

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Caracterización sensorial de un queso semi-madurado tipo Tilsit, saborizado con chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*)”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Alimentos

AUTOR: Nazareno Chasin John Emerson

TUTOR: Ing. Jácome Lema Edwin Alexander Mgtr.

Tulcán, 2026.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante, Nazareno Chasin John Emerson con el número de cédula 085087950-3 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Caracterización sensorial de un queso semi-madurado tipo Tilsit, saborizado con chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*)"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

Ing. Jácome Lema Edwin Alexander Mgtr.

TUTOR

Tulcán, agosto de 2026

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Nazareno Chasin John Emerson con cédula de identidad número 085087950-3 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Nazareno Chasin John Emerson

AUTOR

Tulcán, agosto de 2026

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Nazareno Chasin John Emerson ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Caracterización sensorial de un queso semi-madurado tipo Tilsit, saborizado con chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*)" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Nazareno Chasin John Emerson

AUTOR

Tulcán, agosto de 2026

AGRADECIMIENTO

Al culminar con satisfacción este Proyecto de Integración Curricular, deseo expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este importante logro académico y profesional. En primer lugar, agradezco a Dios, por ser mi guía constante, brindarme fortaleza, sabiduría y perseverancia durante cada etapa de mi formación universitaria. Su bendición me permitió superar los desafíos encontrados en el camino y alcanzar esta meta tan significativa en mi vida. A mi querida madre, Auxiliadora Chasin, le expreso mi eterna gratitud por su amor incondicional, sacrificio, apoyo constante y confianza depositada en mí. Gracias por ser mi inspiración diaria, por sus consejos oportunos y por acompañarme con paciencia y dedicación en cada paso de este proceso. Este logro también es suyo, porque con su esfuerzo y ejemplo me enseñó el valor de la responsabilidad, la perseverancia y el trabajo honesto.

Mi reconocimiento y agradecimiento a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, institución que me abrió sus puertas y me brindó los conocimientos, valores y herramientas necesarias para mi formación profesional. Gracias por fomentar una educación de calidad y contribuir al desarrollo de futuros profesionales comprometidos con la sociedad. De manera especial, expreso mi agradecimiento a mi tutor de investigación Ing. Jácome Lema Edwin Alexander Mgr., por su valiosa orientación, dedicación, paciencia y acompañamiento durante el desarrollo de este trabajo. Sus conocimientos, observaciones y recomendaciones fueron fundamentales para la culminación exitosa de este proyecto.

Asimismo, hago extensivo mi agradecimiento a todos los docentes que integran la Carrera de Ingeniería en Alimentos, quienes a lo largo de mi formación compartieron generosamente sus conocimientos, experiencias y enseñanzas. Su compromiso con la educación ha contribuido significativamente a mi crecimiento académico, profesional y humano. Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de una u otra manera, aportaron con su apoyo, motivación y confianza para que este sueño se convierta hoy en una realidad.

**** A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento. ****

DEDICATORIA

Dedico este Proyecto de Integración Curricular, en primer lugar, a Dios, por iluminar mi camino, fortalecer mi espíritu y permitirme alcanzar esta importante meta profesional. A mi madre, Auxiliadora Chasin, por ser el ejemplo de esfuerzo, valentía y perseverancia que ha guiado cada uno de mis pasos. Su amor y confianza han sido la base fundamental de este logro.

A mi abuela, María Molina, y a mi padre de crianza, Nevio Mina, por sus enseñanzas, valores y constante motivación, que contribuyeron a mi crecimiento personal y académico. A mi pareja, Sandra Isabel Macuace, por su compañía, comprensión y apoyo durante este proceso.

A mi familia y amigos, quienes con su aliento, afecto y respaldo hicieron más llevadero este camino y fortalecieron mi determinación para cumplir este objetivo. Este logro simboliza que la disciplina, la dedicación y la fe permiten transformar los desafíos en oportunidades y los sueños en realidades. Con profundo cariño, respeto y gratitud, dedico este logro a quienes hicieron posible que hoy alcance una de las metas más importantes de mi vida.

John Emerson Nazareno Chasin

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN	16
I. EL PROBLEMA.....	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3. JUSTIFICACIÓN	18
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	19
1.4.1. Objetivo General	19
1.4.2. Objetivos Específicos.....	19
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.2. MARCO TEÓRICO	22
2.2.1. Leche	22
2.2.2. Quesos semi-madurados	25
2.2.3. El queso Tilsit o Tilsiter.....	28
2.2.4. Queso Tilsit según las normas	29
2.2.5. Maduración	30
2.2.6. Tendencias de quesos semi-madurados saborizados con especias y hierbas aromáticas.....	32
2.2.7. Adición de especias en alimentos	34
2.2.8. Chillangua (<i>Eryngium foetidum</i> L.)	34
2.2.9. Chirarán (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	36
2.2.10. Deshidratación.....	38
III. METODOLOGÍA	40

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	40
3.1.1. Enfoque	40
3.1.2. Tipo de Investigación	40
3.2. HIPÓTESIS	40
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	40
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	44
3.4.1. Método.....	44
3.4.2. Técnicas	50
3.5. RECURSOS	53
3.5.1. Recursos Materiales	53
3.5.2. Recursos Tecnológicos	53
3.5.3. Recursos Bibliográficos	54
3.5.4. Recursos Humanos.....	54
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	54
3.6.1. Estadística descriptiva	54
3.6.2. Estadística inferencial.....	54
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
4.1. RESULTADOS	57
4.1.1. Control de calidad de las materias primas.	57
4.1.2. Deshidratación de las especias chillangua y Chirarán.	58
4.1.3. Rendimiento global de la masa del proceso (Queso Tilsit)	59
4.1.4. Parámetros fisicoquímicos	60
4.1.5. Análisis estadístico fisicoquímico	61
4.1.6. Análisis estadístico sensorial.....	64
4.1.7. Evaluación microbiológica	69
4.2. DISCUSIÓN	70
4.2.1. Calidad de las materias primas	70
4.2.2. Deshidratación de la chillangua y el chirarán	70

4.2.3. Rendimiento del queso semi-madurado tipo Tilsit	71
4.2.4. Rendimiento global del producto final	71
4.2.5. Parámetros fisicoquímicos del queso semi-madurado tipo Tilsit	72
4.2.6. Evaluación sensorial	73
4.2.7. Evaluación microbiológica del queso semi-madurado tipo Tilsit	75
4.2.8. Discusión integradora.....	76
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
5.1 CONCLUSIONES.....	77
5.2 RECOMENDACIONES	78
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
VII. ANEXOS	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales especies productoras de leche para consumo humano.....	23
Tabla 2. Parámetros de calidad de la leche de vaca.....	23
Tabla 3. Clasificación de la leche según su origen	23
Tabla 4. Clasificación de la leche según contenido de grasa	24
Tabla 5. Clasificación de la leche según tratamiento térmico.....	24
Tabla 6. Composición química promedio de la leche de vaca	24
Tabla 7. Valor nutricional promedio de la leche bovina	25
Tabla 8. Propiedades fisicoquímicas de la leche.....	25
Tabla 9. Principales quesos semi-madurados	26
Tabla 10. Composición química promedio de quesos semi-madurados.....	27
Tabla 11. Valor nutricional promedio de quesos semi-madurados.....	27
Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos de quesos semi-madurados	27
Tabla 13. Microorganismos asociados a la maduración	28
Tabla 14. Factores que afectan la maduración	28
Tabla 15. Clasificación tecnológica del queso tilsit	30
Tabla 16. Composición química del queso tilsit según el codex cxs 270-1968.....	30
Tabla 17. Características sensoriales del queso tilsit	30
Tabla 18. Condiciones generales de maduración del queso tilsit.....	31
Tabla 19. Factores que influyen en la maduración	31
Tabla 20. Procesos bioquímicos asociados a la maduración	32
Tabla 21. Funciones tecnológicas de las especias.....	34
Tabla 22. Taxonomía de <i>eryngium foetidum</i>	34
Tabla 23. Principales compuestos químicos presentes en <i>eryngium foetidum</i>	35
Tabla 24. Propiedades funcionales de la chillangua	36
Tabla 25. Taxonomía de <i>ocimum basilicum</i>	36
Tabla 26. Principales compuestos bioactivos presentes en <i>ocimum basilicum</i>	37
Tabla 27. Propiedades funcionales de <i>ocimum basilicum</i>	38
Tabla 28. Beneficios de la deshidratación de alimentos	39
Tabla 29. tipos de deshidratación utilizados en alimentos	39
Tabla 30. Operacionalización de las variables independientes y dependientes.....	42
Tabla 31. Control microbiológico de las especias chillangua y chirarán antes del proceso de deshidratación.....	57

Tabla 32. Control de calidad de la leche cruda.	57
Tabla 33. Rendimiento de chillangua y chirarán después de la deshidratación, molienda y tamizado.	58
Tabla 34. Rendimiento del producto final y distribución de los tratamientos experimentales del queso semi-madurado tipo tilsit.	60
Tabla 35. Tratamientos en la obtención de los análisis fisicoquímicos del queso semi-madurado tipo tilsit con la incorporación de especias.	60
Tabla 36. Resumen de anova por variable.	61
Tabla 37. Pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas.	62
Tabla 38. Resumen de pruebas kruskal-wallis.	62
Tabla 39. Comparaciones significativas de tukey por variables.	63
Tabla 40. Medias y grupos homogéneos por variable.	63
Tabla 41. Frecuencias porcentuales para color.	65
Tabla 42. Frecuencias porcentuales para olor.	65
Tabla 43. Frecuencias porcentuales para sabor.	66
Tabla 44. Frecuencias porcentuales para textura.	66
Tabla 45. Frecuencias porcentuales para calificación general.	66
Tabla 46. Resultados del test de friedman por atributo sensorial	68
Tabla 47. Tamaño del efecto para el test de friedman mediante w de kendall.	68
Tabla 48. Comparaciones significativas después del ajuste del valor p.	68
Tabla 49. evaluación microbiológica del queso semi-madurado tipo tilsit después de 45 días de maduración según la nte inen 1528.	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la deshidratación de las especias chillangua y chirarán.	44
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración del queso semi-madurado tipo tilsit saborizado con chillangua y chirarán.	46
Figura 3. Curva de deshidratación de las especias.	59
Figura 4. Chillangua fresca.	87
Figura 5. Chillangua limpia.	87
Figura 6. Chirarán fresco.	87
Figura 7. Muestras de las especias para análisis microbiológico.	87

Figura 8. Resultados microbiológicos de las especias.....	87
Figura 9. Resultados fisicoquímicos de la leche cruda.....	87
Figura 10. Pesos de la chillangua fresca y deshidratada.	88
Figura 11. Pesos del chirarán fresco y deshidratada.	88
Figura 13. Especias trituradas.	88
Figura 12. Especias en el horno a 48°C por 20h.	88
Figura 14. Peso y envasado del chirarán.	88
Figura 15. Peso y envasado de la chillangua.	88
Figura 16. Agua con cloro, alcohol y agua caliente para el control de la elaboración.	89
Figura 17. Obtención de la cuajada.	89
Figura 18. Pasteurización de la leche.	89
Figura 19. Corte de la cuajada.....	89
Figura 20. Especias esterilizadas para agregarlas al queso.....	89
Figura 21. Presión de 3 a 6 psi en los quesos.	89
Figura 22. Cuarto de maduración de los quesos (día 1).	89
Figura 23. Cuarto de maduración de los quesos (día 45).	90
Figura 25. Incubación de las placas.	90
Figura 24. Obtención de las muestras de queso para agregar las en las placas petrifilm.	90
Figura 26. Contador de colonias.	90
Figura 27. Resultados de la evaluación de s. aureus.....	90
Figura 28. Resultados de la evaluación de mohos y levaduras.....	91
Figura 29. Resultados de la evaluación e. coli.	91
Figura 30. Muestras para las evaluaciones fisicoquímicas.....	91
Figura 31. Filtración de la muestra para análisis de ph y acidez.	91
Figura 32. Resultados de titulación de acidez.	91
Figura 33. Hexano para la determinación del porcentaje de grasa.....	91
Figura 34. Determinación del porcentaje de proteína por el método de kjeldahl.	92
Figura 35. Evaluación sensorial (catación) del queso tilsit.....	92
Figura 36. Muestra de los quesos semi-madurados tipo tilsit saborizados con chillangua y chirarán.	92

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	85
Anexo 2. Evaluación de las materias primas.	87
Anexo 3. Deshidratación de las especias chillangua y chirarán.....	88
Anexo 4. Elaboración del queso tilsit saborizado con las especias chillangua y chirarán.	89
Anexo 5. Evaluación microbiológica.	90
Anexo 6. Evaluación fisicoquímica.....	91
Anexo 7. Evaluación sensorial.....	92
Anexo 8. Ficha de evaluación sensorial.....	93
Anexo 9. Norma técnica ecuatoriana nte inen 2604:2012.....	96

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de un queso semi-madurado tipo Tilsit saborizado con las especias chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*), como una alternativa innovadora para diversificar la producción láctea de la provincia del Carchi - Ecuador. El estudio surgió ante la necesidad de desarrollar productos con valor agregado que contribuyan al aprovechamiento de los excedentes de leche y al fortalecimiento de la industria quesera regional. Para ello, se elaboraron seis tratamientos con la incorporación de las especias chillangua y chirarán en concentraciones de 0,15 %, 0,25 % y 0,35 % respectivamente y un tratamiento control. Se consideró un periodo de maduración de 45 días bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa. Se evaluaron parámetros fisicoquímicos como pH, acidez titulable, humedad, grasa y proteína, utilizando metodologías oficiales de la AOAC. Adicionalmente, se realizó una evaluación sensorial mediante una prueba de aceptación aplicada a 80 jueces no entrenados, considerando los atributos de color, olor, sabor, textura y aceptación general. Los resultados evidenciaron que el tratamiento T2, correspondiente a la incorporación de 0,25 % de chillangua (*Eryngium foetidum*), presentó el mejor desempeño tecnológico y sensorial, registrando valores adecuados de pH (5,368), acidez titulable (0,703 %), humedad (38,603 %), grasa (30,403 %) y proteína (31,143 %). Además, alcanzó la mayor aceptación sensorial por parte de los evaluadores, en la categoría de me gusta moderadamente, mostrando diferencias estadísticamente significativas respecto al tratamiento control en los atributos de olor, sabor, textura y aceptación general. Alcanzando la mayor aceptación sensorial por parte de los evaluadores.

Palabras Claves: Queso semi-madurado Tilsit, Chillangua (*Eryngium foetidum*), Chirarán (*Ocimum basilicum*), evaluación sensorial, especias no convencionales.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physicochemical and sensory characteristics of a semi-aged Tilsit-style cheese flavored with the spices chillangua (*Eryngium foetidum*) and chirarán (*Ocimum basilicum*), as an innovative alternative to diversify dairy production in the province of Carchi, Ecuador. The study arose from the need to develop value-added products that contribute to the utilization of milk surpluses and the strengthening of the regional cheese industry. To this end, six treatments were prepared by incorporating the spices chillangua and chirarán at concentrations of 0.15%, 0.25%, and 0.35%, respectively, along with a control treatment. A 45-day ripening period was observed under controlled temperature and relative humidity conditions. Physicochemical parameters such as pH, titratable acidity, moisture, fat, and protein were evaluated using official AOAC methodologies. Additionally, a sensory evaluation was conducted via an acceptance test administered to 80 untrained judges, assessing the attributes of color, odor, flavor, texture, and overall acceptance. The results showed that treatment T2, corresponding to the addition of 0.25% chillangua (*Eryngium foetidum*), exhibited the best technological and sensory performance, recording adequate values for pH (5.368), titratable acidity (0.703%), moisture (38.603%), fat (30.403%), and protein (31.143%). Furthermore, it achieved the highest sensory acceptance among the evaluators in the "moderate appeal" category, showing statistically significant differences compared to the control treatment in the attributes of smell, taste, texture, and overall acceptance. It achieved the highest sensory acceptance among the evaluators.

Keywords: semi-ripened Tilsit cheese; Chillangua (*Eryngium foetidum*); Chirarán (*Ocimum basilicum*); sensory evaluation; unconventional spices.

INTRODUCCIÓN

La producción lechera representa una de las principales actividades agropecuarias de la provincia del Carchi, constituyendo una fuente importante de ingresos para numerosos productores. Sin embargo, la sobreproducción de leche registrada en los últimos años ha generado dificultades económicas debido a la disminución de los precios y a la limitada capacidad de transformación industrial. En este contexto, la elaboración de productos con mayor valor agregado, como los quesos semi-madurados, surge como una estrategia para fortalecer la competitividad del sector lácteo y diversificar la oferta de productos disponibles en el mercado.

El queso tipo Tilsit es un queso semi-madurado reconocido por su textura firme, sabor suave y características sensoriales apreciadas por los consumidores. No obstante, existe la necesidad de desarrollar productos innovadores que incorporen ingredientes naturales capaces de mejorar su aceptación comercial. En este sentido, la chillangua (*Eryngium foetidum*) y el chirarán (*Ocimum basilicum*) son especias aromáticas con propiedades antioxidantes, antimicrobianas y sensoriales que podrían aportar atributos diferenciadores al producto final.

La presente investigación evaluó el efecto de la incorporación de estas especias en un queso semi-madurado tipo Tilsit mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. Para ello, se elaboraron diferentes tratamientos con distintos porcentajes de saborización, manteniendo condiciones controladas de procesamiento y maduración. Además, se determinó la aceptación del producto mediante pruebas sensoriales aplicadas a consumidores no entrenados.

Los resultados obtenidos permiten generar información técnica sobre el uso de especias no convencionales en quesos semi-madurados, contribuyendo al desarrollo de productos innovadores que potencien el aprovechamiento de la producción láctea regional y respondan a las nuevas tendencias de consumo.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Ecuador, el sector lácteo es fundamental para el desarrollo económico, especialmente en la provincia del Carchi, la cual se encuentra en el octavo puesto con 285.074 litros de leche producidos por día a nivel nacional. Gracias a sus suelos y a su ubicación fronteriza, desarrolló una ganadería de alta calidad genética. En los últimos años, la región ha enfrentado una sobreproducción de leche, generando problemas para los productores, la industria y la economía local, ya que la oferta supera la demanda, generando excedentes que no encuentran mercado, lo cual impacta negativamente a los productores, ya que ven una reducción en los precios. (Brassel y Hidalgo, 2007)

La producción de quesos en la provincia del Carchi representa aproximadamente el 25% de la producción total de leche. Esto se traduce en alrededor de 90,000 litros de leche utilizados para elaborar cerca de 20,000 quesos diarios. En la región se producen diversos tipos de quesos, incluyendo quesos frescos, amasados, mozzarella, quesos maduros etc. Sin embargo, la producción de quesos maduros es bastante limitada; solo un pequeño porcentaje, aproximadamente el 2.2%, proviene de cuatro industrias lecheras dedicadas a este tipo de queso.

La escasa diversificación hacia quesos madurados se debe a varios factores: la falta de conocimientos técnicos, el prolongado tiempo de maduración requerido, la necesidad de inversión en equipos especializados y una baja percepción de demanda. A pesar de contar con una excelente materia prima y una rica tradición quesera, el reconocimiento y consumo de quesos madurados en la región sigue siendo limitado. (Martínez, 2023)

En la región costera del Ecuador, hay numerosas plantas que ofrecen beneficios funcionales y aportan características nutricionales y sensoriales a los alimentos. Entre estas plantas se encuentran especias como la chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*) que, aunque son poco conocidas en la sierra ecuatoriana, poseen propiedades culinarias destacadas. A pesar de su diversidad y

potencial, el desconocimiento de estas especias en la región andina limita su uso en la producción de quesos madurados, impidiendo así la mejora de las características sensoriales de estos productos. (Cheme, 2023)

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto de la adición de chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*) en las características sensoriales de un queso semi-madurado tipo Tilsit?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La incorporación de las especias chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*) en la elaboración de queso semi-madurado tipo Tilsit surge como una alternativa tecnológica para incrementar el valor agregado de la producción láctea de la provincia del Carchi. Estas especies vegetales fueron seleccionadas debido a su contenido de compuestos bioactivos, aceites esenciales y metabolitos secundarios con potencial antioxidante y antimicrobiano, los cuales influyen favorablemente en las características sensoriales, fisicoquímicas del queso durante el proceso de maduración. Además, su utilización permite desarrollar productos diferenciados e innovadores, contribuyendo a la diversificación de la oferta quesera regional y al aprovechamiento de recursos vegetales poco utilizados en la industria láctea ecuatoriana. Investigaciones recientes señalan que ambas especies contienen compuestos funcionales capaces de favorecer la conservación de alimentos y contribuir al desarrollo de productos con mayor valor agregado, convirtiéndose en alternativas viables para su aplicación en la industria alimentaria. (Nevijo et al., 2024)

Entre estos compuestos destacan los fenólicos, flavonoides y aceites esenciales, los cuales presentan actividad antioxidante y antimicrobiana. Estas propiedades pueden retardar los procesos de oxidación lipídica, contribuyendo a preservar la calidad sensorial del queso durante el almacenamiento y la maduración. Asimismo, pueden limitar el crecimiento de microorganismos alterantes y patógenos, favoreciendo la inocuidad y prolongando la vida útil del producto. (Bailón y Zambrano, 2018)

Adicionalmente, la incorporación de estas especias puede influir en los procesos bioquímicos asociados a la maduración, favoreciendo la formación de compuestos aromáticos y mejorando atributos sensoriales como sabor, aroma y textura. De esta manera, su utilización representa una alternativa tecnológica para el desarrollo de

quesos semi-madurado con características diferenciadas y potencial aceptación por parte de los consumidores.

En este contexto, la elaboración de un queso semi-madurado tipo Tilsit saborizado con chillangua y chirarán permitirá evaluar el potencial de estas especias como ingredientes funcionales y sensoriales, generando información científica que contribuya al desarrollo de nuevos productos lácteos con valor agregado y al fortalecimiento de la cadena productiva láctea de la provincia del Carchi.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Caracterizar sensorialmente el queso semi-madurado tipo Tilsit, saborizado con chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*).

1.4.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar la formulación de un queso semi-madurado con la incorporación de especias chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*).
- Determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del queso semi-madurado tipo Tilsit saborizado con las especias.
- Determinar la aceptabilidad sensorial del queso semi-madurado tipo Tilsit con un panel no entrenado.

1.4.3. Preguntas de Investigación

1. ¿Cuál es la formulación óptima para la elaboración de un queso semi-madurado tipo Tilsit saborizado con chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*)?
2. ¿Qué efectos tienen las especias chillangua y chirarán en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del queso semi-madurado tipo Tilsit?
3. ¿Cuál es la aceptación sensorial del queso tipo Tilsit semi-madurado cuando se incorpora chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*)?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Cicenia (2011). Realizó un estudio donde se centró en evaluar el impacto de diferentes tipos de fermentos lácticos en la calidad del queso Tilsit. El objetivo principal fue identificar el fermento y su concentración óptima que mejoren las características fisicoquímicas y sensoriales del queso. Las variables del experimento como independientes están presente el tipo de fermento donde se probaron fermentos termófilos, mesófilos y una mezcla de ambos. Donde la concentración de fermento que utilizó fue con dos niveles de concentración (0.5% y 1%). Variables dependientes: características organolépticas: Sabor, aroma, textura. Propiedades fisicoquímicas: pH, contenido de grasa, humedad. El método que utilizó fue un diseño experimental con replicados para asegurar la validez de los resultados con una duración de 120 días para evaluar su evolución y como tamaño de la muestra se utilizaron 240 litros de leche, produciendo un total de 24 quesos. (Cicenia, 2011)

Manríquez (2022). Realizó un experimento por triplicado bajo un diseño completamente aleatorizado donde se desarrollaron dos fases. La primera, referente a la contextualización del queso, evaluando materia prima proveniente de dos razas de ganado, tipo de microorganismos y la temperatura final de desuerado donde se obtuvo el mejor tratamiento mediante un análisis sensorial, correspondiente a el uso de leche de raza Pixán, cultivo láctico *L. delbrueckii* y *L. helveticus*, temperatura de desuerado de 44°C y madurado por 28 días. Con este tratamiento se procedió a la segunda fase, en la que se evaluó la adición de salsas y el recubrimiento a la corteza, donde presentó mayor aceptabilidad el tratamiento saborizado con pesto, madurado por 28 días y con un recubrimiento de especies deshidratadas. Los mejores tratamientos fueron sometidos a un análisis de grasa, proteína y humedad dando como resultado 39%, 10,5% y 51% respectivamente, porcentajes que se encuentran dentro de NTE INEN 2607. En el análisis microbiológico se determinó la ausencia de *Enterobacteriaceas* y *Staphylococcus aureus*, denotando que el producto es completamente inocuo. Mediante estas afirmaciones se concluyó que la leche de raza Pixán cumple con los parámetros fisicoquímicos requeridos para la elaboración

de quesos madurados debido a su alto contenido de macronutrientes. Al mejor tratamiento de la primera fase se adicionó 2 tipos de salsas. La primera, correspondiente a pesto y la segunda a Pichacho (salsa de ají de semillas de calabaza) al 2,5 %, se elevó la temperatura de desuerado hasta 44 °C, se proporcionó la cuajada en moldes redondos de acero inoxidable con capacidad de 500 g. Finalmente, la maduración se la llevó a cabo en una cámara con condiciones controladas (temperatura 12 °C, humedad relativa no menor a 85 % y por un tiempo de 28 días), se realizó un recubrimiento de corteza sumergiendo a los quesos en una solución de goma xantano al 1 %, para posterior a esto cubrirlos con mezclas preparadas de especias deshidratadas o frutos secos. (Manríquez, 2022)

García (2012). Evaluó el efecto de la adición de una mezcla de especias naturales (Ajo, Cebolla, Laurel, Tomillo, Pimienta blanca y Nuez moscada) sobre el nivel de agrado de tres tipos de quesos frescos elaborados con 100% leche de vaca; 50% leche de vaca / 50% leche de cabra y 100% leche de cabra, por medio de la prueba de nivel de agrado. Tratamiento Térmico Se elevó la temperatura de la leche a 32-35 °C. Para agregarle el cuajo. Adición de las Especies básicas Se agregaron las especias a razón de: Ajo 1.32 gr/kg Cebolla 1.32gr/kg Laurel 1.1gr/kg Tomillo 1.1gr/kg Pimienta Blanca 1.1gr/kg Nuez moscada 1.1gr/kg" la Formulación se basó en la intensidad, el perfil de sabor y olor de las especias a utilizar. Las especias se adicionaron en polvo a la cuajada de acuerdo con el orden anterior, luego se mezclaron y homogenizaron. Moldeado En bandejas plásticas identificadas se moldearon y se refrigeraron a temperaturas 4-6 °C por dos días. (García, 2012)

Iza Narváez (2017) desarrolló un queso semi-madurado con hierbas aromáticas para la Granja Experimental de la Universidad de las Américas (UDLA), con el objetivo de evaluar el efecto del tipo y la concentración de las hierbas sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del producto. Se evaluaron dos tipos de hierbas aromáticas (orégano y albahaca) en tres concentraciones (0,5 %, 1,5 % y 2,5 %), determinando parámetros fisicoquímicos como pH, humedad y grasa, además de realizar análisis microbiológicos y pruebas sensoriales de aceptación. Los resultados evidenciaron que la incorporación de las hierbas aromáticas no alteró significativamente la composición fisicoquímica del queso y permitió obtener un producto con adecuada aceptación sensorial y potencial para su comercialización. (Iza Narváez , 2017)

Astidias (2005). Este proyecto se enfocó en diseñar un experimento para la elaboración de quesos maduros tipo Tilsit y Gouda en una planta láctea. El objetivo fue establecer protocolos que aseguren la calidad del producto final. Las variables independientes fueron el tipo de leche utilizada: Leche fresca vs. excedentes lácteos. Condiciones ambientales durante la maduración (temperatura y humedad). Dependientes: Textura, sabor y aroma del queso después del proceso de maduración. Método: Se realizaron pruebas en condiciones controladas para evaluar el impacto de las variables seleccionadas sobre el producto final. (Astidias, 2005)

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Leche

2.2.1.1. Definición de leche

La leche constituye una secreción biológica producida por las glándulas mamarias de animales sanos destinada naturalmente a la alimentación de las crías. Desde el punto de vista industrial representa una materia prima de elevado valor nutricional y tecnológico debido a su contenido equilibrado de proteínas, grasa, lactosa, vitaminas y minerales. (Codex Alimentarius, CXS 206-1999)

2.2.1.2. Generalidades de la leche

La leche es una materia prima de gran importancia para la industria alimentaria debido a sus propiedades nutricionales, funcionales y tecnológicas. Como se muestra en la tabla 1, su composición puede variar dependiendo de factores como la especie animal, raza, alimentación, estado fisiológico, etapa de lactancia y condiciones ambientales. A nivel mundial, la leche bovina representa la principal fuente de producción láctea, debido a su disponibilidad, rendimiento productivo y versatilidad para la elaboración de productos derivados como quesos, yogures, mantequilla, leche en polvo y bebidas fermentadas. La siguiente tabla muestra las principales especies productoras de leche utilizadas para el consumo humano y la industria alimentaria. (Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, 2023)

Tabla 1. Principales especies productoras de leche para consumo humano.

Especie	Participación mundial aproximada (%)
Vaca	81
Búfala	15
Cabra	2
Oveja	1
Otras especies	1

Fuente: FAO (2023).

2.2.1.3. Calidad de la leche

La calidad de la leche se define como el conjunto de características fisicoquímicas, microbiológicas, higiénicas y sensoriales la tabla 2 determinan su aptitud para el consumo humano y el procesamiento industrial. Una leche de calidad debe presentar una composición normal, baja carga microbiana, ausencia de contaminantes y propiedades organolépticas características. La evaluación de la calidad se realiza mediante diversos parámetros que permiten determinar su estado de conservación, valor nutricional y potencial tecnológico. La siguiente tabla presenta los principales indicadores utilizados para evaluar la calidad de la leche bovina. (Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN, 2012)

Tabla 2. Parámetros de calidad de la leche de vaca.

Parámetro	Valor de referencia
pH	6,6 – 6,8
Acidez titulable	0,13 – 0,17 % ácido láctico
Densidad	1,028 – 1,032 g/mL
Grasa	≥ 3,0 %
Proteína	≥ 2,9 %
Sólidos no grasos	≥ 8,2 %
Color	Blanco ligeramente amarillento
Olor	Característico

Fuente: NTE INEN 9 (2012).

2.2.1.4. Tipos de leche

La leche puede clasificarse según su origen, la tabla 3 muestra el contenido de grasa y tratamiento térmico. Estas clasificaciones permiten identificar sus características nutricionales y tecnológicas. La siguiente tabla muestra la clasificación de la leche según la especie animal de procedencia.

Tabla 3. Clasificación de la leche según su origen.

Tipo de leche	Procedencia
Bovina	Vaca
Caprina	Cabra
Ovina	Oveja
Bufalina	Búfala

Fuente: FAO (2023).

El contenido de grasa constituye uno de los principales criterios utilizados para clasificar comercialmente la leche, ya que determina sus características nutricionales, tecnológicas y los diferentes usos en la industria alimentaria. En la Tabla 4 se presenta la clasificación de la leche según su contenido graso.

Tabla 4. Clasificación de la leche según contenido de grasa.

Tipo	Contenido de grasa
Entera	≥ 3 %
Semidescremada	1–2 %
Descremada	≤ 0,5 %

Fuente: Codex Alimentarius (2011).

Además de su contenido de grasa, la leche puede clasificarse según el tratamiento térmico aplicado durante su procesamiento. Estos tratamientos tienen como finalidad garantizar la inocuidad del producto, prolongar su vida útil y conservar, en la medida de lo posible, sus características nutricionales y sensoriales. La Tabla 5 presenta la clasificación de la leche de acuerdo con el tratamiento térmico utilizado.

Tabla 5. Clasificación de la leche según tratamiento térmico.

Tipo	Tratamiento aplicado
Cruda	Sin tratamiento térmico
Pasteurizada	72 °C por 15 s
Ultra pasteurizada (UHT)	135–150 °C por 2–5 s
Esterilizada	Tratamiento térmico intensivo

Fuente: Tamime (2009).

2.2.1.5. Composición química de la leche

La leche está constituida por una mezcla compleja de agua, grasa, proteínas, carbohidratos, minerales como se observa en la tabla 6. Estos componentes son responsables de sus propiedades nutricionales, fisicoquímicas y funcionales. La siguiente tabla presenta la composición química promedio de la leche bovina. (Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, 2023)

Tabla 6. Composición química promedio de la leche de vaca.

Componente	Porcentaje (%)
Agua	87
Grasa	3,5 – 4,0
Proteína	3,0 – 3,5
Lactosa	4,6 – 5,0
Minerales	0,7

Fuente: Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, (2023)

2.2.1.6. Valor nutricional de la leche

La leche es considerada un alimento de alto valor biológico en la tabla 7 se observan debido a su aporte equilibrado de nutrientes esenciales. Proporciona proteínas de excelente calidad, minerales, vitaminas y energía necesarios para el adecuado funcionamiento del organismo. La siguiente tabla presenta el valor nutricional promedio de la leche bovina por cada 100 gramos de producto. Los datos que se presentan evidencian que la leche constituye una fuente importante de nutrientes esenciales, especialmente proteínas de alto valor biológico y calcio.

Tabla 7. Valor nutricional promedio de la leche bovina.

Nutriente	Cantidad
Energía	61 kcal
Proteína	3,2 g
Grasa	3,3 g
Carbohidratos	4,8 g
Calcio	120 mg
Fósforo	95 mg
Potasio	150 mg
Vitamina B12	0,4 µg

Fuente: FAO (2013).

2.2.1.7. Propiedades fisicoquímicas de la leche

Las propiedades fisicoquímicas como se muestra en tabla 8, la leche permite evaluar su calidad, estabilidad y comportamiento durante los procesos de transformación industrial. Entre las más importantes se encuentran el pH, densidad, acidez, viscosidad y punto crioscópico. La siguiente tabla muestra los principales parámetros fisicoquímicos de la leche bovina. (Walstra et al, 2006)

Tabla 8. Propiedades fisicoquímicas de la leche.

Propiedad	Valor promedio
pH	6,6 – 6,8
Densidad	1,028 – 1,032 g/mL
Acidez titulable	0,13 – 0,17 %
Punto crioscópico	-0,530 a -0,560 °C
Conductividad eléctrica	4–5 mS/cm
Viscosidad	1,5–2,0 cP

Fuente: Walstra et al. (2006).

2.2.2. Quesos semi-madurados

Los quesos semi-madurados son productos obtenidos mediante la coagulación de las proteínas de la leche, seguida de la separación parcial del suero, moldeo, prensado, salado y un período controlado de maduración que permite el desarrollo gradual de características sensoriales y fisicoquímicas particulares. Según el Codex Alimentarius,

el queso es el producto fresco o madurado obtenido por coagulación total o parcial de la leche, crema, leche parcialmente descremada o una combinación de estas materias primas, seguida de la eliminación parcial del lactosuero.

La maduración parcial diferencia a este grupo de los quesos frescos y permite la formación de compuestos responsables del aroma, sabor, textura y apariencia característicos. Durante este período ocurren procesos bioquímicos complejos que modifican la estructura proteica y lipídica del producto. (Fox et al, 2017)

La elaboración de quesos constituye una de las tecnologías alimentarias más antiguas desarrolladas por el ser humano. Se estima que la producción de queso comenzó hace más de 8.000 años en regiones del Medio Oriente y Asia Central, coincidiendo con la domesticación de animales productores de leche. A medida que la actividad ganadera se expandió por Europa, surgieron diferentes variedades adaptadas a las condiciones climáticas y culturales de cada región. Los quesos semi-madurados aparecieron como una alternativa intermedia entre los quesos frescos de corta duración y los quesos curados de larga maduración, ofreciendo mayor vida útil y perfiles sensoriales más complejos. (McGee, 2004)

2.2.2.1. Clasificación de los quesos semi-madurados

Los quesos semi-madurados pueden clasificarse según diversos criterios, como se muestra en tabla 9, como contenido de humedad, tiempo de maduración, tipo de leche empleada y tecnología de elaboración. La siguiente tabla presenta algunos de los quesos semi-madurados más representativos a nivel mundial.

Tabla 9. Principales quesos semi-madurados.

Queso	País de origen	Características
Tilsit	Alemania/Prusia Oriental	Aroma intenso y sabor suave
Gouda	Países Bajos	Sabor dulce y textura cremosa
Edam	Países Bajos	Pasta firme y sabor suave
Havarti	Dinamarca	Aroma mantecoso
Danbo	Dinamarca	Sabor ligeramente ácido
Andino	Ecuador	Textura semidura y sabor suave

Fuente: Fox et al. (2017).

2.2.2.2. Composición química de los quesos semi-madurados

La composición química como se muestra en tabla 10, de los quesos semi-madurados depende del tipo de leche utilizada, condiciones de procesamiento y tiempo de maduración. Sin embargo, presentan una composición relativamente estable

caracterizada por elevados contenidos de proteínas y grasa. La siguiente tabla muestra la composición promedio de los quesos semi-madurados. (Walstra et al, 2006)

Tabla 10. Composición química promedio de quesos semi-madurados.

Componente	Porcentaje (%)
Agua	35 – 45
Proteína	20 – 30
Grasa	25 – 35
Lactosa	< 2
Minerales	3 – 5
Sal	1 – 3

Fuente: Walstra et al. (2006).

2.2.2.3. Valor nutricional

Los quesos semi-madurados constituyen una importante fuente de proteínas de alto valor biológico, calcio, fósforo, vitaminas liposolubles y energía. La siguiente tabla 11, resume el valor nutricional promedio de los quesos semi-madurados por cada 100 gramos.

Tabla 11. Valor nutricional promedio de quesos semi-madurados.

Nutriente	Cantidad aproximada
Energía	320 – 400 kcal
Proteína	22 – 28 g
Grasa	25 – 33 g
Calcio	600 – 900 mg
Fósforo	400 – 600 mg
Vitamina A	250 – 350 µg

Fuente: FAO (2013).

2.2.2.4. Características fisicoquímicas

Las propiedades fisicoquímicas constituyen indicadores fundamentales para evaluar la calidad, estabilidad y comportamiento tecnológico de los quesos semi-madurados. Parámetros como el pH, la humedad, el contenido de grasa, la proteína, la acidez y la actividad de agua permiten caracterizar el producto y verificar su cumplimiento con los estándares de calidad. La Tabla 12 resume los rangos fisicoquímicos reportados para este tipo de quesos.

Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos de quesos semi-madurados.

Parámetro	Rango
pH	5,0 – 5,6
Humedad	35 – 45 %
Grasa	25 – 35 %
Proteína	20 – 30 %
Acidez	0,5 – 1,0 %
Actividad de agua	0,90 – 0,96

Fuente: Fox et al. (2017).

2.2.2.5. Microbiología de los quesos semi-madurados

El microbiota presente en los quesos semi-madurados desempeña un papel fundamental durante la maduración. Los microorganismos participan en procesos metabólicos que generan compuestos responsables del aroma, sabor y textura. La siguiente tabla 13 muestra algunos microorganismos comúnmente asociados a la maduración.

Tabla 13. Microorganismos asociados a la maduración.

Microorganismo	Función principal
<i>Lactococcus spp.</i>	Producción de ácido láctico
<i>Lactobacillus spp.</i>	Proteólisis
<i>Leuconostoc spp.</i>	Formación de compuestos aromáticos
<i>Brevibacterium spp.</i>	Desarrollo de aroma
<i>Propionibacterium spp.</i>	Producción de compuestos volátiles

Fuente: Fox et al. (2017).

2.2.2.6. Factores que afectan la maduración

El proceso de maduración está influenciado por múltiples factores que determinan la calidad final del producto. La siguiente tabla 14 resume los principales factores involucrados.

Tabla 14. Factores que afectan la maduración.

Factor	Influencia
Temperatura	Regula actividad microbiana
Humedad relativa	Controla pérdida de agua
pH	Modifica actividad enzimática
Contenido de sal	Influye en microbiota
Tiempo	Determina intensidad de maduración
Tipo de cultivo	Define perfil sensorial

Fuente: McSweeney (2004).

2.2.3. El queso Tilsit o Tilsiter

Es un queso semi-madurado de leche de vaca originario de la antigua Prusia Oriental, específicamente de la ciudad de Tilsit (actual Sovetsk, Rusia). Su desarrollo se remonta a mediados del siglo XIX, cuando colonos suizos procedentes del valle de Emmental se establecieron en esta región y adaptaron sus conocimientos queseros a las condiciones locales de producción. Como resultado de las diferencias climáticas y microbiológicas respecto a Suiza, se obtuvo un queso con características propias de sabor, aroma y textura, que posteriormente recibió el nombre de la ciudad donde fue elaborado por primera vez.

Este queso se caracteriza por presentar una textura semidura, color amarillo pálido a amarillo intenso, ojos irregulares distribuidos en la pasta y una corteza lavada que favorece el desarrollo de microorganismos responsables de su aroma y sabor característicos. El Tilsit posee un perfil sensorial suave pero ligeramente picante, con notas aromáticas intensas que se desarrollan durante el proceso de maduración.

Históricamente, la elaboración del queso Tilsit fue impulsada por la familia Westphal, considerada una de las principales responsables de la estandarización de su proceso de fabricación. Con el paso de los años, este queso alcanzó gran aceptación en Europa debido a sus características organolépticas distintivas, expandiéndose posteriormente a países como Suiza, Alemania, Austria, Polonia y Finlandia. En Suiza, la tecnología de elaboración fue introducida en 1893, donde el producto fue adaptado y perfeccionado, convirtiéndose en uno de los quesos semi-madurado más reconocidos de la región. (Patrimoine culinaire suisse., 2019)

2.2.4. Queso Tilsit según las normas

2.2.4.1. Definición del queso Tilsit según la normativa

Según la Comisión del Codex Alimentarius (1968/2023), el queso Tilsiter es un queso madurado elaborado principalmente con leche de vaca, de consistencia firme o semidura, con una pasta de color marfil a amarillo claro, textura firme y ojos distribuidos de forma irregular. Asimismo, puede comercializarse con o sin corteza desarrollada mediante lavado superficial durante la maduración. En Ecuador, al no existir una norma INEN específica para queso Tilsit, este producto debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 2604:2012 para quesos madurados y con los requisitos generales del Codex Alimentarius para quesos madurados. (Comisión del Codex Alimentarius, 1968/2023)

2.2.4.2. Clasificación del queso Tilsit

Según las características establecidas por el Codex y las clasificaciones empleadas en quesería, como se muestra en tabla 15, el queso Tilsit se ubica dentro del grupo de los quesos

semi-madurados o semiduros. Antes de presentar la clasificación, es importante destacar que este tipo de queso se caracteriza por un equilibrio entre humedad, firmeza y desarrollo de sabor durante la maduración.

Tabla 15. Clasificación tecnológica del queso Tilsit.

Característica	Clasificación
Tipo de queso	Semi-madurado
Consistencia	Semidura
Tipo de leche	Vaca
Tipo de coagulación	Enzimática
Tipo de maduración	Superficial y interna
Corteza	Lavada o sin corteza
Ojos	Irregulares

Fuente: Codex Alimentarius CXS 270-1968.

2.2.4.3. Composición química del queso Tilsit

La composición química del queso Tilsit puede variar según el proceso de elaboración, el contenido de grasa de la leche y el tiempo de maduración. La siguiente tabla 16 presenta los valores promedio reportados para esta variedad.

Tabla 16. Composición química del queso Tilsit según el Codex CXS 270-1968.

Componente	Porcentaje (%)
Humedad	38 – 45
Proteína	22 – 30
Grasa	28 – 35
Cenizas	3 – 5
Sal	1 – 3

Fuente: Codex CXS 270-1968.

2.2.4.4. Características sensoriales

Las características sensoriales constituyen uno de los principales atributos de calidad del queso Tilsit. Durante la maduración se desarrollan compuestos aromáticos derivados de procesos de proteólisis y lipólisis que contribuyen a su perfil organoléptico característico. La siguiente tabla 17, resume los atributos sensoriales más representativos.

Tabla 17. Características sensoriales del queso Tilsit.

Atributo	Descripción
Color	Amarillo claro a amarillo intenso
Aroma	Intenso y característico
Sabor	Suave a ligeramente picante
Textura	Firme y flexible
Ojos	Irregulares y brillantes

Fuente: Codex CXS 270-1968.

2.2.5. Maduración

La maduración es un proceso bioquímico, microbiológico y enzimático que ocurre durante el almacenamiento controlado de determinados alimentos. Durante este proceso se desarrollan cambios en aroma, sabor, textura, color y composición

química como consecuencia de la acción de enzimas propias del alimento y microorganismos asociados. La velocidad y características de la maduración dependen de factores como temperatura, humedad relativa, tiempo y composición del producto. (Fox et al. 2017).

2.2.5.1. Maduración del queso Tilsit

La maduración es una etapa crítica en la elaboración del queso Tilsit. Durante este período ocurren transformaciones bioquímicas que permiten desarrollar la textura, aroma y sabor característicos del producto. Según el Codex para Tilsiter, el queso debe someterse a un proceso de maduración que permita desarrollar adecuadamente sus atributos sensoriales y estructurales. La siguiente tabla 18 muestra las condiciones generales utilizadas durante la maduración de quesos semi-madurados tipo Tilsit. (Comisión del Codex Alimentarius, 1968/2023)

Tabla 18. Condiciones generales de maduración del queso Tilsit.

Parámetro	Rango recomendado
Temperatura	10 – 15 °C
Humedad relativa	85 – 95 %
Tiempo de maduración	15 – 90 días
pH final	5,0 – 5,5

Fuente: Codex CXS 270-1968

2.2.5.2. Factores que influyen en la maduración

Las transformaciones bioquímicas que ocurren durante la maduración dependen de condiciones ambientales y tecnológicas cuidadosamente controladas. Variables como la temperatura, la humedad relativa, el tiempo, el pH y la disponibilidad de oxígeno determinan la velocidad de las reacciones enzimáticas y microbiológicas responsables de la calidad final del queso. En la Tabla 19 se describen los principales factores que influyen en este proceso.

Tabla 19. Factores que influyen en la maduración.

Factor	Influencia
Temperatura	Regula actividad enzimática
Humedad relativa	Controla pérdida de agua
Tiempo	Determina intensidad de cambios
pH	Influye en actividad microbiana
Oxígeno	Modifica procesos oxidativos

Fuente: Fox et al. (2017).

2.2.5.3. Cambios bioquímicos durante la maduración

Durante la maduración ocurren múltiples transformaciones responsables del desarrollo de las características finales del producto. La siguiente tabla 20 presenta los principales procesos bioquímicos involucrados. (McSweeney, 2004)

Tabla 20. Procesos bioquímicos asociados a la maduración.

Proceso	Resultado
Proteólisis	Formación de péptidos y aminoácidos
Lipólisis	Liberación de ácidos grasos
Glucólisis	Producción de compuestos aromáticos
Deshidratación	Modificación de textura
Oxidación controlada	Desarrollo de aroma

Fuente: McSweeney (2004).

2.2.6. Tendencias de quesos semi-madurados saborizados con especias y hierbas aromáticas

Durante los últimos años, la industria láctea ha orientado sus esfuerzos hacia el desarrollo de productos diferenciados que respondan a la demanda de alimentos naturales, funcionales y con características sensoriales innovadoras. En este contexto, la incorporación de especias y hierbas aromáticas en quesos semi-madurados se ha convertido en una estrategia tecnológica ampliamente estudiada debido a su capacidad para mejorar el aroma, sabor, apariencia y vida útil del producto.

Según Fox et al. (2017), las hierbas aromáticas y especias representan una alternativa natural para modificar el perfil organoléptico de los quesos madurados, aportando compuestos volátiles responsables de aromas distintivos y mejorando la aceptación del consumidor. Además, estos ingredientes pueden influir positivamente en los procesos bioquímicos de maduración mediante la incorporación de compuestos fenólicos con actividad antioxidante.

Por otra parte, el interés creciente por los alimentos funcionales ha impulsado investigaciones relacionadas con la incorporación de plantas aromáticas en productos lácteos. Los consumidores muestran una creciente preferencia por alimentos elaborados con ingredientes naturales que, además de cumplir una función tecnológica, aporten beneficios para la salud y reduzcan el uso de aditivos sintéticos. Esta tendencia ha favorecido el desarrollo de productos lácteos enriquecidos con compuestos bioactivos de origen vegetal. (Baker et al, 2022)

Diversos estudios han demostrado que hierbas como albahaca (*Ocimum basilicum*), orégano (*Origanum vulgare*), romero (*Rosmarinus officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*)

y cilantro de monte o chillangua (*Eryngium foetidum*) pueden incorporarse exitosamente en quesos semi-madurados sin afectar negativamente su composición fisicoquímica, generando además una mayor diferenciación comercial del producto.

2.2.6.1. Importancia tecnológica de las especias en quesos semi-madurados

Las especias contienen metabolitos secundarios como compuestos fenólicos, flavonoides, terpenos y aceites esenciales que actúan como agentes antioxidantes y antimicrobianos naturales. Estos compuestos contribuyen a:

- Reducir procesos de oxidación lipídica.
- Disminuir el crecimiento de microorganismos alterantes.
- Mejorar la estabilidad durante la maduración.
- Incrementar la intensidad aromática del queso.
- Diferenciar productos tradicionales mediante nuevas formulaciones.

Según Baker et al. (2022), los aceites esenciales presentes en numerosas especies aromáticas poseen una elevada actividad inhibitoria frente a bacterias Gram positivas y Gram negativas, constituyendo una alternativa natural para mejorar la inocuidad de alimentos.

2.2.6.2. Tendencia de mercado

La tendencia mundial se orienta hacia el desarrollo de los denominados specialty cheeses o quesos especiales, caracterizados por la incorporación de ingredientes naturales como especias, hierbas aromáticas, semillas, frutos secos y extractos vegetales, con el propósito de ofrecer productos diferenciados y de mayor valor agregado. El crecimiento de este segmento se relaciona con la creciente preferencia de los consumidores por alimentos artesanales, con sabores distintivos y elaborados con ingredientes naturales. (Grand View Research., 2024)

En América Latina, la incorporación de hierbas aromáticas autóctonas en productos lácteos constituye una estrategia para diversificar la oferta, revalorizar la biodiversidad regional y desarrollar alimentos con identidad territorial, favoreciendo además la innovación en la industria quesera. Este enfoque es consistente con la utilización de chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*) en la presente investigación. (Mincuzzi et al, 2023)

2.2.7. Adición de especias en alimentos

Las especias son sustancias vegetales obtenidas de hojas, semillas, frutos, raíces, flores o cortezas que se utilizan para aportar aroma, sabor, color y propiedades funcionales a los alimentos. Su uso se remonta a miles de años y actualmente representan ingredientes de gran importancia en la industria alimentaria. (Mincuzzi et al, 2023)

2.2.7.1. Importancia tecnológica de las especias

Además de sus propiedades sensoriales, las especias contienen metabolitos secundarios capaces de ejercer efectos antioxidantes y antimicrobianos. La siguiente tabla 21 resume las principales funciones tecnológicas de las especias.

Tabla 21. Funciones tecnológicas de las especias.

Función	Efecto
Aromatizante	Mejora aroma
Saborizante	Incrementa aceptación
Colorante natural	Mejora apariencia
Antioxidante	Reduce oxidación
Antimicrobiana	Limita microorganismos

Fuente: Mincuzzi et al (2023).

2.2.8. Chillangua (*Eryngium foetidum* L.)

La chillangua (*Eryngium foetidum* L.), también conocida como culantro, cilantro cimarrón o cilantro de monte, es una planta herbácea aromática perteneciente a la familia *Apiaceae*. Es ampliamente utilizada como condimento en América Latina, el Caribe y algunas regiones tropicales de Asia. (Paul et al, 2011)

2.2.8.1. Taxonomía

La identificación taxonómica de *Eryngium foetidum* L. permite establecer su clasificación botánica y su relación con otras especies de la familia *Apiaceae*. En la Tabla 22 se presenta la clasificación taxonómica de esta especie.

Tabla 22. Taxonomía de *Eryngium foetidum*.

Categoría	Clasificación
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Apiales</i>
Familia	<i>Apiaceae</i>
Género	<i>Eryngium</i>
Especie	<i>Eryngium foetidum</i> L.

Fuente: Royal Botanic Gardens Kew, (2024)

2.2.8.2. Morfología

La chillangua presenta hojas lanceoladas de borde dentado, dispuestas en forma de roseta basal. Su sistema radicular es fibroso y produce inflorescencias compactas con flores pequeñas de color verde blanquecino. (Paul et al, 2011)

2.2.8.3. Cultivo

La especie se adapta a climas tropicales y subtropicales, con temperaturas entre 20 y 30 °C. Requiere suelos fértiles, buen drenaje y humedad constante para alcanzar un adecuado desarrollo vegetativo. (Food and Agriculture Organization, 2018)

2.2.8.4. Composición química

La composición fitoquímica de la chillangua está constituida por compuestos bioactivos responsables de sus propiedades funcionales. La siguiente tabla 23 resume los principales compuestos identificados en la especie.

Tabla 23. Principales compuestos químicos presentes en <i>Eryngium foetidum</i> .	
Componente	Función biológica
Fenoles	Antioxidante
Flavonoides	Antioxidante
Taninos	Antimicrobiano
Aceites esenciales	Aroma característico
Aldehídos alifáticos	Actividad aromática

Fuente: Paul et al, (2011)

2.2.8.5. Efecto de la chillangua (*Eryngium foetidum*)

Diversos estudios han demostrado que los compuestos fenólicos, flavonoides y aceites esenciales presentes en *Eryngium foetidum* presentan elevada actividad antioxidante y antimicrobiana, lo que favorece su aplicación como ingrediente natural en alimentos, estos metabolitos pueden contribuir a:

- Inhibir parcialmente el crecimiento de microorganismos alterantes y patógenos.
 - Reducir procesos de oxidación de grasas, ayudando a conservar el aroma y sabor del producto.
 - Aportar compuestos aromáticos característicos que enriquecen el perfil sensorial.
 - Favorecer una mayor estabilidad durante el almacenamiento.
 - Incrementar el valor funcional del queso debido a su capacidad antioxidante.
- (Ulloa et al, 2024)

2.2.8.5. Propiedades y beneficios

La actividad biológica de *Eryngium foetidum* L. se atribuye a la diversidad de compuestos bioactivos presentes en sus tejidos vegetales, los cuales han demostrado efectos favorables en la conservación y calidad de los alimentos. En la Tabla 24 se resumen las principales propiedades funcionales reportadas para esta especie.

Tabla 24. Propiedades funcionales de la chillangua.

Propiedad	Evidencia reportada
Antioxidante	Alta
Antimicrobiana	Alta
Antiinflamatoria	Moderada
Aromática	Muy alta

Fuente: Ulloa et al, (2024)

2.2.9. Chirarán (*Ocimum basilicum* L.)

El chirarán (*Ocimum basilicum* L.), conocido comúnmente como albahaca, es una planta aromática perteneciente a la familia Lamiaceae, ampliamente utilizada como condimento en la gastronomía y como fuente de compuestos bioactivos, entre ellos aceites esenciales, flavonoides y compuestos fenólicos, responsables de sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas. (Purkayastha et al, 2018)

2.2.9.1. Taxonomía

La identificación taxonómica de *Ocimum basilicum* L. permite establecer su clasificación botánica y diferenciarla de otras especies del género *Ocimum*. En la Tabla 25 se presenta su clasificación taxonómica.

Tabla 25. Taxonomía de *Ocimum basilicum*.

Categoría	Clasificación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Género	Ocimum
Especie	<i>Ocimum basilicum</i> L.

Fuente: Royal Botanic Gardens, Kew. (2023)

2.2.9.2. Morfología

Las características morfológicas de *Ocimum basilicum* L. permiten su identificación y explican, en parte, su importancia como especie aromática de interés alimentario. Se trata de una planta herbácea anual con tallos erectos, hojas ovaladas de color verde intenso y flores dispuestas en espigas terminales. Asimismo, la presencia de

glándulas secretoras de aceites esenciales en sus tejidos vegetales es responsable de su aroma característico y de gran parte de sus propiedades funcionales. (Royal Botanic Gardens, Kew., 2023)

2.2.9.3. Cultivo

El desarrollo agronómico de *Ocimum basilicum* L. depende de condiciones ambientales favorables que permitan un adecuado crecimiento y una mayor producción de compuestos aromáticos. Esta especie se adapta principalmente a climas cálidos y templados, con temperaturas comprendidas entre 20 y 30 °C, además de requerir una adecuada exposición solar, suelos fértiles con buen drenaje y disponibilidad suficiente de agua para alcanzar un óptimo desarrollo vegetativo. (Food and Agriculture Organization, 2018)

2.2.9.4. Composición química

La composición química de *Ocimum basilicum* L. está constituida por diversos metabolitos secundarios que contribuyen a sus propiedades funcionales y tecnológicas. Entre los compuestos de mayor importancia destacan el linalool, eugenol, metil chavicol, flavonoides y fenoles, responsables de su aroma característico y de su capacidad antioxidante. La Tabla 26 resume los principales compuestos bioactivos reportados para esta especie.

Tabla 26. Principales compuestos bioactivos presentes en <i>Ocimum basilicum</i> .	
Componente	Función biológica
Linalool	Aroma floral
Eugenol	Antioxidante
Metil chavicol	Aroma característico
Flavonoides	Antioxidante
Fenoles	Protección oxidativa

Fuente: Kwee & Niemeyer (2011)

Efecto del chirarán (*Ocimum basilicum*)

El chirarán presenta compuestos como linalool, eugenol, metil chavicol, flavonoides y fenoles, los cuales poseen propiedades antioxidantes, antimicrobianas y aromáticas. Su incorporación puede:

- Mejorar el aroma y sabor mediante la liberación de compuestos volátiles característicos.
- Contribuir al control microbiológico durante la maduración.
- Disminuir la oxidación lipídica y el deterioro de la grasa láctea.

- Favorecer la aceptación sensorial del producto cuando se emplea en concentraciones adecuadas.
- Incrementar el potencial nutracéutico. (Kwee & Niemeyer, 2011)

2.2.9.5. Propiedades y beneficios

La actividad biológica de *Ocimum basilicum* L. está relacionada con la presencia de aceites esenciales, compuestos fenólicos y flavonoides, los cuales le confieren diversas propiedades funcionales de interés tecnológico. En la Tabla 27 se resumen las principales propiedades reportadas para esta especie y su evidencia en la literatura científica.

Tabla 27. Propiedades funcionales de *Ocimum basilicum*.

Propiedad	Evidencia reportada
Antioxidante	Alta
Antimicrobiana	Alta
Antifúngica	Moderada
Aromática	Muy alta

Fuente: Kwee & Niemeyer (2011)

2.2.10. Deshidratación

La deshidratación es una operación unitaria de conservación que consiste en la eliminación parcial o total del agua contenida en un alimento mediante la aplicación de energía térmica y transferencia de masa. Su principal objetivo es reducir la actividad de agua (a_w), limitando el crecimiento de microorganismos y disminuyendo la velocidad de las reacciones químicas y enzimáticas responsables del deterioro de los alimentos. La reducción del contenido de humedad permite prolongar la vida útil de los productos, disminuir los costos de almacenamiento y transporte, así como preservar compuestos de interés nutricional y funcional. (Fellows, 2017)

2.2.10.1. Importancia de la deshidratación

La deshidratación constituye uno de los métodos de conservación más antiguos utilizados por la humanidad y continúa siendo ampliamente aplicada en la industria alimentaria moderna. La siguiente tabla 28 resume los principales beneficios de la deshidratación.

Tabla 28. Beneficios de la deshidratación de alimentos.

Beneficio	Descripción
Conservación	Reduce crecimiento microbiano
Mayor vida útil	Disminuye deterioro
Reducción de peso	Facilita transporte
Estabilidad química	Disminuye reacciones de degradación
Conservación de compuestos bioactivos	Preserva metabolitos funcionales

Fuente: Fellows (2017).

2.2.10.2. Tipos de deshidratación

La elección del método de deshidratación constituye un factor determinante para preservar los compuestos bioactivos, el aroma y las características funcionales de las especias destinadas a la elaboración de alimentos. En la Tabla 29 se presentan los principales métodos de deshidratación utilizados en la industria alimentaria y sus características más relevantes.

Tabla 29. Tipos de deshidratación utilizados en alimentos.

Método	Características
Secado solar	Utiliza energía solar
Secado por aire caliente	Método más utilizado industrialmente
Secado al vacío	Reduce degradación térmica
Liofilización	Alta conservación de calidad
Atomización (spray drying)	Producción de polvos finos

Fuente: Mujumdar (2014)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Este estudio adoptó un enfoque cuantitativo, llevando a cabo un experimento de laboratorio controlado para modificar variables independientes y analizar su efecto en las variables dependientes. La meta fue obtener resultados, ya sean positivos o negativos, que respalden o contradigan la hipótesis planteada. (Cangas et al, 2018)

3.1.2. Tipo de Investigación

Investigación Experimental

La investigación experimental constituye el estudio principal del proyecto, ya que permitió verificar las hipótesis relacionadas con la producción, incorporando diferentes porcentajes especias como chillangua y chirarán, donde se analizaron sus propiedades sensoriales. De este modo, se pudo validar la eficacia de los métodos y técnicas de investigación empleados, garantizando así la fiabilidad de los resultados obtenidos. (Universidad Internacional de Valencia VIU, 2023)

3.2. HIPÓTESIS

H0: La adición de chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*) no influye en las características sensoriales de un queso semi-madurado tipo Tilsit.

Hi: La adición de chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*) influye en las características sensoriales de un queso semi-madurado tipo Tilsit.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables

Esta investigación se llevó a cabo con la operacionalización de las variables dependientes e independientes como se muestra en la hipótesis la adición de las especias chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*) con una temperatura de maduración constante no superior a (12 a 14) °C, y una humedad relativa de (85 – 90) %, para la elaboración de un queso semi-madurado tipo Tilsit a través de una aceptación sensorial.

Variables independientes:

Porcentajes de incorporación de especias el queso semi-madurado tipo Tilsit:

Chillangua

0.15%, 0.25%, 0.35%

Chirarán

0.15%, 0.25%, 0.35%

Variables dependientes:

Calidad del queso

- Fisicoquímicas (pH, acidez, humedad, grasa y proteína)
- Microbiológicas (*Staphylococcus aureus*, *E. coli*, mohos y levaduras)
- Aceptación sensorial (color, olor, sabor, textura, calificación general)

3.3.2. Operacionalización de las variables.

Tabla 30. Operacionalización de las variables independientes y dependientes.

Variable	Dimensión		Indicador	Técnica	Instrumento
Independiente					
Concentración de especia en el queso Tilsit	Porcentaje chillangua	de	0.15 %, 0.25 %, 0.35 %	Gravimetría	Manríquez, María (2022). García, Donald (2012).
	Porcentaje chirarán	de	0.15 %, 0.25 %, 0.35 %		Narváez, Iza (2017).
Dependientes					
Características sensoriales	Color		Grado de aceptación	Prueba de aceptación con escala hedónica de 7 puntos	Ficha técnica de evaluación sensorial. NTE INEN-ISO13301 para análisis sensorial de alimentos
	Olor		Grado de aceptación		
	Sabor		Grado de aceptación		
	Textura		Grado de aceptación		
	Aceptación general		Calificación global		
Características fisicoquímicas	pH		Valor de pH	Potenciometría	Potenciómetro digital
	Acidez titulable		% de ácido láctico	Titulación ácido-base	Métodos AOAC 964.9.
	Humedad		% de humedad	Gravimetría por secado	Estufa de secado AOAC 991.20.

Variable	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Características microbiológicas	Grasa	% de grasa	Extracción Soxhlet	Métodos AOAC 989.05.
	Proteína	% de proteína	Método Kjeldahl	Métodos AOAC 977.11.
	Escherichia coli	UFC/g	Recuento en placa	Placas Petrifilm E. coli
	Mohos y levaduras	UFC/g	Recuento en placa	Placas Petrifilm Mohos y Levaduras
	Staphylococcus aureus	UFC/g	Recuento en placa	Placas Petrifilm Staph Express

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Método

3.4.1.1. Proceso de elaboración del diagrama de flujo para la deshidratación de las especias chillangua y Chirarán

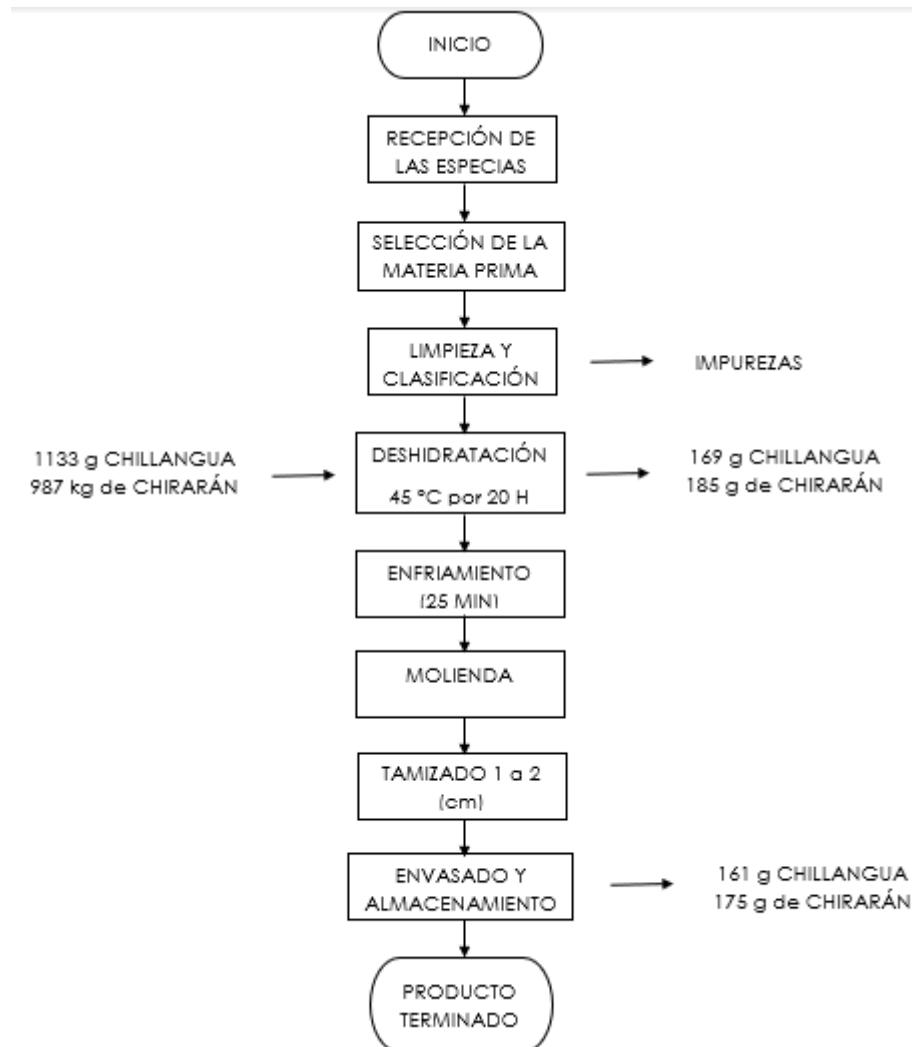


Figura 1. Diagrama de flujo para la deshidratación de las especias chillangua y Chirarán.

3.4.1.2. Descripción de las etapas de deshidratación de las especias

Recepción de las especias: Se reciben la chillangua y el chirarán frescos, verificando su estado sanitario, fresca y ausencia de deterioro.

Selección de la materia prima: Se eliminan hojas dañadas, marchitas o con signos de contaminación para garantizar la calidad de la materia prima.

Limpieza y clasificación: Las especias se lavan y clasifican según sus características físicas, eliminando tierra, restos vegetales e impurezas. (Fellows, 2017)

Deshidratación (45 °C por 20 h): Se reduce el contenido de humedad mediante secado en horno, con el fin de prolongar la vida útil y concentrar los compuestos aromáticos de las especias. (Arslan & Özcan, 2010)

Enfriamiento (25 min): Las especias deshidratadas se enfrían a temperatura ambiente para evitar la condensación de humedad y facilitar las operaciones posteriores.

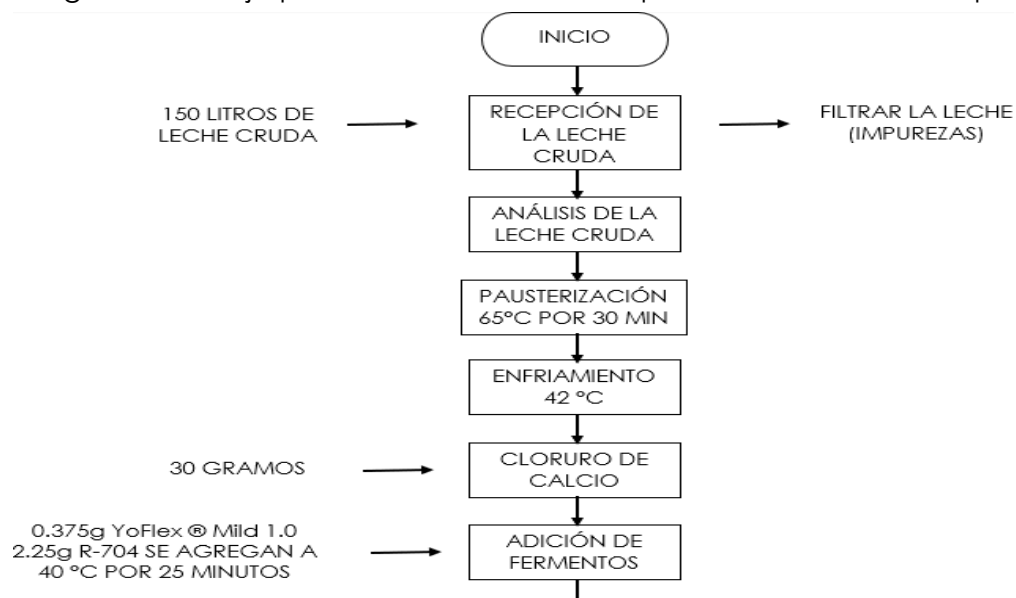
Molienda: El material seco se tritura para obtener partículas de menor tamaño que permitan una mejor incorporación al queso.

Tamizado (1–2 mm): Se uniformiza el tamaño de partícula mediante tamices, obteniendo un polvo homogéneo y eliminando partículas gruesas. (Fellows, 2017)

Envasado y almacenamiento: Las especias molidas se envasan en recipientes herméticos y se almacenan en condiciones adecuadas para conservar sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales. (Comisión del Codex Alimentarius., 2017)

Producto terminado: Se obtiene la chillangua y el chirarán deshidratados, molidos y tamizados, listos para ser incorporados en la elaboración del queso semi-madurado tipo Tilsit.

3.4.1.3. Diagrama de flujo para la elaboración del queso semi-madurado tipo Tilsit.



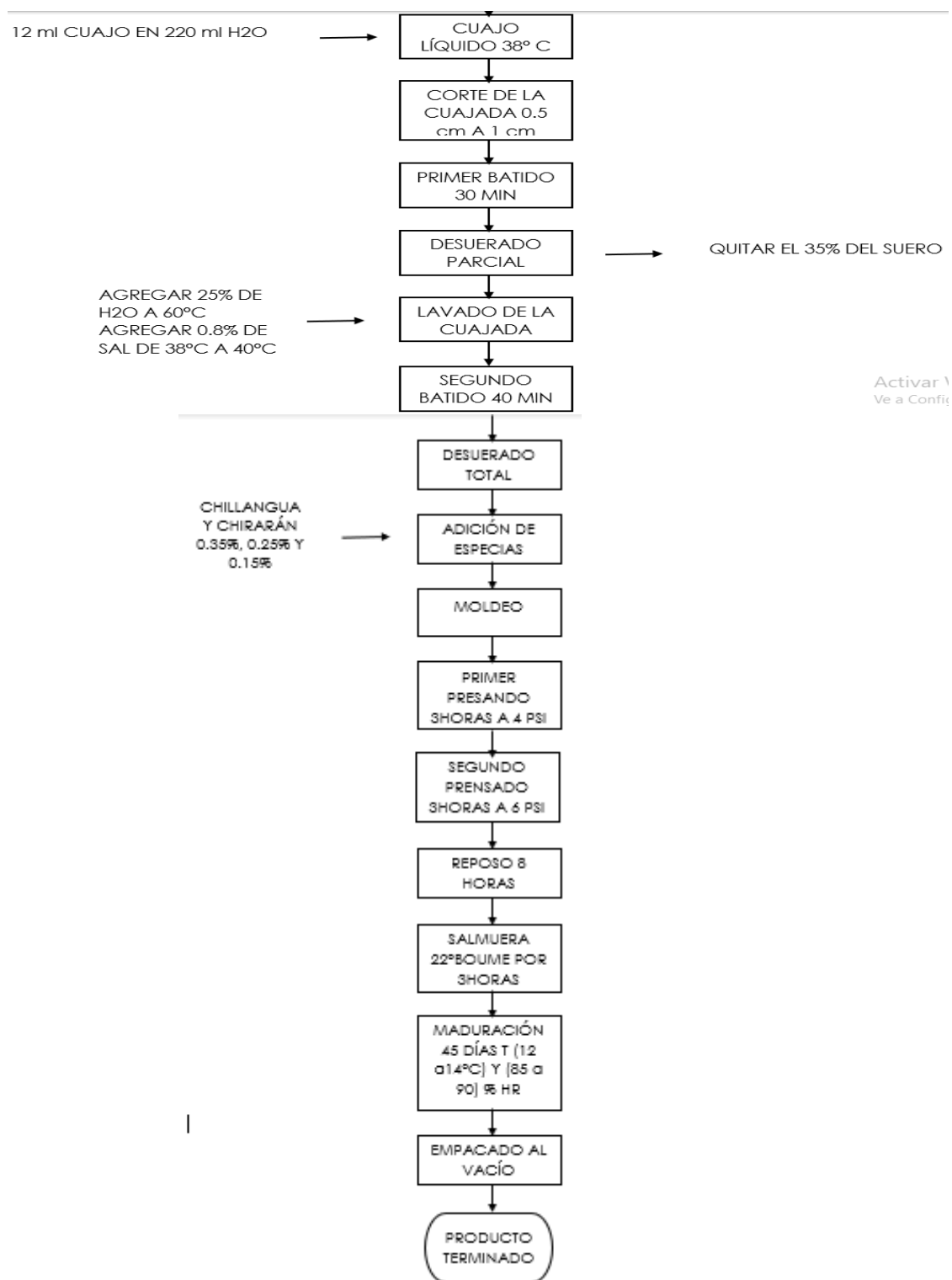


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración del queso semi-madurado tipo Tilsit saborizado con chillangua y cheddar.

El procedimiento de elaboración fue adaptado a partir de los fundamentos tecnológicos descritos por Fox et al. (2017), Walstra et al. (2006), Tamime (2009), el

Codex Alimentarius para queso Tilsiter (CXS 270-1968) y las especificaciones técnicas de los cultivos iniciadores y coagulante utilizados.

3.4.1.4. Descripción de las etapas de elaboración del queso semi-madurado tipo Tilsit.

Análisis de la leche cruda: Se realizó la evaluación fisicoquímica de la leche cruda mediante la determinación de parámetros de calidad, con el propósito de verificar su aptitud tecnológica para la elaboración de queso semi-madurado tipo Tilsit. (Instituto Ecuatoriano de Normalización., 2012)

Recepción de la leche cruda: Se receptaron 150 L de leche bovina cruda como materia prima, efectuando un proceso de filtración para remover partículas extrañas, sedimentos e impurezas físicas que pudieran comprometer la calidad e inocuidad del producto final.

Pasteurización (65 °C por 30 min): La leche fue sometida a un tratamiento térmico de pasteurización lenta a 65 °C durante 30 minutos, con la finalidad de reducir la carga microbiana, eliminar microorganismos patógenos y garantizar la inocuidad de la materia prima. (Tamime, 2009)

Enfriamiento (42 °C): Posteriormente, la leche pasteurizada fue enfriada hasta alcanzar 42 °C, temperatura adecuada para la incorporación de los aditivos y cultivos iniciadores.

Adición de cloruro de calcio: En función del peso total de la leche utilizada (150 L), aplicando una concentración de 0,02 %. Como resultado, se adicionaron 30 g de cloruro de calcio (CaCl_2) para restablecer el equilibrio mineral afectado durante la pasteurización, favoreciendo la coagulación enzimática y mejorando la firmeza de la cuajada.

Adición de fermentos lácticos (40 °C): La cantidad de fermentos lácticos se calculó en función del peso total de la leche utilizada (150 L), aplicando concentraciones de 0,00025 % para YoFlex® Mild 1.0 y 0,0015 % para R-704. Como resultado, se adicionaron 0,375 g de YoFlex® Mild 1.0 y 2,25 g de R-704 a una temperatura de 40 °C. La mezcla permaneció en reposo durante 25 minutos para promover la fermentación láctica, el desarrollo de compuestos aromáticos y la acidificación controlada de la leche.

Adición de cuajo líquido (38 °C): La cantidad de cuajo líquido se calculó utilizando una dosificación de 0,08 mL por litro de leche. Para los 150 L de leche empleados en la elaboración, se adicionaron 12 mL de cuajo líquido. Posteriormente, el cuajo fue

diluido en 220 mL de agua, utilizando una relación de dilución de 1:18,33 (cuajo: agua), con el fin de facilitar su distribución uniforme y asegurar una coagulación homogénea de la leche. La temperatura de la leche se ajustó a 38 °C y se mantuvo en reposo durante 45 minutos para inducir la coagulación enzimática de las caseínas y la formación de una cuajada firme.

Corte de la cuajada (0,5–1 cm): La cuajada obtenida fue fragmentada en cubos de entre 0,5 y 1 cm mediante liras de corte, favoreciendo la sinéresis y la liberación inicial del lactosuero. Posteriormente, se dejó reposar durante 5 minutos para estabilizar los granos de cuajada.

Primer batido (30 min): Se realizó un batido suave y continuo durante 30 minutos con el objetivo de promover la contracción de los granos de cuajada, optimizar la expulsión de suero y uniformizar la estructura de la masa.

Desuerado parcial: Se eliminó aproximadamente el 35 % del lactosuero generado, permitiendo controlar el contenido de humedad y la consistencia final del queso.

Lavado de la cuajada: Se adicionó un volumen de agua equivalente al 25 % del volumen inicial de leche a una temperatura de 60 °C, con la finalidad de reducir la concentración de lactosa, disminuir la acidez potencial y mejorar las características texturales del queso. Después de retirar el 35 % de suero de los 150 L de leche y agregar el 25 % de agua a 60 °C, se obtuvo un volumen aproximado de 135 L. Para adicionar sal al 0,8 %, se calcularon 1080 g de sal, incorporados durante el proceso entre 38 °C y 40 °C.

Segundo batido (40 min): La cuajada fue sometida a un segundo batido durante 40 minutos para intensificar la sinéresis, favorecer la contracción de los granos y alcanzar el contenido de humedad requerido para el queso semi-madurado.

Desuerado total: Se retiró completamente el lactosuero remanente hasta obtener una masa con las características tecnológicas adecuadas para las etapas posteriores de moldeo y prensado.

Adición de especias: Se incorporaron las especias deshidratadas y pulverizadas de chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*) en concentraciones de 0,15 %, 0,25 % y 0,35 %, según el tratamiento experimental correspondiente, con el propósito de conferir atributos sensoriales diferenciados al producto.

Moldeo: La masa quesera fue transferida a moldes circulares de grado alimenticio para proporcionar la forma, dimensiones y estructura características del queso tipo Tilsit.

Primer prensado (3 horas a 4 PSI): Se aplicó una presión de 4 PSI durante 3 horas para favorecer la unión de los granos de cuajada, eliminar parte del suero residual y consolidar la estructura inicial del queso.

Segundo prensado (3 horas a 6 PSI): Posteriormente, se incrementó la presión hasta 6 PSI durante 3 horas adicionales, con el objetivo de mejorar la compactación, textura y estabilidad estructural del producto.

Reposo (8 horas): Los quesos permanecieron en reposo durante 8 horas para estabilizar su estructura interna y favorecer la distribución uniforme de humedad antes de la etapa de salado.

Salmuera (22 Bé por 3 horas): Se preparó una solución salina al 27 % (22 Baumé) mediante la disolución de 5,4 kg de sal en 20 L de agua caliente. Los quesos fueron sumergidos durante 3 horas para favorecer la difusión de sal, contribuir al desarrollo del sabor, regular la actividad de agua y promover la formación de la corteza.

Maduración (45 días; 12–14 °C y 85–90 % HR): Los quesos fueron sometidos a un proceso de maduración durante 45 días bajo condiciones controladas de temperatura (12–14 °C) y humedad relativa (85–90 %). Durante este periodo ocurrieron transformaciones bioquímicas asociadas a la proteólisis, lipólisis y desarrollo de compuestos aromáticos responsables de las características sensoriales propias del queso Tilsit.

Empacado al vacío: Finalizada la maduración, los quesos fueron empacados al vacío para minimizar la oxidación, prevenir la contaminación microbiológica y prolongar su vida útil.

Producto terminado: Se obtuvo un queso semi-madurado tipo Tilsit saborizado con chillangua y chirarán, con características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales adecuadas para su evaluación y consumo.

3.4.2. Técnicas

3.4.2.1. Análisis fisicoquímicos

3.4.2.1.1. Determinación de pH

Para la determinación del pH se utilizó la metodología AOAC 981.12. Se utilizó un pH-metro calibrado previamente con soluciones buffer de pH 4 y pH 7. Se tomó una porción representativa de 10g del queso semi-madurado con especias chillangua y chirarán, y se diluyó en agua destilada en una proporción de 1:1 para facilitar la medición. Luego, se sumergió el electrodo del pH-metro en la mezcla, y se registró el pH cuando la lectura fue estable.

3.4.2.1.2. Determinación de Acidez

Según la Normativa AOAC 964.9. La determinación de Acidez titulable se basa en una titulación ácido-base, donde los ácidos presentes en la muestra se neutralizan con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) de concentración conocida. Mediante el volumen de NaOH utilizado y un indicador como la fenolftaleína, se calculó el porcentaje de acidez de la muestra, generalmente expresado como ácido láctico.

El porcentaje de acidez, expresado como ácido láctico, se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Acidez} = \frac{V \times N \times 0.09 \times 100}{m}$$

Donde:

V = Volumen de NaOH consumido en la titulación (mL).

N = Normalidad de la solución de NaOH.

0.09 = Equivalente gramo del ácido láctico (g/meq).

m = Masa de la muestra (g).

3.4.2.1.3. Determinación de Humedad

Según la Normativa AOAC 991.20. Se empleo un desecador de humedad. Una porción representativa del queso se pesó 4g y se colocó en una estufa a una temperatura constante (alrededor de 105 °C) hasta alcanzar un peso constante. La diferencia de peso antes y después del secado se usó para calcular el contenido de humedad de la muestra. (Huanca, 2019)

El contenido de humedad se determinó mediante la pérdida de peso de la muestra durante el secado, utilizando la siguiente expresión:

$$\% \text{Humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Donde:

P_i = Peso inicial de la muestra (g).

P_f = Peso final de la muestra después del secado (g).

3.4.2.1.4. Determinación de Grasa

Según la Normativa AOAC 989.05. Se utilizó el método soxhlet para la extracción de grasa. La cual se basa en la extracción continua de grasa mediante un solvente orgánico como el hexano. El solvente se evapora, se condensa y pasa repetidamente a través de la muestra, disolviendo la grasa contenida en ella. Luego, el solvente se elimina por evaporación y la grasa extraída se pesa para determinar el porcentaje de grasa presente en la muestra.

El porcentaje de grasa mediante extracción Soxhlet se calculó con la siguiente ecuación:

$$\% \text{Grasa} = \frac{(P_2 - P_1)}{P_m} \times 100$$

Donde:

P₁ = Peso del matraz vacío (g).

P₂ = Peso del matraz con la grasa extraída (g).

P_m = Peso de la muestra analizada (g).

3.4.2.1.5. Determinación de Proteína

Según la Normativa AOAC 977.11. Se utilizó el método Kjeldahl para la determinación de proteínas. La muestra de queso se pesó 0.8g y se colocó en un tubo de digestión con ácido sulfúrico y un catalizador. Tras completar la digestión y enfriarse, se procedió con la destilación y titulación para calcular el contenido de nitrógeno, que se convirtió en el porcentaje de proteína mediante un factor de conversión estándar (generalmente 6.38 para productos lácteos).

Primero se determinó el porcentaje de nitrógeno mediante el método Kjeldahl:

$$\%Grasa = \frac{(V_m - V_b) \times N \times 1.4007}{m}$$

Donde:

V_m = Volumen de ácido consumido en la titulación de la muestra (mL).

V_b = Volumen de ácido consumido en el blanco (mL).

N = Normalidad del ácido.

1.4007 = Factor de conversión.

m = Masa de la muestra (g).

Posteriormente, el porcentaje de proteína se obtuvo mediante:

$$\%Proteína = \%N \times 6.38$$

Donde:

$\%N$ = Porcentaje de nitrógeno determinado por el método Kjeldahl.

6.38 = Factor de conversión de nitrógeno a proteína para productos lácteos.

3.4.2.2. Aceptación sensorial

3.4.2.2.1. Prueba aceptación

La prueba aceptación se utilizó para evaluar los atributos de color, olor, sabor, textura y calificación general del queso semi-madurado tipo Tilsit, considerando las preferencias de 80 catadores no entrenados.

Escala Hedónica Numérica del 1 a 7, donde:

- 1 me disgusta extremadamente
- 2 me disgusta moderadamente
- 3 me disgusta ligeramente
- 4 No me gusta ni me disgusta
- 5 me gusta ligeramente
- 6 me gusta moderadamente
- 7 me gusta extremadamente

3.4.2.3. Calidad microbiológica

Para evaluar la calidad microbiológica del queso semi-madurado tipo Tilsit con incorporación de chillangua y chirarán, se realizaron análisis de *Staphylococcus*

aureus, mohos y levaduras, y *Escherichia coli* mediante métodos microbiológicos estandarizados.

- El recuento de *Staphylococcus aureus* se efectuó según la norma ISO 6888-1:2021, utilizando placas selectivas e incubación a 37 °C durante 48 horas, considerando como aceptables valores inferiores a 10² UFC/g.
- Para mohos y levaduras se aplicó la norma ISO 21527-1:2008, mediante siembra en placas selectivas e incubación a 25 °C durante 48 días, con el fin de verificar la estabilidad microbiológica y la vida útil del producto.
- Finalmente, el análisis de *Escherichia coli* se realizó conforme a la norma ISO 16649-2:2001, utilizando medios selectivos e incubación a 25 °C durante 48 horas, para determinar posibles contaminaciones de origen fecal y evaluar las condiciones higiénico-sanitarias durante la elaboración del queso. Estos análisis permitieron comprobar la inocuidad y calidad microbiológica del producto final. (Huanca, 2019)

3.5. Recursos

Para la realización de la investigación, se contó con diversos recursos que fueron fundamentales para el desarrollo y la calidad del trabajo. A continuación, detallo cada uno de ellos:

3.5.1. Recursos Materiales

Para llevar a cabo esta investigación, se utilizó un equipo de cómputo personal, el cual permitió realizar las búsquedas de información, escribir el contenido y analizar los datos de manera eficiente. También son necesarios algunos materiales de oficina, como papel para impresiones, carpetas y los insumos como la materia prima que es la leche y las especias y algunos materiales de laboratorio como el potenciómetro, los instrumentos para el método Kjeldahl, gravimetría de Soxhlet extractor y Desecador de humedad (Estufa de secado).

3.5.2. Recursos Tecnológicos

La tecnología fue indispensable en cada fase de la tesis. Utilicé software de análisis de datos como [R], que me ayudó a procesar la información recopilada y presentar resultados de manera precisa. Además, recurrí a una herramienta de gestión bibliográfica, [Mendeley], que facilitó la organización de las citas y referencias utilizadas en el marco teórico.

3.5.3. Recursos Bibliográficos

En cuanto a las fuentes de consulta, accedí a una variedad de recursos bibliográficos que fundamentaron el contenido teórico de esta investigación. Esto incluyó libros clave, además de artículos de revistas científicas reconocidas y documentos de bases de datos académicas. También revisé otras tesis y estudios previos sobre temas relacionados, que me ayudaron a ampliar mi perspectiva y enriquecer el análisis.

3.5.4. Recursos Humanos

En el aspecto humano, quiero agradecer profundamente a mi tutor por su orientación y apoyo constante durante todo el proceso. También agradezco a los expertos con quienes tuve la oportunidad de conversar, ya que sus opiniones y conocimientos aportaron un valor significativo a esta investigación.

Cada uno de estos recursos fue esencial para completar esta investigación, y su combinación me permitió abordar el tema de manera integral y fundamentada.

3.6. Análisis estadístico

3.6.1. Estadística descriptiva

En este análisis se evaluó un diseño completamente al azar, con un solo factor porcentajes (0.15%, 0.25%, 0.35%) de ambas especias existiendo un total de 6 tratamientos más el Control (0% especias).

La estadística descriptiva se utilizó para resumir y organizar la información obtenida durante la investigación. Para las variables fisicoquímicas (pH, acidez titulable, humedad, grasa y proteína) se calcularon medidas de tendencia central y dispersión, expresadas mediante medias y desviaciones estándar. Estos estadísticos permitieron describir el comportamiento de cada tratamiento y realizar una comparación preliminar entre ellos. Para la evaluación sensorial, se determinaron frecuencias relativas expresadas en porcentaje para cada categoría de respuesta de los atributos color, olor, sabor, textura y calificación general. Este análisis permitió caracterizar la percepción de los panelistas sobre los diferentes tratamientos evaluados.

3.6.2. Estadística inferencial

La estadística inferencial se empleó para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, utilizando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

3.6.2.1. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar si los datos de cada variable fisicoquímica presentaban una distribución normal. Se consideró que los datos cumplían el supuesto de normalidad cuando el valor de p fue superior a 0,05.

3.6.2.2. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene

La prueba de Levene se utilizó para evaluar la igualdad de varianzas entre tratamientos. Se asumió homogeneidad cuando el valor de p fue superior a 0,05.

3.6.2.3. Análisis de varianza (ANOVA)

Las variables que cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas fueron analizadas mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA), con el propósito de determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos. El modelo estadístico empleado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable respuesta observada.

μ = media general.

τ_i = efecto del tratamiento.

ϵ_{ij} = error experimental.

3.6.2.4. Prueba de comparación múltiple de Tukey

Cuando el ANOVA detectó diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$), se aplicó la prueba de Tukey (HSD) para identificar específicamente cuáles tratamientos presentaban diferencias estadísticas.

3.6.2.5. Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis

Para las variables que no cumplieron los supuestos de normalidad y/o homogeneidad de varianzas, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, la cual permite comparar varios grupos independientes sin asumir distribución normal de los datos.

3.6.2.6. Prueba de Friedman

Los atributos sensoriales fueron analizados mediante la prueba no paramétrica de Friedman, debido a que los datos provinieron de una escala hedónica ordinal de

siete puntos. Esta prueba permitió determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos para los atributos color, olor, sabor, textura y calificación general.

3.6.2.7. Coeficiente W de Kendall

Como complemento de la prueba de Friedman, se calculó el coeficiente W de Kendall para determinar la magnitud del efecto de las diferencias encontradas entre tratamientos. Este coeficiente permitió establecer la importancia práctica de los resultados obtenidos.

3.6.2.8. Comparaciones múltiples entre tratamientos

Cuando la prueba de Friedman mostró diferencias significativas, se realizaron comparaciones múltiples por pares con ajuste del valor p, con el fin de identificar específicamente los tratamientos que presentaron diferencias estadísticas.

3.6.2.9. Nivel de significancia

En todas las pruebas estadísticas se trabajó con un nivel de confianza del 95 % y un nivel de significancia de 5 % ($\alpha = 0,05$). Se consideró que existían diferencias estadísticamente significativas cuando el valor de p fue inferior a 0,05.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Control de calidad de las materias primas.

4.1.1.1. Control microbiológico de las especias Chillangua y Chirarán

El Control microbiológico de las especias chillangua y chirarán en la tabla 31 mostró que los recuentos de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, Escherichia coli y coliformes se encontraron dentro de los límites máximos permitidos por la norma INEN 2532. Estos resultados indican que ambas especias presentaron una adecuada calidad microbiológica y fueron aptas para su incorporación en la elaboración del queso semi-madurado tipo Tilsit.

Tabla 31. Control microbiológico de las especias chillangua y chirarán antes del proceso de deshidratación.

Microorganismos (UFC/g)	Chillangua	Chirarán	Límite máximo permitido (INEN 2532)
Aerobios mesófilos	25×10^3	195	10^6
Mohos y levaduras	< 10	< 10	10^4
Escherichia coli	< 10	< 10	< 10
Coliformes	< 10	< 10	10^3

4.1.1.2. Pruebas rápidas de la leche cruda

Los resultados obtenidos en la tabla 32 para la leche cruda utilizada en la elaboración cumplen con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2012 (Leche cruda. Requisitos).

Tabla 32. Control de calidad de la leche cruda.

Parámetro	Resultado obtenido	Límite permitido	Normativa de referencia
pH	6,76	6,6 – 6,8	NTE INEN 9:2012
Acidez (% ácido láctico)	0,16	0,13 – 0,17	NTE INEN 9:2012
Grasa (%)	3,9	≥ 3,0	NTE INEN 9:2012
Proteína (%)	3,4	≥ 2,9	NTE INEN 9:2012
Sólidos no grasos (%)	9,2	≥ 8,2	NTE INEN 9:2012
Lactosa (%)	5	4,6 – 5,2	NTE INEN 9:2012
Sales minerales (%)	0,8	0,7 – 0,8	NTE INEN 9:2012
Densidad (g/mL)	1,0313	1,028 – 1,032	NTE INEN 9:2012
Agua añadida (%)	0	0	NTE INEN 9:2012
Temperatura (°C)	10	≤ 10 °C	NTE INEN 9:2012

4.1.2. Deshidratación de las especias chillangua y Chirarán.

Según la NTE INEN 2392:2017, las hierbas aromáticas deshidratadas son aquellas que han sido sometidas a un proceso de secado para reducir su contenido de agua, mejorar su conservación y mantener sus características de calidad. La norma establece que estas deben presentar un contenido máximo de humedad del 3,5 % y estar libres de impurezas que afecten su inocuidad y calidad. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2017)

En la presente investigación, la chillangua (*Eryngium foetidum*) y el chirarán (*Ocimum basilicum*) fueron deshidratados durante 20 horas a temperatura de 48 °C, como se muestra en la tabla 33. Este proceso favoreció la conservación de las especias y su posterior molienda para su incorporación en el queso semi-madurado tipo Tilsit.

Tabla 33. Rendimiento de chillangua y chirarán después de la deshidratación, molienda y tamizado.

Parámetro	Chillangua	Chirarán
Peso inicial (g)	1133	987
Peso final después de deshidratación, molienda y tamizado (g)	161	175
Rendimiento (%)	14,21	17,73
Agua eliminada (g)	972	812
Humedad promedio (%)	9,07 ± 0,35	8,27 ± 0,35

La tabla 33 presenta los resultados obtenidos durante el proceso de deshidratación, molienda y tamizado de las especias utilizadas en la investigación. La chillangua mostró un rendimiento de 14,21 %, mientras que el chirarán alcanzó un rendimiento de 17,73 %. Por el método de secado en estufa el porcentaje de humedad para la chillangua fue $9,07 \pm 0,35$ y para el Chirarán $8,27 \pm 0,35$ los cuales cumplen dentro de los rangos requeridos por la NTE INEN 2532:2010 (Especias y condimentos. Requisitos) 12 % de humedad. Estos resultados evidencian una importante reducción de peso debido a la eliminación de agua durante el proceso de secado, obteniéndose las partículas deseadas de tamizado de 1 mm hasta 2 mm, aptos para su incorporación en la elaboración del queso semi-madurado tipo Tilsit.

A continuación, se muestran las curvas de deshidratado de las especias. Las curvas de deshidratación de la chillangua (*Eryngium foetidum*) y el chirarán (*Ocimum basilicum*) Como se observa en la Figura 3, ambas especias presentaron una disminución progresiva de peso durante el proceso de deshidratación, presentando en ambos casos una tendencia polinómica de segundo orden característica de los procesos de deshidratación de materiales vegetales. La chillangua redujo su peso de

1133 g a 161 g, alcanzando una pérdida de peso del 85,79 %, mientras que el chirarán disminuyó de 987 g a 175 g, equivalente a una reducción del 82,27 %. Los modelos matemáticos obtenidos fueron $y = 1.4642x^2 - 78.17x + 1133$ para la chillangua y $y = 1.3593x^2 - 69.89x + 987$ para el chirarán, con coeficientes de determinación de $R^2 = 0,9998$ y $R^2 = 0,9989$, respectivamente, indicando que ambos modelos explican más del 99 % de la variabilidad observada y presentan un excelente ajuste a los datos experimentales.

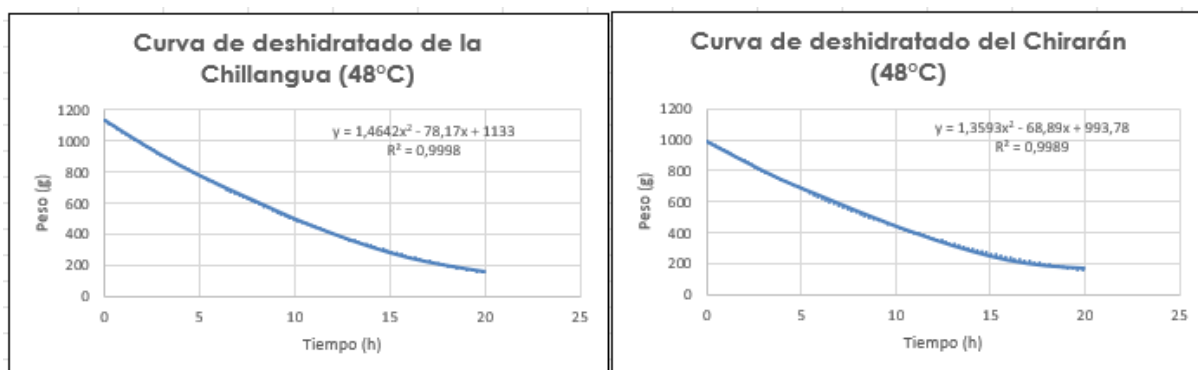


Figura 3. Curva de deshidratación de las especias.

La velocidad de secado disminuyó gradualmente debido a que la humedad remanente se encontraba más fuertemente retenida en la estructura celular de las especias. Comparativamente, la chillangua presentó una mayor pérdida de peso y una velocidad de deshidratación ligeramente superior a la del chirarán, lo que sugiere una mayor disponibilidad inicial de agua o una menor resistencia a la transferencia de humedad. No obstante, ambas especias alcanzaron pesos finales estables al término del proceso, demostrando que la temperatura de 48 °C fue adecuada para reducir significativamente su contenido de humedad, favoreciendo su conservación, estabilidad microbiológica.

4.1.3. Rendimiento global de la masa del proceso (Queso Tilsit)

La tabla 34 presenta el rendimiento obtenido durante la elaboración del queso semi-madurado tipo Tilsit a partir de Los 150 L de leche utilizados correspondieron a una masa de 154.695 g calculado a partir de una densidad promedio de 1,0313 g/ml determinado durante el control de calidad de la materia prima. Se obtuvo un total de 18 587 g de cuajada después del desuerado total, distribuido entre el tratamiento testigo y los tratamientos con incorporación de chillangua y chirarán en diferentes concentraciones. El rendimiento global alcanzado fue 12.49 %, para el cuajo líquido 12 mL correspondientes a una unidad de 12,6 g calculados a partir de una densidad

del fabricante de 1,05 g/mL, para una cuajada de 18 587 g, se agregaron 557,61 g de sal para alcanzar una concentración del 3 %. Evidenciando la transformación de la materia prima en un producto final apto para su evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial.

Tabla 34. Rendimiento del producto final y distribución de los tratamientos experimentales del queso semi-madurado tipo Tilsit.

Formulaciones de los tratamientos para el queso semi-madurado tipo Tilsit											
Materia prima e insumos	Unidad	Peso inicial	Peso final	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Leche	g	154 695,00	18 587,00	2 655,29	2 655,29	2 655,29	2 655,29	2 655,29	2 655,29	2 655,29	
Chillangua	g	9,69	9,69	0	1,94	3,23	4,52	0	0	0	
Chirarán	g	9,69	9,69	0	0	0	0	1,94	3,23	4,52	
Cloruro de calcio	g	30	30	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	
YoFlex® Mild 1.0	g	0,375	0,375	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	
R-704	g	2,25	2,25	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	
Cuajo líquido	g	12,6	12,6	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
H2O para dilución	g	220	220	31,43	31,43	31,43	31,43	31,43	31,43	31,43	
Sal	g	557,61	557,61	79,66	79,66	79,66	79,66	79,66	79,66	79,66	
Total	g	155 537,22	19 429,22	2 772,84	2 774,78	2 776,07	2 777,36	2 774,78	2 776,07	2 777,36	
Rendimiento	%		12.49								

4.1.4. Parámetros fisicoquímicos

La Tabla 35 presenta los valores promedio y la desviación estándar de los parámetros fisicoquímicos evaluados en los quesos semi-madurados tipo Tilsit elaborados con chillangua y chirarán. Los resultados evidencian que el pH y la acidez se mantuvieron dentro de los rangos característicos del producto, mientras que la incorporación de las especias influyó en la composición del queso, observándose una disminución del contenido de humedad y un incremento de los porcentajes de grasa y proteína respecto al tratamiento control. Además, las bajas desviaciones estándar registradas indican una adecuada uniformidad entre las repeticiones experimentales, lo que demuestra la confiabilidad de los resultados obtenidos. En conjunto, los tratamientos evaluados modificaron favorablemente las características fisicoquímicas del queso, principalmente en los componentes sólidos del producto.

Tabla 35. Tratamientos en la obtención de los análisis fisicoquímicos del queso semi-madurado tipo tilsit con la incorporación de especias.

Tratamiento	pH (Media±DE)	Acidez (Media±DE)	Humedad (Media±DE)	Grasa (Media±DE)	Proteína (Media±DE)
T0	5.372 ± 0.030	0.740 ± 0.010	40.373 ± 0.128	28.747 ± 0.047	30.813 ± 0.244
T1	5.368 ± 0.003	0.687 ± 0.012	38.710 ± 0.165	30.233 ± 0.100	30.363 ± 0.223
T2	5.368 ± 0.007	0.703 ± 0.006	38.603 ± 0.069	30.403 ± 0.038	31.143 ± 0.083
T3	5.303 ± 0.016	0.693 ± 0.015	37.167 ± 0.021	31.377 ± 0.015	30.190 ± 0.196
T4	5.332 ± 0.013	0.670 ± 0.010	38.683 ± 0.015	30.277 ± 0.025	31.503 ± 0.146
T5	5.319 ± 0.010	0.670 ± 0.010	38.473 ± 0.021	30.483 ± 0.015	29.930 ± 0.161
T6	5.344 ± 0.022	0.690 ± 0.010	38.297 ± 0.025	30.983 ± 0.006	31.757 ± 0.102

Los valores de pH oscilaron entre 5,30 y 5,37, mientras que la acidez titulable se mantuvo dentro de los rangos característicos para quesos semi-madurados. La humedad presentó una tendencia decreciente en algunos tratamientos, mientras que la grasa y proteína mostraron incrementos asociados a la reducción de humedad.

4.1.5. Análisis estadístico fisicoquímico

4.1.5.1. Pruebas de ANOVA

La tabla 36 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a las variables fisicoquímicas evaluadas en los diferentes tratamientos. Esta prueba estadística permitió determinar si existían diferencias entre los tratamientos respecto a las características analizadas.

Tabla 36. Resumen de ANOVA por variable.

Variable	Df trat.	F	P
pH	6	7.89	0.000744***
Acidez	6	14.97	$2,27 \times 10^{-5}$ ***
Humedad	6	371.2	$1,32 \times 10^{-14}$ ***
Grasa	6	959.2	$< 2 \times 10^{-16}$ ***
Proteína	6	46.58	$1,86 \times 10^{-8}$ ***

El análisis de varianza -ANOVA- muestra que los tratamientos aplicados tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre todas las variables evaluadas (pH, acidez, humedad, grasa y proteína), ya que en todos los casos el valor de p fue menor al nivel de significancia de 0,05.

En general, los resultados evidencian que los tratamientos aplicados modificaron significativamente las propiedades fisicoquímicas del producto, especialmente el contenido de grasa y humedad.

4.1.5.2. Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas.

La tabla 37, muestra los resultados de las pruebas de normalidad de Shapiro–Wilk y de homogeneidad de varianzas de Levene, las cuales se realizaron en los residuos a fin de determinar si las variables cumplían las condiciones necesarias para aplicar el ANOVA.

Tabla 37. Pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas.

Variable	Shapiro W	p Shapiro	Levene F	p Levene	Decisión
pH	0.95671	0.4526	0.4649	0.8229	Paramétrico
Acidez	0.92699	0.1198	0.1944	0.9731	Paramétrico
Humedad	0.90499	0.04376	13.705	0.2924	No paramétrico
Grasa	0.92511	0.1098	15.276	0.2400	Paramétrico
Proteína	0.92108	0.0912	0.3665	0.8882	Paramétrico

En las variables pH, acidez, grasa y proteína, los valores de p en la prueba de Shapiro–Wilk fueron mayores que 0,05, lo que indica que los datos presentan una distribución normal. Además, los valores de p de la prueba de Levene fueron mayores que 0,05, lo que indica homogeneidad de varianzas entre los tratamientos. Por esta razón, estas variables se consideraron paramétricas y se analizaron mediante ANOVA.

La variable humedad presentó un p-valor de 0.04376 en la prueba de Shapiro, lo que indica que los datos no siguieron una distribución normal. Aunque la prueba de Levene indicó homogeneidad de varianzas ($p = 0.2924$), al no cumplirse el supuesto de normalidad se decidió utilizar la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis (tabla 38).

Tabla 38. Resumen de pruebas Kruskal–Wallis.

Variable	Chi-cuadrado	Gl	P
Humedad	18.599	6	0.004897**

La prueba de Kruskal–Wallis se aplicó para evaluar si existían diferencias significativas entre los tratamientos en la variable de humedad. Los resultados mostraron un valor de Chi-cuadrado de 18.599 con 6 grados de libertad y un valor de $p = 0.004897$, el cual es menor a 0.05. Esto indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados en cuanto al contenido de humedad.

Por lo tanto, se concluye que los tratamientos aplicados influyeron significativamente en la humedad del producto, lo que evidencia variaciones en al menos uno de los grupos analizados.

4.1.5.3. Análisis Post Hoc

A fin de determinar en cuáles tratamientos existían las variaciones, se realizó un análisis Post Hoc, con la prueba de Tukey (tabla 39).

Tabla 39. Comparaciones significativas de Tukey por variables.

Variable	Comparaciones significativas	Tendencia observada
pH	T3-T0, T5-T0, T3-T1, T5-T1, T3-T2, T5-T2	Los tratamientos T3 y T5 presentaron valores de pH significativamente menores que los de T0, T1 y T2.
Acidez	T1-T0, T2-T0, T3-T0, T4-T0, T5-T0, T6-T0, T4-T2, T5-T2	Los tratamientos con especias presentaron acidez significativamente menor respecto al control.
Humedad	T0-T3	El tratamiento T3 mostró una humedad significativamente diferente respecto al control T0.
Grasa	T1-T0, T2-T0, T3-T0, T4-T0, T5-T0, T6-T0, T2-T1, T3-T1, T5-T1, T6-T1, T3-T2, T6-T2, T4-T3, T5-T3, T6-T3, T5-T4, T6-T4	La mayoría de los tratamientos incrementaron significativamente el contenido de grasa. T3 y T6 presentaron los valores más altos.
Proteína	T3-T0, T4-T0, T5-T0, T6-T0, T2-T1, T4-T1, T6-T1, T3-T2, T5-T2, T6-T2, T4-T3, T6-T3, T5-T4, T6-T5	Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, destacándose T4 y T6 por presentar los mayores contenidos de proteína.

4.1.5.4. Grupos homogéneos

La tabla 40 presenta la comparación de los tratamientos mediante una prueba de comparación de medias, permitiendo identificar la existencia de agrupaciones estadísticas entre las variables fisicoquímicas evaluadas. Las letras asignadas a cada tratamiento corresponden a los grupos estadísticos formados, los cuales permiten establecer similitudes o diferencias entre las medias analizadas.

Tabla 40. Medias y grupos homogéneos por variable.

Variable	Tratamiento	Media	Grupo
pH	T0	5.372	a
	T1	5.368	a
	T2	5.367	a
	T6	5.344	ab
	T4	5.332	ab
	T5	5.319	b
	T3	5.363	b
	T0	0.74	a
Acidez	T2	0.70	b
	T3	0.69	bc
	T6	0.69	bc
	T1	0.68	bc
	T4	0.67	c
	T5	0.67	c
	T3	31.37	a
	T6	30.98	b
Grasa	T5	30.48	c
	T2	30.40	cd
	T4	30.27	de
	T1	30.23	e
	T0	28.74	f
	T6	31.75	a
	T3	31.75	a
	T6	31.75	a
Proteína	T6	31.75	a

T4	31.50	ab
T2	31.14	bc
T0	30.81	cd
T1	30.36	de
T3	30.19	e
T5	29.93	e

La tabla 40 de grupos homogéneos muestra las medias de cada tratamiento y sus comparaciones estadísticas. Los tratamientos que comparten la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí, mientras que los que tienen letras diferentes sí presentan diferencias estadísticamente significativas.

En la variable pH, los tratamientos T0, T1 y T2 presentaron los valores más altos y pertenecen al grupo "a", lo que indica similitud estadística entre sí. Por otro lado, T5 y T3 mostraron los valores más bajos y pertenecieron al grupo "b", lo que evidencia diferencias significativas respecto de los tratamientos con mayor pH.

En cuanto a la acidez, el tratamiento T0 presentó la mayor media (0.740000) y se ubicó en el grupo "a", diferenciándose estadísticamente de T4 y T5, que presentaron los menores valores y pertenecieron al grupo "c". Esto indica que los tratamientos influyeron en la acidez del producto.

En grasa, se observaron diferencias marcadas entre tratamientos. El tratamiento T3 presentó el mayor contenido de grasa (31.37667), ubicándose en el grupo "a", mientras que T0 mostró el valor más bajo (28.74667), perteneciendo al grupo "f". La presencia de varios grupos evidencia un efecto importante de los tratamientos sobre esta variable.

En proteína, el tratamiento T6 presentó el valor más alto (31.75667) y se clasificó en el grupo "a", mientras que T5 obtuvo el valor más bajo (29.93000), formando parte del grupo "e". Esto demuestra diferencias significativas en el contenido proteico entre tratamientos. Los resultados indican que los tratamientos aplicados produjeron cambios significativos en las características fisicoquímicas evaluadas, especialmente en grasa y proteína, donde se observaron mayores diferencias entre grupos.

4.1.6. Análisis estadístico sensorial

4.1.6.1. Análisis descriptivo

Inicialmente, se realizó una comparación de análisis descriptivo mediante el cálculo de frecuencias relativas, expresadas en porcentaje, para cada categoría de

respuesta, con el fin de caracterizar la percepción de los panelistas respecto de cada tratamiento. Se analizaron los resultados de la evaluación sensorial de los atributos color, olor, sabor, textura y aceptación general de los tratamientos T0–T6, con un total de 80 evaluaciones por tratamiento.

4.1.6.1.1. Frecuencias porcentuales por atributo

La tabla 41 presenta la distribución porcentual de las respuestas obtenidas para el atributo color en cada uno de los tratamientos evaluados.

Tabla 41. Frecuencias porcentuales para color.

Categoría	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	1.25	0.00	1.25	2.50	3.75	2.50	2.50
2	5.00	6.25	3.75	6.25	6.25	8.75	12.50
3	6.25	11.25	10.00	15.00	12.50	16.25	18.75
4	21.25	27.50	21.25	27.50	23.75	15.00	26.25
5	21.25	33.75	33.75	22.50	25.00	26.25	21.25
6	28.75	12.50	22.50	17.50	18.75	18.75	8.75
7	16.25	8.75	7.50	8.75	10.00	12.50	10.00

La evaluación del atributo color mostró que las categorías intermedias y altas (4, 5 y 6) concentraron la mayor frecuencia de respuestas en todos los tratamientos. Los tratamientos T1 y T2 presentaron mayores porcentajes en la categoría 5, mientras que T0 destacó en la categoría 6. Estos resultados indican que los panelistas percibieron favorablemente el color de los quesos, aunque existieron ligeras diferencias entre tratamientos, especialmente en aquellos que contenían mayores concentraciones de especias. La tabla 42 presenta la distribución porcentual de las respuestas obtenidas para el atributo olor en cada uno de los tratamientos evaluados.

Tabla 42. Frecuencias porcentuales para olor.

Categoría	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2.50	2.50	5.00	5.00	8.75	3.75	3.75
2	7.50	10.00	7.50	6.25	11.25	10.00	3.75
3	17.50	17.50	6.25	18.75	21.25	17.50	27.50
4	28.75	22.50	25.00	32.50	18.75	21.25	25.00
5	15.00	30.00	28.75	22.50	16.25	20.00	16.25
6	15.00	15.00	17.50	10.00	18.75	15.00	11.25
7	13.75	2.50	10.00	5.00	5.00	12.50	12.50

En el atributo olor, las mayores frecuencias se registraron en las categorías 4 y 5 para la mayoría de tratamientos, reflejando una aceptación moderada a buena por parte de los evaluadores. El tratamiento T3 presentó la mayor frecuencia en la categoría 4, mientras que T1 mostró una mayor concentración en la categoría 5. En general, el aroma de los quesos fue bien aceptado y las diferencias entre tratamientos fueron

poco marcadas. La tabla 43 presenta la distribución porcentual de las respuestas obtenidas para el atributo sabor en cada uno de los tratamientos evaluados.

Tabla 43. Frecuencias porcentuales para sabor.

Categoría	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2.50	6.25	3.75	3.75	3.75	7.50	2.50
2	7.50	7.50	8.75	7.50	12.50	8.75	5.00
3	11.25	15.00	7.50	13.75	17.50	17.50	31.25
4	27.50	15.00	16.25	30.00	23.75	13.75	17.50
5	18.75	32.50	27.50	22.50	17.50	25.00	16.25
6	12.50	20.00	21.25	12.50	12.50	18.75	11.25
7	20.00	3.75	15.00	10.00	12.50	8.75	16.25

Para el atributo sabor, las categorías 4 y 5 registraron los porcentajes más elevados en la mayoría de tratamientos. El tratamiento T1 destacó por presentar la mayor frecuencia en la categoría 5, mientras que T3 mostró una mayor concentración en la categoría 4. Estos resultados evidencian una aceptación favorable del sabor de los quesos elaborados con las diferentes concentraciones de especias. La tabla 44 presenta la distribución porcentual de las respuestas obtenidas para el atributo textura en cada uno de los tratamientos evaluados.

Tabla 44. Frecuencias porcentuales para textura.

Categoría	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2.50	3.75	7.50	3.75	5.00	5.00	6.25
2	3.75	11.25	8.75	13.75	15.00	12.50	3.75
3	20.00	6.25	20.00	17.50	15.00	11.25	21.25
4	23.75	17.50	16.25	23.75	25.00	28.75	25.00
5	25.00	37.50	30.00	26.25	22.50	17.50	23.75
6	13.75	17.50	15.00	10.00	5.00	15.00	8.75
7	11.25	6.25	2.50	5.00	12.50	10.00	11.25

En la evaluación de la textura, las categorías 4 y 5 fueron las más frecuentes en todos los tratamientos, destacándose T1 con el mayor porcentaje en la categoría 5. Esto indica que los panelistas percibieron una textura adecuada y agradable en los quesos evaluados. Además, la distribución de respuestas fue relativamente homogénea entre tratamientos, sugiriendo que las especias no alteraron significativamente esta característica. La tabla 45 presenta la distribución porcentual de las respuestas obtenidas para el atributo de aceptación general en cada uno de los tratamientos evaluados.

Tabla 45. Frecuencias porcentuales para calificación general.

Categoría	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	0.00	1.25	1.25	2.50	2.50	5.00	2.50
2	6.25	5.00	6.25	7.50	11.25	6.25	6.25
3	5.00	12.50	10.00	10.00	12.50	13.75	11.25
4	18.75	21.25	17.50	31.25	26.25	20.00	22.50

5	33.75	30.00	30.00	27.50	22.50	28.75	28.75
6	21.25	23.75	27.50	18.75	13.75	18.75	13.75
7	15.00	6.25	7.50	2.50	11.25	7.50	15.00

La calificación general mostró una mayor concentración de respuestas en las categorías 5 y 6 para la mayoría de tratamientos, lo que refleja una buena aceptación global de los quesos semi-madurado. Los tratamientos T0, T1 y T2 presentaron los mayores porcentajes en la categoría 5, mientras que T2 destacó en la categoría 6. En general, los resultados indican que todos los tratamientos alcanzaron niveles satisfactorios de aceptación por parte de los consumidores, con ligeras diferencias asociadas a la incorporación de las especias.

Las tablas de frecuencias porcentuales muestran que, para los atributos color, olor, sabor, textura y calificación general, la mayor concentración de respuestas se ubicó en las categorías medias y altas de la escala de evaluación, principalmente entre las categorías 4, 5 y 6. Esto indica que los panelistas percibieron de manera favorable las características sensoriales de los quesos elaborados con los diferentes tratamientos.

En el atributo color, se observó una buena aceptación visual en todos los tratamientos, mientras que para olor y sabor las respuestas reflejaron una percepción agradable y homogénea entre los evaluadores. De igual manera, la textura presentó valoraciones positivas, evidenciando que la incorporación de las especias no afectó negativamente esta característica. Finalmente, la calificación general mostró altos porcentajes en las categorías de mayor aceptación, lo que demuestra una adecuada aceptación global del producto.

4.1.6.2. Análisis inferencial

Se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos en cada uno de los atributos evaluados. Posteriormente, cuando se identificaron diferencias globales significativas, se realizaron comparaciones múltiples por pares con ajuste del valor de p, lo que permitió establecer qué tratamientos diferían estadísticamente entre sí.

4.1.6.2.1. Test de Friedman

La tabla 46, presenta los resultados de la prueba de Friedman aplicada a los atributos sensoriales evaluados en los diferentes tratamientos. Esta prueba no paramétrica permite determinar la existencia de diferencias en la percepción de los panelistas cuando se comparan múltiples muestras relacionadas.

Tabla 46. Resultados del test de Friedman por atributo sensorial.

Atributo	n	Estadístico	gl	p	Método
Color	80	27.3	6	0.000129	Friedman
Olor	80	14.7	6	0.0231	Friedman
Sabor	80	17.1	6	0.00904	Friedman
Textura	80	19.3	6	0.00365	Friedman
Calificación general	80	24.0	6	0.000514	Friedman

Los valores de p fueron menores a 0.05 para todos los atributos evaluados, indicando diferencias significativas entre los tratamientos (T0–T6) en color, olor, sabor, textura y calificación general.

La tabla 47 presenta el tamaño del efecto asociado a la prueba de Friedman mediante el coeficiente W de Kendall para los atributos sensoriales evaluados. Este estadístico permite valorar el grado de concordancia entre los panelistas y complementar la interpretación de las diferencias identificadas en el análisis sensorial.

Tabla 47. Tamaño del efecto para el test de Friedman mediante W de Kendall.

Atributo	n	W de Kendall	Método	Magnitud
Color	80	0.0568	Kendall W	Pequeña
Olor	80	0.0305	Kendall W	Pequeña
Sabor	80	0.0356	Kendall W	Pequeña
Textura	80	0.0403	Kendall W	Pequeña
Calificación general	80	0.0501	Kendall W	Pequeña

Aunque se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, los valores de W de Kendall fueron inferiores a 0.10, lo que indica un tamaño de efecto pequeño. Esto sugiere que las diferencias observadas entre tratamientos sí existen, pero su magnitud práctica en la percepción sensorial de los evaluadores es reducida.

4.1.6.2.2. Comparaciones entre tratamientos

La tabla 48 muestra las comparaciones múltiples efectuadas entre tratamientos después del ajuste estadístico del valor de probabilidad. Este análisis permite identificar de manera específica las diferencias existentes entre los tratamientos evaluados y respaldar la interpretación de los resultados sensoriales.

Tabla 48. Comparaciones significativas después del ajuste del valor p.

Variable	Comparación	Estadístico	p ajustado	Significancia
Color	T0 – T3	1076.0	0.006	**
Color	T0 – T6	1465.0	0.000821	***
Calificación general	T0 – T3	1228.0	0.007	**
Calificación general	T0 – T4	1362.0	0.048	*

Las comparaciones múltiples mostraron diferencias significativas únicamente en los atributos de color y de calificación general. En color, los tratamientos T3 y T6 difirieron significativamente del tratamiento control (T0), lo que indica que la adición de las especias modificó la apariencia visual del queso. En la calificación general, los tratamientos T3 y T4 presentaron diferencias significativas con respecto al control, lo que evidencia la influencia de las especias sobre la aceptación global del producto. En contraste, los atributos de olor, sabor y textura no mostraron diferencias significativas entre tratamientos tras el ajuste estadístico. En conjunto, los resultados sugieren que las especias utilizadas tuvieron un mayor efecto sobre la apariencia y la aceptación general que sobre las demás características sensoriales evaluadas.

4.1.7. Evaluación microbiológica

La evaluación microbiológica como se muestra en la tabla 49 se realizó en todos los tratamientos de queso semi-madurado tipo Tilsit (T0, T1, T2, T3, T4, T5 y T6), considerando el tratamiento testigo y los tratamientos con incorporación de chillangua y chirarán. Los análisis fueron efectuados por triplicado después de 45 días de maduración, evaluando los microorganismos indicadores de calidad e inocuidad: mohos y levaduras, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. En todos los tratamientos los recuentos obtenidos fueron inferiores a 10 UFC/g, encontrándose por debajo de los límites máximos permitidos por la NTE INEN 1528. Estos resultados evidencian que las condiciones de elaboración, maduración, almacenamiento y manipulación fueron adecuadas, garantizando la estabilidad microbiológica del producto. Además, la incorporación de chillangua y chirarán no favoreció el desarrollo de microorganismos alterantes o patógenos, ya que después de la deshidratación de las especias almacenadas fueron sometidas a un tratamiento térmico en horno a 85 °C durante 20 minutos para reducir la carga microbiana superficial antes de su incorporación al producto.

Tabla 49. Evaluación microbiológica del queso semi-madurado tipo Tilsit después de 45 días de maduración según la NTE INEN 1528.

Microorganismos UFC/g	Queso semi-madurado tipo Tilsit	Límite máximo permitido
	Día 45	NTE INEN 1528
<i>Mohos y levaduras</i>	< 10	10 ²
<i>Escherichia coli</i>	< 10	< 10
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 10	10 ²

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Calidad de las materias primas

La calidad de las materias primas empleadas en la presente investigación constituyó un factor determinante para la obtención de un queso semi-madurado tipo Tilsit con características adecuadas de composición, aceptación sensorial e inocuidad microbiológica. La leche cruda utilizada presentó valores de pH (6,76), acidez (0,16 %), grasa (3,9 %), proteína (3,4 %), sólidos no grasos (9,2 %), densidad (1,0313 g/mL) y ausencia de agua añadida dentro de los límites establecidos por la NTE INEN 9:2012, lo que evidencia que la materia prima cumplió con los requisitos exigidos para la elaboración de productos lácteos de calidad.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Fox et al. (2017), quienes señalan que la composición fisicoquímica de la leche influye directamente sobre el rendimiento quesero, la textura, la retención de grasa y proteína, así como sobre la evolución de los procesos bioquímicos durante la maduración. Por tanto, la adecuada calidad inicial de la leche permitió desarrollar un proceso tecnológico estable y obtener un producto final conforme a los parámetros esperados para quesos semi-madurados.

Por otra parte, la chillangua y el chirarán presentaron recuentos microbiológicos dentro de los límites establecidos por la NTE INEN 2532, registrando valores inferiores a los máximos permitidos para aerobios mesófilos, mohos y levaduras, coliformes y *Escherichia coli*. Estos resultados demuestran que ambas especias fueron aptas para su incorporación al queso sin representar un riesgo para la inocuidad del producto.

4.2.2. Deshidratación de la chillangua y el chirarán

La deshidratación de las especias permitió obtener reducciones de humedad del 85,79 % en chillangua y del 82,27 % en chirarán, alcanzando rendimientos finales de 14,21 % y 17,73 %, respectivamente. Estos resultados reflejan la elevada humedad inicial característica de las hierbas aromáticas frescas y evidencian la eficiencia del proceso de secado aplicado a 48 °C durante 20 horas.

Los modelos matemáticos obtenidos presentaron coeficientes de determinación superiores a 0,99, indicando un excelente ajuste de las curvas de secado. Este comportamiento coincide con lo descrito por Mujumdar (2014), quien señala que los comportamientos de los procesos de deshidratación vegetal presentan una disminución progresiva de la velocidad de secado debido a la reducción del agua

libre y al incremento de la resistencia interna a la transferencia de humedad. Asimismo, la reducción del contenido de agua favoreció la estabilidad microbiológica y la conservación de las especias, cumpliendo con los criterios generales establecidos por la NTE INEN 2392:2017 para hierbas aromáticas deshidratadas.

4.2.3. Rendimiento del queso semi-madurado tipo Tilsit

A partir de 150 L de leche se obtuvieron 9 kg de queso semi-madurado tipo Tilsit, alcanzando un rendimiento quesero del 6 %. Este resultado es coherente con la naturaleza de los quesos semi-madurados, los cuales presentan menores rendimientos que los quesos frescos debido a la eliminación progresiva de humedad durante las etapas de desuerado, prensado y maduración.

Fox et al. (2017) indican que la pérdida de humedad constituye uno de los principales factores responsables de la reducción del rendimiento en quesos madurados, ya que favorece la concentración de sólidos y el desarrollo de las características propias del producto. En consecuencia, el rendimiento obtenido puede considerarse adecuado para las condiciones de elaboración utilizadas en esta investigación.

4.2.4. Rendimiento global del producto final

El rendimiento global del producto final fue de 6,85 %, obtenido a partir de 151364,01 g de materia prima e insumos utilizados durante la elaboración, alcanzando una masa final de 10364,01 g de producto. Este valor fue ligeramente superior al rendimiento quesero (6 %), debido a la incorporación y retención de ingredientes como sal, especias, cloruro de calcio, fermentos y agua de dilución dentro de la matriz quesera.

Según Fox et al. (2017), el rendimiento en quesos madurados está influenciado por la retención de sólidos y por la pérdida de humedad durante el proceso de maduración. En la presente investigación, la reducción de humedad observada (37,17–40,37 %) favoreció la concentración de sólidos y explicó la disminución de masa respecto a la cantidad inicial de leche procesada.

Por lo tanto, el rendimiento global obtenido demuestra una adecuada transformación de la materia prima y confirma la viabilidad tecnológica de la incorporación de chillangua y chirarán en la elaboración de queso semi-madurado tipo Tilsit.

4.2.5. Parámetros fisicoquímicos del queso semi-madurado tipo Tilsit

Los análisis fisicoquímicos evidenciaron diferencias significativas entre tratamientos para pH, acidez, humedad, grasa y proteína ($p < 0,05$). Los valores de pH oscilaron entre 5,303 y 5,372, encontrándose dentro del rango característico para quesos semi-madurados. El análisis de varianza mostró diferencias significativas ($F = 7,89$; $p = 0,000744$), destacándose los tratamientos T3 y T5 por presentar los menores valores. Sin embargo, la diferencia máxima observada fue inferior a 0,07 unidades de pH, indicando que la incorporación de las especias no alteró sustancialmente el proceso normal de acidificación.

Los valores de pH comprendidos entre 5,2 y 5,5 favorecen el desarrollo de la textura, la actividad enzimática en quesos semiduros, por lo que los resultados obtenidos reflejan condiciones adecuadas de maduración.

En cuanto a la acidez titulable, se registraron valores entre 0,670 y 0,740 %, observándose diferencias significativas entre tratamientos ($F = 14,97$; $p = 2,27 \times 10^{-5}$). El tratamiento control presentó la mayor acidez, mientras que los tratamientos con especias mostraron valores ligeramente inferiores. Este comportamiento podría relacionarse con la presencia de compuestos fenólicos y aceites esenciales presentes en la chillangua y el chirarán, los cuales han demostrado actividad antimicrobiana moderada frente a diversos microorganismos. No obstante, todos los tratamientos permanecieron dentro de los rangos normales reportados para quesos semi-madurados.

La humedad presentó diferencias significativas según la prueba de Kruskal-Wallis ($\chi^2 = 18,599$; $p = 0,004897$), registrándose valores entre 37,167 % y 40,373 %. El tratamiento T3 presentó la menor humedad, mientras que el tratamiento control registró el mayor valor. Esta reducción puede atribuirse a la maduración y a la incorporación de especias previamente deshidratadas. La disminución progresiva de humedad durante la maduración favorece la concentración de sólidos y modifica las características texturales del queso, comportamiento que coincide con los resultados obtenidos.

El contenido de grasa presentó diferencias altamente significativas ($F = 959,2$; $p < 2 \times 10^{-16}$), con valores comprendidos entre 28,747 % y 31,377 %. Los tratamientos con menor humedad registraron los mayores porcentajes de grasa, evidenciando un efecto de concentración asociado a la pérdida de agua. Este comportamiento

coincide con lo reportado por Walstra et al. (2006), quienes indican que la concentración relativa de grasa aumenta conforme disminuye el contenido hídrico del queso.

De forma similar, la proteína presentó diferencias significativas ($F = 46,58$; $p = 1,86 \times 10^{-8}$), registrándose valores entre 29,930 % y 31,757 %. Los mayores contenidos proteicos fueron observados en T6 y T4, resultado que también puede explicarse por la concentración relativa de sólidos ocasionada por la disminución de humedad.

Estos valores superan ampliamente el contenido proteico mínimo reportado para quesos semi-madurados, reflejando una adecuada calidad nutricional del producto.

4.2.6. Evaluación sensorial

4.2.6.1. Discusión del análisis descriptivo

La evaluación descriptiva permitió caracterizar la percepción de los panelistas respecto a los atributos color, olor, sabor, textura y calificación general del queso semi-madurado tipo Tilsit elaborado con chillangua y chirarán. En general, las mayores frecuencias de respuesta se concentraron en las categorías 4, 5 y 6 de la escala hedónica para todos los atributos evaluados, evidenciando una aceptación favorable de los tratamientos por parte de los consumidores.

En el atributo color, los tratamientos T1 y T2 registraron los mayores porcentajes en la categoría 5 (33,75 %), mientras que el tratamiento control presentó la mayor frecuencia en la categoría 6 (28,75 %). Estos resultados indican que la apariencia visual del producto fue bien aceptada por los evaluadores, aunque la incorporación de especias modificó ligeramente la percepción visual del queso. Estudios realizados por Galio et al. (2021) en quesos enriquecidos con hierbas aromáticas reportaron que la presencia de partículas vegetales genera cambios visibles en la matriz quesera, influyendo principalmente en la aceptación del color.

En cuanto al olor, las respuestas se concentraron principalmente en las categorías 4 y 5, destacándose el tratamiento T1 con un 30,00 % de frecuencia en la categoría 5. De forma similar, en sabor las mayores frecuencias también se registraron en las categorías medias y altas de aceptación, sobresaliendo T1 con un 32,50 % en la categoría 5. Estos resultados sugieren que la incorporación de chillangua y chirarán no generó aromas o sabores desagradables para los consumidores, manteniendo la aceptabilidad característica del queso semi-madurado.

Para textura, el tratamiento T1 presentó el mayor porcentaje de aceptación en la categoría 5 (37,50 %), mientras que la distribución general de respuestas mostró una tendencia homogénea entre tratamientos. Este comportamiento indica que las especias no alteraron significativamente la estructura física del producto. Según Fox et al. (2017), pequeñas incorporaciones de ingredientes vegetales generalmente no modifican la textura de quesos semiduros cuando las concentraciones utilizadas son bajas.

Respecto a la calificación general, las categorías 5 y 6 concentraron la mayor proporción de respuestas. El tratamiento control registró un 33,75 % en la categoría 5, mientras que T2 presentó el mayor porcentaje en la categoría 6 (27,50 %). Estos resultados evidencian una aceptación global favorable del producto y sugieren que la incorporación de especias permitió diferenciar el queso sin afectar negativamente la preferencia de los consumidores.

En conjunto, el análisis descriptivo demuestra que los quesos elaborados con chillangua y chirarán mantuvieron niveles adecuados de aceptación sensorial, evidenciando el potencial de estas especias como ingredientes diferenciadores para el desarrollo de productos lácteos con valor agregado.

4.2.6.2. Discusión del análisis inferencial

La prueba de Friedman evidenció diferencias significativas entre tratamientos para color ($p = 0,000129$), olor ($p = 0,0231$), sabor ($p = 0,00904$), textura ($p = 0,00365$) y calificación general ($p = 0,000514$), indicando que la incorporación de chillangua y chirarán influyó en la percepción sensorial de los panelistas.

Sin embargo, el coeficiente W de Kendall presentó valores comprendidos entre 0,0305 y 0,0568, correspondiendo a una magnitud de efecto pequeña para todos los atributos evaluados. El mayor valor se observó en color ($W = 0,0568$), seguido de calificación general ($W = 0,0501$), textura ($W = 0,0403$), sabor ($W = 0,0356$) y olor ($W = 0,0305$). Estos resultados indican que, aunque las diferencias fueron estadísticamente significativas, su impacto práctico sobre la percepción de los consumidores fue reducido.

Las comparaciones múltiples mostraron diferencias significativas únicamente en color y calificación general. Para color se observaron diferencias entre T0 y T3 ($p = 0,006$) y entre T0 y T6 ($p = 0,000821$), mientras que para calificación general se registraron diferencias entre T0 y T3 ($p = 0,007$) y entre T0 y T4 ($p = 0,048$). Estos resultados sugieren

que las concentraciones más elevadas de especias fueron las responsables de las diferencias percibidas por los evaluadores.

La modificación observada en el atributo color puede atribuirse a la presencia visible de partículas de chillangua y chirarán distribuidas en la matriz quesera. Investigaciones realizadas por Gaglio et al. (2021) reportaron que la incorporación de hierbas aromáticas afecta principalmente la apariencia visual de los quesos debido a la presencia de pigmentos naturales y material vegetal visible, mientras que las modificaciones en sabor y textura suelen ser menos pronunciadas cuando las concentraciones son bajas.

Asimismo, García (2012) observó que la incorporación de mezclas de especias naturales en quesos produjo diferencias sensoriales significativas principalmente en atributos visuales, manteniéndose niveles adecuados de aceptación general.

Estos hallazgos coinciden con los resultados de la presente investigación, donde las diferencias estadísticas encontradas no fueron suficientes para generar rechazo del producto.

Por lo tanto, los resultados inferenciales permiten concluir que la incorporación de chillangua y chirarán influyó significativamente en la percepción sensorial de los quesos semi-madurados tipo Tilsit, principalmente en color y aceptación general; sin embargo, la magnitud de estas diferencias fue reducida, manteniéndose una adecuada aceptación del producto por parte de los consumidores.

4.2.7. Evaluación microbiológica del queso semi-madurado tipo Tilsit

Los análisis microbiológicos realizados después de 45 días de maduración mostraron recuentos inferiores a 10 UFC/g para mohos y levaduras, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en todos los tratamientos evaluados. Estos resultados cumplen con los límites máximos permitidos por la NTE INEN 1528, evidenciando que el producto elaborado fue microbiológicamente seguro para el consumo humano.

La ausencia de *E. coli* indica que no existieron problemas de contaminación fecal durante la elaboración, mientras que los bajos recuentos de *Staphylococcus aureus* reflejan una adecuada manipulación de la materia prima y del producto durante el proceso. Asimismo, los bajos niveles de mohos y levaduras evidencian que las condiciones de maduración, almacenamiento y empaque fueron apropiadas.

Adicionalmente, diversos estudios han demostrado que *Ocimum basilicum* y *Eryngium foetidum* contienen compuestos fenólicos, flavonoides y aceites esenciales con actividad antimicrobiana frente a microorganismos patógenos y alterantes. Aunque no puede atribuirse completamente a las especias la estabilidad microbiológica observada, es posible que estos compuestos hayan contribuido a mantener condiciones desfavorables para el crecimiento microbiano.

4.2.8. Discusión integradora

En conjunto, los resultados obtenidos demuestran que la incorporación de chillangua y chirarán en concentraciones de 0,15 %, 0,25 % y 0,35 % fue tecnológicamente viable para la elaboración de queso semi-madurado tipo Tilsit. Las materias primas utilizadas cumplieron con las exigencias de las normas NTE INEN 9:2012, NTE INEN 2392:2017, NTE INEN 2532 y NTE INEN 1528, garantizando la calidad e inocuidad del producto. Asimismo, las especias contribuyeron a modificar algunas características fisicoquímicas y sensoriales sin afectar negativamente la aceptación del consumidor ni la estabilidad microbiológica del queso.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Se desarrolló satisfactoriamente la formulación de un queso semi-madurado tipo Tilsit con incorporación de chillangua y chirarán en concentraciones de 0,15 %, 0,25 % y 0,35 %, obteniéndose un producto tecnológicamente viable y conforme a los requisitos de calidad establecidos por la NTE INEN 9:2012 para leche cruda y por las normas NTE INEN 2392:2017 y NTE INEN 2532 para especias deshidratadas. Los resultados evidenciaron que el tratamiento T2, correspondiente a la incorporación de 0,25 % de chillangua (*Eryngium foetidum*), presentó el mejor desempeño tecnológico y sensorial.
2. Los parámetros fisicoquímicos del queso semi-madurado tipo Tilsit saborizado con chillangua y chirarán se mantuvieron dentro de rangos adecuados para este tipo de producto, registrándose valores de pH entre 5,303 y 5,372; acidez entre 0,670 y 0,740 %; humedad entre 37,167 y 40,373 %; grasa entre 28,747 y 31,377 %; y proteína entre 29,930 y 31,757 %. La disminución de humedad observada en los tratamientos con especias favoreció la concentración relativa de grasa y proteína, comportamiento descrito por Fox et al. (2017) y Walstra et al. (2006) para quesos sometidos a procesos de maduración. Sin embargo, los valores del coeficiente W de Kendall (0,0305–0,0568) evidenciaron una magnitud de efecto pequeña, indicando que las especias modificaron las características del producto sin afectar negativamente su aceptabilidad.
3. La aceptabilidad sensorial del queso semi-madurado tipo Tilsit con incorporación de chillangua y chirarán fue favorable en comparación con el tratamiento testigo, debido a que las mayores frecuencias de respuesta se concentraron en las categorías 4, 5 y 6 de la escala hedónica. Indicando que las concentraciones más elevadas de especias influyeron principalmente sobre la apariencia visual y la percepción global del producto. No obstante, los atributos olor, sabor y textura mantuvieron niveles de aceptación similares al control, demostrando que la incorporación de las especias no generó rechazo por parte de los consumidores.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Desarrollar estudios sobre la capacidad antioxidante, contenido de compuestos fenólicos y actividad antimicrobiana de la chillangua y el chirarán incorporados al queso, considerando el potencial funcional reportado para ambas especies vegetales en investigaciones previas.
2. Realizar evaluaciones durante periodos de maduración superiores a 45 días para determinar la influencia de las especias sobre la evolución de los parámetros fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos del producto.
3. Implementar estudios de aceptación con un mayor número de consumidores y diferentes segmentos de mercado, a fin de validar el potencial comercial del queso semi-madurado tipo Tilsit saborizado con chillangua y chirarán y promover la diversificación de productos lácteos con valor agregado en la industria quesera.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldaz, L. y Sánchez, L. (2011). Elaboracion de queso tilsit semimadurado con adicion de dos porcentajes de aji (*Capsicumbaccatum*). Y tres porcentajes de gelatina sin sabor para mejorar su rendimiento. *dspace.ueb.edu.ec/*, 1-1. <https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/eb5683ad-2cf4-4cd8-9292-f1ba8c450429/content>
- Arla Foods S.A. (2024). La deshidratación de alimentos, la forma más antigua y sana de conservación . *Naturarla.es*, 1-1. <https://www.naturarla.es/la-deshidratacion-la-forma-mas-antigua-y-sana-de-conservacion/>
- Arslan, D. & Özcan, M. (2010). Study the effect of sun, oven and microwave drying on quality of basil (*Ocimum basilicum* L.). *foodeng*, 1-1. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.06.017>
- Astidias, E. M. (2005). Diseño experimental a escala piloto del proceso alimentario y biotecnológico, elaboración de quesos madurados tipo tilsit y gouda en la empresa norte santandereana de lácteos norlacteos S.A. Municipio de villa del Rosario. *catalogobiblioteca.ufps.edu.co*, 1-1. <https://catalogobiblioteca.ufps.edu.co/descargas/tesis/610016.pdf>
- Ayala, N. S. (2025). producción de leche | La Sierra ecuatoriana concentra el 77 % de la producción de leche. *edairynews*, 1-1. <https://es.edairynews.com/sierra-ecuatoriana-77-leche/>
- Bailón, P. y Zambrano, E. (2018). AGROIN-0031.pdf. *Uleam*, 6-9. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1942/1/ULEAM-AGROIN-0031.pdf>
- Baker et al. (2022). Consumer Acceptance toward Functional Foods. *A Scoping Review.*, 19(3), 12-17. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031217>
- Brassel y Hidalgo, F. (2007). La producción de leche en el Ecuador entre el mercado nacional y la globalización. *Libre comercio*, 1-30. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/2022-09/010039253.pdf
- Cangas et al, M. (2018). Desarrollo de un queso fresco con cultivos probióticos e ingredientes vegetales. *Redalyc.org*, 1-1. <https://www.redalyc.org/journal/4455/445558836004/html/>

- Cárdenas, C. (2017). "Propuesta de factibilidad para la creación de una productora de quesos aromatizados y saborizados con especias naturales en el cantón Alausí 2016. *dspace.esPOCH.edu.ec*, 1-1. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11500/1/84T00556.pdf>
- Cheme, L. (26 de mayo de 2023). Los 16 años de una exploración empírica de plantas medicinales. *Expreso*, 1-1. <https://www.expreso.ec/actualidad/16-anos-exploracion-empirica-plantas-medicinales-161787.html>
- Cicenia, L. (2011). Determicación del nivel óptimo de diferentes fermentos en la elaboración de queso Tilsit. *Epoch*, 1-1. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/935/1/27T023.pdf>
- Codex Alimentarius. (CXS 206-1999). Leche. *General Standard for the Use of Dairy Terms*, 1-1.
- Comisión del Codex Alimentarius. (1968/2023). *Norma para el queso Tilsiter (CXS 270-1968)*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS). https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%3A%2F%2Fworkspace.fao.org%2Fsites%2Fcodex%2FStandards%2FCXS%2B270-1968%2FCXS_270s.pdf
- Comisión del Codex Alimentarius. (2017). *Code of Hygienic Practice for Low-Moisture Foods*. (CXC 75-2015). <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/>
- Díaz, A. (1996). Microbiología y bioquímica de los quesos madurados por hongos del genero penicillum. *ru.dgb.unam.mx*, 1-1. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000235622/3/0235622.pdf>
- Enrique, D. (2012). Evaluación sensorial de quesos frescos elaborados a base de leche de vaca y leche de cabra, saborizados con una mezcla de especias naturales. *repositorio.usac.edu.gt*, 1-1. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2552/1/Tesis%20Lic%20Zoot%20Donal%20E%20%20Garc%C3%ADa%20H.pdf>
- Farías et al. C. (2022). Chirarán: Composición química y sus beneficios en salud. *scielo.cl*, 49(4), 1-1. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182022000500502
- Fellows. (2017). *Food Processing Technology* (4th ed ed.). Woodhead Publishing. <https://shop.elsevier.com/books/food-processing-technology/fellows/978-0-08-101907-8>

- Foda M. et al. (2008). Sensory Evaluation and Related Volatile Components of White Herby Cheese. *International Journal of Dairy Science*, 3(3), 160-169. https://scialert.net/fulltext/?doi=ijds.2008.160.169&utm_source=chatgpt.com
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). Traditional leafy vegetables in tropical regions. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (2023). Producción mundial de leche. *FAOSTAT: Crops and Livestock*, 1-1. <https://www.fao.org/faostat/>
- Fox et al. (2017). *Fundamentals of Cheese Science* (2nd ed ed.). Springer. https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4899-7681-9?utm_source=chatgpt.com
- García, D. E. (2012). "Evaluación sensorial de quesos frescos elaborados a base de leche de vaca y leche de cabra, saborizados con una mezcla de especias naturales". *repositorio.usac*, 1-1. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2552/1/Tesis%20Lic%20Zoot%20Donal%20E%20%20Garc%C3%ADa%20H.pdf>
- González, D. A. (2018). Chillangua usos y aplicaciones en la gastronomía moderna y tradicional. *dspace.udla.edu.ec*, 1-1. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9018/1/UDLA-EC-TTAB-2018-08.pdf>
- Grand View Research. (2024). Specialty Cheese Market Size. *Share & Trends Analysis Report, 2030.*, 1-1. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/specialty-cheese-market-report>
- Hansen, M. & Lytzhoeft, P. (1998). Notas resumidas sobre la elaboración de queso TILSIT. *Lácteos mexicanos*, 3(5), 11-22.
- Hayaloglu et al, A. (2002). Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese. *Journal of Dairy Science*, 85(3), 469-480.
- Huanca, M. (2019). Propuesta de elaboración de queso tilsit con especias en la empresa flor de leche S.R.L. *Repositorio.umsa.bo*. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/32246/ML-7358.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2017). Hierbas aromáticas. Requisitos. Quito, Ecuador. (INEN). *NTE INEN 2392:2017*, 1-1.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). Leche cruda. Requisitos. *NTE INEN 9*, 1-1. <https://www.normalizacion.gob.ec/>

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN. (2012). Leche cruda. *NTE INEN 9*, 1-1.
- Iza Narváez, M. F. (2017). Desarrollo de un queso semimaduro con hierbas aromáticas para la granja experimental UDLA. *Repositorio Digital Universidad De Las Américas*, 1-1. https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/7463?utm_source=chatgpt.com
- Karasu et al, S. (2018). Effects of herbal additives on physicochemical and sensory properties of cheese during ripening. *LWT - Food Science and Technology*.
- Kwee, M. & Niemeyer, H. (2011). Variations in phenolic composition and antioxidant properties among fifteen basil cultivars. *Food Chemistry*, 128(4), 1044-1050. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.011>
- Manríquez, M. N. (2022). Formulación y caracterización fisicoquímica y sensorial de un queso semimaduro saborizado tipo andino carchense. *Sathiri*, 17(1), 327-338. doi.org/10.32645/13906925.1121
- Martínez, P. A. (12 de julio de 2023). Consumo de queso de maduración es bajo en la región y para difundir esta cultura, en Cayambe, se realizará La Copa América del Queso. *El Universo*, 1-1. <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/consumo-de-queso-de-maduracion-es-bajo-en-la-region-y-para-difundir-esta-cultura-en-cayambe-se-realizara-la-copa-america-del-queso-nota/>
- McGee, H. G. (2004). *On Food and Cooking*. Scribner. https://www.simonandschuster.com/books/On-Food-and-Cooking/Harold-McGee/9780684800011?utm_source=chatgpt.com
- McSweeney, L. H. (2004). Biochemistry of Cheese Ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 1-1. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1471-0307.2004.00147.x?utm_source=chatgpt.com
- Mincuzzi et al. (2023). Application of Agri-Food By-Products in Cheesemaking, 12(3), 6-60. <https://doi.org/10.3390/antiox12030660>
- Mujumdar, A. A. (2014). *Tipos de deshidratación* CRC Press (4th ed ed.). Handbook of Industrial Drying. <https://www.routledge.com/Handbook-of-Industrial-Drying-Fourth-Edition/Mujumdar/p/book/9781466596658>
- Nevijo et al. (29 de marzo de 2024). Antimicrobial Properties of Basil (*Ocimum basilicum* L.), Sage (*Salvia officinalis* L.), Lavender (*Lavandula officinalis* L.), Immortelle (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don), and Savory (*Satureja montana* L.) and Their Application in Hard Cheese Production. *Hygiene MDPI*, 4(2), 135-145. <https://doi.org/10.3390/hygiene4020010>

- Paredes, C. A. (2018). Caracterización sensorial y perfil de textura del queso amasado de la provincia del carchi. *dspace.udla.edu.ec*, 1-1. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9542/1/UDLA-EC-TMACSA-2018-15.pdf>
- Patrimoine culinaire suisse. (2019). Fundamentals of Cheese Science. *Delaware*, 1-1. <https://www.patrimoineculinaire.ch/Produkt/Tilsit%20cheese/137>
- Paul et al. (2011). *Eryngium foetidum* L. A review, 82(3), 302-308. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.11.010>
- Pluta-Kubica, A., et al. (2024). Sensory Quality, Volatile Compounds, and Physical Properties of Sheep Milk Cheese Enriched with Wild Garlic. *Molecules*, 29(24). https://www.mdpi.com/1420-3049/29/24/5999?utm_source=chatgpt.com
- Purkayastha et al. (2018). *Ocimum basilicum* L. A review of its phytochemistry, pharmacological properties and food applications., 1-1.
- Rosalat. (2023). Queso Tilsit: Qué es y cuáles son sus características. *rosalat.com.ar*, 1-1. <https://www.rosalat.com.ar/que-es-el-queso-tilsit/>
- Royal Botanic Gardens Kew. (2024). Plants of the World Online. *Eryngium foetidum* L., 1-1. <https://powo.science.kew.org/>
- Royal Botanic Gardens, Kew. (2023). Plants of the World Online: *Ocimum basilicum* L. POWO, 1-1. Obtenido de <https://powo.science.kew.org/>
- Tamime, A. Y. (2009). Milk Processing and Quality Management. *Wiley-Blackwell*. doi:<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781444322729>
- Ulloa et al. (2024). Physicochemical, microbiological and sensory characterization of fresh cheese made with the Amazonian plants *Mansoa alliacea* and *Eryngium foetidum* in Pastaza. *produccioncientificaluz*, 1-1. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/41970>
- Ünal, G., et al. (2024). Evaluation of the Functional and Sensory Properties of Whey Cheese Enriched with Herbs. *Foods*, 1-1. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11261649/?utm_source=chatgpt.com
- Universidad Internacional de Valencia VIU. (2023). Análisis detallado de los pasos del método científico en acción. *Universidadviu.com*, 1-1. <https://www.universidadviu.com/int/actualidad/nuestros-expertos/pasos-del-metodo-cientifico-de-la-observacion-la-ley>

Walstra et al. (2006). *Propiedades fisicoquímicas de la leche* (2nd ad ed.). CRC Press.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Certificado del abstract por parte de idiomas.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: John Emerson Nazareno Chasin DATE: July 10 th 2026 Topic: "Caracterización sensorial de un queso semi-madurado tipo Tilsit, saborizado con chillangua (<i>Eryngium foetidum</i>) y chirarán (<i>Ocimum basilicum</i>)"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 ☒	GOOD: 1,5 ☒	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
De	EXCELLENT: 2 ☒	GOOD: 1,5 ☐	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 ☒	GOOD: 1,5 ☐	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 ☐	GOOD: 1,5 ☐	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 ☒	GOOD: 1,5 ☐	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐
TOTAL/AVERAGE 9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico
o Investigación.**

Autor: John Emerson Nazareno Chasín

Fecha de entrega del informe: July 10th 2026

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Escuela Politécnica de Formación
Continua
JAIRO GUEVARA
GUEVARA ROBERTO

MSc. Jairo Guevara

Director de Centro Académicos
y de Formación
Complementaria

Anexo 2. Evaluación de las materias primas.



Figura 4. Chillangua fresca.



Figura 5. Chillangua limpia.



Figura 6. Chirarán Fresco.



Figura 7. Muestras de las especias para análisis microbiológico.

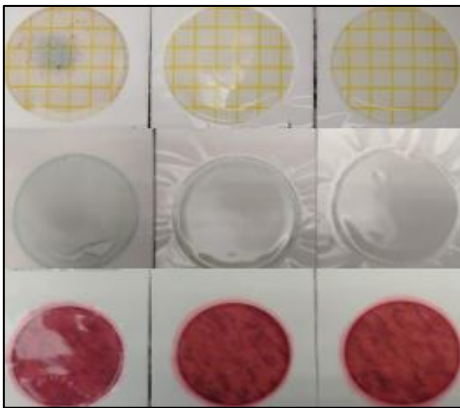


Figura 8. Resultados microbiológicos de las especias.



Figura 9. Resultados fisicoquímicos de la leche cruda.

Anexo 3. Deshidratación de las especias chillangua y Chirarán.



Figura 10. Pesos de la chillangua fresca y deshidratada.



Figura 11. Pesos del chirarán fresco y deshidratada.



Figura 13. Especies en el horno a 48°C por 20h.



Figura 12. Especies trituradas.



Figura 15. Peso y envasado de la chillangua.



Figura 14. Peso y envasado del chirarán.

Anexo 4. Elaboración del queso Tilsit saborizado con las especias chillangua y Chirarán.



Figura 16. Agua con cloro, Alcohol y Agua caliente para el control de la elaboración.



Figura 18. Pasteurización de la leche.



Figura 17. Obtención de la cuajada.



Figura 19. Corte de la cuajada.



Figura 20. Especias esterilizadas para agregarlas al queso.



Figura 21. Presión de 3 a 6 PSI en los quesos.



Figura 22. Cuarto de maduración de los quesos (día 1).



Figura 23. Cuarto de maduración de los quesos (día 45).

Anexo 5. Evaluación microbiológica.



Figura 25. Obtención de las muestras de queso para agregar las en las placas petrifilm.



Figura 24. Incubación de las placas.

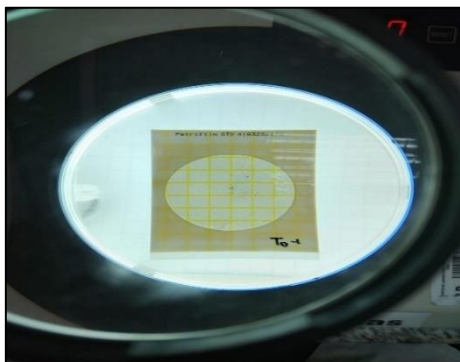


Figura 26. Contador de colonias.

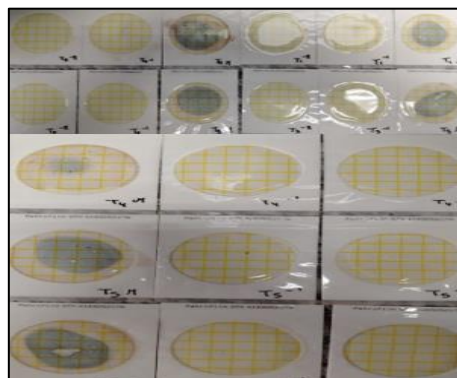


Figura 27. Resultados de la evaluación de *S. aureus*.



Figura 28. Resultados de la evaluación de mohos y levaduras.



Figura 29. Resultados de la evaluación E. coli.

Anexo 6. Evaluación fisicoquímica.



Figura 30. Muestras para las evaluaciones fisicoquímicas.



Figura 31. Filtración de la muestra para análisis de pH y acidez.



Figura 32. Resultados de titulación de acidez.



Figura 33. Hexano para la determinación del porcentaje de grasa.



Figura 34. Determinación del porcentaje de proteína por el método de Kjeldahl.

Anexo 7. Evaluación sensorial.



Figura 36. Muestra de los quesos semi-madurados tipo Tilsit saborizados con chillangua y chirarán.



Figura 35. Evaluación sensorial (catación) del queso Tilsit.

Anexo 8. Ficha de evaluación sensorial.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE ALIMENTOS
FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL
Queso semi-madurado tipo Tilsit

Objetivo

Determinar la característica sensorial de un queso semi-madurado tipo Tilsit, saborizado con chillangua (*Eryngium foetidum*) y chirarán (*Ocimum basilicum*).

Instrucciones

Frente a usted se presenta una serie de muestras de queso semi-madurado tipo Tilsit. Evalúe cada atributo sensorial escribiendo o marcando la puntuación correspondiente según la escala hedónica de 7 niveles. Deguste las muestras en el orden indicado y enjuáguese con agua entre cada muestra.

Puntuación	Calificación
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta ligeramente
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta ligeramente
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta extremadamente

Datos del panelista

Género: ☐ Masculino ☐ Femenino

Edad: _____ años

Fecha: ____ / ____ / ____

Muestra 444

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Olor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Textura	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptación general	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Muestra 888

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



Olor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Textura	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptación general	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Muestra 666

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Olor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Textura	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptación general	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Muestra 555

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Olor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Textura	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptación general	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Muestra 222

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Olor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Textura	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptación general	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Muestra 777

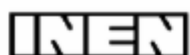
Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Olor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Textura	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptación general	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Muestra 333

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



Olor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Textura	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptación general	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2604:2012

**NORMA GENERAL PARA QUESOS MADURADOS.
REQUISITOS.**

Primera Edición

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los quesos madurados destinados a consumidor final o posterior elaboración.

1.2 En caso que exista norma específica para una variedad de queso maduro en particular, se considerará dicha norma.

2. DEFINICIONES

2.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

2.1.1 **Queso.** Se entiende por queso el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante:

- a) Coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche descremada, leche parcialmente descremada, crema, crema de suero o leche, de mantequilla o de cualquier combinación de estos ingredientes, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio de que la elaboración del queso resulta en una concentración de proteína láctea (especialmente la proporción de caseína) y que por consiguiente, el contenido de proteína del queso deberá ser evidentemente más alto que el de la mezcla de los ingredientes lácteos ya mencionados en base a la cual se elaboró el queso; y
- b) Técnicas de elaboración que comportan la coagulación de la proteína de la leche y/o de productos obtenidos de la leche que dan un producto final que posee las mismas características físicas, químicas y organolépticas que el producto definido en el literal a).

2.1.1.1 **Queso madurado.** Es el queso sometido a maduración, o que no está listo para el consumo inmediatamente después de la fabricación, sino que debe mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y en unas condiciones tales que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos del queso en cuestión.

2.1.1.2 **Queso madurado por mohos.** Es el queso curado en el que la maduración se ha producido principalmente como consecuencia del desarrollo característico de mohos por todo el interior y/o sobre la superficie del queso.

2.1.1.3 **Queso no madurado.** Es el queso que está listo para el consumo inmediatamente después de su fabricación.

3.1.3 Según características del proceso,

- a) *Madurado*
- b) *Madurado por mohos.*

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 La leche utilizada para la fabricación del queso madurado, debe cumplir con los requisitos establecidos en las NTE NEN 9 ó NTE INEN 10 y su procesamiento se realizará de acuerdo a los principios del Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.

4.2 Los límites máximos de plaguicidas no deben superar los establecidos en el Codex Alimentarius CAC/ MRL 1 en su última edición.

4.3 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios no deben superar los establecidos en el Codex Alimentario CAC/MRL 2 en su última edición.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 Para la elaboración de los quesos madurados, se podrán emplear las siguientes materias primas e ingredientes autorizados, los cuales deben cumplir con las demás normas relacionadas o en su ausencia, con las normas del Codex Alimentarius:

5.1.1.1 Leche y/o productos obtenidos de la leche.

5.1.1.2 Ingredientes tales como:

- a) Cultivos de fermentos de bacterias inocuas productoras de ácido láctico y/o modificadores de sabor y aroma y cultivos de otros microorganismos inocuos;
- b) Enzimas inocuas e idóneas;
- c) Cloruro de sodio;

5.1.2 La prueba de fosfatasa será negativa para el queso fabricado con leche pasteurizada.

TABLA 1. Requisitos de la humedad y grasa en los quesos maduros

	Humedad % máx. NTE INEN 63	Contenido de grasa en extracto seco en % masa NTE INEN 64
Semiduro	55	-
Duro	40	-
Blando	80	-
Rico en grasa	-	60
Entero ó Graso	-	45
Semidescremado o bajo en grasa	-	20
Descremado ó magro	-	0,1

5.1.4 Requisitos microbiológicos. Al análisis microbiológico correspondiente, los quesos madurados deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas.

(Continúa)

-5-

2012-146

NTE INEN 2604

2012-03

5.1.4.1 Los quesos madurados, ensayados de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con lo establecido en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos para quesos madurados

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Enterobacteriaceae, UFC/g	5	2×10^4	10^3	2	NTE INEN 1529-13
Staphylococcus aureus UFC/g	5	10^4	10^3	1	NTE INEN 1529-14

5.1.5 Aditivos. Se pueden utilizar los aditivos permitidos y en las cantidades especificadas en la NTE INEN 2 074, además de: Enzimas ino cuas idóneas para potenciar el proceso de maduración; Coadyuvantes de elaboración ino cuos idóneos y Harinas y almidones de arroz, maíz, trigo y papa, las harinas y almidones pueden utilizarse en la misma función como agentes antiaglutinantes para tratamiento de la superficie, sólo en productos cortados, rebanados y rallados, siempre que se añadan únicamente en las cantidades funcionalmente necesarias establecidas por las buenas prácticas de fabricación (BPF).

5.1.6 Contaminantes. El límite máximo permitido debe ser el que establece el Codex alimentarius de contaminantes CODEX STAN 193-1995, en su última edición.

5.2 Requisitos complementarios. Las unidades de comercialización de este producto debe cumplir con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 04.

6.2 Aceptación o rechazo. Se acepta el lote si cumple con los requisitos establecidos en esta norma; caso contrario se rechaza.

7. ENVASADO Y EMBALADO

7.1 Los quesos madurados deben expendirse en envases asépticos, y herméticamente cerrados, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto.

7.2 Los quesos madurados deben acondicionarse en envases cuyo material, en contacto con el producto, sea resistente a su acción y no altere las características organolépticas del mismo.

7.3 El embalaje debe hacerse en condiciones que mantenga las características del producto y aseguren su inocuidad durante el almacenamiento, transporte y expendio.

8. ROTULADO

8.1 El Rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en el RTE INEN 022.