso.

Además, factores como la raza del animal y su alimentación también juegan un papel importante en este proceso (López, 2021).

b.2) Contenido de humedad: Un mayor contenido de agua en el queso favorece un mayor rendimiento, aunque también acelera el proceso de maduración, ya que facilita una hidrólisis más rápida. Aunque las pérdidas de cuajada durante el corte son inevitables, es posible minimizarlas mediante un corte preciso, un batido controlado y una selección adecuada del tamaño de los granos (López, 2021).

c) Clasificación según su consistencia

Tabla 2. *Requisitos físico - químico: Queso fresco*

Clasificación según su consistencia	Humedad %
Duro	< 36
Semi Duro	$36 \leq a \leq 46$
Blando	$46 \leq a \leq 55$
Muy Blando	≥ 55

Fuente: García (2020).

d) Clasificación por su contenido de materia grasa

Tabla 3. *Clasificación según su contenido de materia grasa*

Clasificación	Materia grasa en extracto seco (GES)% m/m
Extra Graso	≥ 60
Graso	$45 \leq a \leq 60$
Semi Graso	$25 \leq a \leq 45$
Semi Descremado	$10 \leq a \leq 25$
Descremado	< 10

Fuente: García (2020).

2.2.6. Queso mozzarella

García (2020), menciona que el queso mozzarella es originario de Italia y, tradicionalmente, se elaboraba con leche de búfala, rica en grasa, lo que le confiere su aroma y textura característicos. Su principal característica, la elasticidad, se obtiene mediante un proceso de estirado de la cuajada en agua caliente, lo que define su textura única. La mozzarella es un queso fresco, blanco y suave, que está listo para consumir poco después de su elaboración. Su capacidad para fundirse y estirarse lo convierte en un ingrediente esencial en la pizza.

La mozzarella se elabora mediante un proceso llamado "pasta filata", que consiste en estirar la cuajada en agua caliente para darle su textura característica. Este queso se ha ganado reconocimiento mundial gracias a su suavidad, cremosidad y un ligero toque salado, además de que se consume fresco, sin necesidad de un largo periodo de maduración. Existen dos variedades principales: una de alta humedad, que es más blanda y puede contener pequeñas bolsas de suero, y otra de baja humedad, que es más firme y compacta, perfecta para rallar (Silva, 2020).

a) Beneficios del queso mozzarella

La mozzarella es una excelente fuente de calcio, lo que la convierte en un alimento ideal para fortalecer los huesos, especialmente en etapas como el embarazo, cuando la demanda de este mineral aumenta. También aporta fósforo, un nutriente fundamental no solo para mantener huesos y dientes fuertes, sino también para conservar un pH equilibrado en la piel. Además, el fósforo juega un papel importante en la resistencia física y en el buen funcionamiento del cerebro (Guzmán, 2023).

Tabla 4. *Valores nutricionales del queso mozzarella*

Componente	Cantidad	Componente	Cantidad
Calorías	233 kcal	Sodio	373 mg
Grasa	16.10 g	Carbohidratos	2.20 g
Colesterol	78 mg	Fibra	0 g
Azúcares	2.20 g	Proteínas	19.90 g
Calcio	505 mg	Hierro	0.44 mg
Magnesio	20 mg	Sodio	627 mg
Fósforo	354 mg	Zinc	2.93 mg
Potasio	76 mg	Cobre	0.011 mg
Manganeso	0.03 mg	Selenio	0.017 mg

Fuente: Guzmán (2023).

b) Usos y aplicaciones del queso mozzarella

Dentro de la dieta mediterránea, el queso mozzarella se destaca por su versatilidad. Se puede disfrutar sola, acompañada de un poco de aceite de oliva, orégano y otras especias, o integrada en ensaladas junto con tomates, nueces y rúcula, entre otros ingredientes. Además, es un componente esencial en la preparación de pizzas, tanto caseras como industriales, y se utiliza en una gran variedad de platos preparados (Gaitán, 2020).

También Gaitán (2020), menciona que la mozzarella puede considerarse un alimento probiótico, ya que contiene microorganismos vivos que, al llegar al intestino, ayudan a mantener el equilibrio de la flora bacteriana. Consumir probióticos como los presentes en el queso mozzarella ofrece varios beneficios, entre ellos:

- Mejor absorción de lactosa
- Alivio de la diarrea
- Inhibición de *Helicobacter pylori*, bacteria que produce gastritis y otras enfermedades digestivas.

- Reducción del colesterol
- Fortalecimiento del sistema inmunitario
- Prevención del cáncer
- Efectos antialérgicos.

2.2.7. Características del queso mozzarella

Los quesos de pasta hilada, como el queso mozzarella, presentan una composición bastante variable. Generalmente, su contenido de grasa en la materia seca se encuentra entre el 20 y el 60 %, mientras que el porcentaje de agua puede variar del 35 al 60%. También contienen entre un 0.5 y un 2% de sal. En el caso específico de la mozzarella, su composición final puede verse influenciada por diversos factores, como el tipo de leche empleada, el método de elaboración, los cultivos utilizados y el proceso de maduración (Gutiérrez, 2025).

El queso mozzarella, por su elevado contenido de humedad, se considera un queso fresco y forma parte de los quesos de pasta hilada. No desarrolla corteza y se caracteriza por una textura suave y húmeda, que en algunos casos puede recordar a la de un mousse. Lo ideal es consumirla entre uno y quince días después de su producción, antes de que empiece a formarse una corteza, siempre manteniéndola en refrigeración para preservar su calidad (Gaitán, 2020).

a) Características organolépticas del queso mozzarella

La mozzarella tiene un color blanco brillante, aunque en algunos casos puede presentar tonos amarillentos, dependiendo de la materia prima y el contenido de ácidos grasos. Su superficie es lisa, sin corteza, y siempre mantiene una textura suave y tierna, liberando suero al cortarla. Por otro lado, la mozzarella con bajo contenido de humedad es más firme, homogénea, sin agujeros, y se desmenuza con facilidad (Guzmán, 2023).

Los resultados obtenidos por Mera (2021), del análisis organoléptico del queso mozzarella, realizado mediante una comparación entre dos productos similares P1 (queso mozzarella elaborado con leche de búfala) y P2 (queso mozzarella elaborado con leche de vaca), evidencian que el queso hecho con leche de búfala presenta una mayor aceptación en cuanto a su textura, color, sabor, olor y apariencia general en comparación con el elaborado con leche de vaca.

Tabla 5. *Características sensoriales del queso mozzarella*

Consistencia	Semidura a semiblanda según el contenido de humedad, materia grasa y grado de maduración.
Textura	Fibrosa, elástica y cerrada
Color	Blanco a amarillento, uniforme, según el contenido de humedad, materia grasa y grado de maduración.
Sabor	Láctico, poco desarrollado, ligeramente picante según el contenido de humedad, materia grasa y grado de maduración.
Olor	Láctico, poco perceptible
Corteza	No posee
Ojos	No posee. Eventualmente podrá presentar aberturas irregulares (ojos mecánicos).

Fuente: Guzmán (2023).

Guzmán (2023), nos dice que, para ser considerado mozzarella, el queso debe reunir las siguientes características:

“Forma: La forma de la mozzarella será ovoidal, como una pera, aunque sus dimensiones pueden variar.”

“Corteza: La textura de la mozzarella será suave y elástica, sin agujeros, y su color irá de blanco a crema.”

“Pasta: La textura de la mozzarella debe ser suave y elástica, sin agujeros. Su color, uniforme, puede variar de blanco a amarillo intenso, y su sabor debe ser el característico de este queso, ligeramente ácido.”

b) Características físico- químicas del queso mozzarella

La composición del queso mozzarella puede variar significativamente según diferentes factores, como el proceso de elaboración, el origen de la leche, el tipo de cultivo utilizado y el proceso de maduración, entre otros.

Tabla 6. *Composición química del queso mozzarella*

Características	Mozzarella 1	Mozzarella 2
Humedad %	60 – 61	52 – 60
Grasa %	16 – 17	20 – 22
Proteína %	19 – 20	20 – 22
Carbohidratos %	1	1,5
Minerales %	3.6	3.8

Fuente: Gaitán (2020)

c) Características microbiológicas del queso mozzarella

Tabla 7. *Requisitos microbiológicos del queso mozzarella elaborado con leche de diferentes especies zootécnicas.*

Coliformes (UFC/g)	E. Coli	Staphylococcus aureus	Salmonella UFC/g	Materia prima
240 UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Leche de búfala
Ausencia	10 UFC/g	10 UFC/g	Ausencia	Leche de vaca
Ausencia	18.73 UFC/g	36.82 UFC/g	Ausencia	Leche de cabra

Fuente: Guzmán (2023).

El producto no debe contener una cantidad de microorganismos superior a los límites establecidos según la tabla 8.

Tabla 8. Límites establecidos en la cuantificación de microorganismos en el queso mozzarella

Agente Microbiano	Unidad	Categoría	Clase	n	c	Limite	
						m	M
Coliformes	UFC/g	5	3	5	2	5×10^2	10^3
<i>Salmonella sp</i>	P o A/25g	10	2	5	0	Ausencia	-
<i>Escherichia coli</i>	NMP/g	6	3	5	1	3	10
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	7	3	5	2	10	10^2

Fuente: (MINAGRI, 2017)

Notas:

Categoría: Grado de riesgo que representa los microorganismos con relación a las condiciones previsibles de manipulación y consumo del alimento.

Clase: Es la clasificación que se da a los planes de muestreo por atributos, que pueden ser de dos o tres.

P = Presencia, A = Ausencia

d) Hilado

Borja *et al.* (2022), sustentan que el proceso de hilado es fundamental para obtener una mozzarella de buena calidad. Mantener un pH entre 5.2 y 5.6 es ideal, ya que permite controlar el amasado y, con ello, factores como el gratinado, la extensibilidad y la elasticidad del queso. Además, la temperatura del agua utilizada en el hilado influye directamente en la temperatura de la cuajada, mientras que el tiempo dedicado al proceso termo-mecánico tiene un impacto significativo en el amasado final.

La textura de los quesos de pasta hilada está influenciada por la estructura de la caseína (α , β y κ), que forma las micelas descalcificadas. Durante el proceso de hilado, la acción térmica y mecánica causa una

desnaturalización parcial de las moléculas de caseína, alterando su distribución entre las formas α -placa y β -hélice. A medida que la pasta se estira y manipula, las proteínas se alinean y orientan, creando una estructura parecida a fibras entrelazadas. Estos "hilos" de proteínas se mantienen unidos por diferentes tipos de enlaces químicos (Torres, 2022).

El proceso de hilado se divide en dos etapas principales. Primero, la masa se corta y se calienta con vapor, alcanzando una temperatura de entre 65 y 70 °C, hasta conseguir una consistencia plástica. Después, se estira, ya sea de manera manual o mecánica, para formar una cinta fibrosa en una sola dirección. Finalmente, se moldea, lo que también permite enfriar la masa y fijar su forma. Este proceso de hilado tiene un impacto significativo en la microestructura, composición química, rendimiento y propiedades funcionales del queso, actuando como un tratamiento térmico clave (García, 2020).

2.2.8. Orégano seco

Díaz *et al.* (2020) menciona que el orégano, de la familia *Lamiaceae*, proviene de una planta aromática caracterizada por sus hojas ovaladas de tonalidad verde clara. Antes de su uso como condimento, pasa por procesos industriales como la limpieza y trituración. Dentro de su composición destacan compuestos como limoneno, β -cariofileno, γ -cimeno, alcanfor, linalol, α -pineno, además de carvacrol y timol.

El orégano alcanza su mejor sabor en verano. Al comienzo de la estación, sus hojas son tiernas y suaves; luego, tras la floración, su sabor se intensifica. El orégano griego seco en rama es superior; para salsas que requieren larga cocción, es mejor comprar pequeñas cantidades de orégano seco para que su sabor se desarrolle plenamente (Domínguez, 2021).

a) Taxonomía del orégano

Tabla 9. *Taxonomía del orégano*

Reino	Plantae
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledones
Orden	Tubiflorae
Familia	Labiadas

Fuente: Chino (2022).

2.2.9. Albahaca

Farias *et al.* (2022) mencionan que la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) es una planta herbácea originaria de la India y África, con un uso que se remonta a más de 5.000 años en esas regiones. Hoy en día, se cultiva y emplea ampliamente en todo el mundo. Existen más de 160 variedades de albahaca, cada una con sabores, colores, texturas y características de floración particulares. Generalmente florece entre mayo y septiembre.

Esta planta prospera en climas secos y semiáridos, y se distingue por su follaje denso, con tallos erguidos y ramificados. Sus hojas contienen compuestos volátiles como linalool, estragol, eugenol, cinamato de metilo y β -cariofileno, entre otros terpenos y fenilpropanoides. Además, se han identificado componentes como cineol, α -pineno, β -pineno, limoneno y geraniol. La concentración y presencia de estos compuestos varían en función de la variedad, la estación del año, el clima y otros factores ambientales (Farias *et al.*, 2022).

a) Taxonomía

Tabla 10. *Taxonomía de la albahaca*

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Familia	Lamiaceae
Género	Ocimeae
Especie	Basilicum
Nombre científico	<i>Ocimum basilicum</i> L.

Fuente: Cruz (2024).

b) Composición nutricional de la albahaca

Se observa la composición nutricional del cultivo de albahaca en 100 g de hojas frescas, hojas secas y semilla.

Tabla 11. *Composición Nutricional (100 g) de hoja fresca, hoja seca y semilla*

Nutriente	Hojas frescas	Hojas secas	Semilla
Energía (calorías)	23	233	360.1
Proteínas (g)	3.15	23	17.3
Lípidos (g)	0.64	4.1	9.7
Hidratos de carbono (g)	2.7	47.8	50.9
Fibra (g)	1.6	37.7	7.11

Fuente: Cruz (2024).

2.2.10. Parámetros considerados en la vida útil de alimentos

En el ámbito de la industria alimentaria, resulta fundamental determinar la vida útil de los productos, ya que esto permite garantizar que conserven sus características en condiciones adecuadas para el consumo. Dichas

propiedades pueden verse alteradas tanto por factores internos como externos; la exposición a estos elementos provoca modificaciones en el alimento que dificultan su comercialización y consumo. Entre los efectos más frecuentes se encuentran la disminución del valor nutritivo, cambios en las características sensoriales y el desarrollo de contaminación microbiana (García, Chacón y Molina, 2021).

a) Factores microbiológicos

Los alimentos pueden constituir un riesgo sanitario al actuar como vehículos de infecciones o intoxicaciones, debido a la presencia de microorganismos patógenos o a las toxinas que estos producen. La proliferación microbiana no solo compromete la inocuidad, sino que también deteriora la calidad del alimento, reduciendo su vida útil. Esta contaminación suele originarse por inadecuadas condiciones higiénico-sanitarias durante la manipulación, procesamiento y manejo de las materias primas. Por ello, es indispensable aplicar controles en todas las etapas de la cadena productiva desde la producción hasta la distribución, considerando agentes biológicos, químicos y físicos. Asimismo, cualquier alimento, ya sea de origen animal o vegetal, es susceptible a contaminación, la cual está estrechamente relacionada con la actividad de agua, ya que, a mayor disponibilidad de agua en el alimento, mayor es la probabilidad de crecimiento microbiano (Ygnacio, 2021).

b) Parámetros sensoriales

La evaluación sensorial constituye un método clave para estimar la vida útil de los alimentos, ya que permite analizar la percepción y aceptación del consumidor frente a un producto. Aunque se trata de una técnica de carácter subjetivo, debido a que depende del criterio individual, existen estándares que permiten determinar la calidad sensorial de los alimentos. Estas características pueden verse alteradas con el tiempo, especialmente por factores como condiciones inadecuadas de almacenamiento, actividad

microbiana, entre otros, lo que influye directamente en la aceptabilidad del producto (Jaramillo, 2020).

2.2.11. Potencial de hidrógeno (pH) en alimentos

Jaramillo (2020) menciona que el pH en los alimentos es un parámetro fundamental que permite evaluar las condiciones higiénicas durante los procesos de elaboración, especialmente en productos como la leche y sus derivados. Este indicador debe ser monitoreado a lo largo de toda la cadena productiva, desde la recolección de la materia prima hasta la distribución final, dado que proporciona información clave sobre el estado sanitario del producto y el control adecuado de los procesos de transformación.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada y experimental con enfoque cuantitativo, considerando que se evaluó el efecto de distintas concentraciones de orégano y albahaca sobre la vida útil del queso mozzarella de leche de cabra, mediante el análisis de variables físico-químicas, microbiológicas y organolépticas.

3.2. Hipótesis planteada

La adición de orégano y albahaca en diferentes concentraciones prolonga significativamente la vida útil del queso mozzarella elaborado con leche de cabra.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población de estudio estuvo constituida por la leche de cabra, así como por el orégano y la albahaca en estado seco, empleados en la elaboración del queso mozzarella. La leche de cabra fue obtenida del distrito de San Juan de la Virgen, específicamente de la asociación Quebrada La Mula. Por su parte, el orégano y la albahaca fueron adquiridos por vía comercial para su posterior uso en el proceso de elaboración del producto.

3.3.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 60 litros de leche de cabra, 18 g de albahaca seca y 18 g de orégano seco, las cuales fueron empleados en la elaboración de queso mozzarella. Estos insumos se distribuyeron en los diferentes tratamientos experimentales (T1, T2, T3 y T4), con el propósito de evaluar su efecto en las características del producto.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El presente estudio se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Nacional de Tumbes. La elaboración del queso mozzarella se realizó en el Taller Agroindustrial; los análisis fisicoquímicos se efectuaron en el Laboratorio de Agroindustrias de la Facultad de Ciencias Agrarias; los análisis microbiológicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Biología Molecular; y las pruebas organolépticas se desarrollaron en las aulas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Para el desarrollo de la investigación se aplicaron cuatro tratamientos, en los que se incorporaron diferentes concentraciones de los aditivos, correspondientes a 0, 0.3, 0.5 y 0.7% respectivamente. Estas proporciones fueron establecidas tomando como referencia el estudio realizado por Gutiérrez (2021), quien reportó que la adición del 0.3% obtuvo una adecuada aceptabilidad.

Tabla 12. *Tratamientos de la investigación*

Tratamiento	Orégano seco (%)	Albahaca seca (%)
T0 (control)	0.0	0.0
T1	0.3	0.3
T2	0.5	0.5
T3	0.7	0.7

Cuatro tratamientos:

- T1 (Control): Queso mozzarella sin adición de orégano y albahaca secos triturados.
- T2: Queso mozzarella con 0.3% de orégano y albahaca secos triturados.
- T3: Queso mozzarella con 0.5% de orégano y albahaca secos triturados.
- T4: Queso mozzarella con 0.7% de orégano y albahaca secos triturados.

3.4.1. Proceso de elaboración del queso mozzarella

Para la elaboración del queso mozzarella se tomó como referencia la metodología propuesta por Trujillo (2020), realizando algunas modificaciones durante el proceso, entre ellas el uso de vinagre para alcanzar el pH requerido en la acidificación.

Antes de iniciar la elaboración del queso mozzarella, se aplicó un proceso previo de higienización del ambiente de trabajo con la finalidad de garantizar condiciones adecuadas de inocuidad durante todo el proceso. Este procedimiento consistió en limpiar las mesas de acero inoxidable utilizando detergente disuelto en agua para remover residuos e impurezas, seguido de la aplicación de una solución de lejía al 5%, teniendo una solución de 20 ml de lejía y 980 ml de agua obteniendo 1L de solución para desinfectar las superficies y reducir la presencia de microorganismos contaminantes.

Una vez acondicionadas las áreas de trabajo, se calentó agua en la olla de proceso hasta alcanzar el punto de ebullición, donde se colocaron todos los materiales y utensilios que serían empleados durante la elaboración del queso, con el propósito de esterilizarlos antes de su uso y evitar posibles contaminaciones que afectaran la calidad microbiológica del producto final.

La aplicación de estas medidas de higiene y desinfección fue necesaria debido a que, en pruebas preliminares realizadas sin un adecuado proceso de inocuidad, las muestras presentaron resultados positivos de crecimiento microbiano en la primera evaluación microbiológica, evidenciando

contaminación microbiana. Por ello, se reforzaron las prácticas higiénico-sanitarias para asegurar la obtención de un queso mozzarella inocuo y apto para el consumo.

a) Recepción de materia prima

La leche utilizada fue fresca, obtenida el mismo día de su procesamiento, en esta operación unitaria fue fundamental controlar la acidez y aspecto, para garantizar su calidad. La cantidad de materia prima utilizada fue de 60 litros.

b) Filtrado de la leche

Antes de someter la leche al proceso de pasteurización, esta fue filtrada cuidadosamente con una coladera y tela para filtrar con el fin de eliminar posibles impurezas o partículas extrañas, garantizando así su limpieza y calidad para las etapas posteriores de elaboración.

c) Pasteurización

La leche se sometió a pasteurización (72 °C por 15 s), para eliminar microorganismos patógenos sin afectar las propiedades funcionales de la leche. Una buena pasteurización fue esencial para garantizar la seguridad alimentaria.

d) Enfriamiento

Después de pasteurizar, la leche se enfrió rápidamente a una temperatura de 40 °C.

e) Adición de Vinagre

A la solución se le agregó vinagre con la finalidad de reducir el pH, el cual debe estar en un promedio de 5.0 y 5.3 según la pesquisa de Damásio et

a/. (2000). La cantidad a añadida fue de 60 ml/L de leche de cabra la cual se incorporó para alcanzar el pH indicado siguiendo como referencia la investigación de Patiño (2014) en la cual aplico 30 ml de vinagre por litro para leche de vaca.

f) Adición de cuajo

Se utilizó cuajo comercial de la marca Hansen (presentación "3 muñecas"), en sobres de 1.5 g, cuyo rendimiento es de aproximadamente 75 litros de leche, según las especificaciones del fabricante. Antes de su incorporación, el cuajo se disolvió en 150 ml de agua hasta obtener una solución completamente homogénea. Posteriormente, este aditivo fue añadido a la leche de cabra empleando una dosis de 2 ml de solución de cuajo por cada litro de leche.

g) Corte de la cuajada

Una vez transcurrido 15 a 20 minutos de reposo, la cuajada se corta en direcciones horizontal y vertical de 2 cm² para facilitar la liberación del suero. Este procedimiento fue fundamental, dado que influye directamente en la textura final del queso y en la cantidad de humedad que este pueda retener.

h) Batido

Este proceso se realizó con el propósito de facilitar la separación del suero de la cuajada de forma eficiente. Durante esta etapa, la mezcla se calentó gradualmente hasta alcanzar una temperatura de 40 a 42 °C, favoreciendo la contracción de la cuajada y la expulsión del suero.

i) Desuerado

Luego de la agitación, se dejó sedimentar la cuajada eliminando el 50% del suero del volumen total mediante coladores.

j) Amasado

El suero junto con la cuajada se calentó de forma gradual hasta alcanzar una temperatura de 70 a 75°C. Durante el amasado, se observó que la cuajada adquiere una consistencia más compacta, lisa, brillante y suave, además de presentar una mayor elasticidad.

k) Prueba de hilado

Se tomó una porción de la masa para estirla hasta alcanzar aproximadamente 30 cm de longitud sin que se rompa; este indicador confirmó que el queso había alcanzado la elasticidad adecuada y estaba listo para continuar con el siguiente proceso.

l) Incorporación de orégano y albahaca

Inmediatamente después de la etapa de hilado, se incorporaron las hierbas aromáticas secas y trituradas (orégano y albahaca) con el fin de asegurar una distribución homogénea en la masa del queso. Las concentraciones evaluadas fueron de 0, 0.3, 0.5 y 0.7% respecto al peso total del queso, correspondientes a los diferentes tratamientos experimentales (T1, T2, T3 y T4). Las hierbas utilizadas debían presentar condiciones adecuadas de inocuidad, incluyendo ausencia de humedad y una carga microbiológica mínima, para evitar posibles alteraciones en la calidad del producto final. Debido a que el orégano y la albahaca fueron adquiridos a granel en el mercado modelo de Tumbes, se realizó un tratamiento previo de esterilización. Para ello, se pesaron las cantidades correspondientes a cada tratamiento (T2, T3 y T4) una vez deshidratadas y trituradas. Posteriormente, las muestras se colocaron en bolsas de papel Kraft y, a su vez, en bolsas plásticas resistentes al calor, para ser sometidas a esterilización en autoclave a 121 °C y 1 atm de presión durante 15 minutos. Este procedimiento tuvo como finalidad eliminar posibles microorganismos contaminantes presentes en las hierbas y garantizar la inocuidad del queso mozzarella elaborado.

m) Moldeado

La masa caliente y aromatizada se colocó en bandejas con los moldes de 10 g correspondientes.

n) Salado

Posteriormente se añadió la salmuera previamente preparada al 3%. Los moldes se sumergieron completamente en esta solución y se dejan reposar durante un período de 2 h.

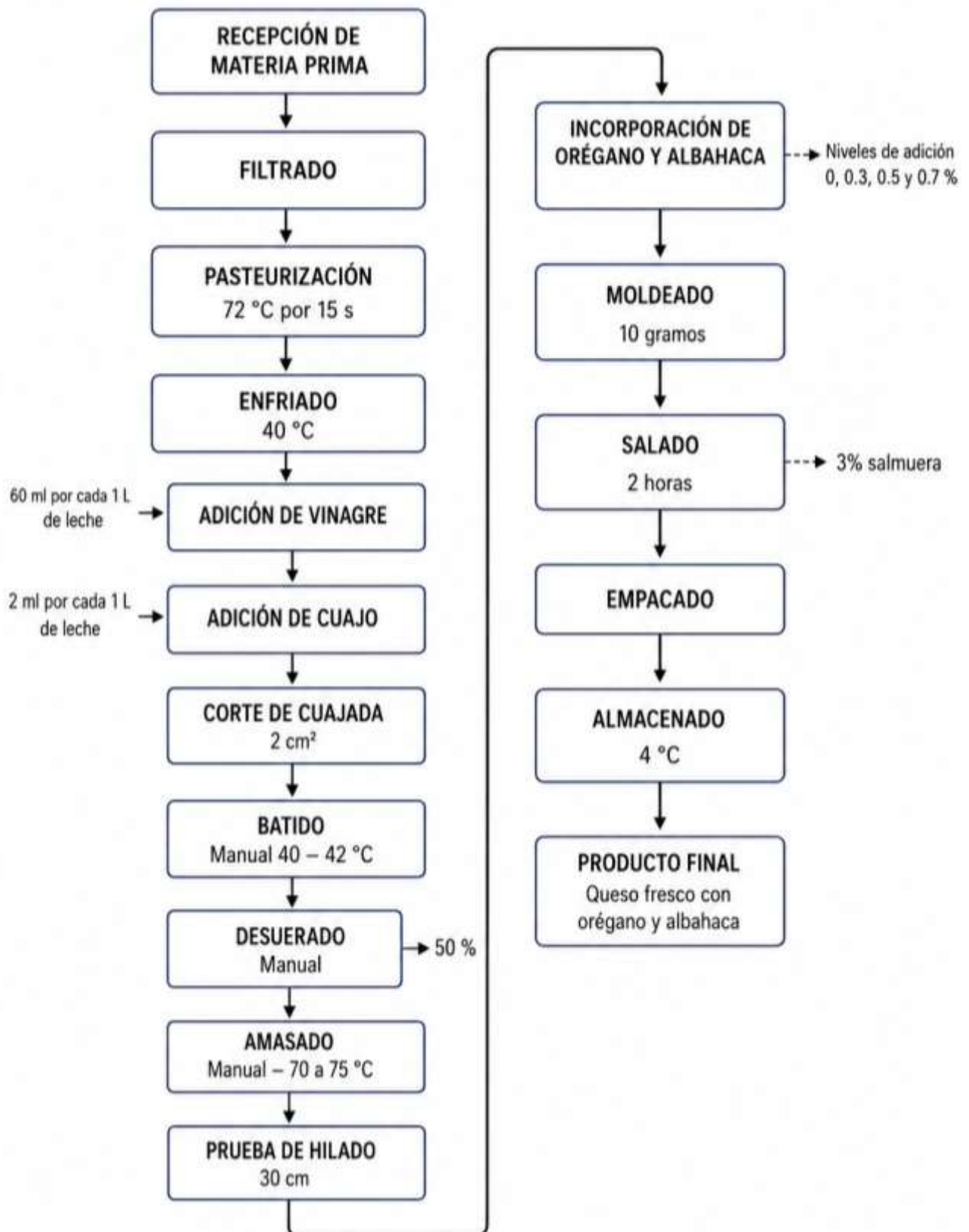
o) Empacado

Los quesos mozzarellas se envasaron en bolsas y en recipientes plásticos herméticos para no exponerlos a cualquier factor que los puede perjudicar.

p) Almacenamiento

Las muestras obtenidas se conservaron bajo refrigeración a una temperatura de 4 °C, las mismas que pueden ser consumidas como queso fresco o dejarse reposar algunos días para intensificar su sabor.

Figura 1. Diagrama de flujo de la elaboración del queso mozzarella



3.4.2. Análisis de vida útil

Teniendo en cuenta la metodología descrita por Aguilar y Fuentes (2022), las evaluaciones se realizaron durante los días 0, 9, 18 y 28 de almacenamiento para los análisis de pH y microbiológicos, mientras que las determinaciones de humedad, grasa y la evaluación organoléptica se realizaron únicamente el día 28, correspondiente al último día de almacenamiento. Durante todo el periodo experimental, los quesos se mantuvieron en refrigeración a una temperatura de 4 °C.

3.4.3. Análisis fisicoquímicos

Se realizó los siguientes análisis considerando la metodología seguida de González (2022), los cuales se basa en:

a) pH: Las determinaciones de pH se realizaron utilizando un pH-metro de la marca HANNA modelo HI98199. Para ello, se preparó una mezcla homogénea a partir de una porción de queso triturado y agua destilada en una proporción 1:1, con la finalidad de obtener una medición adecuada del pH.

b) Humedad: Para la determinación de humedad se emplearon placas Petri previamente taradas. Posteriormente, se colocaron 5 g de muestra de queso mozzarella triturado correspondientes a cada tratamiento, realizando tres repeticiones por análisis. Las muestras fueron sometidas a secado en un horno a 105 °C durante 18 h, hasta alcanzar peso constante, debido a que se aplicó un método gravimétrico.

Finalizado el tiempo de secado, las muestras se retiraron del horno y se dejaron enfriar en un desecador antes de efectuar el pesado final. Este procedimiento tuvo como finalidad eliminar la humedad de las muestras hasta obtener entre 85 y 95 % de materia seca.

$$\% \text{Humedad} = \left[\frac{(\text{Peso de placa con muestra humedad} - \text{Peso de placa con muestra seca})}{(\text{Peso inicial de la muestra})} \times 100 \right]$$

c) Grasa: Las muestras secas de cada tratamiento, analizadas por triplicado, fueron pesadas utilizando una balanza analítica OHAUS modelo PIONEER. Posteriormente, se tomaron aproximadamente 2 g de cada muestra y se colocaron en papel filtro Whatman N.º41, formando cartuchos que fueron introducidos en el extractor Soxhlet correspondiente a cada Baker de Buchi.

Luego, los baker de Buchi fueron previamente pesados en vacío y se adicionaron 150 mL de cloroformo a cada uno. Seguidamente, se conectaron al extractor Soxhlet y al condensador, colocándolos en el equipo extractor de la marca Buchi modelo E-800. El proceso de extracción se realizó durante 1 h y 45 minutos, obteniéndose un promedio de 24 ciclos por muestra y recuperando la mayor parte de solvente utilizado en el frasco receptor del equipo.

Al finalizar la extracción, los baker de Buchi fueron llevados a una estufa a 105 °C durante 24 h para eliminar el solvente residual. Después, se dejaron enfriar en un desecador hasta alcanzar temperatura ambiente y finalmente se pesaron, con el propósito de determinar el contenido de grasa o lípidos presente en cada muestra.

$$\% \text{Lípidos} = \left[\frac{\text{Peso del balón con la muestra seca} - \text{Peso del balón vacío}}{\text{Peso de la muestra en gramos}} \times 100 \right]$$

3.4.4. Análisis microbiológicos

Tomando como base el estudio realizado por Losito *et al.* (2014) sobre el análisis microbiológico en queso mozzarella, en la presente investigación se evaluó la inocuidad y calidad microbiológica del producto mediante la identificación de microorganismos indicadores y patógenos, entre ellos coliformes, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* spp. La determinación de estos microorganismos permitió valorar las condiciones higiénico sanitarias del procesamiento y almacenamiento, debido a que son considerados indicadores relevantes de contaminación fecal, manipulación inadecuada y seguridad microbiológica en productos lácteos.

Para la preparación de las muestras microbiológicas se empleó agua peptonada al 0.1% como diluyente estéril. Se acondicionaron 12 frascos conteniendo 225 mL de agua peptonada, a los cuales se incorporaron posteriormente 25 g de queso mozzarella triturado, obteniéndose una dilución inicial de 10^{-1} . Para la elaboración del diluyente, se calculó un volumen total de 2700 mL, distribuido en tres matraces con 900 mL cada uno, adicionando aproximadamente 0.9 g de peptona por recipiente. Finalmente, los medios preparados fueron sometidos a esterilización en autoclave, con el propósito de asegurar condiciones asépticas adecuadas para el desarrollo de los análisis microbiológicos.

a) Determinación de *Staphylococcus aureus* UFC/g

La determinación de *Staphylococcus aureus* se realizó mediante el uso de Agar Manitol Salado, un medio selectivo utilizado para el crecimiento de estafilococos debido a su elevada concentración de sal y a la capacidad diferencial de este microorganismo para fermentar manitol. Para el análisis se prepararon 12 placas Petri pequeñas de 60 mm de diámetro, utilizando aproximadamente 10 mL de medio por placa. La preparación del medio de cultivo se efectuó de acuerdo con las indicaciones del fabricante, las cuales establecen el uso de 111 g de medio por cada 1000 mL de agua destilada. Sin embargo, debido a que se prepararon únicamente 130 mL de solución, se realizó el cálculo correspondiente mediante una regla de tres, obteniéndose aproximadamente 14.43 g de medio deshidratado. Posteriormente, el medio fue mezclado con agua destilada y calentado hasta ebullición durante 1 minuto para lograr la completa disolución del polvo. Luego, el medio preparado fue esterilizado en autoclave a 121 °C durante 15 minutos. Finalmente, se vertió en placas previamente esterilizadas y en ellas se sembró 50 µL de dilución de los frascos por cada tratamiento, luego se dejó incubar durante un periodo de 24 a 48 h para el desarrollo microbiano (Silvia *et al.*, 2021).

b) Determinación de Coliformes UFC/g

Para la determinación de coliformes se empleó Agar VRBA (*Violet Red Bile Agar*), un medio selectivo utilizado para la enumeración de bacterias coliformes en alimentos. Se prepararon 12 placas Petri con aproximadamente 20 mL de medio cada una, utilizando un volumen total cercano a 250 mL de solución. La preparación del medio se realizó siguiendo las especificaciones del fabricante, las cuales indican el uso de 41.53 g por cada 1000 mL de solución. Mediante el cálculo correspondiente, se determinó la utilización de aproximadamente 10.38 g de medio VRBA para el volumen requerido. Posteriormente, el medio fue mezclado con agua destilada y calentado hasta lograr la completa disolución del polvo, sin necesidad de esterilización en autoclave, luego se sirve en las placas dejándolo enfriar para que solidifique y finalmente se añade 100 µL de la solución de los frascos por tratamiento. Este medio permite la identificación de colonias características de bacterias coliformes, las cuales presentan una coloración rojiza o púrpura debido a la fermentación de lactosa. La detección de estos microorganismos es considerada un indicador de deficiencias higiénicas durante la manipulación, elaboración o procesamiento del queso mozzarella (Gonzales y Abanto, 2021).

c) Determinación de *Escherichia coli* UFC/g

Para la determinación de *Escherichia coli* se preparó caldo tryptone en 12 tubos de ensayo, utilizando aproximadamente 4 mL de medio por tubo, obteniéndose un volumen total de 48 mL. Para la preparación del medio se emplearon cerca de 0.5 g de tryptone y 0.25 g de cloruro de sodio, los cuales fueron disueltos en agua destilada. Posteriormente, con ayuda de una pipeta, se distribuyeron 4 mL de solución en cada tubo con tapa rosca. Luego, los tubos fueron colocados en un soporte y sometidos a esterilización en autoclave. Una vez enfriados, se inocularon adicionando 50 µL de muestra proveniente de cada frasco preparado inicialmente para los tratamientos. Las muestras inoculadas fueron incubadas a 44.5 °C

durante un periodo de 24 a 48 h, temperatura selectiva que favorece el crecimiento de *E. coli*. La presencia de este microorganismo se considera un indicador de contaminación fecal y evidencia posibles deficiencias en las condiciones higiénico-sanitarias durante la manipulación y elaboración del producto (Gonzales y Abanto, 2021).

d) Determinación de *Salmonella* spp UFC/g

Para la detección de *Salmonella* spp. se preparó caldo Selenite como medio selectivo de enriquecimiento, utilizando las partes A y B del medio. Se trabajó con 12 tubos de ensayo conteniendo 4 mL cada uno, empleándose aproximadamente 50 mL de solución total para el análisis. La preparación del medio se realizó siguiendo las indicaciones del fabricante y aplicando la regla de tres para calcular las cantidades requeridas según el volumen utilizado. Para la parte A, cuya formulación indica 19.01 g por cada 1000 mL, se emplearon aproximadamente 0.95 g para 50 mL de solución. En el caso de la parte B, cuya indicación es de 4 g por cada 1000 mL, se utilizaron aproximadamente 0.2 g para el mismo volumen. Ambas partes fueron mezcladas en 50 mL de agua destilada hasta lograr su completa disolución. Posteriormente, se distribuyeron 4 mL de medio en cada uno de los 12 tubos, los cuales fueron tapados y colocados en baño María dentro de un vaso precipitado durante 10 minutos. Luego, los tubos se dejaron enfriar y, transcurrido 24 h desde la preparación inicial de las muestras, se inocularon adicionando 50 µL de cada frasco correspondiente a los tratamientos. Finalmente, los tubos inoculados fueron incubados entre 24 y 48 h bajo condiciones específicas que favorecen el crecimiento de *Salmonella*. En caso de presentarse desarrollo microbiano, las muestras fueron sembradas posteriormente en agar SS para su identificación. La ausencia de este microorganismo es fundamental, debido a que representa un importante riesgo para la salud pública y está asociado a enfermedades transmitidas por alimentos (Silvia *et al.*, 2021).

3.4.5. Análisis Organoléptico

En la presente investigación, la evaluación sensorial del queso mozzarella elaborado con leche de cabra y adicionado con orégano y albahaca secos triturados se llevó a cabo mediante una prueba hedónica de nueve puntos, debido a que este método es uno de los más utilizados para determinar la aceptabilidad de alimentos por parte de los consumidores. La escala hedónica de nueve puntos utilizado en esta pesquisa abarcó categorías desde “me disgusta extremadamente” hasta “me gusta extremadamente”, permitiendo cuantificar el nivel de agrado o desagrado de los panelistas y comparar los resultados entre tratamientos.

Asimismo, la evaluación sensorial se desarrolló siguiendo los lineamientos establecidos por la International Organization for Standardization en la norma ISO 11136:2014, la cual proporciona directrices para la realización de pruebas hedónicas con consumidores en condiciones controladas y recomienda trabajar con un número adecuado de participantes para garantizar la confiabilidad estadística de los resultados. Para ello, se contó con la participación de 30 panelistas no entrenados, alumnos del primer ciclo del programa académico de Ingeniería Agroindustrial, cantidad considerada adecuada para obtener resultados representativos y disminuir la variabilidad experimental. Las muestras fueron codificadas con números aleatorios de tres dígitos para evitar sesgos durante la degustación.

Previamente a la participación en el análisis organoléptico, cada panelista firmó un consentimiento informado, mediante el cual se les explicó el objetivo de la investigación, el procedimiento de evaluación sensorial y la confidencialidad de la información proporcionada. El consentimiento informado constituyó en un requisito ético el cual garantiza que los participantes acepten intervenir de manera libre y voluntaria, con pleno conocimiento de las actividades a realizar y de los posibles riesgos asociados, tomando en cuenta lo referido por Rodríguez (2024).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Características fisicoquímicas del queso mozzarella

4.1.1. Medición de pH en el queso mozzarella

Los resultados obtenidos en la evaluación del pH del queso mozzarella elaborado con leche de cabra mostraron valores comprendidos entre 5.18 y 5.31 en los 4 días evaluados durante los 28 días de almacenamiento en refrigeración. Los tratamientos con mayor concentración de orégano y albahaca, especialmente el T4, presentaron inicialmente valores de pH ligeramente más bajos en comparación con el tratamiento control, observándose posteriormente una estabilización conforme avanzó el periodo de almacenamiento.

Tabla 13. *Valores promedios de pH en el queso Mozzarella*

Tratamientos	Promedio general			
	Día 0	Día 9	Día 18	Día 28
T1	5.26	5.29	5.30	5.29
T2	5.28	5.25	5.30	5.31
T3	5.25	5.23	5.26	5.29
T4	5.19	5.18	5.24	5.28

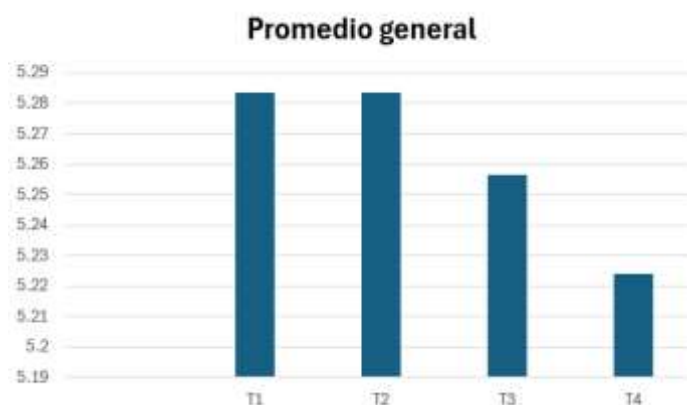


Figura 2. *Resultados de pH en el queso mozzarella*

En los resultados obtenidos, se observa que el incremento de la concentración de orégano y albahaca estuvo acompañado por una ligera disminución del pH promedio. Esta tendencia fue más evidente durante los primeros días de almacenamiento, particularmente en T4, que presentó el menor valor de pH tanto en el día 0 (5.19) como en el día 9 (5.18). Sin embargo, hacia el día 28 los valores tendieron a aproximarse, registrándose 5.29 en T1, 5.31 en T2, 5.29 en T3 y 5.28 en T4.

Lo mencionado anteriormente evidencia que, aunque la concentración más elevada de hierbas produjo una modificación inicial del pH, los tratamientos mostraron un comportamiento relativamente estable durante el almacenamiento. Estos resultados coinciden con lo reportado por Yerlikaya *et al.* (2020), quienes señalaron que la incorporación de hierbas aromáticas como orégano y albahaca durante la elaboración de queso mozzarella puede influir sobre el pH y la acidez del producto.

Zambrano *et al.* (2025) reportaron valores de pH entre 5.41 y 5.42 en quesos mozzarella enriquecidos con hierbas aromáticas, señalando que la incorporación de estas plantas puede generar ligeras modificaciones en las características fisicoquímicas del producto sin afectar su estabilidad. En comparación con los resultados de esta pesquisa, los valores obtenidos en la presente investigación fueron ligeramente inferiores, situándose entre 5.18 y 5.31. Esta diferencia puede estar relacionada con las condiciones particulares empleadas durante la elaboración del queso, especialmente por el uso de leche de cabra, las concentraciones de orégano y albahaca utilizadas y el procedimiento de acidificación aplicado. No obstante, al finalizar los 28 días de almacenamiento, los tratamientos presentaron valores muy próximos entre sí, lo cual evidencia un comportamiento estable del pH.

Asimismo, Borja *et al.* (2022) señalan que un pH comprendido entre 5.2 y 5.6 es favorable para las propiedades funcionales del queso mozzarella, particularmente para el amasado, la extensibilidad y la elasticidad durante el proceso de hilado. De acuerdo con los resultados obtenidos, los

tratamientos T1, T2 y T3 se mantuvieron dentro de este intervalo durante las evaluaciones realizadas, mientras que T4 presentó valores ligeramente inferiores al límite de 5.2 durante los días 0 y 9 (5.19 y 5.18, respectivamente), para posteriormente incrementarse a 5.24 en el día 18 y 5.28 en el día 28. Este comportamiento indica que la concentración de 0.7% produjo una mayor variación inicial del pH, aunque posteriormente el valor se aproximó al rango observado en los demás tratamientos.

La disminución inicial del pH observada en T4 (0.7%) podría estar relacionada con la mayor cantidad de orégano y albahaca incorporada al queso. El orégano contiene compuestos como carvacrol, timol, linalol y otros compuestos volátiles, mientras que la albahaca presenta compuestos como linalool, estragol, eugenol, cinamato de metilo y β -cariofileno. La mayor concentración de estas hierbas en T4 podría haber contribuido a las ligeras modificaciones observadas en las condiciones fisicoquímicas del queso. En consecuencia, la incorporación de orégano y albahaca en concentraciones de 0.3, 0.5 y 0.7% produjo variaciones moderadas en el pH del queso mozzarella, sin observarse una alteración marcada de este parámetro durante los 28 días de almacenamiento refrigerado.

Tabla 14. *Análisis de Varianza en la determinación de pH*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0101	3	0.0034	3.12	0,085	3.49
Dentro de los grupos	0.0098	9	0.0011	-	-	-
Total	0.0226	15	-	-	-	-

El análisis de varianza mostró un valor de $p=0.085$, siendo mayor a 0.05, lo que indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados para la variable pH durante los 4 días evaluados. Asimismo, el

valor de F calculado (3.12), evidencia que las diferencias observadas entre tratamientos fueron menores que la variación experimental interna.

Esto demuestra que las concentraciones de orégano y albahaca no influyen significativamente sobre el comportamiento del pH del queso mozzarella durante el almacenamiento refrigerado.

Tabla 15. *Análisis estadístico de comparación Método de Tukey en la determinación de pH*

Tratamiento	Promedio de pH	Grupo estadístico
T1	5.29	a
T2	5.29	a
T3	5.26	a
T4	5.22	a

La prueba de Tukey confirmó que todos los tratamientos pertenecen a un mismo grupo estadístico, sin diferencias significativas entre sus promedios, estos resultados demuestran que la incorporación de concentraciones de hierbas aromáticas no produjo cambios significativos en el pH.

4.1.2. Medición de humedad del queso mozzarella

El contenido de humedad determinado al final del periodo de almacenamiento (día 28) fueron los siguientes:

Tabla 16. *Porcentaje de Humedad del queso Mozzarella en el 28vo día*

Tratamientos	Promedio del porcentaje de humedad
T1	51.30
T2	55.95
T3	57.88
T4	54.06



Figura 3. Resultados de Humedad en el queso mozzarella

Los porcentajes de humedad obtenidos en los tratamientos evaluados oscilaron entre 51.30 y 57.88%, observando un valor más alto en el tratamiento T3 y un menor valor en el tratamiento control. Estos resultados evidencian que la incorporación de orégano y albahaca influyó en la retención de agua del queso mozzarella.

Los resultados obtenidos guardan relación con lo reportado por Zambrano *et al.* (2025), quienes encontraron valores de humedad entre 48.70 y 53.10% en queso mozzarella enriquecido con hierbas aromáticas. Asimismo, Gaitán (2020) menciona en su pesquisa que el queso mozzarella puede presentar porcentajes de humedad entre 52 y 61%, dependiendo del proceso de elaboración y de los ingredientes incorporados, estos valores son similares a los obtenidos en la presente investigación.

Por otro lado, el incremento de humedad observado en algunos tratamientos podría deberse a la capacidad de las hierbas aromáticas para modificar la estructura de la cuajada durante el proceso de amasado e hilado, favoreciendo una mayor retención de agua. Además, el contenido de humedad también pudo verse influenciado por el proceso de desuerado y por las características propias de la leche de cabra utilizada en la investigación.

Según la clasificación establecida por García (2020), los valores obtenidos corresponden a quesos blandos y muy blandos, condición característica de los quesos mozzarella frescos debido a su elevado contenido de agua.

Tabla 17. *Análisis de varianza (ANOVA) en la determinación de humedad*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	34.789	3	11.596	724.75	1.22E-09	4.07
Dentro de los grupos	0.128	8	0.016	-	-	-
Total	34.917	11	-	-	-	-

En la prueba de ANOVA realizada mostró un valor de $p < 0.05$, indicando que existe diferencia significativa entre tratamientos respecto al contenido de humedad, evidenciando que la incorporación de orégano y albahaca influyó sobre la retención de agua del queso mozzarella.

Tabla 18. *Análisis estadístico de comparación Método de Tukey en la determinación de humedad*

Tratamiento	Promedio	Grupo estadístico
T3 (0.5%)	57.88	a
T2 (0.3%)	55.95	ab
T4 (0.7%)	54.06	ab
T1 (0%)	51.30	d

El tratamiento T3 (0.5%) registró el mayor valor promedio (57.88), asignándosele el grupo estadístico a, presentando diferencias significativas respecto al tratamiento control T1 (0 %), que obtuvo el menor promedio y una designación del grupo estadístico d.

Por su parte, los tratamientos T2 (0.3%) y T4 (0.7%) alcanzaron promedios de 55.95 y 54.06 respectivamente, compartiendo el grupo estadístico ab, lo que indica que no presentaron diferencias significativas ni con T3 ni con T1.

Estos resultados indican que la concentración de 0.5% favoreció una mayor retención de humedad en el queso mozzarella, mientras que las concentraciones intermedias (0.3 y 0.7%) mostraron un comportamiento intermedio. Este efecto podría deberse a modificaciones en la estructura proteica de la cuajada y a una mayor capacidad de retención de agua durante el proceso de hilado.

4.1.3. Medición de grasa en el queso mozzarella

El contenido de grasa del queso mozzarella elaborado con leche de cabra presentó valores entre 9.12 y 10.68%, observándose ligeras variaciones entre tratamientos en el último día de almacenamiento. El tratamiento T4 registro el mayor contenido de grasa, mientras que el tratamiento T1 presento el menor valor.

Tabla 19. *Determinación de porcentaje de grasa en el queso mozzarella*

Tratamientos	Promedio del porcentaje de grasa
T1	9.12
T2	10.32
T3	10.24
T4	10.68

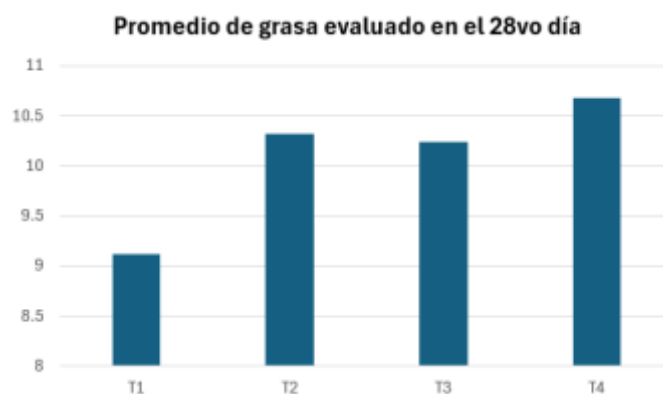


Figura 4. Resultados de grasa en el queso mozzarella

Estos resultados difieren parcialmente de los reportados por Gaitán (2020), quien menciona que el queso mozzarella puede presentar contenidos de grasa entre 16 y 22%. Sin embargo, esta variación podría estar relacionada con el tipo de leche utilizada, debido a que la leche de cabra presenta diferencias composicionales respecto a la leche de vaca y búfala tradicionalmente empleadas en la elaboración de mozzarella. Como lo menciona Guzmán (2023) en su investigación, en la cual señala que la composición química del queso mozzarella depende de diversos factores como el tipo de leche, el proceso de elaboración, el contenido de humedad y las condiciones de almacenamiento. Asimismo, el uso de hierbas aromáticas pudo influir indirectamente en la concentración de grasa debido a modificaciones en la retención de humedad y sólidos durante el proceso de elaboración.

Los resultados obtenidos evidencian que los tratamientos mantuvieron niveles adecuados de grasa para un queso mozzarella fresco, sin presentar alteraciones significativas. Asimismo, el análisis estadístico de los valores obtenidos mostró un valor de F calculado = 184.58, muy superior al valor crítico de F (4.07), y una probabilidad asociada de 2.11E-07 ($p < 0.05$). Estos resultados confirman que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Tabla 20. *Análisis de varianza (ANOVA) con respecto a la determinación de grasa del queso mozzarella.*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3.987	3	1.329	184.58	2.11E-07	4.07
Dentro de los grupos	0.057	8	0.007	-	-	-
Total	4.044	11	-	-	-	-

La variación explicada por los grupos (Suma de cuadrados entre grupos = 3.987) fue muy superior a la variación experimental interna (Suma de cuadrados dentro de los grupos = 0.057), lo que indica que las diferencias observadas se deben al efecto de los tratamientos y no al azar. Por lo tanto, la incorporación de orégano y albahaca sí influyó significativamente sobre el contenido de grasa del queso mozzarella elaborado con leche de cabra en el último día de almacenamiento.

Tabla 21. *Análisis estadístico de comparación utilizando el método de Tukey para la determinación del porcentaje de grasa*

Tratamiento	Promedio	Grupo estadístico
T4 (0.7%)	10.68	a
T2 (0.3%)	10.32	b
T3 (0.5%)	10.24	b
T1 (0%)	9.12	c

La prueba de Tukey mostró que los tratamientos presentaron diferencia significativas entre sí, al asignárseles grupos estadísticos distintos: el tratamiento T4 (0.7%) obtuvo el mayor promedio (10.68) y el grupo a; seguido por T2 (0.3%) con 10.32 y el grupo b; y T3 (0.5%) con 10.24 y el grupo b, mientras que el tratamiento control T1 (0%) registró el menor valor promedio (9.12) y el grupo c.

Todos los tratamientos con las hierbas superaron estadísticamente al control; y la concentración de 0.7% presentó el mayor contenido promedio. Por lo tanto, el contenido de grasa no dependió únicamente de la composición natural de la leche, sino que se vio modificado por la incorporación de las hierbas en las concentraciones evaluadas.

4.2. Análisis microbiológicos

Los análisis microbiológicos realizados durante los días 0, 9, 18 y 28 evidenciaron ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* en todos los tratamientos evaluados. Asimismo, no se registró crecimiento de *Staphylococcus aureus*, excepto en el tratamiento T4.1, correspondiente al día 9. En este tratamiento se apreció un ligero crecimiento con cambio de la coloración del medio a rosado, correspondiente a otras especies de estafilococos.



Figura 5. Lectura microbiológica (*Staphylococcus aureus*) día 9

Estos resultados coinciden con lo reportado por Losito *et al.* (2014), quienes no detectaron *Salmonella spp.* en queso mozzarella elaborado bajo adecuadas condiciones higiénico-sanitarias, tal como ha sido realizado en este estudio. Del mismo modo, García (2020) menciona que los análisis microbiológicos de quesos mozzarella elaborados con leche de cabra mostraron ausencia de *E. coli* y bajos recuentos de *Staphylococcus aureus*. La ausencia de microorganismos patógenos en la presente investigación podría atribuirse a la correcta aplicación del proceso de pasteurización, al manejo higiénico durante la elaboración del queso y al almacenamiento bajo refrigeración a 4 °C. Además, diversos autores indican que el orégano y la albahaca poseen

compuestos antimicrobianos naturales, como timol, carvacrol y linalool, capaces de inhibir el crecimiento microbiano en productos lácteos.

Kunova *et al.* (2023) demostraron que el orégano seco y sus aceites esenciales presentan actividad antimicrobiana significativa frente a bacterias y hongos en quesos almacenados en refrigeración, contribuyendo a prolongar la vida útil del producto. De igual manera, Yerlikaya *et al.* (2020) reportaron que la incorporación de hierbas aromáticas en queso mozzarella favorece la estabilidad microbiológica durante el almacenamiento.

En el día 18 se observaron algunas colonias (2 a 3) en las placas para coliformes de Las repeticiones de los tratamientos como: T1.3, T2.2, T3.1, T3.3 y T4.1; sin embargo, la prueba de coloración Gram mostraron resultados para bacilos Gram positivos, descartando la presencia de coliformes fecales. Esto sugiere que dichos resultados podrían corresponder a contaminación ambiental o microbiota no patógena asociada al proceso de manipulación.

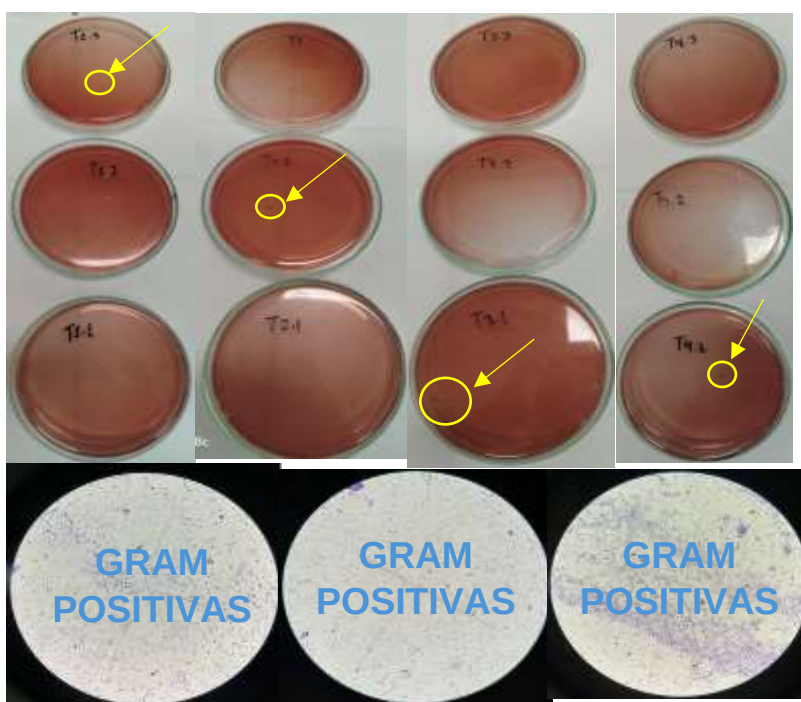


Figura 6. Lectura microbiológica (Coliformes) día 18

La ausencia de crecimiento microbiano observada durante los análisis microbiológicos del queso mozzarella elaborado con leche de cabra puede atribuirse a la interacción de diversos factores intrínsecos y extrínsecos que

favorecieron la estabilidad microbiológica y la inocuidad del producto durante los 28 días de almacenamiento refrigerado.

Entre los principales factores intrínsecos propicios para la conservación de los quesos, destacó el pH del queso mozzarella, cuyos valores oscilaron entre 5.17 y 5.31 durante el almacenamiento. Este rango de acidez generó condiciones poco favorables para el crecimiento de microorganismos patógenos como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. y *Staphylococcus aureus*, debido a que muchos microorganismos alterantes presentan menor capacidad de desarrollo en medios ácidos. Estudios como la de Sánchez *et al.* (2022), en quesos frescos con incorporación de aceites esenciales de orégano reportaron que la estabilidad del pH contribuye significativamente a la conservación microbiológica del producto.

Asimismo, la composición propia de la leche de cabra contribuyó a la estabilidad microbiológica del producto. La leche caprina presenta características fisicoquímicas particulares, como menor tamaño de glóbulos grasos y presencia de compuestos bioactivos que favorecen la estabilidad del queso. Además, el contenido de sal añadido durante el proceso de elaboración ayudó a disminuir parcialmente la actividad de agua del producto, limitando la disponibilidad de agua necesaria para el crecimiento microbiano.

Dentro de los factores extrínsecos, el almacenamiento refrigerado a 4 °C fue uno de los elementos más importantes para evitar el crecimiento microbiano. Según Makhal y Giri (2012), menciona en su investigación que las bajas temperaturas reducen la velocidad de reproducción de bacterias patógenas y microorganismos alterantes, prolongando la vida útil del queso mozzarella.

Cabe resaltar, que la leche de cabra fue sometida a un proceso de pasteurización antes de la elaboración del queso, con el fin de reducir la carga microbiana inicial y garantizar la inocuidad del producto. Asimismo, durante todo el proceso de elaboración se aplicaron buenas prácticas de manufactura, incluyendo la limpieza y desinfección de los utensilios, la esterilización de los materiales utilizados y la adecuada manipulación del producto, con el propósito

de prevenir contaminaciones cruzadas durante el procesamiento y los análisis microbiológicos, siguiendo lo descrito por Makhal, Kumar y Giri (2012).

En conjunto, la interacción entre factores intrínsecos como el pH, la actividad antimicrobiana del orégano y la albahaca, y factores extrínsecos como la refrigeración, pasteurización y buenas prácticas de manufactura, permitieron mantener la estabilidad microbiológica del queso mozzarella elaborado con leche de cabra durante el almacenamiento refrigerado.

4.3. Análisis Organoléptico

Cálculo de promedios a partir de 30 panelistas en los factores (color, olor, textura y sabor), escala hedónica de 9 puntos (1 = me gusta demasiado; 9 = me disgusta demasiado) en el 28vo día de evaluación.

Tabla 22. *Prueba organoléptica del factor color*

ESCALA	COLOR			
	T1	T2	T3	T4
1	11	3	0	2
2	11	4	5	3
3	4	14	14	7
4	3	5	6	9
5	0	4	4	9
6	0	0	0	0
7	1	0	1	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
Suma total	64	93	103	110
Promedio	2.13	3.10	3.43	3.67

El valor de probabilidad es ($p < 0.05$), por lo que se confirma que existe diferencia significativa en la valoración del color entre los tratamientos evaluados.

Tabla 23. *Análisis de varianza (ANOVA) para el factor color*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	12.093	3	4.031	12.97	7.92×10^{-8}	2.68
Dentro de los grupos	33.547	108	0.311	-	-	-
Total	45.640	111	-	-	-	-

Tabla 24. *Prueba tukey para el factor color*

Tratamiento	Promedio	Grupo estadístico
T1 (0%)	2.13	a
T2 (0.3%)	3.10	b
T3 (0.5%)	3.43	bc
T4 (0.7%)	3.67	c

El tratamiento control (T1) presentó la mayor aceptación estadística, diferenciándose significativamente de los tratamientos que incorporaron hierbas. Por su parte, T2 mostró una aceptación intermedia, mientras que T3 y T4 presentaron cierta similitud estadística, destacándose T4 como el tratamiento con mayor concentración de hierbas y menor valoración en este atributo sensorial. Los resultados estadísticos confirman que la adición de orégano y albahaca modifica de forma proporcional y significativa la percepción del color del queso mozzarella elaborado con leche de cabra.

En los resultados de la valoración del olor muestran promedios cercanos entre todos los tratamientos: el tratamiento control registró 2.40; T3 (0.5%) obtuvo 2.50; T2 (0.3%) alcanzó 2.57; y T4 (0.7%) presentó 2.87. Estos valores indican una percepción general favorable, con una ligera tendencia a mayor intensidad aromática en la dosis más elevada, sin que ello implique rechazo.

Tabla 25. Prueba organoléptica para el factor olor

ESCALA	OLOR			
	T1	T2	T3	T4
1	9	3	5	5
2	11	15	17	6
3	4	7	5	11
4	3	3	1	5
5	2	1	1	2
6	0	1	1	1
7	1	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
Suma total	72	77	75	86
Promedio	2.40	2.57	2.50	2.87

Tabla 26. Análisis de varianza (ANOVA) para el factor olor

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.823	3	0.608	2.19	0.094	2.68
Dentro de los grupos	29.947	108	0.277	—	—	—
Total	31.770	111	—	—	—	—

Tabla 27. Prueba tukey para el factor olor

Tratamiento	Promedio	Grupo estadístico
T1 (0%)	2.40	a
T3 (0.5%)	2.50	a
T2 (0.3%)	2.57	a
T4 (0.7%)	2.87	a

El análisis de varianza (ANOVA) confirmó la ausencia de diferencia significativa ($p > 0.05$), resultado respaldado por la prueba de Tukey que agrupó todas las muestras en una sola categoría. Esto evidencia que la adición de orégano y albahaca en las concentraciones estudiadas no enmascaró el aroma lácteo característico del queso mozzarella, sino que aportó notas herbales suaves que los panelistas percibieron como complementarias y agradables.

Tabla 28. Prueba organoléptica para el factor textura

ESCALA	TEXTURA			
	T1	T2	T3	T4
1	5	7	4	2
2	12	4	8	6
3	5	8	5	10
4	5	7	9	10
5	2	0	2	1
6	1	4	2	1
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
Suma total	80	91	83	95
Promedio	2.67	3.03	2.77	3.17

Los promedios obtenidos de la evaluación de la textura fueron muy cercanos entre sí: el tratamiento control alcanzó 2.67; T3 (0.5%) registró 2.77; T2 (0.3%) obtuvo 3.03; y T4 (0.7%) presentó 3.17. Estos valores reflejan una percepción general favorable, con una ligera variación que no implica cambios notorios en la consistencia, elasticidad o jugosidad percibida.

El análisis de varianza de este parámetro (ANOVA) determinó la ausencia de diferencia significativa ($p > 0.05$), resultado respaldado por la prueba de Tukey que agrupó todos los tratamientos en una sola categoría. Esto

demuestra que la adición de orégano y albahaca en las concentraciones empleadas no afectó la estructura fibrosa y elástica característica del queso mozzarella, atributo que depende principalmente del proceso de hilado y de la integridad de las proteínas lácteas

Tabla 29. *Análisis de varianza (ANOVA) para el factor textura*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.923	3	0.641	2.21	0.091	2.68
Dentro de los grupos	31.287	108	0.290	—	—	—
Total	33.210	111	—	—	—	—

Tabla 30. *Prueba tukey para el factor textura*

Tratamiento	Promedio	Grupo estadístico
T1 (0%)	2.67	a
T3 (0.5%)	2.77	a
T2 (0.3%)	3.03	a
T4 (0.7%)	3.17	a

En la evaluación del sabor, el tratamiento control (T1, 0 % de hierbas) obtuvo el promedio más bajo (2.40), lo que refleja preferencia por el sabor lácteo suave y característico de la leche de cabra, sin matices adicionales. Los tratamientos con adición de orégano y albahaca presentaron promedios progresivamente mayores: T2 (0.3%) alcanzó 3.13; T3 (0.5%) registró 3.50; y T4 (0.7%) obtuvo 3.77, lo que indica que no fueron tan aceptables en comparación a la muestra control debido a la intensidad del sabor herbal que aumentó proporcionalmente con la concentración empleada, entre mayor concentración de orégano y albahaca menos fue la aceptabilidad

Tabla 31. Prueba organoléptica para el factor sabor

ESCALA	SABOR			
	T1	T2	T3	T4
1	6	4	2	3
2	13	4	3	2
3	5	10	5	6
4	5	8	10	8
5	1	4	5	6
6	0	0	2	2
7	0	0	1	1
8	0	0	1	1
9	0	0	1	1
Suma total	72	94	105	113
Promedio	2.40	3.13	3.50	3.77

Tabla 32. Análisis de varianza (ANOVA) para el factor sabor

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	11.827	3	3.942	12.41	1.34×10^{-7}	2.68
Dentro de los grupos	34.260	108	0.317	—	—	—
Total	46.087	111	—	—	—	—

El análisis de varianza (ANOVA) reveló diferencia altamente significativa ($p < 0.001$), confirmadas por la prueba de Tukey que agrupa las muestras en tres categorías estadísticas diferenciadas. Aún con estas variaciones, todos los valores se mantuvieron dentro del rango de aceptación favorable de la escala, sin registros de rechazo generalizado. El tratamiento T2 (0.3%) mostró el mejor equilibrio entre el sabor lácteo y las notas herbales, mientras que T3 (0.5%) mostró mayor intensidad sin perder aceptación;

en contraste, T4 (0.7%) fue percibido con sabor herbal excesivo, que enmascara parcialmente las características propias del queso.

Tabla 33. *Prueba tukey para el factor sabor*

Tratamiento	Promedio	Grupo estadístico
T1 (0%)	2.40	a
T2 (0.3%)	3.13	b
T3 (0.5%)	3.50	bc
T4 (0.7%)	3.77	c

El análisis integral de los cuatro atributos (color, olor, textura y sabor) permitió establecer que el tratamiento T2 (0.3%) y el T3 (0.5%) fueron los más aceptables por los panelistas, con un ligero predominio del T2 (0.3%) al presentar valores más cercanos al control en todos los parámetros y un equilibrio adecuado entre las características originales del queso y los matices aportados por las hierbas. Por su parte, el T3 (0.5%) mantuvo una aceptación favorable, aunque con una intensidad ligeramente mayor en color y sabor que no generó rechazo. El tratamiento T4 (0.7%), si bien no obtuvo calificaciones de rechazo, se diferenció negativamente por una percepción excesiva de los atributos herbales.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Yerlikaya *et al.* (2020) y Zambrano *et al.* (2025), quienes señalan que concentraciones de 0.3% a 0.5% de hierbas aromáticas constituyen el rango óptimo para productos lácteos, ya que permiten incorporar propiedades conservantes naturales sin comprometer la aceptación sensorial ni las propiedades intrínsecas del alimento. Asimismo, se confirma que el color y el sabor son los atributos más sensibles a la concentración de aditivos vegetales, mientras que aroma y textura presentan mayor estabilidad ante estas variaciones en las dosis evaluadas.

V. CONCLUSIONES

1. La adición de orégano y albahaca evaluado en concentraciones de 0.3 y 0.5% no alteró significativamente el pH del queso mozzarella elaborado con leche de cabra evaluado en los 4 días, manteniéndose en el rango de 5.18 a 5.31, adecuado para conservar sus propiedades funcionales y evitar el desarrollo de microorganismos patógenos.
2. El contenido de humedad evaluado en el último día de almacenamiento, presentó diferencia significativa entre tratamientos, siendo la concentración de 0.5% la que registró el mayor valor (57.88%), lo que evidencia que las hierbas favorecen la retención hídrica de la matriz quesera sin modificar su clasificación como queso blando.
3. El contenido de grasa evaluado en el 28vo día, mostró diferencia significativa, con todos los tratamientos que incorporaron hierbas superando estadísticamente al control; la concentración de 0.7% obtuvo el mayor promedio (10.68%), ajustándose a los rangos establecidos para quesos mozzarella semigrasos.
4. Los análisis microbiológicos en los 4 días de evaluación confirmaron la ausencia total de *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* en todos los tratamientos y tiempos de evaluación, así como ausencia de *Staphylococcus aureus* salvo en el día 9, en el que se observó un caso, descartado como especie no patógena; las colonias de coliformes registradas el día 18 correspondieron a bacterias Gram positivas no patógenas, demostrando la inocuidad del producto y el efecto conservador natural de las hierbas.

5. En la evaluación organoléptica correspondiente al día 28, se encontraron diferencia altamente significativa en el atributo de sabor, mientras que olor, color y textura no mostraron variaciones estadísticas relevantes. El tratamiento con 0.3% de orégano y albahaca respectivamente fue el que alcanzó el mejor equilibrio entre las características propias del queso y los matices aportados por las hierbas, seguido muy de cerca por la concentración de 0.5%; la dosis de 0.7% fue la menos valorada al presentar una intensidad excesiva de atributos herbales.
6. El tratamiento control presentó la mayor aceptación estadística, diferenciándose de todos los tratamientos con hierbas. T2 muestra una aceptación intermedia, mientras que T3 y T4 comparten similitud parcial, siendo la dosis máxima, la menos valorada.

VI. RECOMENDACIONES

1. Los hallazgos respaldan el potencial de estas hierbas aromáticas como ingredientes naturales para la conservación de quesos frescos; sin embargo, se requieren evaluaciones adicionales con mayores tiempos de almacenamiento y comparación directa de vida útil para determinar con mayor precisión el grado de extensión de la vida útil del producto.
2. Se recomienda realizar las determinaciones de humedad y grasa en los cuatro días de evaluación, ya que estos análisis no se efectuaron en todas las fechas durante la presente investigación. Esto permitiría evaluar con mayor precisión la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.
3. Asimismo, se recomienda ampliar la evaluación organoléptica durante todo el período de estudio, con el fin de obtener información más completa y confiable sobre los cambios en las características sensoriales del queso. La ausencia de estos datos limitó el alcance de los resultados y la solidez de las conclusiones obtenidas.
4. Utilizar concentraciones de orégano y albahaca iguales o superiores a las que presentaron mejor comportamiento microbiológico y sensorial en este estudio, debido a que dichos tratamientos permitieron mantener la calidad del queso mozzarella durante el periodo de almacenamiento evaluado.
5. Evaluar el comportamiento microbiológico del queso en periodos superiores a 28 días de almacenamiento, considerando que no se detectó presencia de *Escherichia coli* ni *Salmonella spp.* durante el tiempo evaluado, lo que permitiría establecer con mayor precisión el límite real de vida útil del producto.

6. Incorporar el monitoreo de la actividad de agua (a_w) en futuras investigaciones, ya que los cambios observados en el contenido de humedad sugieren que este parámetro podría influir directamente en la estabilidad microbiológica y en la conservación del producto. Asimismo, evaluar otros parámetros importantes en este tipo de investigación como índice de acidez y peróxidos, colorimetría, sólidos solubles, características físicas, entre otros.
7. Dada la estabilidad de la textura y el aroma observada en el estudio, se recomienda difundir esta formulación como una opción natural, libre de conservantes sintéticos, que aprovecha el potencial de la leche de cabra y los recursos vegetales locales de la región.
8. Profundizar en el estudio compuestos bioactivos presentes en el orégano y la albahaca, debido a que la estabilidad microbiológica observada en los tratamientos podría estar relacionada con la acción antimicrobiana de compuestos como timol, carvacrol y linalool.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar , A., & Fuentes, M. (2022). *Características sensoriales, fisicoquímicas y compuestos bioactivos en el queso fresco, elaborado con aguaymanto (Physalis peruviana L.) osmodeshidratada y semillas de chía (Salvia hispanica L.)*. Tesis, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, La Merced. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2730/1/T026_73442365_T.pdf
- Benassila , S., Boussif, K., Mamouni, R., & Achenchem, F. (6 de mayo de 2025). Effects of oregano and rosemary essential oils on the physicochemical, microbiological and organoleptic characteristics of fresh cheese. *ScienceDirect*, 4. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foohum.2025.100609>
- Borja Mayorga, D. F., Chuiza Rojas, M. R., & Andrade Avalos, M. L. (junio de 2022). Obtención de queso mozzarella, mediante el diseño de un proceso industrial, en la provincia de Chimborazo, cantón Colta. *AlfaPublicaciones*, 4(2.2), 146–169. doi:<https://doi.org/10.33262/ap.v4i2.2.228>
- Damásio , M. H., Valle, J. L., Oliveira, A. J., & Bernardi, M. R. (2000). Producción de queso mozzarella de leche de búfala mediante métodos tradicionales y acidificación directa. *Food Science and Technology International*, 138-144. doi:<https://doi.org/10.1590/s0101-20612000000200002>
- Díaz De León, C. I., Gonzáles Alvarez, M., Guzmán Lucio, M. A., Núñez Guzmán, G. R., & Moreno Limón, S. (25 de Noviembre de 2020). El orégano de los géneros Lippia (Verbenaceae) y Poliomintha (Lamiaceae) en el Estado de Nuevo León, México. *Scielo*(50). Obtenido de

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682020000200001

Farías, C., Cisternas, C., Morales, G., Muñoz, L., & Valenzuela, R. (agosto de 2022). Albahaca: Composición química y sus beneficios en salud. *Scielo*, 49(4). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182022000500502>

Gaitán Moreno, M. A. (2020). *Estudio de una linea de elaboración de queso mozzarella ecológico a partir de leche de búfala y de vaca*. Grado Academico, Universidad politécnica de Madrid. Obtenido de [https://oa.upm.es/56979/1/TFG_MATIAS_ALEJANDRO_GAITAN_MOREN O.pdf](https://oa.upm.es/56979/1/TFG_MATIAS_ALEJANDRO_GAITAN_MOREN_O.pdf)

Galarza Arboleda, L. M., & Ñauñay Flores, L. C. (2023). *Diseño y Construcciones de una linea de producción de queso mozzarella para el laboratorio de procesos industriales, facultad de ciencias, Espoch*. Proyecto Técnico, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/20324/1/96T00932.pdf>

Garcia , C., Chacón , G., & Molina , M. (2021). Evaluación de la vida útil de una pasta de tomate mediante pruebas aceleradas por temperatura. *Redalyc*, 21(2), 31-38. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/441/44170525002.pdf>

Garcia Quispe, D. H. (2020). *Optimización de parámetros de hilado y rendimiento de queso mozzarella en una marmita semiautomática*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5703/T010_21298416_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gonzales , J., & Abanto , M. (2021). Calidad de los derivados lácteos producidos en la Región Amazonas, Perú. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 5(1), 50–57. doi:<https://doi.org/10.25127/aps.20211.759>

- Gonzalez Perez , C. H. (2022). *Caracterización Fisicoquímica de almidón de residuos y especies vegetales producidos en Amazonas - Perú*. Chachapoyas . Obtenido de <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/3276/Gonzalez%20Perez%2C%20Cristhian%20Humberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gutierrez , C., Machaca, Y., Machaca , D., Mamani, L., & Quispe , C. (2021). *Elaboración de queso mozzarella aromatizado con orégano (Origanum vulgare)*. Universidad nacional de Juliaca , Juliaca. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/504840584/Elaboracion-de-Queso-Mozarella-Con-Oregano>
- Guzmán Guzmán, J. M. (2023). *Evaluación de queso mozzarella elaborado a partir de tres tipos de leche de mamíferas domésticas*. Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19080/1/27T00622.pdf>
- Jara Solís , F. (2018). *Comparación del análisis tradicional de la escala hedónica de 9 puntos, que da resultados sesgados, con un nuevo tipo de análisis basado en la teoría de detección de señales llamado el índice R para ordenamiento*. Universidad de Costa Rica. Obtenido de <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/items/353978bf-be6e-4384-b93e-2f9620d6b59b>
- Jaramillo, M. (2020). *Evaluación de vida útil en quesos producidos en Cayambe*. Tesis , Facultad de ingeniería y ciencias aplicadas , Cayambe. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12270/1/UDLA-EC-TIAG-2020-24.pdf>
- Kačániová, M., Joanidis, P., Lakatošová, J., Kunová, S., Benešová, L., Ikromi, K., . . . Boboev, K. (2024). Effect of Essential Oils and Dried Herbs on the Shelf Life of Fresh Goat Lump Cheese. *Foods*, 13(13). doi:<https://doi.org/10.3390/foods13132016>

Kunová, S., Taglieri, I., Haščík, P., Hsouna, A. B., Mnif, W., Venturi, F., . . . Kacániová, M. (15 de Diciembre de 2023). Dried Herbs as an Easy-to-Use and Cost-Effective Alternative to Essential Oils to Extend the Shelf Life of Sheep Lump Cheese. *Foods*(12), 24. doi:<https://doi.org/10.3390/foods12244487>

Losito, F., Arienzo, A., Bottini, G., Priolisi, F., Mari, A., & Antonini, G. (2014). Seguridad microbiológica y calidad del queso mozzarella evaluadas mediante el método de análisis microbiológico. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 46-55. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2013-7026>

Makhal, S., Kumar, S., & Giri, A. (2012). Effectiveness of thymol in extending keeping quality of cottage cheese. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 2022–2029. doi:<https://doi.org/10.1007/s13197-012-0715-y>

Matos Mosqueda, L. (junio de 2020). Estudio tecnoeconómico de la producción de leche de cabra en polvo. *Scielo*, 17(33). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372020000100106&script=sci_arttext

Mera Sigcha, N. M. (2021). *Efecto de técnicas de coagulación ácido enzimática sobre las características funcionales y rendimiento de quesos tipo mozzarella*. Universidad técnica del norte, Ibarra. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11053/2/03%20EIA%20516%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

MINAGRI. (2017). *Decreto Supremo N.º 007-2017-MINAGRI: Reglamento de la leche y productos lácteos*. Gobierno del Perú, Perú. Obtenido de https://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/DS_7_2017_MINAGRI.pdf

Patiño Montaña, S. (2014). *Adaptación tecnológica para la elaboración de queso mozzarella en el cantón Quilanga*. Tesis. Obtenido de

<https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/10718/1/Patino%20Montano%20Susana%20Judith.pdf>

Possas, A., Bonilla Luque, O., & Valero, A. (7 de Febrero de 2021). From Cheese-Making to Consumption: Exploring the Microbial Safety of Cheeses through Predictive Microbiology Models. *National Center for Biotechnology Information*, 10(2). doi:<https://doi.org/10.3390/foods10020355>

Rodriguez Gomez, R. (2024). Consentimiento informado en investigación clínica: revisión de la literatura 2012-2022. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 25(1). doi:<https://doi.org/10.18359/rlbi.6729>

Sánchez Zamora , N., Cepeda Rizo , M., Tamez Garza , K., Rodriguez Romero, B., Sinagawa Garcia , S., Luna Maldonado , A., . . . Méndez Zamora, G. (2022). Oregano essential oil in panela-type cheese: its effects on physicochemical, texture and sensory parameters. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 13(1), 258–271. doi:<https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i1.5567>

Silva, J. (2020). *Elaboración de queso mozzarella*. Obtenido de <https://campuseducativo.santafe.edu.ar/wp-content/uploads/Pr%C3%A1cticas-Profesionalizantes-EETP-484-Queso-Mozzarella-pdf.pdf>

Silvia , M., Carvalho, A., Andretta, M., & Nero , L. (2021). Presence and growth prediction of *Staphylococcus* spp. and *Staphylococcus aureus* in Minas Frescal cheese, a soft fresh cheese produced in Brazil. *Journal of Dairy Science*, 104(12), 12312–12320. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2021-20633>

Trujillo Miranda , C. (2020). *Estudio del proceso de elaboración del queso fresco y madurado en la región Puno*. Universidad Peruana Unión , Juliaca . Obtenido de <https://core.ac.uk/download/478794308.pdf>

Yerlikaya, O., Akan , E., Yildiz Bayram, O., Demet Karaman, A., & Kinik , O. (2020). The influence of plant addition to some physicochemical, textural,

- microstructural, melting ability and sensory properties of Mozzarella cheese. *Dairy/Mljekarstvo*, 70(4). doi:<https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2020.0408>
- Yerlikaya, O., Akan, E., Bayram, O., Karaman, A., & Kinik, O. (20 de Agosto de 2020). The influence of plant addition to some physicochemical, textural, microstructural, melting ability and sensory properties of Mozzarella cheese. *Revista Internacional de Investigación Alimentaria*, 13. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/98882313/354102-libre.pdf?1676887692=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DThe_influence_of_plant_addition_to_some.pdf&Expires=1748037372&Signature=M9CQ-HhY~ICjDf8wIMlmK5nIW6ObxV-lgtzXNIN46CB0v-MqpNVYEE16
- Ygnacio, A. (2021). *Diseño de un sistema de gestión basado en la norma ISO 22000:2005 para garantizar la seguridad alimentaria en una empresa de producción de queso fresco*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo , Lambayeque. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9373>
- Zambrano Diaz, L. L., Baño Paredes, J. I., & Quiñonez Alvarado, M. (2025). Efecto de la chillangua (*Eryngium Foetidum*) y orégano orejón (*Plectranthus Amboinicus*) sobre la calidad y compuestos antioxidantes del queso mozzarella. *Código Científico Revista de Investigación*, 6(E1), 1437-1459. Obtenido de <http://www.revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/view/781/1591>

ANEXOS

Anexo 1. *Proceso de higienización y esterilización*



Foto 1.1. higienización y esterilización de superficies y materiales

Anexo 2. *Elaboración del queso mozzarella*



Foto 2.1. Recepción, Filtrado y Pasteurización de la leche



Foto 2.2. Enfriado, Adición de Vinagre, Adición de Cuajo



Foto 2.3. Corte de cuajada, Batido, Desuerado



Foto 2.4. Amasado, Prueba de Hilado, Incorporación de Orégano y Albahaca



Foto 2.5. Moldeado, Salado



Foto 2.6. Empacado y Almacenado

Anexo 3. *Análisis Fisicoquímicos del queso mozzarella*



Foto 3.1. Medición de pH



Foto 3.2. Medición de Humedad



Foto 3.3. Extracción de Grasa

Anexo 4. Evaluación Microbiológica



Foto 4.1. Recepción de medios



Foto 4.2. Preparación de Medios



Foto 4.3. Dilución de medios



Foto 4.4. Autoclavado de medios y Frascos



Foto 4.5. Servir medios en placas



Foto 4.6. Dilución Madre



Foto 4.7. Inoculación Microbiana



Foto 4.8. Incubación microbiológica

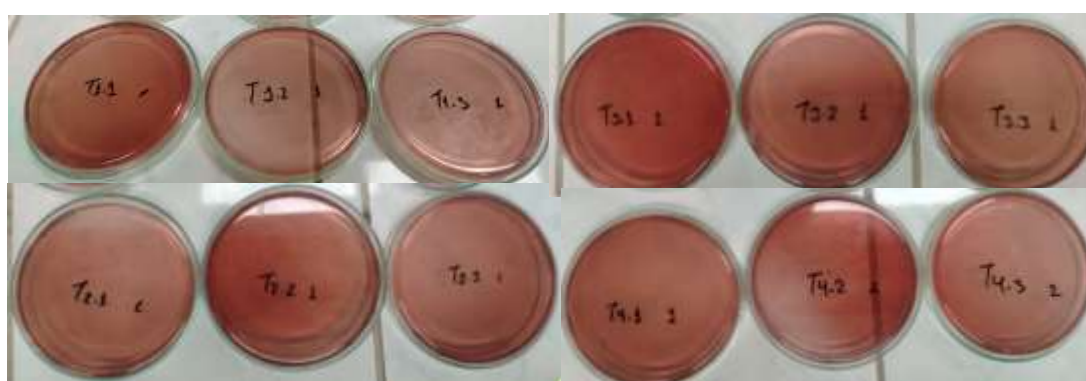


Foto 4.9. Lectura microbiológica (Coliformes) día 1

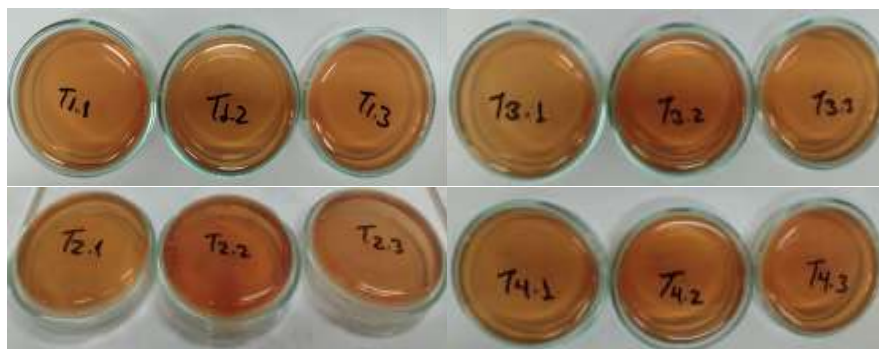


Foto 4.10. Lectura microbiológica (*Staphylococcus aureus*) día 1



Foto 4.11. Lectura microbiológica (*Escherichia coli* y *Salmonella*) día 1

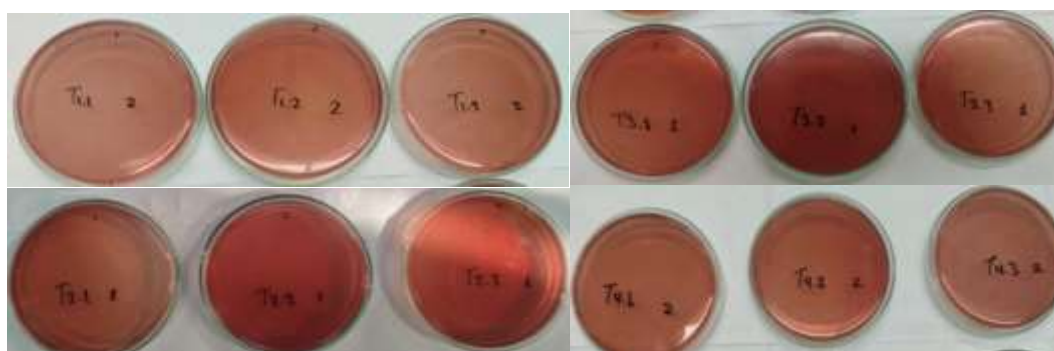


Foto 4.12. Lectura microbiológica (Coliformes) día 9

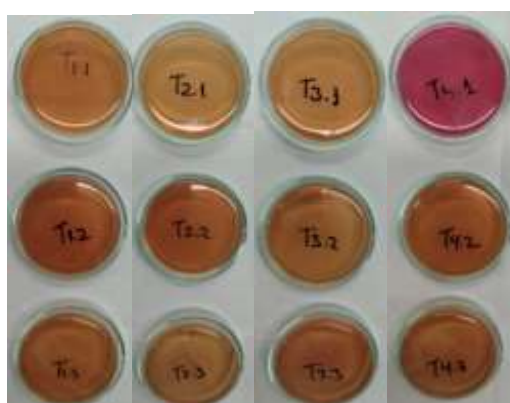


Foto 4.13. Lectura microbiológica (*Staphylococcus aureus*) día 9



Foto 4.14. Lectura microbiológica (*Escherichia coli* y *Salmonella*) día 9

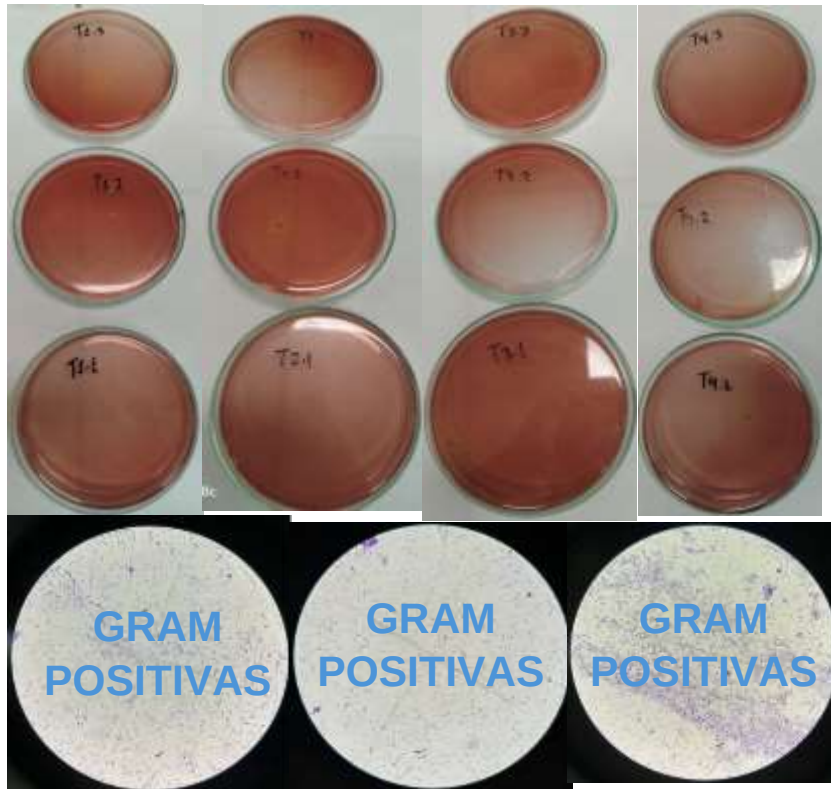


Foto 4.15. Lectura microbiológica (Coliformes) día 18

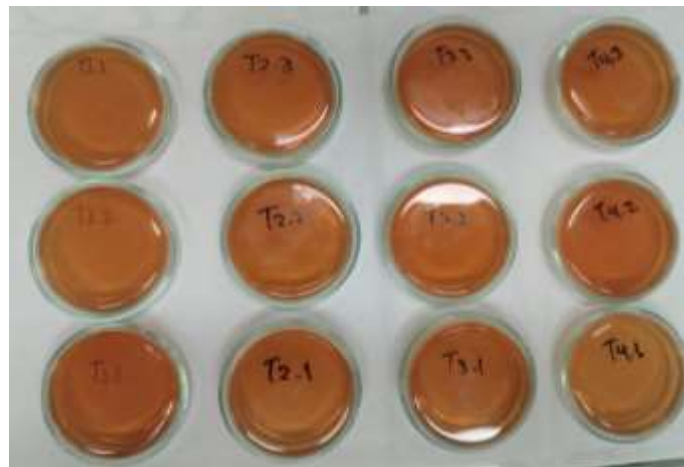


Foto 4.16. Lectura microbiológica (*Staphylococcus aureus*) día 18



Foto 4.17. Lectura microbiológica (*Escherichia coli* y *Salmonella*) día 18

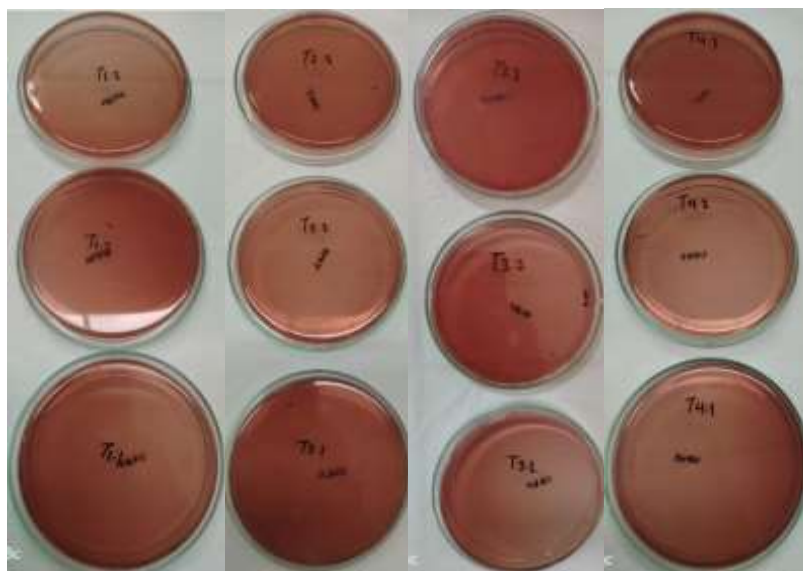


Foto 4.18. Lectura microbiológica (Coliformes) día 28

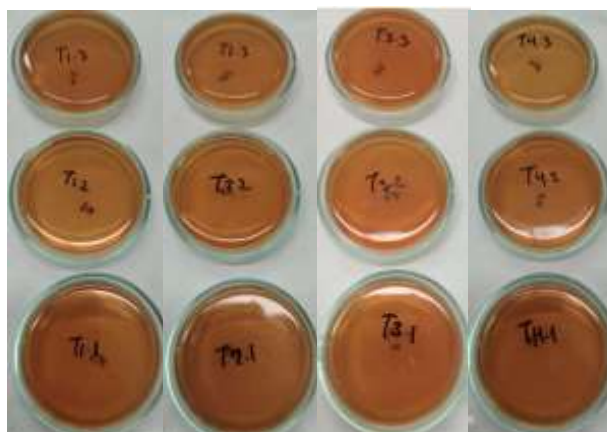


Foto 4.19. Lectura microbiológica (*Staphylococcus aureus*) día 28



Foto 4.20. Lectura microbiológica (*Escherichia coli* y *Salmonella*) día 28

Tabla 34. Evaluación microbiológica - Día 1

Tratamientos		Primera evaluación microbiológica – Día 1			
		S. Aureus	Coliformes	E. Coli	Salmonella
T1	T1.1	0	0	0	Ausencia
	T1.2	0	0	0	Ausencia
	T1.3	0	0	0	Ausencia
T2	T2.1	0	0	0	Ausencia
	T2.2	0	0	0	Ausencia
	T2.3	0	0	0	Ausencia
T3	T3.1	0	0	0	Ausencia
	T3.2	0	0	0	Ausencia
	T3.3	0	0	0	Ausencia
T4	T4.1	0	0	0	Ausencia
	T4.2	0	0	0	Ausencia
	T4.3	0	0	0	Ausencia

Tabla 35. Evaluación microbiológica - Día 9

Tratamientos		Segunda evaluación microbiológica – Día 9			
		S. Aureus	Coliformes	E. Coli	Salmonella
T1	T1.1	0	0	0	Ausencia
	T1.2	0	0	0	Ausencia
	T1.3	0	0	0	Ausencia
T2	T2.1	0	0	0	Ausencia
	T2.2	0	0	0	Ausencia
	T2.3	0	0	0	Ausencia
T3	T3.1	0	0	0	Ausencia
	T3.2	0	0	0	Ausencia
	T3.3	0	0	0	Ausencia
T4	T4.1	C. color	0	0	Ausencia
	T4.2	0	0	0	Ausencia
	T4.3	0	0	0	Ausencia

Tabla 36. Evaluación microbiológica - Día 18

Tratamientos		Tercera evaluación microbiológica – Día 18			
		S. Aureus	Coliformes	E. Coli	Salmonella
T1	T1.1	0	0	0	Ausencia
	T1.2	0	0	0	Ausencia
	T1.3	0	1	0	Ausencia
T2	T2.1	0	0	0	Ausencia
	T2.2	0	2	0	Ausencia
	T2.3	0	0	0	Ausencia
T3	T3.1	0	1	0	Ausencia
	T3.2	0	0	0	Ausencia
	T3.3	0	2	0	Ausencia
T4	T4.1	0	3	0	Ausencia
	T4.2	0	0	0	Ausencia
	T4.3	0	0	0	Ausencia

Tabla 37. Evaluación microbiológica - Día 28

Tratamientos		Cuarta evaluación microbiológica – Día 28			
		S. Aureus	Coliformes	E. Coli	Salmonella
T1	T1.1	0	0	0	Ausencia
	T1.2	0	0	0	Ausencia
	T1.3	0	0	0	Ausencia
T2	T2.1	0	0	0	Ausencia
	T2.2	0	0	0	Ausencia
	T2.3	0	0	0	Ausencia
T3	T3.1	0	0	0	Ausencia
	T3.2	0	0	0	Ausencia
	T3.3	0	0	0	Ausencia
T4	T4.1	0	0	0	Ausencia
	T4.2	0	0	0	Ausencia
	T4.3	0	0	0	Ausencia

Anexo 5. Evaluación Organoléptica

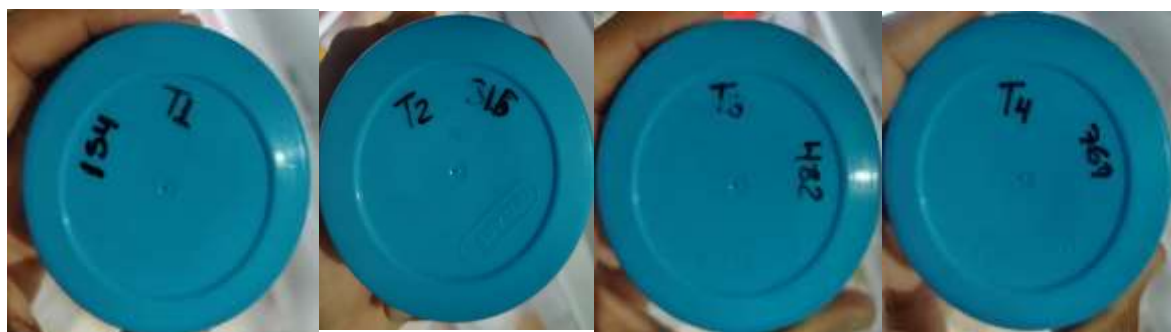


Foto 5.1. Tratamientos con códigos aleatorios



Foto 5.2. Evaluación de 30 panelistas

Anexo 6. Consentimiento informado para análisis organoléptico

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

Título del estudio:

"Efecto de diferentes concentraciones de orégano y albahaca sobre la vida útil del queso mozzarella elaborado con leche de cabra."

Investigador:

Kevin Anthony Villalta Revollo
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial

Estimado(a) participantes:

Usted está siendo invitado(a) a participar en una evaluación sensorial (análisis organoléptico) de muestras de queso mozzarella elaborado con leche de cabra, como parte de un trabajo de investigación académica.

El objetivo de esta evaluación es conocer el nivel de aceptación del producto en función de sus características organolépticas, tales como color, olor, textura y sabor.

Procedimiento:

- Se le proporcionarán 4 muestras de queso mozzarella, codificadas con números para garantizar el anonimato de los tratamientos.
- Deberá probar cada muestra y calificarla utilizando una escala hedónica de 9 puntos, según su grado de agrado o desagrado.
- La evaluación tendrá una duración aproximada de 15 a 20 minutos.

Riesgos y consideraciones:

- El producto es apto para el consumo humano, debido a que no contiene sustancias tóxicas que puedan comprometer la inocuidad del alimento ni la salud de los panelistas.
- No obstante, no debe participar si presenta alergia o intolerancia a productos lácteos.
- No existen riesgos mayores asociados a esta actividad.

Confidencialidad:

Toda la información proporcionada será confidencial y utilizada únicamente con fines académicos. No se registrará su nombre en los resultados, garantizando su anonimato.

Participación voluntaria:

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede retirarse en cualquier momento sin ninguna consecuencia.

Anexo 7. Ficha de evaluación de prueba organoléptica

Anexo 3. FICHA DE EVALUACIÓN DE PRUEBA ORGANOLÉPTICA

SEXO: Femenino EDAD: 18 FECHA: 21/04/2026

INSTRUCCIONES: Frente a usted se presenta una muestra de queso mozzarella. Se solicita que evalúe los parámetros solicitados los cuales son: color, olor, textura y sabor. Indique con una (x) en el lugar que corresponda. Recuerde tomar agua entre cada muestra.

Escala:

1= Me gusta demasiado 2= Me gusta mucho 3= Me gusta moderadamente 4= Me gusta ligeramente

5= No me gusta ni me disgusta 6= Me disgusta ligeramente 7= Me disgusta moderadamente 8=

Me disgusta mucho 9= Me disgusta demasiado

	Tratamiento 315	Tratamiento 482	Tratamiento 769	Tratamiento 154
Color	☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9	☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9	☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
Olor	☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9	☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9	☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9	☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
Textura	☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9	☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9	☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9	☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
Sabor	☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9	☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9	☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9	☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

Anexo 8. Consentimiento debidamente firmado por los estudiantes de 1er ciclo de la escuela profesional de Agroindustrias

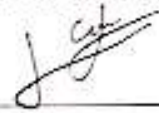
Beneficios:

No recibirá compensación económica; sin embargo, su participación contribuirá al desarrollo de un estudio académico en el área de alimentos.

Declaración de consentimiento:

Yo, Carlos Gonzales Malaga, declaro que:

- He sido informado(a) sobre el propósito del estudio.
- He comprendido el procedimiento de evaluación.
- Acepto participar de manera voluntaria en el análisis organoléptico.

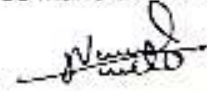
Firma del participante: 

DNI: 61446450

Fecha: 30/04/26

Yo, Nayely Peña Olaya, declaro que:

- He sido informado(a) sobre el propósito del estudio.
- He comprendido el procedimiento de evaluación.
- Acepto participar de manera voluntaria en el análisis organoléptico.

Firma del participante: 

DNI: 60533423

Fecha: 30/04/26

Yo, Almendra Galvez Saldarriaga, declaro que:

- He sido informado(a) sobre el propósito del estudio.
- He comprendido el procedimiento de evaluación.
- Acepto participar de manera voluntaria en el análisis organoléptico.

Firma del participante: 

DNI: 61544903

Fecha: 30/04/26

Anexo 9. Consentimiento debidamente firmado por los estudiantes de 1er ciclo de la escuela profesional de Agroindustrias

Yo, Jeanpier Santamaria Lopez, declaro que:

- He sido informado(a) sobre el propósito del estudio.
- He comprendido el procedimiento de evaluación.
- Acepto participar de manera voluntaria en el análisis organoléptico.

Firma del participante: 

DNI: 61380242

Fecha: 30/04/2026

Yo, Ricardo Antonio Castro Jimenez, declaro que:

- He sido informado(a) sobre el propósito del estudio.
- He comprendido el procedimiento de evaluación.
- Acepto participar de manera voluntaria en el análisis organoléptico.

Firma del participante: 

DNI: 61513166

Fecha: 30/04/26

Yo, Shersy Ivalle Silva, declaro que:

- He sido informado(a) sobre el propósito del estudio.
- He comprendido el procedimiento de evaluación.
- Acepto participar de manera voluntaria en el análisis organoléptico.

Firma del participante: 

DNI: 60592241

Fecha: 30/04/26

Yo, Leiliana Jazmin Darias Yunque, declaro que:

- He sido informado(a) sobre el propósito del estudio.
- He comprendido el procedimiento de evaluación.
- Acepto participar de manera voluntaria en el análisis organoléptico.

Firma del participante: 

DNI: 61448384

Fecha: 30/04/26