

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

Sede de Atenas

Ingeniería en Tecnología de Alimentos

ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA FORMULACIÓN
E IMPLEMENTACIÓN DE UN ANÁLOGO DE MOZZARELLA PARA MEJORAR
LOS RENDIMIENTOS DE PRODUCCIÓN Y TRANSFERIR LA TECNOLOGÍA
DESARROLLADA A PEQUEÑOS PRODUCTORES

Trabajo final de graduación para optar por el grado de
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Sylvia Helena Armengol Rivera
Jason José Arroyo Soto
Karla Stephanie Campos Fernández
José Roberto Murillo Varela
Ana Ofelia Niño Marín

Atenas, Costa Rica
Año 2025

DECLARACIÓN JURADA

Yo Sylvia Helena Armengol Rivera, portadora de la cédula de identidad número 159100213519, Jason José Arroyo Soto, portador de la cédula de identidad número 206790359, Karla Stephanie Campos Fernández, portadora de la cédula de identidad número 206660535, José Roberto Murillo Varela, portador de la cédula de identidad número 207110040 y Ana Ofelia Niño Marín, portadora de la cédula de identidad número 105880955, estudiantes de la Universidad Técnica Nacional, UTN en la carrera de Ingeniería en Tecnología de Alimentos, conocedores de las sanciones legales con que la Ley Penal de la República de Costa Rica castiga el falso testimonio y el delito de perjurio que pueda ocasionarse ante la Directora de Carrera y quienes constituyen el Tribunal Examinador de este trabajo de investigación, juramos solemnemente que este trabajo de investigación es una obra original respetando las leyes y que ha sido elaborada siguiendo las disposiciones exigidas por la Universidad Técnica Nacional, UTN, así como con los derechos de autor.

En fe de lo anterior, firmamos en la ciudad de Atenas, a los 16 días del mes de mayo del 2025.



Sylvia Helena Armengol Rivera
159100213519



Jason José Arroyo Soto
206790359



Karla Stephanie Campos Fernández
206660535



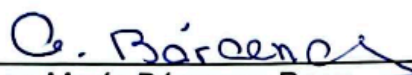
José Roberto Murillo Varela
207110040



Ana Ofelia Niño Marín
105880955

HOJA DE APROBACIÓN

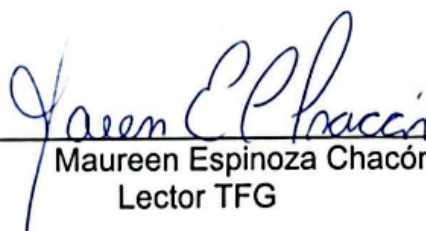
Este Trabajo Final de Graduación fue aprobado por el Tribunal Evaluador como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Tecnología de Alimentos.



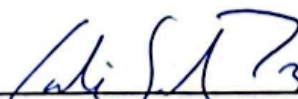
Ana María Bárcenas Parra
Directora de Carrera



Uriel Rojas Hidalgo
Tutor del TFG



Maureen Espinoza Chacón
Lector TFG



Carlos Esteban Solera Ramírez
Lector TFG

DEDICATORIA

Le dedico este proyecto, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía en este proceso, otorgándome sabiduría y discernimiento para afrontar cada uno de los desafíos que se me presentaron en este camino académico. A mi familia, por su apoyo incondicional a pesar de las adversidades; por su amor, escucha, recomendaciones y, sobre todo, por ser mi soporte durante todo este tiempo, alentándome a luchar por mis sueños y ayudarme a alcanzar mis metas. A todas las personas que, con sus consejos y apoyo, han dejado huella en esta etapa: cada gesto de confianza y cada palabra de ánimo han sido piezas esenciales en este proceso. Gracias por ser parte de este viaje.

Sylvia H. Armengol Rivera

Dedico este logro a Dios, quien me ha guiado por un camino enriquecedor y lleno de valiosas experiencias, tanto personales como profesionales. A mi familia, que ha estado siempre a mi lado: a mi madre, Mayrene; a mi esposa, Mari; a mis hijos, Sharis, Felipe y Daniel; a mis hermanos, Jerson y Nelson; a mi padre, Edgar; y a mis tías y tíos, quienes me brindaron su apoyo incondicional. A mis colegas, Alessandra, Mainor y Jimmy, por su respaldo durante este trayecto. Y, por supuesto, a mis compañeros de trabajo, porque como equipo logramos superar juntos este reto.

Jason Arroyo Soto

Primeramente, a Dios, por ser mi guía y fortaleza en este proyecto y a mi familia, especialmente a mi hija por ser mi mayor motivación.

Karla Campos Fernández

Dedico este trabajo a mi familia, por su amor y apoyo incondicional durante este proceso de acompañamiento en cada paso.

José Roberto Murillo Varela

Dedico este logro a Dios, mi Padre Celestial, por ser la fuente inagotable de sabiduría y fortaleza a lo largo de este proceso académico. A mi familia, por su amor incondicional, comprensión y constante inspiración, que han sido pilares fundamentales en mi vida y formación profesional. Y a mí misma, por la perseverancia, disciplina y compromiso con los que he enfrentado cada reto a lo largo de este camino.

Ana Ofelia Niño Marín

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, expreso mi agradecimiento a Dios, cuya guía y gracia han sido imprescindibles en mi vida, permitiéndome alcanzar este logro junto a las personas que amo. Extiendo mi profunda gratitud hacia mi familia: Ricardo y Helena Valentina, por su apoyo incondicional, por acompañarme en cada paso a lo largo de todos estos años, por su escucha, por creer en mí y por motivarme constantemente. A mis padres, por confiar en mis capacidades y por ser siempre mi soporte, por su entrega, su amor incondicional, sus consejos, su esfuerzo y su apoyo en cada etapa de este transitar. A mis hermanos, por respaldar cada una de mis aventuras académicas para alcanzar mis metas.

A mis compañeros de Seminario, por el trabajo en equipo que hoy se ve reflejado en esta investigación. A la UTN sede de Atenas, a la directora de carrera y al tutor, por todo el respaldo brindado para que este proceso concluyera con éxito, y a todos los académicos que, con dedicación y esmero, fueron parte fundamental en esta etapa y me brindaron las herramientas para ser una mejor profesional. Finalmente, expreso mi reconocimiento a todas las personas y empresas involucradas que fueron parte de este Seminario y nos brindaron su apoyo, así como a las personas sinceras y cordiales que conocí durante mi carrera universitaria y que me ayudaron a crecer personal y profesionalmente.

Sylvia H. Armengol Rivera

Agradezco a Dios por todas las bendiciones en mi vida, especialmente por la oportunidad de culminar este trabajo final de graduación. Asimismo, agradezco a mi familia por ser un pilar indiscutible en todo este proceso, a la Universidad Técnica Nacional, que ha marcado mi vida de manera positiva tanto como estudiante como docente, y a todas aquellas personas que me impulsaron a seguir adelante.

Jason Arroyo Soto

A mi familia y amigos por su motivación, al personal de la UTN sede de Atenas por toda la colaboración brindada, así como a las diversas empresas que nos ayudaron. Además de a los lectores y tutor de este seminario, así como a la dirección de carrera por el apoyo brindado.

Karla Campos Fernández

Agradezco a la Universidad Técnica Nacional y al cuerpo docente de la carrera de Tecnología de Alimentos por su guía y acompañamiento. Gracias también a quienes, de una u otra forma, contribuyeron a la realización de esta investigación.

José Roberto Murillo Varela

Mi más profundo agradecimiento a Dios, por sostenerme en silencio en los momentos difíciles y por abrirme caminos de luz y aprendizaje durante esta etapa. A mi familia, por ser mi refugio constante y por creer en mí con paciencia, ternura y fe. Su apoyo silencioso y firme fue parte esencial de este logro. A la Universidad Técnica Nacional (UTN), por ofrecerme una formación académica sólida, integral y orientada a valores que hoy llevo con orgullo. A mis docentes, gracias por compartir con generosidad sus conocimientos, por su acompañamiento humano y por motivarme a alcanzar mi mejor versión. Extiendo mi agradecimiento a mis compañeros de seminario por su valioso apoyo y trabajo conjunto. Este seminario representa mucho más que una meta académica; simboliza el fruto de años de esfuerzo, constancia y dedicación. Es el reflejo de un camino recorrido con compromiso, superando obstáculos y creyendo siempre en la posibilidad de alcanzar un sueño largamente anhelado.

Ana Ofelia Niño Marín

TABLA DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	25
1.2. Delimitación del problema	29
1.3. Justificación	31
1.4. Antecedentes	34
1.5. Objetivos:	38
1.5.1. Objetivo general	38
1.5.2. Objetivos específicos	39
II. MARCO TEÓRICO	41
2.1. Leche	42
2.2. Producto lácteo	43
2.2.1. Cuajo	44
2.2.2. Cultivo láctico	44
2.2.3. Cloruro de calcio	44
2.3. Queso	45
2.3.1 Queso no madurado	45
2.3.2. Queso mozzarella	45
2.3.2.1. Caracterización del queso mozzarella	47
2.3.2.2. Ingredientes para elaboración de queso mozzarella	48

2.3.2.3. Aditivos	49
2.4. Proceso de elaboración de queso mozzarella	49
2.5. Comportamiento del consumo de queso	50
2.6. Productos análogos de queso	52
2.6.1. Desarrollos tecnológicos para la elaboración de productos análogos de queso mozzarella	53
2.6.1.1. Ingredientes y sustitutos	53
2.6.1.2. Procesos tecnológicos	53
2.6.1.3. Innovaciones en la industria	54
2.6.2. Ingredientes para elaboración de análogo de queso mozzarella	54
2.7. Ficha técnica de productos	66
2.8. Análisis fisicoquímicos proximales de las formulaciones finales	67
2.8.1. Grasa	67
2.8.2. Cenizas	68
2.8.3. Proteína	69
2.8.4. Humedad	70
2.8.5. pH	70
2.9. Grupo focal	71
2.10. Pruebas de desempeño	71

2.11. Estudio de mercado	72
2.11.1. Mercado local de análogos	73
2.11.2. Encuestas	73
2.12. Vida útil del análogo	74
III. MARCO METODOLÓGICO	75
3.1. Enfoque y tipo de investigación	76
3.2. Sujetos y fuentes de información	77
3.3. Matriz de congruencia	77
3.4. Matriz de variables	81
3.5. Población y muestra	93
3.6. Descripción de la metodología	96
3.6.1. Esquema metodológico	96
3.7. Características de la base análoga en la formulación	96
3.8. Determinación de humedad	98
3.9. Determinación de la proteína	99
3.10. Determinación de ceniza	99
3.11. Determinación de pH	100
3.12. Determinación de grasa	100

3.13. Parámetros de calidad y producción en el análogo de queso _____	101
3.14. Evaluación del proceso de elaboración del análogo _____	104
3.14.1. Rendimiento de las formulaciones _____	106
3.15. Evaluación de desempeño en formulaciones propuestas _____	106
3.16. Viabilidad técnica de las formulaciones análogas _____	108
3.17. Viabilidad económica de las formulaciones análogas _____	109
3.18. Determinación de los costos de producción _____	110
3.19. Estudio de mercado exploratorio _____	110
3.20. Análisis microbiológicos para las formulaciones óptimas _____	111
3.21. Aplicación del grupo focal _____	112
3.22. Estudio de vida útil _____	115
3.23. Fichas técnicas de las propuestas de formulación análogas _____	115
3.24. Técnicas e instrumentos para recolección de información _____	116
3.25. Limitaciones del estudio _____	117
3.26. Técnicas de análisis de la información _____	118
IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS _____	119
4.1. Propuestas de fórmulas análogas y viabilidad económica _____	120
4.1.1. Desarrollo de las formulaciones _____	120

4.1.2. Rendimientos obtenidos de las propuestas análogas _____	128
4.1.3. Diagramas de flujo para las propuestas de formulación _____	133
4.1.4. Determinación de costos de las propuestas de formulación _____	136
4.1.5. Estudio de mercado _____	146
4.1.6. Encuesta aplicada a Pymes que elaboran productos que puedan contener queso tipo mozzarella _____	150
4.2. Equipo _____	160
4.2.1. Diseño de planta y equipamiento _____	160
4.3. Perfil sensorial, físico y químico _____	163
4.3.1. Aplicación del grupo focal _____	163
4.3.2. Evaluación sensorial de desempeño _____	168
4.3.3. Análisis físicos y químicos comparativo de las formulaciones _____	178
4.4. Estudio de vida útil de las formulaciones propuestas _____	181
4.4.1. Parámetros microbiológicos para la vida útil _____	187
4.4.2. Elaboración de fichas técnicas para las propuestas _____	190
4.5. Módulo educativo para la transferencia de la tecnología _____	192
V. CONCLUSIONES _____	193
VI. RECOMENDACIONES _____	198
VII. REFERENCIAS _____	202

VIII. GLOSARIO	215
IX. ÁPENDICE	219
X. ANEXO	270

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Matriz de congruencia</i>	77
Tabla 2 <i>Definición de variables</i>	81
Tabla 3 <i>Características de las bases análogas para queso mozzarella</i>	97
Tabla 4 <i>Comportamiento del análogo de mozzarella con diferentes formulaciones piloto</i>	121
Tabla 5 <i>Cambios en el comportamiento de hilado y textura con la incorporación de cuajada</i>	126
Tabla 6 <i>Rendimientos obtenidos en las formulaciones análogas desarrolladas según el proceso de elaboración de la pasta con calor indirecto mediante baño María</i>	129
Tabla 7 <i>Rendimientos obtenidos en las formulaciones análogas desarrolladas según el proceso de elaboración de la pasta con calor directo mediante ChefRobot</i>	130
Tabla 8 <i>Costos de materia prima para análogo sin cuajada</i>	136
Tabla 9 <i>Costos de materia prima para análogo con cuajada</i>	137
Tabla 10 <i>Cálculo de mano de obra directa y cargas sociales</i>	138
Tabla 11 <i>Gastos financieros para las propuestas de formulación</i>	138
Tabla 12 <i>Depreciación de maxaladora</i>	139
Tabla 13 <i>Gastos administrativos de las propuestas</i>	140
Tabla 14 <i>Gastos de ventas piloto</i>	140

Tabla 15 <i>Costos de producto por kilogramo para análogo sin cuajada</i>	141
Tabla 16 <i>Costos de producto por kilogramo para análogo con cuajada</i>	141
Tabla 17 <i>Punto de equilibrio para las formulaciones propuestas</i>	142
Tabla 18 <i>Resultado del cálculo de costos por función, precio de venta, utilidad bruta y margen de ganancia</i>	143
Tabla 19 <i>Marcas de queso utilizadas en los negocios encuestados</i>	159
Tabla 20 <i>Valor T para color, textura y sabor en el análisis de varianza</i>	170
Tabla 21 <i>Caracterización de la composición de los productos análogo de mozzarella sin cuajada, análogo de mozzarella con cuajada, y el queso mozzarella de alimentos UTN</i>	178
Tabla 22 <i>Reporte de la caracterización de los recuentos microbiológicos del producto análogos de mozzarella sin cuajada láctea, análogo con cuajada láctea.</i>	188
Tabla 23 <i>Evaluación de la inocuidad a través del tiempo para la formulación análoga con cuajada láctea.</i>	189

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ajustes en la intensidad de color de las propuestas de formulación</i>	123
Figura 2 <i>Evidencia fotográfica de formulación óptima sin cuajada y con cuajada</i>	127
Figura 3 <i>Diagrama de flujo para formulación sin cuajada.....</i>	133
Figura 4 <i>Diagrama de flujo para formulación con cuajada.....</i>	135
Figura 5 <i>Precio promedio por kilogramo según presentación.....</i>	146
Figura 6 <i>Distribución de productos según clasificación estimada.....</i>	147
Figura 7 <i>Precio promedio por Kg de queso mozzarella por marca.....</i>	148
Figura 8 <i>Distribución porcentual de productos por establecimiento</i>	149
Figura 9 <i>Provincias en que encuentran los negocios encuestados</i>	150
Figura 10 <i>Sector en que se encuentran los negocios.....</i>	151
Figura 11 <i>Utilización de queso mozzarella dentro del negocio.....</i>	152
Figura 12 <i>Frecuencia de consumo de queso tipo mozzarella en el negocio</i>	153
Figura 13 <i>Tipo de establecimientos de compra de queso tipo mozzarella</i>	153
Figura 14 <i>Rango de consumo semanal de queso tipo mozzarella en kilogramos</i>	154
Figura 15 <i>Rango de precio que se paga por cada kilogramo de queso tipo mozzarella.....</i>	154
Figura 16 <i>Reconocimiento sobre qué es un análogo de queso.....</i>	156
Figura 17 <i>Identificación de marcas comerciales de análogos tipo mozzarella ...</i>	156

Figura 18 <i>Utilización de análogos de queso mozzarella en las empresas</i>	156
Figura 19 <i>Intención de compra de análogo de queso tipo mozzarella con lácteos, cuajada y grasas vegetales</i>	158
Figura 20 <i>Aspectos que influyen al adquirir un queso mozzarella</i>	158
Figura 21 <i>Aspectos relevantes para la decisión de compra de un análogo de queso mozzarella</i>	159
Figura 22 <i>Propuesta de diseño para una pequeña planta de quesos y análogos</i>	162
Figura 23 <i>Presentación de las muestras de análogo con cuajada en el Focus Group</i>	164
Figura 24 <i>Prueba sensorial de comparación múltiple</i>	170
Figura 25 <i>Media de varianza para color</i>	171
Figura 26 <i>Valoraciones individuales para color</i>	172
Figura 27 <i>Media de varianza para textura</i>	174
Figura 28 <i>Valoraciones individuales para textura</i>	174
Figura 29 <i>Media de varianza para sabor</i>	176
Figura 30 <i>Valoraciones individuales para sabor</i>	176
Figura 31 <i>Promedio de variables en color, textura y sabor</i>	177
Figura 32 <i>Evolución sensorial del análogo de mozzarella con cuajada</i>	182
Figura 33 <i>Evolución sensorial del análogo de mozzarella sin cuajada</i>	183
Figura 34 <i>Comparación de promedios por atributo</i>	184
Figura 35 <i>Aceptación general semanal de ambas formulaciones</i>	185

Figura 36 <i>Promedio Global Semanal por Atributo (Análogo con cuajada vs sin cuajada) Estudio de vida útil realizado del 2 de noviembre al 21 de diciembre del 2024</i>	186
Figura 37 <i>Comparación de vida útil entre muestras y promedio global</i>	186

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1. Muestras para el análisis de cenizas previa y post tratamiento térmico	220
Apéndice 2. Muestras posteriores al análisis de humedad	221
Apéndice 3. Análisis de grasa por Gerber, lectura de la escala	222
Apéndice 4. Formato de encuesta de mercado a los negocios	223
Apéndice 5. Desarrollo del Focus Group	225
Apéndice 6. Formato de panel sensorial de comparación múltiple	226
Apéndice 7. Desarrollo del panel sensorial	227
Apéndice 8. Valores críticos de la distribución t	228
Apéndice 9. Análisis de la varianza, medias y método Dunnett realizadas en Minitab para parámetro de color en prueba sensorial	229
Apéndice 10. Análisis de la varianza, medias y método Dunnett realizadas en Minitab para parámetro de Textura en prueba sensorial	231
Apéndice 11. Análisis de la varianza, medias y método Dunnett realizadas en Minitab para parámetro de Sabor en prueba sensorial	233
Apéndice 12. Criterios de Evaluación para estudio de vida útil	234
Apéndice 13. Plantilla Evaluación de Atributos. Resumen Comparativo: análogo con cuajada vs. Análogo sin cuajada	236

Apéndice 14. Registro fotográfico representativo del análogo de mozzarella durante el estudio de vida útil sensorial _____	237
Apéndice 15. Ficha Técnica análogo mozzarella sin cuajada _____	239
Apéndice 16. Ficha Técnica análogo mozzarella con cuajada _____	242
Apéndice 17. Módulo educativo para elaboración de análogo de mozzarella a PYMES _____	245

ÍNDICE DE ÁNEXOS

Anexo 1. Cotizaciones malaxadora_____	271
Anexo 2. Malaxadora con capacidad de 200 kg _____	274
Anexo 3. Exámenes de grasa laboratorio externo 1 _____	275
Anexo 4. Exámenes de grasa de laboratorio externo 2 _____	276
Anexo 5. Exámenes de proteínas y coliformes de laboratorio externo_____	277
Anexo 6. Exámenes de proteínas y coliformes de laboratorio externo 2 _____	278
Anexo 7. Exámenes microbiológicos de laboratorio externo 1 _____	279
Anexo 8. Exámenes microbiológicos de laboratorio externo 2 _____	280
Anexo 9. Exámenes microbiológicos de laboratorio externo 3 _____	281
Anexo 10. Ficha técnica de remelado_____	282
Anexo 11. Ficha técnica de la base análoga _____	283
Anexo 12. Ficha técnica del almidón de papa Lyckeby _____	284
Anexo 13. Ficha técnica del almidón modificado Lyckeby _____	285

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la viabilidad técnica y económica de la propuesta de dos formulaciones análogas de queso mozzarella, la primera se elaboró sin adición de cuajada, y la segunda con un 30% de cuajada producida en la UTN, ambas fueron compatibles con los diferentes equipos disponibles. Se determinó el equipo mínimo viable y se estableció la malaxadora como equipo ideal para que sea técnicamente viable en el desarrollo de análogos a escala industrial. En las dos propuestas los costos estuvieron por debajo del mozzarella marca UTN y el rendimiento fue de 3,9 y 7,7 /kilo base para la primera y segunda respectivamente.

Las formulaciones guardan parámetros fisicoquímicos similares al patrón, sin embargo, poseen un menor aporte proteico y un mayor aporte de grasa. El estudio microbiológico realizado a los 6,18 y 39 días demostró que se cumple con los parámetros de inocuidad establecidos por el RTCA 67.04.50:08 para quesos paralelo al estudio de vida útil con cuajada de 42 días, y el análogo sin cuajada con 35 días.

Para el grupo focal las propuestas tuvieron buena aceptación y se concluyó la importancia de capacitación en análogos para competir en el mercado. La encuesta de mercado a las PYMES arrojó información sobre el uso de análogos en los negocios, marcas comerciales y costos, para correlacionarlos con el estudio de mercado y de costos. La transferencia de información tecnológica a productores se desarrolló con un módulo educativo que incluye un manual detallado para la UTN.

I. INTRODUCCIÓN

La desgravación arancelaria para productos lácteos entre Costa Rica y Estados Unidos entró en vigencia en el año 2013, República Dominicana se unió en el acuerdo del tratado de Libre Comercio CAFTA, entre Centroamérica y Estados Unidos, modificándolo a su nueva denominación CAFTA-DR, a partir de ese momento se establece un plan gradual de eliminación de los aranceles entre los países conformados dentro del Tratado de Libre Comercio (TLC) durante un periodo de 12 años para el caso de Costa Rica; llegando a la actualidad. En forma oficial, el primero de enero del 2025 se eliminan en su totalidad los aranceles de importación y exportación de productos lácteos entre los países conformados en el CAFTA-DR (Ministerio de Comercio Exterior, [COMEX], 2003).

La producción y distribución de productos lácteos durante los últimos años se ha visto afectada por diferentes factores, entre ellos el cambio climático al cual son sensibles los animales y las cosechas y más recientemente por la guerra de Ucrania, desde el 2021. Esto generó un aumento en los costos de granos, concentrados, servicios veterinarios, y la producción de leche. Además, con la apertura comercial del TLC se incrementaron las importaciones de productos lácteos y la lucha por competir en el mercado.

Tomando en cuenta que Estados Unidos es el segundo productor de queso más importante a nivel mundial con un 29% del total de la producción, este acuerdo de libre comercio (CAFTA-DR) marcó un antecedente y un

precedente en la investigación. Esto es así porque el comportamiento del mercado en el consumo de queso ha presentado un cambio en su actuación desde su incorporación, en especial en los últimos cuatro años, en donde la tasa arancelaria ha disminuido casi un 20%; de esta manera, la oferta de productos lácteos disponibles en el mercado y supermercados ha aumentado, así como la importación de mozzarella rallado. Este tuvo una tasa de crecimiento del 159,3% para el periodo 2023-2024, que representa a su vez este producto, un 73% de la importación total de diferentes variedades de queso para el primer semestre del 2024 (Cordero, 2024).

En lo concerniente a análogos, el Codex Alimentarius (1995) en su *Norma general para los aditivos alimentarios* define el análogo de queso como un alimento similar al queso pero que “sustituye parcial o totalmente la grasa láctea” (p.20); dejando claro que no necesariamente un análogo de queso deba estar libre de lácteos o alimentos relacionados con la elaboración del queso, como el cuajo o la cuajada, y su formulación no tiene límites establecidos para obtener esta denominación, ya que puede ser una imitación de queso o la combinación de diferentes productos relacionados. A través de los años, la industria láctea se ha fortalecido, brindando productos frescos, quesos no madurados y madurados de gran calidad; sin embargo, los cambios en el comportamiento del mercado la han impulsado a investigar acerca de la incorporación de algunas materias primas o proteínas especializadas capaces de mejorar el rendimiento y bajar costos de

producción de queso mozzarella y análogos para poder competir, por lo que significa un gran avance para la industria láctea en general.

Este seminario de investigación se centra en evaluar la viabilidad técnica y económica de la incorporación de materias primas lácteas y no lácteas en una formulación alternativa de queso mozzarella, para mejorar el rendimiento del producto de referencia ofertado en la Universidad Técnica Nacional, sede de Atenas. La intención es conservar las mejores características fisicoquímicas y sensoriales propias del producto original, y que, a su vez, pueda ser transmitida la información de forma teórico-práctica a los pequeños productores de queso a nivel nacional, para brindarles herramientas que les permitan competir con las actuales demandas del mercado de queso tipo mozzarella, tanto a nivel nacional como internacional.

1.1. Área de estudio

El presente estudio es del área propia de la Tecnología de Alimentos donde es abordado el tema de la elaboración de subproductos lácteos, específicamente en el desarrollo de alternativas análogas para el queso mozzarella. Se consideran las problemáticas que impactan la producción primaria de leche en Costa Rica, desde la perspectiva social y la afectación del bajo relevo generacional que produce una disminución de las fincas lecheras, en el ámbito político y económico se incluye la próxima afectación de la desgravación de impuestos para la importación de productos lácteos al

país a partir del 2025. Por otra parte, desde el punto de vista ambiental se ven los efectos del cambio climático sobre la producción de lácteos en el país.

1.2. Delimitación del problema

Costa Rica históricamente cuenta con un sector productivo lácteo muy consolidado, con oferta de productos de calidad de exportación y un consumo per cápita alto. Sin embargo, este presenta retos significativos a nivel nacional e internacional, con afectación que ha tenido el sector de producción primaria. Según lo plantea Cotizalia (2022), en el ámbito internacional los efectos del cambio climático han repercutido, tanto en Costa Rica como en los grandes mercados productores, como Nueva Zelanda, Estados Unidos y Europa, según estudios del CNPL. Se percibe la incidencia de las condiciones climáticas, específicamente de sequías que generan una volatilidad en los precios de los granos y mayores exigencias ambientales para la producción.

En el caso concreto de la producción de leche, existe una dependencia directa de las condiciones ambientales, tanto para la producción de forrajes o de insumos, como para nutrición, la importación de materias primas para la elaboración de concentrados y las condiciones ambientales para asegurar el bienestar y la salud animal. Por ello, cualquier factor que afecte alguno de estos rubros impacta directamente en la producción y sus costos asociados.

Según Chacón (2023), entre los factores económicos que afectan en el mercado nacional, se mencionan los fertilizantes con aumento del 220%,

el maíz importado para concentrado animal con un incremento de 74%, y la soya en un 77%, principales insumos utilizados para producción primaria. A esto se le suman los aumentos de los costos de insumos veterinarios, combustible, mano de obra, así como al impacto de la crisis de contenedores y la guerra en Ucrania.

Además de los factores antes mencionados, se suma la afectación del Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos. Pérez (2022) menciona que, de acuerdo con lo negociado en ese convenio, después de 10 años de su entrada en vigor, empezaría a regir la paulatina desgravación arancelaria para la importación de productos lácteos de todos los países participantes, lo que implicaría la llegada del arancel a 0% a partir del año 2025.

Costa Rica, durante los últimos años, se ha mantenido protegido por una barrera arancelaria, que provoca que el ingreso al mercado de productos extranjeros sea un reto, por lo tanto, se ve favorecido el desarrollo de la industria nacional en competencia con los productos importado. Sin embargo, esta realidad de la apertura del mercado obliga al sector productivo lácteo nacional a reinventarse y buscar formas de innovar, diferenciarse y ser más competitivos, para sobrevivir ante las nuevas exigencias del mercado.

De acuerdo con un informe brindado por el CNPL (2023), el comportamiento de las importaciones en los últimos años para el periodo 2018-2020 alcanzó un incremento en la importación de lactosuero, crema

dulce y suero de mantequilla, caso contrario a la grasa butírica y natilla que su importación presenta un decrecimiento. Referente a estos cambios en la importación de materias primas, podría presumirse que a nivel nacional las empresas están optando por la formulación de productos análogos, para establecer un mejor rendimiento y costo de producción más favorables. Por otro lado, se considera la sustitución de la grasa butírica por grasa vegetal, con la finalidad de competir con los nuevos retos del mercado y la ampliación de la gama de productos competidores y sustitutos.

La evaluación de materias primas lácteas y no lácteas no tradicionales en el proceso de elaboración de un análogo de queso mozzarella, que permitan obtener un mayor rendimiento y mejora de costos, manteniendo en su mayoría las características fisicoquímicas y sensoriales propias del producto original, se vuelve una necesidad para poder concursar en el mercado local e internacional. En este sentido, hay que valorar los desafíos que esto representa ante los últimos comportamientos del consumidor, el cual, a nivel global, se ha visto golpeado económicamente por la pandemia y la más reciente guerra de Ucrania.

1.3. Justificación

La actividad lechera nacional se encuentra en manos de pequeños y medianos productores. Estos han enfrentado situaciones difíciles que afectan su desarrollo, entre ellas la inestabilidad de precios, la afectación por cambio

climático, la creciente exigencia del mercado por productos de mayor calidad e inocuidad, entre otros.

Según SEPSA, el consumo per cápita de leche en Costa Rica en promedio es de 188,51 kg/año. Este es uno de los más altos de América Latina, nivel que se alcanza gracias a la autosuficiencia del país en la producción de leche (Barrientos & Villegas, 2010).

Sin embargo, la producción de leche en Costa Rica está disminuyendo y esto afecta directamente para la elaboración de los productos que necesitan leche como materia prima.

Según datos de la Cámara Nacional de Productores de Leche (CNPL), desde 2019 hasta enero de 2023, los fertilizantes aumentaron su precio un 220%, el maíz importado puesto en Caldera para concentrado animal aumentó un 73,7%, mientras que la soya lo hizo en un 77,1%. (Summa Media Group, 2023)

No se pueden dejar de lado fenómenos climáticos como El niño y La niña, así como el impacto de la crisis de contenedores y la guerra en Ucrania, factores externos que golpean negativamente a los productores nacionales de leche.

Como consecuencia de lo anterior, se genera una merma en la producción de leche en el mercado nacional, coincidente con el fenómeno global de la disminución de la producción de leche.

De ahí surge la necesidad del mercado de tener una propuesta de formulación para un análogo de mozzarella que incluya grasa, proteína y estabilizadores, con el fin de obtener un producto que cumpla con las características fisicoquímicas y sensoriales que exige el mercado actual.

Lo propuesto pretende demostrar mejoras en el rendimiento final de la formulación con respecto a la producción tradicional de queso mozzarella. A su vez, la utilización de los equipos disponibles en la UTN son parte del punto focal en el desarrollo de esta investigación, ya que estas herramientas permiten el establecimiento de procesos que determinan la viabilidad técnica de crear un análogo de mozzarella. Este objetivo conlleva un desafío tecnológico significativo, al requerir el cumplimiento de estándares de calidad y la adaptación precisa al equipo preexistente, pretende transferir este conocimiento teórico-práctico hacia los pequeños productores por medio de los cursos que imparte la universidad en el ámbito de lácteos.

Por consiguiente, el estudio de la vida útil de la propuesta análoga proporciona información objetiva de la duración real del producto en el mercado bajo condiciones establecidas. Esta vida útil no solo depende de que se mantengan los niveles mínimos de contaminación microbiológica, sino también que se mantengan sus cualidades fisicoquímicas y sensoriales. De acuerdo con Benítez (2020) “El estudio de vida útil es una herramienta importante que se utiliza en la industria alimentaria para informar a los consumidores de las fechas de vencimiento de los productos”.

1.4. Antecedentes

Con el propósito de contextualizar y comprender futuras líneas de investigación sobre los productos análogos de queso, se llevaron a cabo exploraciones bibliográficas a nivel nacional e internacional. A nivel nacional, se encuentra poca evidencia documentada, excepto por una investigación en el repositorio de la Universidad de Costa Rica; sin embargo, a nivel internacional se han publicado varios estudios científicos y técnicos que abordan este campo en detalle. Las fuentes documentales permitieron una mayor comprensión sobre formulaciones análogas y su impacto en la industria láctea.

En el 2015, Agudelo et al. publicaron un artículo en la Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín que consistía en evaluar el efecto que podía ocasionar en propiedades reológicas, la adición de 10% de almidón modificado de maíz ceroso y almidón modificado de papa, en queso análogo. Los investigadores evaluaron las variables de dureza, adhesividad, cohesividad, gomosidad, elasticidad, masticabilidad, adimensionales, siendo el aumento en la dureza, adhesividad y gomosidad los únicos cambios significativos. Las propiedades evaluadas en este estudio son una fuente de información para determinar características importantes en las pruebas sensoriales a realizarse en este este seminario.

Arce (2011) realizó su proyecto de graduación ante la Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica para valorar el

rendimiento y agrado general de un queso blanco al que se le adiciona proteína de suero durante su elaboración. En la investigación se evidencia que la incorporación aumenta el rendimiento y el consumidor percibe una diferencia en el producto, a medida que se adiciona más proteína de suero ya que hace ver al queso más claro y menos cohesivo. Este estudio a nivel nacional es importante porque propone la adición del suero lácteo que comúnmente es desechado como una alternativa para mejorar el rendimiento, esta es una materia prima de aprovechamiento para el desarrollo de las formulaciones propuestas de análogo de queso.

Rodríguez y Vargas (2016) desarrollaron su trabajo final de graduación que consistió en la aplicación de la enzima transglutaminasa (TG) en diferentes concentraciones en el proceso de elaboración de queso fresco semiduro, evaluando el rendimiento y mejora de las propiedades fisicoquímicas. Según el estudio, se demuestra que el uso de la enzima TG, indiferentemente del momento de adición logra mejorar de manera significativa el rendimiento de los tratamientos evaluados, en comparación con el queso patrón. Dentro de este estudio se puede evidenciar que el uso de enzimas y proteínas mejoran el rendimiento y las propiedades fisicoquímicas del queso, por lo que sirven de referencia para su análisis en la formulación del análogo en esta investigación.

En Ecuador, en el 2019, Cadena y Delgado ejecutaron su proyecto de tesis por medio de una evaluación de queso análogo a base de papa como

alternativa vegana. En el estudio se “estableció la vida útil mediante el conteo de colonias de Coliformes totales, mohos y levaduras; esto muestra que el producto tiene una estabilidad de 24 días” (p.35). Para la presente evaluación es relevante un estudio de vida útil en el análogo, y como mencionan los autores se debe hacer mediante un adecuado análisis de laboratorio con su recuento respectivo.

Para el año 2019 (2020 traducida para la Unión Europea) la Oficina Española de Patentes y Marcas acredita una nueva patente a COÖPERATIE AVEBE U.A. titulada “Análogo de queso vegano, con el número de patente ES 2 740 874 T3”. En ella se describen las pruebas elaboradas, así como sus diferentes formulaciones, para llegar a una fórmula y procedimiento estándar en una Thermomix, de un análogo que se pueda fundir y evaluar su rendimiento de estiramiento a diferentes temperaturas. Dentro de sus principales ingredientes están: agua, almidón, proteína de papa nativa, sal y aceite con sabor neutro. Para complementar el estudio se realizó una comparación con diferentes marcas y productos del mercado dentro de la misma categoría, en donde se evaluó textura, firmeza al rallar y su rendimiento al fundirse a diferentes temperaturas y estirarse, demostrando que el producto patentado tiene mejores características. Esta información permite hacer análisis de formulaciones, procedimientos y rangos adecuados de temperaturas y extensibilidad para la elaboración del análogo, la

sustitución de ingredientes y su comparativa con la muestra, dentro de esta investigación.

Oleas et al. (2019) construyeron un prototipo semiautomático de amasadora e hiladora para queso mozzarella con capacidad de la tina de 60kg, e hicieron una prueba de proceso con 25 repeticiones con un nivel de significancia de $P < 0.01$, tanto en la máquina prototipo como manual. Por otra parte, calcularon el tiempo de producción y los costos de mano de obra comparando la necesidad de utilizar tres personas en el proceso manual versus una persona con la máquina semi automática, estimándose un ahorro económico de \$2,44 en el proceso más automatizado y una disminución del tiempo de producción mayor al 45%. Al igual que en este estudio, se evidencia la necesidad de buscar alternativas de menor tamaño y costo adaptables para procesos pequeños dentro de la industria e inclusive educativos y es una base para evaluar la viabilidad de prototipos de amasadora e hiladora dentro de este seminario, en donde tanto la adecuada formulación como un proceso idóneo es importante para obtener un buen hilado en el producto final.

La Cámara de Productores de Leche en su Congreso Anual No 29, realizado en octubre del 2024, presenta el informe de los comportamientos de los productos lácteos durante diferentes periodos. Cordero (2024) menciona directamente este informe en quesos y análogos, asociándolos con los tratados de libre comercio CAFTA-DR (con Estados Unidos) y AACUE

(con la Unión Europea) y su evolución con la desgravación arancelaria en términos de comercialización, consumo por toneladas, apertura comercial y tipos de quesos con mayores movimientos durante los últimos nueve años, entre otros. Sin embargo, hace énfasis en periodos como el 2023-2024 con la disminución arancelaria en su punto máximo y los comportamientos de quesos como el mozzarella y análogos con un crecimiento mayor durante este periodo en diferentes aspectos, en comparación a todos los años anteriores.

Las investigaciones recopiladas en este apartado sirven como fuente de referencia para el desarrollo de los diferentes objetivos de este seminario y obtener mejores resultados a partir de una base documental de los diferentes autores aquí mencionados.

1.5. Objetivos:

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la viabilidad técnica y económica de una formulación análoga de mozzarella que mejore el rendimiento obtenido, conservando las características físicas, químicas y sensoriales a través de la incorporación de materias primas lácteas y no lácteas.

1.5.2. Objetivos específicos

- 1.** Establecer propuestas de formulaciones análogas de mozzarella que incluyen la adición de grasa, proteína y estabilizadores, con la finalidad de aumentar el rendimiento de producción y la evaluación de su viabilidad económica, bajo las condiciones actuales de operación y la maquinaria existente en la planta de lácteos de la UTN, sede de Atenas.
- 2.** Diseñar una propuesta de equipamiento mínimo requerido por una pequeña empresa elaboradora de productos lácteos, para la implementación de una línea de procesamiento de análogo de mozzarella, bajo la metodología propuesta en esta investigación, mediante el diseño y cotización de los equipos requeridos.
- 3.** Comparar el perfil sensorial, físico y químico del queso mozzarella original que se elabora bajo la marca Alimentos UTN y las propuestas análogas formuladas, para evidenciar su aceptación, mediante la evaluación sensorial con un panel experto en lácteos, análisis físico, químicos y pruebas de desempeño.
- 4.** Establecer la estabilidad de las formulaciones análogas desarrolladas, mediante un estudio de vida útil en tiempo real, para evaluar el comportamiento de sus características a través del tiempo.
- 5.** Elaborar un módulo educativo, referente a la formulación y elaboración de análogo de mozzarella, para ser incluido en los cursos de procesamiento de productos lácteos que imparte la UTN, sede de

Atenas, con la finalidad de propiciar la transferencia de la tecnología desarrollada, mediante la elaboración de material didáctico teórico y práctico.

II. MARCO TEÓRICO

Este apartado se centra en el análisis de conceptos teóricos relacionados con la caracterización y formulación de productos lácteos y análogos, a partir de fuentes confiables de investigación, que abarca una serie de conceptos que abordan el tema por desarrollar. En este sentido, Hernández (2023) cita a Hernández et al., (2014) quién alude que el “marco teórico, es el paso de investigación que consiste en sustentar teóricamente el estudio, una vez que ya se ha planteado el problema de investigación” (p.19).

2.1. Leche

De acuerdo con el Codex Alimentarius (2006), se define leche como la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior.

Según Inda (2000) el potencial de la leche para la fabricación de quesos está determinado principalmente por tres factores, primero el contenido de proteína coagulables (caseínas), luego el contenido de grasa, por último, la calidad sanitaria y microbiológica de la leche. De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el factor más relevante se encuentra en la cantidad de caseínas, que son las proteínas capaces de coagularse debido a la acción del cuajo y la acidez. Por todo ello, la presencia de esta proteína en el queso es fundamental para retener casi toda la humedad característica del producto.

De acuerdo con la Guía de la IICA (2021) para la interpretación del RTCA 67.04.65:12 Uso de términos lecheros, la leche, en cuanto a macronutrientes, contiene un 3.22% de proteína, un 3.25% de grasa y un 4.52% de carbohidratos, además de un 88.32% de agua; valores claves para la elaboración de derivados lácteos, entre ellos, el queso mozzarella.

2.2. Producto lácteo

González (2018) cita al Codex (2006) donde se define que un producto lácteo “es un producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para su elaboración” (p.2). Dicha definición ha adquirido mayor relevancia en los últimos años, debido al avance de las tecnologías de procesamiento y a la innovación en ingredientes y aditivos, han hecho que sector de elaboración de productos lácteos cambie, incorporando nuevas materias primas que de alguna manera han generado debate o cuestionamientos sobre la pertenencia del término de producto lácteo. Las clasificaciones de los productos lácteos dependen de diversos factores como por ejemplo: tratamientos térmicos recibidos durante su elaboración, el nivel de grasa presente en el producto final, la fermentación o no del mismo, entre otras.

2.2.1. Cuajo

De acuerdo con el Reglamento Técnico RTCR 407: 2007 general para quesos, define el cuajo como “el extracto líquido, pastoso o en polvo cuya función es permitir la separación del extracto proteico y graso de la leche y el suero” (p.2). Esta función del cuajo es de suma importancia debido a que ocasiona como su nombre lo determina la coagulación de las proteínas lácteas, permitiendo así la precipitación y concentración de estas, dando origen al queso.

2.2.2. Cultivo láctico

Pacheco (2004), menciona en su proyecto especial la categorización de Hill (2004) sobre los cultivos lácticos según sus características tecnológicas y de crecimiento obedece a cuatro criterios: metabolitos principales (homofermentativos y heterofermentativos), temperaturas óptimas de crecimiento (mesofílicos y termofílicos), composición del cultivo (cepas puras y mixtas) y forma de inoculación (tradicional o directa).

2.2.3. Cloruro de calcio

Según Capra (2003), citado por Pacheco (2004), el papel del calcio es primordial en la presentación del queso, pues actúa como un factor cementante respecto a los conjuntos de caseína. El fosfato cálcico agrupa las micelas de proteína y por lo tanto su cantidad se relaciona directamente con

la firmeza y el cuerpo del queso. Sin embargo, el ácido láctico producido durante la fermentación disuelve los enlaces de fosfato cálcico, provocando su eliminación durante el desuerado.

2.3. Queso

De acuerdo con la FAO, citando el Codex Alimentarius (2006), se entiende por queso “el producto blando, semiduro, duro y extraduro, 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” (p.3).

2.3.1 Queso no madurado

Según la FAO, citando al Codex Alimentarius (2006) se entiende por queso no madurado, “el producto blando, semiduro, y extraduro, que está listo para el consumo inmediatamente después de su fabricación” (p.4).

2.3.2. Queso mozzarella

Como señala Gaitán (2019) la mozzarella es un queso italiano ampliamente conocido y consumido en todo el mundo. Se elaboró en un inicio con leche de búfala y a partir de un tiempo se empezó a producir con leche de vaca. Por otro lado, el término mozzarella fue utilizado por primera vez en el siglo XVI en un libro de cocina. Su historia se remonta al siglo XII, cuando los monjes del Monasterio de San Lorenzo en Capua ofrecían un tipo de

queso similar a los peregrinos. Se dice que, en el siglo XVII, fueron construidas unas estructuras llamadas *bufalare* para procesar la leche de búfala y producir diferentes tipos de queso, incluyendo la mozzarella. Debido a su corta vida útil, se producía en cantidades limitadas y se consumía a nivel local. Para conservar su frescura, se envolvía en hojas de junco o mirto y se trasladaba en ánforas.

Como señala la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) citando al Codex STAN 262-2006:

Se declarará el país de origen, es decir, aquel donde se elaboró el queso, no el país donde se originó la denominación. Cuando el producto sea sometido a transformaciones sustanciales en otro país, se considerará país de origen, en el etiquetado, aquel en el que se llevaron a cabo las transformaciones. (p.6)

Según el CODEX STAN 262- 2006, la mozzarella es un queso no madurado conforme con la Norma general para el queso (CXS 283-1978) y la Norma colectiva para el queso no madurado, incluido el queso fresco (CXS 221-2001). “Se trata de un queso blando y elástico con una estructura fibrosa de largas hebras de proteínas orientadas en paralelo, que no presenta gránulos de cuajada. El queso no tiene corteza y se le puede dar diversas formas” (p.2).

Según el Codex Alimentarius, en su Norma para la Mozzarella CDX

262-2006, “la materia prima utilizada en el proceso de elaboración de queso mozzarella es la leche de vaca, la leche de búfala o una combinación de ambas” (p.2).

2.3.2.1. Caracterización del queso mozzarella

Como señala González (2020), citando a Dianda (2002) el queso mozzarella es un queso que presenta una humedad alta, entra en el rango de los quesos de pasta blanda, su humedad oscila entre 45 y 55%, al considerarse un queso fresco, no ha pasado por maduración. Por lo tanto, dicha clasificación se basa en el hecho de que la mozzarella, al ser un queso por su naturaleza de humedad alta, no entra en el rango de los quesos de consistencia de pasta semidura y los de pasta dura.

Como lo hace notar la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), haciendo referencia al Codex Alimentarius (2006), clasifica al queso mozzarella, en dos categorías distintas: en cuanto a textura y humedad. En primer lugar, se presenta el queso mozzarella con elevado contenido de humedad, caracterizado con textura blanda y tierna. Esta variedad de queso se convierte en un ingrediente ideal para fundir en variedad de alimentos. Por otro lado, se tiene el queso mozzarella de bajo contenido de humedad, que se distingue por su consistencia moderadamente dura y la ausencia de huecos en su estructura. Este tipo de queso puede ser rallado y utilizado en variedad de gratinados.

De acuerdo con Hernández (2023), citando a Guevara (2015), los quesos se clasifican de acuerdo con los métodos de elaboración y a la humedad que presentan. Por ejemplo, los quesos frescos son de alto contenido de humedad, debido a que no han pasado por el proceso de maduración. Esto confiere un sabor similar a la leche fresca o acidificada, poseen una consistencia pastosa y de color blanco, deben ser consumidos a corto plazo y almacenados bajo refrigeración entre 2 y 10 °C.

2.3.2.2. Ingredientes para elaboración de queso mozzarella

Para la elaboración de queso mozzarella se describen entre los ingredientes, los cultivos iniciadores de bacterias inocuas del ácido láctico y productoras de sabor y cultivos de otros microorganismos inocuos, el cuajo u otras enzimas coagulantes inocuas idóneas, cloruro de sodio y cloruro de potasio como sucedáneo de la sal, coadyuvantes de elaboración inocuos idóneos, vinagre, agua potable, harinas y almidones de arroz, maíz, trigo y patata. No obstante, las disposiciones de la norma general para el queso (CXS 283-1978), pueden utilizarse estas sustancias en la misma función como agentes antiaglutinantes para tratamiento de la superficie de mozzarella con un bajo contenido de humedad cortada, rebanada y rallada, siempre que se añadan únicamente en cantidades funcionalmente necesarias según exigen las buenas prácticas de fabricación (BPF), teniendo

en cuenta toda utilización de los agentes antiaglutinantes enumerados en la Sección 4 del Codex Alimentarius.

2.3.2.3. Aditivos

En cuanto a los aditivos, la Norma general para el queso (CXS 2831978), amplía y delimita la dosis máxima que se pueden utilizar tanto en la pasta del queso como en el tratamiento de la superficie. Un ejemplo de esto es el ácido láctico, clasificado como regulador de la acidez, el cual se puede utilizar únicamente en la pasta del queso sin una limitante máxima de dosis, porque está limitado por las BPF (Buenas Prácticas de Fabricación).

2.4. Proceso de elaboración de queso mozzarella

Según Seas (2019) el proceso del queso mozzarella inicia con la extracción de la grasa de la leche. Seguidamente se pasteuriza a 65°C durante 30 minutos, seguido de un rápido enfriamiento. Luego, se agregan aditivos a la leche, la cual se deja reposar por un período determinado. A continuación, una vez coagulada, la leche es cortada en cubos y se extrae aproximadamente el 50% del suero. Se realiza la prueba de hilado, con el objetivo de verificar la elasticidad de la cuajada. Posteriormente, se procede al completo desuerado de la cuajada, sometiéndose a un tratamiento térmico y salado. La cuajada se paleta hasta obtener una masa elástica y brillante, se moldea y se drena el suero. El queso resultante se deja enfriar por un

aproximado de 12 horas, por último, se desmolda, se empaca y etiqueta para su comercialización.

Según Rao (2021), la producción de queso mozzarella comienza una vez seleccionada la leche de calidad adecuada, la cual luego se fermenta utilizando bacterias de ácido láctico. Posteriormente, la leche se calienta entre 34 y 38 °C, y se añade cuajo. Una vez que la leche empieza a cuajar, se agita para separar la cuajada en trozos más pequeños. La cuajada recién formada se deja madurar en suero durante un período de tiempo, generalmente alrededor de cinco horas después de la adición del cuajo. Seguidamente, la cuajada es sumergida en agua caliente a una temperatura aproximada de 95 °C y se estira. Después de este proceso de estiramiento, la cuajada se sumerge primero en agua fría y luego en salmuera. La mozzarella tradicional se envasa en una solución diluida de sal, ácido y se consume fresca. El producto final es de color blanco, corteza fina y una superficie lisa.

2.5. Comportamiento del consumo de queso

Según datos del Observatorio de Complejidad Económica (OEC), en el año 2021 Costa Rica exportó un total de \$40.6 millones en productos lácteos, lo que posicionó al país en el puesto número 29 a nivel mundial como exportador de leche. A nivel nacional, este producto se ubicó como el 49.º más exportado del país. Entre los principales destinos de exportación se encuentra Guatemala. Cabe destacar que Costa Rica importa leche de

Nicaragua (\$608k), Estados Unidos (\$153k), Panamá (\$35.9k), Honduras (\$20.2k) y Francia (\$11k). En el 2018 el arancel promedio en Costa Rica alcanzó un 52,3%, una cifra bastante alentadora, para la economía del país.

A nivel internacional, Gioffre (2023) destaca los tres principales quesos como los de mayor consumo: mozzarella, cheddar y queso crema, los cuales destacan por su sabor, calidad y versatilidad. El queso mozzarella es el de mayor consumo, principalmente en el mercado estadounidense quien es “el mayor productor y exportador de quesos a nivel mundial”. En el 2022, Estados Unidos produjo 6,3 millones de toneladas métricas de queso, y particularmente la mozzarella lidera esa producción con el 34% del total, y es también el queso más demandado a nivel internacional, por lo que ha sido el que ha tenido mayor exportación.

Por otra parte, a nivel centroamericano Costa Rica es el segundo país con más exportaciones de queso en la región, detrás de Nicaragua que lidera el mercado desde el 2020 y Costa Rica además exporta fuera de la región, a República Dominicana, principalmente queso mozzarella y cheddar. Actualmente, IICA (2023) menciona que el 55% de las importaciones están representadas por el queso mozzarella, cheddar, fresco y fundido, lo cual puede deberse a la calidad de sus productos, sus costos y su disponibilidad, evidenciando la necesidad de fortalecer a nivel país mayores y mejores producciones que puedan competir y abastecer los mercados nacionales e internacionales.

Rodríguez (2020) afirma que los patrones de consumo con la encuesta nacional de ingresos y gastos 2018, dados en los informes del Ministerio de Salud de Costa Rica sobre los lácteos y derivados representan 116,3 gramos per cápita diario, un informe alentador para la economía del país.

Como se evidencia, la producción de queso a nivel mundial, particularmente el queso mozzarella representa un flujo importante de entrada de capital tanto para las empresas como para el país con sus ingresos per cápita. El desarrollo de productos con mejor rendimiento y mejores costos es una alternativa hacia los altos y cambiantes costos de materia prima y la escasez de estas, como la leche.

2.6. Productos análogos de queso

Según Cadena y Delgado (2019), citando a Islas (2010), “La Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos utiliza el nombre de análogo para cualquier alimento similar al queso o a los productos del queso preparados con ingredientes no lácteos que reemplazan total o parcialmente la leche” (p.1). Por otro lado, se denota que un queso análogo consiste en una mezcla cuidadosamente formulada de ingredientes como agua, grasa vegetal, estabilizantes, emulsificantes, saborizantes y colorantes. Estos componentes son sometidos a un proceso de fusión, que resulta en la creación de un producto que se asemeja en gran medida al queso tradicional.

2.6.1. Desarrollos tecnológicos para la elaboración de productos análogos de queso mozzarella

Los análogos de queso mozzarella han nacido como una alternativa rentable en la industria alimentaria, diseñados para imitar las propiedades sensoriales y funcionales del queso mozzarella tradicional. El desarrollo tecnológico en este ámbito se centra en la formulación de productos que mantengan características deseables como textura, sabor y capacidad de fusión, mientras se optimizan los costos de producción.

2.6.1.1. Ingredientes y sustitutos

Una tendencia notable en la elaboración de análogos de queso es la sustitución parcial o total de la caseína por almidones modificados. Esta práctica no solo reduce los costos, sino también estabiliza el precio del producto final. Investigaciones han demostrado que el uso de almidones modificados puede mantener las propiedades funcionales y fisicoquímicas necesarias para la comercialización del producto (Rodríguez, 2013).

2.6.1.2. Procesos tecnológicos

La automatización ha jugado un papel crucial en la producción de queso mozzarella y sus análogos. El diseño de sistemas automatizados permite una producción más eficiente y consistente, mejorando la calidad del producto y estandarizando el proceso (Fernández, 2014).

2.6.1.3. Innovaciones en la industria

Instituciones como AINIA en España están trabajando en el desarrollo de análogos lácteos que imiten no solo las características sensoriales, sino también las nutricionales de los productos tradicionales. Utilizando materias primas vegetales, buscan crear productos que satisfagan las demandas de consumidores que prefieren opciones basadas en plantas y reduciendo costos para el mercado (AINIA, 2021).

2.6.2. Ingredientes para elaboración de análogo de queso mozzarella

- **Ácidos**

Según el RTCA 67.04.54:10 son aditivos alimentarios que incrementan la acidez y/o le confieren un sabor ácido.

En el queso Mozzarella, el uso de los acidulantes como el ácido cítrico y el ácido láctico es clave para lograr el sabor, el hilado y la textura característica. La Norma del CODEX para la Mozzarella, CODEX STAN 262-2006, explica que “La Mozzarella se elabora mediante el proceso de “pasta filata”, que consiste en calentar el requesón con un valor de pH adecuado antes de someterlo al tratamiento subsiguiente de mezcla y estiramiento hasta que quede suave y sin grumos”. Entonces, al elaborar un queso 100% tradicional o un queso mezclado 50% tradicional y 50% análogo, es fundamental el uso de los acidulantes.

- **Agua**

Junto con los hidratos de carbono, las proteínas y los lípidos, el agua es uno de los cuatro macro componentes que integran todos los alimentos que el hombre consume (...) La frescura de las frutas, de las verduras y de los cárnicos siempre se relaciona con su alta proporción de agua que, en la mayoría de los casos, es al menos de 60 %; de igual manera, los microorganismos (bacterias, hongos y levaduras) la contienen en un porcentaje muy elevado (Badui, 2020, p.1).

Esta:

Desempeña un gran número de funciones biológicas a partir de su capacidad para transportar sustancias, disolver otras y mantenerlas tanto en solución como en suspensión coloidal, además de su reactividad química al intervenir en reacciones enzimáticas de hidrólisis y, sobre todo, en la fotosíntesis; es decir, participa activamente en la síntesis de glucosa a partir de CO₂, monosacárido vital para la vida y que, a su vez, da origen a polisacáridos, proteínas, etcétera. (Badui, 2020, p. 2)

Dado que en el agua por su naturaleza se puede disolver y/o hidratar ingredientes en polvo, su uso en la elaboración de un queso mozzarella análogo es primordial, ya que permite sustituir parcialmente la leche de la formulación y utilizar ingredientes de origen no animal, para lograr un

resultado aceptable al consumidor y beneficioso desde la parte productiva para los industriales.

Además, Badui (2020) afirma que:

El agua es decisiva en todos los procedimientos de conservación de los alimentos, entre ellos la concentración, la deshidratación, el congelamiento, la liofilización, el salado, el azucarado y la pasteurización por alta presión; de hecho, estos sistemas consisten precisamente en regular la actividad del agua para controlar tanto las reacciones químicas y enzimáticas, como el crecimiento microbiano. Sus propiedades fisicoquímicas en los tres estados físicos que asume —líquido, sólido y vapor— tales como calor de vaporización, el calor específico y el punto de congelación, entre otros, se deben tomar en cuenta en el diseño de todos estos sistemas de conservación. (p. 3)

- **Colorantes**

Según el RTCA 67.04.54:10 son aditivos alimentarios que dan o restituyen color a un alimento. Por lo que, se puede decir que los colorantes son el primer filtro para que los consumidores decidan si consumen o no el producto.

Badui (2020) los clasifica en naturales y artificiales, donde los naturales son pigmentos extraídos de frutas o vegetales. Divididos según su tipo en varios grupos, como los carotenoides, xantofilas y antocianinas, además de betalaínas, clorofilas, azafrán, ácido carmínico, annato, cochinilla

y curcumina. En el caso de los colorantes artificiales, son principalmente derivados azoicos (tartrazina, azorrubina, rojo allura, etc.), también quinoles, derivados del trifenilmetano y otros. Estos tienen nombres diferentes según la reglamentación que se utilice de referencia. Por ejemplo, la tartrazina también se conoce como amarillo No. 5. Para la FDA es el FD&C Yellow 5 y para la Unión Europea (UE) es el código E 102. (p. 486). En el queso mozzarella se acostumbra a utilizar el annato como colorante natural para dar el tono amarillo leve característico.

- **Emulsificantes**

Según el RTCA 67.04.54:10 son aditivos alimentarios que posibilitan el mantenimiento de una dispersión uniforme de dos o más sustancias no miscibles en un alimento.

Badui (2020) señala que:

Para formular una emulsión se requiere: aceite, agua, un emulsificante y energía, por lo general mecánica. Las proteínas son las preferidas como surfactantes para formular emulsiones alimenticias (aceite-agua), debido a que su superficie es activa y favorece la resistencia a la coalescencia (...) Una gran cantidad de alimentos procesados y naturales son emulsiones, por ejemplo, leche, yema de huevo, leche de coco, leche de soya, mantequilla, margarina, mayonesa, productos untables, aderezos de ensaladas, helados, salchichas y pasteles. En todos ellos las proteínas son importantes como emulsificantes. (p. 162)

En el caso de los quesos análogos, el uso de los emulsificantes es fundamental para estabilizar el agua y la grasa vegetal agregadas para sustituir parcial o totalmente las materias primas de origen animal.

- **Espesantes y gelificantes**

Según el RTCA 67.04.54:10 los espesantes son aditivos alimentarios que acrecientan la viscosidad de un alimento y también define los gelificantes como aditivos alimentarios que dan textura a un alimento mediante la formación de un gel. La funcionalidad de cada familia es muy fácil de confundir, sin embargo, es clave saber diferenciarla a la hora de decidir cuál utilizar en la formulación.

Ejemplos de estos aditivos que cumplen la función de espesante y/o gelificante pueden ser los almidones nativos, almidones modificados, goma xantana, goma guar, goma arábica, goma algarrobo, carragenina, proteínas colágenas, carboximetilcelulosa, fibras, alginato. De estos ejemplos anteriores, la goma xantana, la goma guar, el almidón nativo, el almidón modificado y los alginatos se utilizan dentro de los quesos análogos.

El almidón es un ingrediente esencial en la elaboración de quesos mozzarella análogos. Es utilizado principalmente para mejorar la textura, la capacidad de fusión, la estabilidad, y la retención de humedad. A continuación, se detallan las características fisicoquímicas más relevantes de los almidones empleados en estos productos. Los almidones más comunes en la fabricación de quesos mozzarella análogos son los almidones

modificados derivados de maíz, papa, arroz y tapioca. La modificación de los almidones les otorga propiedades únicas que mejoran su funcionalidad en productos procesados:

- **Almidón de maíz modificado:** es uno de los más utilizados debido a su bajo costo y alta disponibilidad. Se modifica para mejorar su capacidad de gelificación y retrogradación.
- **Almidón de papa modificado:** es ideal para mejorar la capacidad de retención de agua y textura elástica. Además, mejora la estabilidad al calor (Rodríguez, 2013).

Para mejorar las características de los análogos se requiere un análisis de sus propiedades fisicoquímicas las cuales ayudan en la obtención de un producto final ideal, entre ellas se encuentran:

- **Grado de gelatinización:** la gelatinización del almidón es el proceso en el cual las moléculas de almidón absorben agua y se disuelven al calentarse. En quesos análogos, esta propiedad permite que el almidón contribuya a la textura final del producto. Los almidones modificados tienen una temperatura de gelatinización más baja, lo que favorece la fusión sin descomposición (González & Pérez, 2019).
- **Viscosidad:** el almidón, al ser modificado, presenta una viscosidad adecuada que contribuye a la densidad y la capacidad de fusión del producto. La viscosidad también es importante para lograr la

consistencia deseada de los quesos análogos durante el calentamiento.

- **Capacidad de retención de agua:** los almidones modificados tienen una alta capacidad de retención de agua, lo que contribuye a mejorar la textura y jugosidad del queso análogo, especialmente en productos como las pizzas.

Por otra parte, los almidones modificados tienen un comportamiento térmico que favorece su estabilidad a temperaturas de horneado, similares a las que se alcanzan en la producción de pizzas. La capacidad de fundir y comportarse como una goma elástica al hornearse es crucial para imitar la textura de la mozzarella (Gustodairy, 2016). Al interactuar con las proteínas forman una estructura de gel que simula la textura del queso mozzarella.

- **Grasa vegetal**

Badui (2020) menciona lo siguiente:

Las grasas y los aceites se han clasificado en función de su origen y contenido de ácidos grasos; así tenemos que se les divide en: grasas animales (sebo, manteca de cerdo, huevo); aceites marinos (peces); grasa de la leche (mantequilla); grasas vegetales (cacao); aceites con ácido láurico (coco y palmiste), aceites con ácidos oleico y linoleico (maíz, girasol, algodón) y aceites con ácido linolénico (soya)...no hay una distinción clara entre grasas y aceites, aunque se considera que las grasas son de origen animal y los aceites de origen vegetal, o bien,

las grasas son sólidas a temperatura ambiente, mientras que los aceites son líquidos. (2020, p. 199)

La grasa vegetal utilizada para la elaboración de queso mozzarella análogo debe tener un punto de fusión medio (40-45°C), de esta manera, se permite tener la textura característica firme del queso a temperatura de refrigeración, y que al momento de calentarlo esta se funda brindando esa cremosidad y jugosidad también característica de la mozzarella caliente. En la formulación de quesos mozzarella análogos, las grasas vegetales son las más comunes debido a su costo y disponibilidad. Las más utilizadas incluyen:

- **Aceite de palma:** es una grasa semisólida a temperatura ambiente, con una proporción equilibrada de ácidos grasos saturados y no saturados. Su alta estabilidad térmica lo hace ideal para la industria alimentaria.
- **Aceite de coco:** con un alto contenido de ácidos grasos saturados, especialmente ácido láurico, se utiliza por su capacidad de retención de sólidos y su excelente estabilidad en condiciones de horneado.
- **Aceite de girasol hidrogenado:** usado en algunas formulaciones, es una grasa más fluida que el aceite de palma y aporta una textura más suave.

- **Leche en polvo**

Badui (2020) explica que:

Tanto la leche entera como la descremada se obtienen mediante secado por aspersion, después de eliminar parcialmente el agua por evaporación; el producto resultante puede formar grumos difíciles de

desbaratar y se vuelve poco soluble por efecto de los diversos daños térmicos en las proteínas y la lactosa (por ejemplo, desnaturalización, reacción de Maillard, etc.). Para remediar la falta de solubilidad, se procede a la aglomeración del producto seco, aplicando vapor, con lo cual se producen partículas más porosas que fácilmente se hidratan; en esta operación, la lactosa, que se encuentra en estado amorfo, se humidifica y recristaliza en formas más solubles. Su estabilidad a la oxidación disminuye por la eliminación de agua (< 5 %); para evitar su deterioro se recomienda mantenerla a temperaturas moderadas y protegida de la luz solar. (p. 572)

Si bien en los análogos de mozzarella se busca sustituir parcial o totalmente la leche, es sumamente importante agregar leche en polvo para redondear el perfil de sabor y complementar las notas que aportan los saborizantes lácteos.

- **Preservante o conservante**

Según el RTCA 67.04.54:10 son aditivos alimentarios que prolongan la vida en almacén de los alimentos protegiendo a éstos del deterioro ocasionado por microorganismos.

La finalidad de estos agentes es inhibir el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias. Debido a que muchos de los conservadores se encuentran de manera natural en algunas hierbas y especias, su

empleo se remonta a muchos siglos. Otros más se han desarrollado, incluidos los que provienen de fermentaciones (Badui, 2020, p. 461).

Badui (2020) menciona que:

Existen métodos para medir su efectividad, porque no cualquiera de ellos es adecuado para todos los alimentos. Los factores implicados son: a) especificidad de acción, algunos tienen un espectro amplio de actividad, mientras que otros son específicos contra un determinado microorganismo; b) composición del alimento, pH, Aw y nutrientes, que favorece o inhibe el crecimiento microbiano; c) nivel inicial de la contaminación: los productos muy contaminados no se controlan con la adición normal de conservadores, y d) manejo y distribución del producto terminado: la conservación no sólo recae en los aditivos, sino que se requiere un manejo adecuado para evitar recontaminaciones.(p. 464)

Según el párrafo anterior, por las características fisicoquímicas del análogo de mozzarella se debería elegir un preservante que actúe principalmente contra mohos y hongos. Por otro lado, la Norma del CODEX para la Mozzarella (CODEX STAN 262-2006) permite entre los conservantes el uso de ácido sórbico en 1000 mg/kg. Dicho aditivo actúa contra mohos y hongos permitiendo así mantener la vida de anaquel del queso mozzarella.

- **Saborizantes**

Son aditivos utilizados específicamente para dar o realzar el sabor de los alimentos. Según las definiciones del RTCA 67.04.54:10 esta familia se puede dividir en tres grupos por el origen de estos:

- Saborizante/aromatizante artificial: es aquel producto que en su formulación incluye, en una proporción cualquiera, componentes que no se encuentran naturalmente en productos animales o vegetales y son obtenidos por síntesis química.
- Saborizante/aromatizante idéntico a natural: es aquel producto obtenido por procesos físicos, microbiológicos, enzimáticos, de síntesis química o de aislamiento por procesos químicos, cuya formulación incluye componentes idénticos a los existentes en la naturaleza.
- Saborizante/aromatizante natural: al producto puro de estructura química definida o al preparado saborizante de estructura química no definida, concentrado o no, que tiene características saporíferas y son obtenidos por un proceso físico, microbiológico o enzimático a partir de productos de origen vegetal o animal.

La decisión de uso de cada uno de los tipos de saborizantes anteriormente mencionados va a depender de muchos factores. Ejemplo de estos pueden ser la disponibilidad de la materia prima, la aceptación del consumidor con su declaración en la etiqueta, la restricción de uso al ser un producto declarado como natural, el costo meta del producto, el perfil de

sabor deseado, entre otros. Para el caso del análogo de mozzarella, es clave tener en cuenta el costo aplicado del saborizante y el perfil de sabor, ya que debe brindar notas lácteas sin dejar sabor residual amargo o metálico.

- **Sal**

Badui (2020) afirma que:

El cloruro de sodio se toma como referencia exclusiva del gusto salado y, a diferencia de otras sales, incrementa la salivación y la percepción del dulzor; además, enmascara o disminuye notas metálicas y amargas (...) la percepción del gusto salado ocurre cuando la concentración de sodio es suficientemente alta para activar los receptores y producir un impulso eléctrico que transmiten las neuronas al cerebro donde el gusto salado es finalmente interpretado. (p.392)

En cuanto a la tendencia de etiqueta limpia y la reducción del consumo de sodio por parte de los consumidores por salud y nutrición, es difícil tener un resultado positivo; se sabe que otras sales imparten notas amargas, metálicas y astringentes, y amplifican también la percepción de notas desagradables. Así, el empleo de sustitutos va acompañado de la adición de edulcorantes como la sacarosa y la taumatina que actúan como bloqueadores del gusto amargo (Badui, 2020, p. 393).

- **Suero de leche**

Badui (2020) expresa que:

A partir de 10 litros de leche se producen de 1 a 2 kg de queso y de 8 a 9 kg de suero de leche, del cual existen dos tipos que se diferencian por su forma de obtención: a) el llamado suero dulce, proveniente de los quesos fabricados con renina, y b) el suero ácido que utiliza ácido acético para la precipitación; éste es un subproducto de los quesos blanco y cottage (...) el suero tiene una proporción baja de proteínas, pero éstas poseen una calidad nutritiva superior a la de las caseínas que conforman el queso. (p. 570) (...) en la industria el suero se usa en forma deshidratada (una vez que se le elimina el agua mediante evaporación y se seca por aspersión), aun cuando el producto resultante se daña térmicamente y es poco soluble. Sus propiedades funcionales y usos en la alimentación humana dependen de los daños que pueda recibir durante su procesamiento, por lo que se deben tener controles estrictos de pH y de temperatura en el secado. (p. 570)

Para el caso del análogo de mozzarella, el uso del suero de leche se justifica por el sabor, ya que este ayuda a redondear las notas lácteas y ácidas al combinarse con otros subproductos de origen animal.

2.7. Ficha técnica de productos

Una ficha técnica de producto es un documento que recopila de manera estructurada y detallada la información técnica, funcional y de seguridad de un producto determinado. Este documento es esencial en

industrias como la alimentaria, química, farmacéutica y manufacturera, ya que proporciona a los fabricantes, distribuidores y consumidores datos clave sobre el producto, como su composición, propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, instrucciones de uso, almacenamiento, envasado, etiquetado, vida útil, y normativas aplicables (González & Pérez, 2019).

Las fichas técnicas son utilizadas para garantizar la calidad, trazabilidad y cumplimiento regulatorio del producto, así como para facilitar su manejo adecuado en los diferentes escalones de la cadena de suministro.

2.8. Análisis fisicoquímicos proximales de las formulaciones finales

Se realizaron diversos análisis para caracterizar el producto elaborado y realizar la evaluación de los principales aportes nutricionales como la determinación de contenido de grasa, proteína, humedad y cenizas.

2.8.1. Grasa

El contenido de grasa en un alimento es de los principales aportes a contemplar cuando se desea caracterizar un producto y para realizar su respectiva etiqueta nutricional. Por otra parte, además del punto de vista nutricional, el contenido de grasa tiene un protagonismo en el producto asociado a propiedades funcionales, como lo son el aporte de textura y sabor a la formulación.

Las grasas se definen, según el Instituto de nutrición Centroamérica y Panamá (1995), como componentes importantes de la alimentación y la fuente de energía más concentrada. Compuestos que por su naturaleza son insolubles en agua y transportan las vitaminas A, D, E y K y además proporcionan al organismo los ácidos grasos esenciales, necesarios para la producción de otras sustancias como hormonas y enzimas.

Además, el Codex Alimentarius (FAO/OMS, 2001) ha establecido denominaciones o clasificaciones para los quesos en función al contenido de grasa expresada en materia seca: con toda la grasa (superior o igual al 45% e inferior al 60%), semigraso (superior o igual al 25% e inferior al 45%) y parcialmente desnatado (superior o igual al 10% e inferior al 25%).

2.8.2. Cenizas

Las cenizas en un alimento hacen referencia al residuo obtenido después de la incineración o calcinación del alimento, a una temperatura que logre eliminar la fracción orgánica y quede únicamente el residuo inorgánico.

Los nutrimentos inorgánicos, llamados comúnmente minerales, son diversos elementos químicos necesarios para asegurar el bienestar de los individuos. Las cenizas pueden contener con regularidad diversos elementos como: aluminio, arsénico, azufre, bario, boro, bromo, cadmio, calcio, cinc, cloro, cobalto, cobre, cromo, estaño, estroncio, flúor, fósforo, mercurio,

molibdeno, níquel, plata, plomo, potasio, selenio, sodio, yodo, entre otros. (Badui 2020, p.351).

Por lo antes mencionado, el análisis de cenizas en los alimentos podría contemplarse en algunos casos, como una primera etapa para desarrollar análisis elementales a partir de las cenizas determinadas, como por ejemplo un análisis de sodio o calcio. La determinación del contenido de cenizas en un producto o materia prima de manera rutinaria, podría ser un medio para identificar posibles desviaciones o contaminaciones, ya que el contenido de ceniza debería ser constante, si no hay un cambio en la formulación del producto.

2.8.3. Proteína

Las proteínas son de las macromoléculas más importantes presentes en la naturaleza, bien sea por sus diversas funciones a nivel estructural formando tejidos en el cuerpo, por su alto valor nutricional o por su función enzimática en diversos procesos. La funcionalidad de las proteínas es tanta que además de considerar su valor nutricional en alimento, también se aprovechan muchas de sus funciones tecnológicas en la industria de alimentos.

Para fines prácticos, Badui (2020 p.106) define las proteínas alimentarias como aquellas que son fácilmente digeribles, no tóxicas, nutricionalmente adecuadas, funcionalmente útiles en los alimentos y disponibles en abundancia, además menciona que pueden emplearse como

ingredientes de productos alimenticios y contribuyen a la estructura y propiedades finales del alimento por sus propiedades funcionales.

2.8.4. Humedad

El agua es fundamental en el desarrollo de la vida en la tierra; por lo tanto, la ingesta de agua es prioridad para la salud del ser humano y esto la ha convertido en uno de los principales insumos en la industria de alimentos, el control del contenido de humedad de un producto ayuda a tener una idea de la cantidad de agua contenida.

El agua influye en las propiedades de los alimentos, la consistencia, textura y otras características reológicas de los alimentos están determinadas por la interacción entre el agua y los macro componentes; además, esto también repercute en su estabilidad química y microbiológica. El agua es decisiva en todos los procedimientos de conservación de los alimentos, entre ellos la concentración, la deshidratación, el congelamiento, la liofilización, el salado, el azucarado y la pasteurización (Badui 2020, p.22).

2.8.5. pH

El potencial de hidrógeno conocido ampliamente como pH, químicamente se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidronio en disolución, la importancia de la medición de pH en los alimentos radica en que dicha característica permite la clasificación de las sustancias en ácidos y bases. El pH de los alimentos también tiene gran

relevancia sobre la estabilidad de un producto alimenticio en el tiempo, junto con otra serie de variables el pH, permiten elegir sobre los tratamientos requeridos para estabilizar algunos alimentos, por la restricción de crecimiento que tienen algunas bacterias, mohos y hongos a cierto nivel de pH. El pH también se ha utilizado como variable de control en procesos productivos, además de ser una variable de control en las materias primas y en algunos procesos el pH es un punto crítico de control para asegurar la inocuidad.

2.9. Grupo focal

El grupo focal es un método de investigación cualitativa que permite recopilar información sobre opiniones y perspectivas sobre un tema en concreto. Se realiza en grupos pequeños de entre 6 y 10 participantes para que de esta forma todos puedan aportar ideas, debatir y desarrollar de manera conjunta el tema en estudio. Son de mucha utilidad para el estudio de mercado de nuevos productos antes de ser lanzados, ya que permite observar las opiniones de los posibles consumidores. Permite recopilar información con mayor amplitud de los comportamientos y sus razones ante el objeto de estudio (Atlas.ti, A Lumivero Company, 2025).

2.10. Pruebas de desempeño

El análisis sensorial es una herramienta que permite recopilar información valiosa acerca de un producto en desarrollo. Dentro de las

características que se pueden evaluar se encuentran el sabor, olor, textura, aroma entre otros y las pruebas de desempeño permiten al panelista entrenado para la prueba, discriminar parámetros en las muestras dadas como las mencionadas anteriormente.

Esta investigación se centró en la prueba de comparación múltiple, las cuales como menciona Chesniuk, (2023) “se utilizan para determinar cuáles grupos son significativamente diferentes y para identificar la ubicación precisa de las diferencias en los datos”. La determinación de este tipo de prueba está dada por las dos formulaciones propuestas, las cuales se comparan con la muestra patrón de la UTN. Se pretende determinar si existen diferencias significativas o no significativas con respecto a las variables definidas más sobresaliente para un queso mozzarella: color, textura y sabor y la referencia del perfil de esas variables está dada por el conocimiento de los panelistas expertos en productos lácteos y la muestra de referencia.

2.11. Estudio de mercado

El estudio de mercado consiste en analizar el entorno en el que se ubica un producto, identificando a los potenciales consumidores evaluando la competencia. Este análisis brinda datos sobre las preferencias y necesidades del consumidor, lo que resulta muy útil para tener una idea clara de las oportunidades y retos que existen. En este proyecto, el estudio de mercado sirve como base para comprender cómo se comporta el sector y para tomar decisiones basadas en datos reales. Según Kotler et al. (2021),

contar con información precisa del mercado es fundamental para diseñar estrategias que realmente respondan a las demandas de los consumidores.

2.11.1. Mercado local de análogos

En los últimos años, el mercado costarricense ha evidenciado una creciente presencia de análogos de mozzarella, los cuales se caracterizan por su menor precio y amplia disponibilidad en anaqueles. Esta tendencia plantea un nuevo panorama dentro del sector lácteo, ya que dichos productos compiten directamente con los quesos tradicionales. La Cámara Nacional de Productores de Leche ha destacado la importancia de abordar este fenómeno desde una perspectiva técnica y regulatoria, subrayando la necesidad de estudios que permitan comprender su impacto y promover condiciones de competencia leal (Cámara Nacional de Productores de Leche, 2024).

2.11.2. Encuestas

Para conocer el comportamiento de los negocios en el consumo de queso tipo mozzarella, se utiliza como método cuantitativo la encuesta, ya que esta permite identificar patrones de consumo y conocimiento general, al tabular la encuesta en línea las respuestas dadas por los participantes. Pueden contener preguntas cerradas, en donde se tengan opciones de respuesta preestablecidas, así como abiertas donde el participante puede contestar de forma más amplia sin limitaciones. La encuesta es de fácil y rápido acceso, por lo que está diseñada para determinar variables

específicas en el comportamiento del encuestado o en este caso, del giro de negocio en relación. La determinación de la cantidad de encuestas está directamente relacionada con el tipo de muestreo, si es probabilístico o no. Como menciona Atlas.ti (2025), en el muestreo no probabilístico el investigador realiza una selección intencionada de los encuestados con características específicas necesarias para el desarrollo del análisis. Otro de los factores a tomar en cuenta es la población meta, así como la determinación estadística de la confianza de los datos.

2.12. Vida útil del análogo

Díaz cita a Alapont et al. (2020), quien define la vida útil como “el periodo en el cual el alimento conserva sus aspectos nutricionales, funcionales, fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, y se debe determinar desde el momento en el que su elaboración y envasado han concluido” (2022 p. 1).

Determinar la vida útil de un producto alimenticio es clave y el análogo de mozzarella no es una excepción. Es fundamental garantizar la estabilidad del análogo de mozzarella, analizando cómo evolucionan sus propiedades sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas a lo largo del tiempo, para identificar el punto en donde los atributos críticos se desvían de los valores aceptables.

III. MARCO METODOLÓGICO

El presente apartado describe las técnicas y estrategias utilizadas para obtener, describir, comparar y analizar la información de un estudio de caso, así como los materiales y procedimientos para llevar a cabo cada objetivo de esta investigación.

3.1. Enfoque y tipo de investigación

Para este estudio se emplean dos tipos de investigación: la exploratoria y la experimental, con enfoque mixto. Hernández et al. (2018) definen la investigación exploratoria con “el propósito es examinar un fenómeno o problema de investigación nuevo o poco estudiado, sobre el cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes.” (p.106). En el área de lácteos, específicamente del procesamiento de análogo de mozzarella, se detectó poca información sobre materias primas, su aplicación y uso en la industria, en conjunto con la reglamentación aplicable para este tipo de productos.

Por otra parte, Hernández et al. (2018) también conceptualizan el experimento como una “situación de control en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos)” (p.152). La investigación requiere aplicar la experimentación con las diversas formulaciones propuestas para determinar cuál se ajusta a las especificaciones deseadas y a las condiciones actuales de procesamiento de forma comparativa. Dentro de las variables recopiladas

y desarrolladas se trabajó de manera cuantitativa por medio de una encuesta a los consumidores de queso tipo mozzarella en negocios o empresas con un cliente final, y de forma cualitativa por medio de análisis fisicoquímicos y pruebas sensoriales de desempeño de forma comparativa entre las diferentes muestras.

3.2. Sujetos y fuentes de información

La información de esta investigación fue recopilada por medio de fuentes primarias y secundarias. Entre las fuentes primarias se encuentran el estudio de campo, entrevistas, panelistas, proveedores de la tecnología y de las materias primas, libros sin ser filtrados, tesis obtenidas sin ser resumidas, e información compilada de organizaciones públicas y privadas especializadas en productos lácteos y análogos. Dentro de las fuentes secundarias se encuentran fichas técnicas específicas para cada materia prima, informes, artículos y revistas científicas. Todas las fuentes bibliográficas son de carácter confiable, fundamentadas adecuadamente, referenciando cada dato aportado.

3.3. Matriz de congruencia

En la tabla 1 se describe el problema de la investigación.

Tabla 1

Matriz de congruencia

Título	Problema / hipótesis	Objetivo general	Objetivos específicos	Preguntas de investigación
<p>Buscar en el mercado nacional, materias primas lácteas y no lácteas, que puedan ser utilizadas como sustituto de alguno de los componentes de la leche de vaca en la elaboración de quesos.</p>	<p>¿Se podrá ubicar en el mercado nacional, materia prima láctea y no láctea, que permita sustituir componentes de la leche y ser utilizados como materia prima en el proceso de elaboración de queso mozzarella?</p>	<p>Evaluar la factibilidad de la incorporación de materias primas lácteas y no lácteas en la formulación alternativa de queso fresco y mozzarella, para el mejoramiento de rendimiento y costos de producción de los quesos estándar fresco y mozzarella, manteniendo como prioridad las características fisicoquímicas y sensoriales.</p>	<p>1. Caracterizar la funcionalidad de las materias primas para nueva propuesta de formulación, evaluando el porcentaje de sustitución o incorporación, sin que se afecte las características fisicoquímicas y sensoriales de la propuesta.</p> <p>2. Comparar el rendimiento, las características fisicoquímicas y sensoriales de la formulación alternativa propuesta, contra la muestra patrón estándar, mediante análisis de laboratorio y pruebas de preferencia.</p>	<p>- ¿Cuáles materias primas lácteas o no lácteas se podrán utilizar, como sustituto de algunos de componentes de la leche?</p> <p>- ¿En qué porcentaje se debe realizar esa sustitución?</p> <p>- ¿En qué momento del proceso se debe realizar la sustitución de la materia prima?</p> <p>- ¿Cuánto porcentaje de sustitución de materias primas se puede emplear, sin que se afecten las características fisicoquímicas y sensoriales?</p>

3. Determinar los costos de formulación asociados a la incorporación de las nuevas materias primas en las formulaciones propuestas, para determinar la rentabilidad.

- ¿Habrá cambios en el rendimiento obtenido con la incorporación de las nuevas materias primas?
- ¿Cuál será el porcentaje de rendimiento que se obtendrá con la nueva propuesta de formulación?
- ¿Cómo lograr un mejor porcentaje de rendimiento en la elaboración de los quesos?
- ¿La sustitución que se va a realizar, podrá ser catalogada como factible para la industria láctea en general?
¿Las formulaciones propuestas mantendrán las características fisicoquímicas y sensoriales, esperadas para ambos tipos de quesos?

-
- ¿Cuál será el valor estimado de las materias primas, que se pretenden utilizar en la nueva formulación?
 - ¿Las materias primas, empleadas como sustituto impactarán de manera positiva o negativa los costos de producción?
 - ¿Será viable el desarrollo de una nueva propuesta de formulación para quesos análogos o extendidos?
-

Fuente: Elaboración propia (2023)

3.4. Matriz de variables

En la tabla 2 se describe cada uno de los objetivos específicos y sus variables planteadas.

Tabla 2

Definición de variables

Objetivo específico	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Definición instrumental
1.1 Establecer propuestas de formulaciones análogas de queso mozzarella que incluyen la adición de grasa, proteína y estabilizadores, con la finalidad de aumentar el rendimiento de producción y la evaluación de su viabilidad económica, bajo las condiciones actuales de operación y la maquinaria existente en la planta de lácteos de la UTN sede de Atenas.	Formulación para análogos de queso	Determinación de porcentajes en la combinación de diferentes materias	Elaboración de pruebas con diferentes porcentajes de sustitución y adición de materia prima, para obtener una fórmula análoga estandarizada.	Fichas técnicas
	Materias primas	primas lácteas y no lácteas para obtener un producto final estable para fundir e hilar.		Cotizaciones de MP
	Procedimientos de formulación		Entrevistas	
	Rendimiento	Materias nacionales o importadas necesarias para la elaboración de queso mozzarella y un análogo en donde se evalúan materiales lácteos, no lácteos, almidones, grasas, sales fundentes y agua.	Investigaciones web y documentales	
	Viabilidad económica		Microsoft Excel, Visio y Minitab	
			Materias primas propuestas para la elaboración del análogo como base para queso mozzarella, grasa vegetal, agua, sales fundentes, caseína y los que se necesiten para optimizar la fórmula.	Instrumentos de planta/laboratorio: Balanza analítica Balanza de precisión Calculadora estándar para Contenedores y empaques grado alimenticio

<p>Procesos necesarios para la obtención del producto final, tiempo y temperatura adecuados, para el proceso de producción.</p>	<p>Determinación de cada paso del flujo del proceso, tiempos y rangos de temperaturas para lograr el hilado adecuado y la estabilidad del producto final.</p>	<p>Malaxadora Microondas Utensilios de cocina Rotuladores y cuaderno de notas Termómetro</p>
<p>Cantidad de producto final obtenido a partir de una medida determinada de materia prima inicial.</p>	<p>Diferencia de materias primas que entran al proceso y la cantidad de producto terminado obtenido.</p>	<p>Cronómetro Equipo de refrigeración</p>
<p>Se evalúa la viabilidad económica si se generan beneficios y costos que compensen los riesgos de su elaboración.</p>	<p>Comparación del costo estándar y rendimiento en ambas formulaciones para su costo final aplicado.</p>	

<p>1.2 Diseñar una propuesta de equipamiento mínimo requerido por una pequeña empresa elaboradora de productos lácteos, para la implementación de una línea de procesamiento de mozzarella análoga bajo la metodología propuesta en esta investigación, mediante el diseño y cotización de los equipos requeridos.</p>	<p>Capacidad de producción. Proceso de producción. Espacio disponible. Presupuesto Eficiencia. Calidad.</p>	<p>Capacidad de producción: Es la cantidad máxima de unidades o productos que una empresa puede fabricar en un determinado período de tiempo. Proceso de producción: Es el conjunto de actividades y operaciones organizadas secuencialmente que transforman insumos (materias primas) en productos finales o bienes. Espacio disponible: Se refiere a la cantidad de área física o espacio dentro de una instalación o planta de producción.</p>	<p>Tiempos de proceso, flujo y ciclo Identificación de etapas productivas, flujos, tareas y operaciones. Espacio disponible: Se medirá en metros cuadrados (m²) o en unidades de área, determinando la superficie total del área de producción donde se llevará a cabo la implementación de la línea de procesamiento del análogo de mozzarella. Presupuesto: Se desglosa en términos de costos estimados para la adquisición de los</p>	<p>Reuniones con proveedores de equipos. Cotizaciones. Fichas técnicas. Croquis de planta. Calculadora. Balanza. Computadora. Cronómetro.</p>
--	---	---	--	--

Presupuesto:
 En el contexto del equipamiento para una línea de procesamiento, el presupuesto representa el límite de recursos económicos que la empresa está dispuesta a invertir en la adquisición de los equipos necesarios para llevar a cabo la producción.

Eficiencia: Es la capacidad de lograr los objetivos con la menor cantidad de recursos posibles.

Calidad: Se refiere al conjunto de

características y propiedades de un producto o servicio que determinan su capacidad para satisfacer las necesidades y equipos específicos necesarios para la línea de producción, así como los gastos operativos y de mantenimiento proyectados.

Eficiencia: Se medirá utilizando indicadores clave de rendimiento (KPI) como la productividad por hora de trabajo, la utilización de los recursos como mano de obra y la tasa de rendimiento del equipo utilizado para el proceso.

Calidad: El equipo debe cumplir con las

especificaciones técnicas y funcionales establecidas por el

fabricante o proveedor.
Se verificará que todas

expectativas del cliente. las características y prestaciones declaradas sean consistentes y se ajusten a las necesidades del proceso de producción del análogo mozzarella, además por su capacidad para resistir el desgaste y el uso constante en la operación diaria.

<p>1.3 Comparar el perfil sensorial, físico y químico del queso mozzarella original que se elabora bajo la marca Alimentos UTN y las propuestas análogas</p>	<p>Perfil sensorial. Evaluación sensorial Evaluación física Evaluación química</p>	<p>Caracterización y descripción de caracteres sensoriales de los productos a evaluar, para el desarrollo de una tabla descriptiva del producto. Prueba comparativa de los atributos sensoriales entre los</p>	<p>La caracterización sensorial se hará con apoyo del personal de la planta y docentes de la carrera con experiencia en esta industria.</p>	<p>Descripción de atributos sensoriales: Prueba descriptiva sensorial Color, olor, sabor, apariencia externa, apariencia interna.</p>
--	--	---	---	---

<p>formuladas, para evidenciar su aceptación, mediante la evaluación sensorial con un panel experto en lácteos, análisis físico, químicos y pruebas de desempeño.</p>	<p>Pruebas de desempeño</p>	<p>productos propuestos y la versión de queso Mozzarella original de la marca Alimentos UTN.</p>	<p>Se realizarán los análisis requeridos para la caracterización fisicoquímica en el laboratorio de la UTN.</p>	<p>Evaluación discriminatoria entre las formulaciones análogas y el queso original por parte del grupo focal, experto en el área de lácteos.</p>
		<p>Análisis de los parámetros físicos relevantes del producto final.</p>	<p>Laboratorio de la UTN sede de Atenas.</p>	
		<p>Análisis de los parámetros químicos relevantes del producto final.</p>	<p>Pruebas de desempeño en la planta docente de la UTN sede Atenas.</p>	<p>Formulario de evaluación. Prueba Afectiva: Aceptación o Nivel de Agrado</p>
		<p>Desarrollo de aplicaciones del producto análogo y el producto original, para evidenciar la funcionalidad del producto.</p>		<p>Prueba discriminativa: Dúo-Trío.</p>
				<p>Análisis fisicoquímicos pH: pHmetro</p>
				<p>Textura: Sensorial</p>
				<p>Análisis químico</p>

<p>1.4 Determinar la estabilidad de las formulaciones análogas desarrolladas, mediante un estudio de vida útil en tiempo real, para evaluar el</p>	<p>Tiempo</p> <p>Condiciones ambientales</p> <p>Análisis de características</p>	<p>Duración del estudio de vida útil.</p> <p>Medición y control de las condiciones ambientales durante todo el estudio del proceso.</p>	<p>Periodo utilizado para evaluar la estabilidad del producto.</p> <p>Factores externos que pueden afectar en la estabilidad del producto (temperatura, humedad, luz).</p>	<p>Grasa: Método de Gerber</p> <p>Humedad: Método gravimétrico por estufa</p> <p>Proteína: Método de Kjeldahl</p> <p>Aplicaciones:</p> <p>Pruebas de fundido (temperatura)</p> <p>Pruebas de hilado.</p> <p>Sistemas de registro del tiempo</p> <p>Microsoft office</p> <p>Excel</p> <p>Análisis:</p> <p>a. Microbiológico: Mohos y levaduras.</p>
--	---	---	--	--

comportamiento de sus características a través del tiempo.

Evaluación de los atributos del producto para determinar su estabilidad a través del tiempo.

Sensorial (Color, aroma, sabor y textura).

Hoja de registro de datos, etc.

Métodos y pruebas específicas para medir características del producto.

Informes

Gráficos

Cronograma

Línea del tiempo

1.5.
Elaborar un módulo educativo, referente a la formulación y elaboración de análogo de queso mozzarella, para ser incluido en los cursos de

Plan de estudio del módulo educativo:

Descripción del módulo educativo.

Propósito General

Propósitos específicos.

Descripción y explicación de los temas teóricos abordados, actividades prácticas a desarrollar, objetivo general y específicos, cronograma del curso, estrategia evaluativa y referencias bibliográficas.

Explicación del tema, el enfoque del curso, el rol de la persona participante, la metodología y la estrategia evaluativa recomendada.

Formulación del Seminario sobre análogo de mozzarella

Microsoft Office.

Biblioteca Virtual de la UTN.

Libros.

Información web.

procesamiento

de productos lácteos que imparte la UTN sede de Atenas con la finalidad de propiciar la transferencia de la tecnología desarrollada, mediante la elaboración de material didáctico teórico y práctico.

Contenido temático teórico.

Contenido temático práctico.

Cronograma

Referencia bibliográfica

Descripción clara del objetivo del curso.

Detalle de cómo será desarrollado y medido el avance del curso.

Temas teóricos que serán abordados durante el curso.

Actividades prácticas que serán desarrolladas como complemento al contenido teórico.

Cronograma de actividades donde se plantea, las actividades que serán desarrolladas incluyendo el # día o semana, fecha, tipo actividad, tema relacionado, actividad a desarrollar y

herramientas a utilizar.
Referencias bibliográficas utilizadas para elaborar el material teórico y práctico del curso, además de las referencias que completen el conocimiento de la persona cursante.

Fuente: Elaboración propia (2023)

3.5. Población y muestra

Para establecer el tamaño de la muestra de las encuestas realizadas a la población meta, se incluyeron datos como el tipo de negocio y se determinó el tamaño de la población por medio de la información encontrada de las PYMES activas registradas a nivel nacional en el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC, 2025) en los sectores a analizar, y se obtuvo una población de 2408 empresas. Se estableció un nivel de confianza de 0,90 y un margen de error del 0,10 para un estudio exploratorio de mercado y establecer el número de muestras requeridas según la siguiente fórmula:

En donde:

$$\frac{\frac{z^2 xp(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 xp(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

“N = tamaño de la población • e = margen de error (porcentaje expresado con decimales) • z = puntuación z” La puntuación de z para un nivel de confianza del 90% es de 1,65 (SurveyMonkey, s/f).

Al utilizar la fórmula como herramienta de análisis se obtuvo un resultado de 67 muestras requeridas, de las cuales se realizaron 72 encuestas entre negocios de panaderías, cafeterías, restaurantes, sodas o lugares de comida rápida, pizzerías y otros.

Se realizaron en total 28 pruebas piloto, con diferentes procedimientos y porcentajes de adición de cuajada de mozzarella, desde el 0% hasta el 70%, y otros aditivos, hasta obtener dos formulaciones óptimas. Para cada formulación óptima se realizó nuevamente la fórmula por triplicado para su validación. Las muestras fueron empacadas y selladas al vacío a 28 °C en bolsas especiales compuestas de poliamida y polietileno, etiquetadas y almacenadas en refrigeración a 4 °C.

Se ejecutaron análisis fisicoquímicos de seis de las muestras de producto final, dentro del Laboratorio de Ciencias Básicas de la UTN sede de Atenas, también en la planta de lácteos de la universidad, los análisis que se realizaron fueron para determinar el porcentaje de humedad, la determinación de grasa y además se realizó control de pH a la cuajada durante el procedimiento de producción.

Por otra parte, se contrataron algunos ensayos en laboratorios externos, donde se realizó análisis de porcentaje de proteína, porcentaje de grasa a cuatro muestras de producto final.

Además, se recopilaron los datos de la caracterización del queso mozzarella elaborado bajo la marca Alimentos UTN, para realizar la comparación entre las formulaciones análogas y el producto original.

Se efectuaron, en un laboratorio privado, análisis microbiológicos a cuatro muestras se les realizó un recuento total aerobio mesófilo, recuento de coliformes totales y recuento de coliformes fecales.

Posteriormente la muestra final con cuajada natural se le realizaron análisis de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp*, *Listeria sp* y *Escherichia coli*, a los 4, 18 y 32 días como método de control establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.50:08 para la parte microbiológica, propiamente para quesos y como parte de la vigilancia del estudio de vida útil realizado para las formulaciones óptimas.

Una vez establecidas las formulaciones, se efectuaron dos pruebas en las instalaciones de la Universidad Técnica Nacional, sede Atenas, un grupo focal con 9 participantes, los cuales fueron guiados por una serie de preguntas abiertas para compartir su opinión y comentarios sobre las muestras del análogo presentado con adición del 30% de cuajada de mozzarella, tanto frío como caliente para evaluar su comportamiento. A cada persona se le proporcionó una muestra de cada una, la muestra caliente fue presentada en un pan sencillo horneado con el análogo a una temperatura de horneado de 200 °C durante 10 minutos, para imitar el comportamiento de los posibles usuarios de este producto.

Por otra parte, la segunda prueba fue el desarrollo de un análisis sensorial de comparación múltiple entre la formulación estándar de queso mozzarella marca UTN y las dos formulaciones análogas desarrolladas; en un panel con experiencia en lácteos, dentro del laboratorio de análisis sensorial de la Universidad Técnica Nacional en la sede de Atenas; para un total de 8 jueces, en pruebas sensoriales por triplicado.

3.6. Descripción de la metodología

3.6.1. Esquema metodológico

La metodología adoptada está basada en un enfoque experimental de carácter mixto, abordando tanto aspectos cuantitativos como cualitativos. En este sentido, se recopilaron datos procedentes de proveedores y materias primas; al mismo tiempo que se llevó a cabo el desarrollo de aplicaciones y formulaciones específicas.

Una vez completada esta etapa, se hace un análisis de las formulaciones propuestas, seguido de pruebas diseñadas para evaluar la aceptación o rechazo del producto resultante y una evaluación de vida útil en tiempo real por medio de análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Para transferir la información, el desarrollo del módulo educativo toma en consideración los resultados obtenidos del desarrollo de los objetivos anteriores. De esta manera, se permite obtener una guía para la elaboración de un análogo que se pueda hilar y fundir para diferentes aplicaciones dentro de la industria gastronómica y alimentaria.

3.7. Características de la base análoga en la formulación

Las bases análogas para queso mozzarella son mezclas funcionales compuestas por ingredientes diseñados para imitar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del queso mozzarella tradicional, pero a un

costo menor. Estas se utilizan ampliamente en la actualidad por empresas fabricantes de productos lácteos, para satisfacer a la industria de alimentos, especialmente en pizzas, alimentos procesados, panificación, entre otros.

Las formulaciones están diseñadas para lograr una textura, sabor y capacidad de fusión similares a la mozzarella natural. Las formulaciones permiten controlar la textura, capacidad de fusión, elasticidad y sabor del producto final (Rodríguez, 2013). Dentro del desarrollo de las formulaciones se tomaron como referencia tres bases comerciales para análogos, una de ellas cumplió con las características más deseadas, antes mencionadas, y fue decisiva para el desarrollo de las formulaciones propuestas. En la tabla 3 se resumen las características generales de las bases estudiadas para el desarrollo de las formulaciones.

Tabla 3

Características de las bases análogas para queso mozzarella

Características generales de las bases análogas para queso mozzarella	
Categoría	Descripción
Ingredientes base	Grasas vegetales (palma, coco), almidones modificados, proteínas lácteas o vegetales, sales emulsificantes, estabilizantes, saborizantes y colorantes.
Textura	Semidura en frío, se vuelve elástica y fundente al calentarse.

Capacidad de fusión	Alta. Se funde homogéneamente sin liberar excesiva grasa.
Elasticidad	Buena, permite el efecto "elástico" deseado en pizzas.
Sabor y aroma	Similar a mozzarella natural, gracias al uso de sabores naturales o artificiales.
Vida útil	Prolongada (hasta 6 meses refrigerado, dependiendo de la formulación y envasado).
Estabilidad térmica	Resistente al horneado, no se quema fácilmente.
Aplicaciones comunes	Pizzas, empanadas, lasañas, panes rellenos, alimentos congelados, snacks horneados, nachos, etc.
Ventajas industriales	Bajo costo, estandarización de calidad, adaptabilidad a restricciones dietéticas (sin lactosa, vegano, bajo en grasa).

Fuente: Elaboración propia (2024)

3.8. Determinación de humedad

La determinación de humedad se realizó por triplicado a 5 formulaciones, siguiendo el método gravímetro que se basa en el seguimiento de la pérdida de masa debido la evaporación del agua contenida en la muestra mediante el secado en estufa a temperatura de 100 ± 5 °C por 4 horas. En la metodología que se aplicó, se partió de las muestras del producto previamente rallado, se tomó para cada réplica entre 5- 6 gramos registrados al 0.1mg en balanza analítica en cápsulas de aluminio previamente desecadas, después del procesamiento térmico se volvieron a registrar las masas y los valores se calcularon como porcentaje de humedad y sólidos totales (Díaz et al., 2017).

Los valores del porcentaje de humedad en conjunto con los porcentajes de grasa cruda se pueden utilizar para clasificar la textura del queso entre: extraduro, duro, semiduro y blando según el 34922-MEIC-MAGS (2008), donde se utiliza el valor de HSMG % (porcentaje de humedad sin materia grasa), calculado a partir de la fórmula:

$$\%HSMG = \frac{\text{Peso de la humedad en el queso}}{\text{Peso total del queso} - \text{peso de la grasa en el queso}} \times 100$$

3.9. Determinación de la proteína

Para este análisis se contrató el servicio de un laboratorio externo, para lo cual se seleccionaron cuatro muestras de aproximadamente 300 gramos de producto terminado de las formulaciones aprobadas y se enviaron para su respectivo análisis, en el reporte del análisis el laboratorio referencia en método utilizado como un procedimiento interno PE-987 Nitrógeno/Proteína por conductividad térmica (método Dumas).

3.10. Determinación de ceniza

Para la determinación del porcentaje de cenizas contenido en las muestras, se realizó el procedimiento por triplicado, se siguió el procedimiento gravimétrico y las muestras del producto rallado y homogenizado se pesaron en crisoles de porcelana, se registró su masa al

0.1mg y fueron sometidas a 550°C por 4 horas (Díaz et al., 2017), para posteriormente cuantificar la cantidad de cenizas contenidas en la muestra.

3.11. Determinación de pH

El pH como parámetro de control de la elaboración de la cuajada láctea, se realizó la medición directa del valor de pH al suero que se libera al formarse la cuajada, para asegurar así que cumple con el pH óptimo para seguir el proceso de producción.

La medición se realizó con el pH metro marca HANNA Instrument modelo HI 2213, se prepara el equipo, calibrando el pH metro con los tres respectivos electrodos para asegurar la correcta medición. Para la lectura de la muestra se recolecta la muestra en un frasco limpio y seco, un volumen entre 50 a 100 ml de suero y se realiza la medida introduciendo el electrodo de pH y la sonda temperatura, se espera unos minutos hasta que se estabilice la lectura y se registra el dato.

3.12. Determinación de grasa

Para este análisis se empleó el método descrito en el catálogo de laboratorio, análisis para lácteos de la empresa Funke Gerber (2009). En este se describe el procedimiento para la determinación del porcentaje de grasa en queso según van Gulik. Como primer paso, se debe contar con un butirómetro para queso, al cual se le adicionaron 15 ml de ácido sulfúrico (Densidad: $1,522 \pm 0,005$ g/ml), posteriormente se introduce la muestra del

queso rallado y homogenizado previamente pesado 5g. Se cierra el butirómetro y se coloca en un baño maría a 70°C – 80°C con la escala hacia arriba, se agita hasta observar que la muestra este completamente disuelta, posteriormente se añadir 1 ml de alcohol amílico a través de la abertura de la escala y ácido sulfúrico hasta la marca del 15 % de la escala. Se cierra el butirómetro, se mezcla, se centrifuga durante 5 minutos, se ajusta la temperatura a 65 °C, se continúa ajustando la columna de grasa al punto cero y se tomar la lectura del contenido en grasa absoluto. La lectura se toma en el extremo inferior del menisco.

$$\% \text{ de grasa} = \frac{\text{Valor medido en la escala} \times \text{por } 5 \text{ g}}{\text{Peso de la muestra g}}$$

Además de las muestras analizadas en el laboratorio de la UTN, se seleccionaron cuatro muestras que se enviaron a analizar en un laboratorio externo, donde reportan la referencia a los siguientes métodos IT-332 ISO, 1443 AOAC 905.02/AOAC920:39.

3.13. Parámetros de calidad y producción en el análogo de queso

El análogo de queso mozzarella es un producto procesado diseñado para replicar las propiedades del queso mozzarella tradicional utilizando ingredientes alternativos como almidones, grasas vegetales y proteínas no lácteas. Para asegurar que estos productos tengan un desempeño adecuado y sean aceptables tanto desde el punto de vista sensorial como funcional, se

deben evaluar y controlar diversos parámetros de calidad durante su producción. A continuación, se detallan los principales parámetros.

- **Color:** Pese a que el color no tiene una intensidad importante, el consumidor está acostumbrado a un amarillo tenue, cremoso que sea reflejo de un indicador de la grasa láctea que tienen este tipo de productos, por lo que productos con tonos blancos se suelen asociar a quesos de mayor frescura y menor porcentaje de grasa. La evaluación de este parámetro se realizó de forma comparativa con las otras muestras en un panel sensorial.
- **Textura:** La textura ideal debe ser elástica y flexible, imitando la mozzarella real. La resistencia al corte y la capacidad de estirarse durante el horneado son determinantes. Con una prueba de elongación se midió cuán extensible es el producto a través del calor y se evaluó la textura en comparación con las otras formulaciones en el panel sensorial.
- **Sabor:** Aunque los quesos análogos no replican exactamente el sabor del queso mozzarella tradicional, es importante que tengan un sabor suave, lácteo y un aroma característico. Los ingredientes como grasas vegetales, proteínas y emulsificantes juegan un papel crucial en la formación de estos atributos. A su vez esta característica fue evaluada en el panel sensorial de comparación múltiple.

- **Humedad:** La humedad es un parámetro clave que afecta tanto la textura como la vida útil del análogo de queso. Se debe mantener entre un rango específico (40-55%) para asegurar una textura adecuada, evitando que el producto quede demasiado seco o líquido. Este se realizó mediante análisis de laboratorio.
- **pH:** El pH afecta la estabilidad del producto y su capacidad de fundir. El pH de los análogos de mozzarella debe mantenerse entre 5.5 y 6.5, similar a la mozzarella natural. Un pH fuera de este rango puede afectar la calidad sensorial y la textura, el cual fue determinado durante el proceso de elaboración de la prueba piloto con cuajada.
- **Control de temperatura:** La temperatura durante la mezcla, cocción y enfriamiento debe ser rigurosamente controlada para asegurar que la textura y la capacidad de fusión sean consistentes. La temperatura de fusión debe rondar entre 50-60°C y se evaluó por medio de un termómetro infrarrojo industrial Steren tipo pistola modelo HER-424.
- **Control de tiempo:** El tiempo de cocción y el proceso de curado también deben ser optimizados para asegurar que el producto final tenga la consistencia deseada sin afectar su estabilidad.
- **Almacenamiento:** El producto debe ser refrigerado a temperaturas entre 2-5°C para mantener su calidad con un empaque de

preferencia al vacío para mejorar las condiciones ambientales a las que está expuesto.

3.14. Evaluación del proceso de elaboración del análogo

Dentro de los principales procesos de elaboración de las dos formulaciones análogas se encuentran los siguientes:

- **Elaboración de la cuajada:** La leche semidescremada se pasteuriza y se le añade el cuajo especial para mozzarella, una vez reposada se corta y se separa el suero. Este proceso se realiza en la formulación propuesta con cuajada.
- **Mezcla de ingredientes secos:** Se mezclan los ingredientes secos, menos el emulsificante, y se ciernen para mejorar la homogeneización.
- **Preparación de las grasas:** En este paso del proceso se unen las diferentes grasas vegetales, se debe llevar a una temperatura de 50–55 °C, la cual está sobre el punto de fusión de ambas.
- **Emulsificante:** Se le añade luego de derretir por completo las grasas y homogeneizar la mezcla a una temperatura máxima de 60 °C
- **Incorporación de líquidos:** Gradualmente se incorporan los ingredientes líquidos, manteniendo la temperatura en todos los ingredientes y se mantiene la agitación.

- **Adición de sal:** La sal se disuelve en 100 ml de agua y se incorpora a la mezcla anterior.
- **Incorporación de sólidos:** Gradualmente se incorporan los sólidos cernidos y se mantiene la agitación.

Homogeneización de la mezcla: La mezcla debe verse homogénea sin grumos. Se mezcla entre 3 y 5 minutos.

- **Adición de la cuajada:** Para la formulación con cuajada se incorpora la cuajada desmenuzada en pequeñas porciones de forma gradual y se mezcla hasta que se observe una pasta homogénea y flexible de consistencia cremosa.
- **Moldeo:** Se coloca en los moldes especiales para bloque, previamente engrasados para poderse desmoldar posteriormente.
- **Enfriamiento:** Se deja un reposo a temperatura ambiente hasta llegar a una temperatura entre 20-25°C
- **Almacenamiento:** Se tapa y se almacena en refrigeración a 4°C durante 2 horas como mínimo.
- **Empaque:** Posteriormente se desmolda y se empaca en bolsas especiales de sellado al vacío y se etiqueta según corresponda.
- **Almacenamiento:** Una vez en su empaque final, el producto es nuevamente almacenado en refrigeración a la temperatura de 4°C.

En el análisis del procedimiento se debe mantener una temperatura constante durante todo el proceso, ya que las variaciones pueden afectar la calidad final del producto. La presentación final puede variar de bloque a rallado, que es usual para su utilización en diferentes platillos.

3.14.1. Rendimiento de las formulaciones

Para determinar el rendimiento de cada formulación, se procedió registrando la masa de todos los componentes de la formulación. Posteriormente, una vez elaborado el producto y después de 24 horas de reposo en refrigeración, se registra la masa final del producto elaborado, con estos datos se calcula el porcentaje de rendimiento de cada formulación, según la siguiente fórmula.

$$\text{Porcentaje de rendimiento} = \left(\frac{\text{masa de producto final (kg)}}{\text{masa total de la formula (Kg)}} \right) \times 100$$

3.15. Evaluación de desempeño en formulaciones propuestas

Se realizó una prueba sensorial de comparación múltiple, por triplicado, con un panel experto en lácteos en el laboratorio de análisis sensorial de la UTN, sede Atenas. Para este procedimiento se convocó al panel de manera libre y voluntaria y este tuvo acceso a la lista de ingredientes de las muestras a evaluar para salvaguardar cualquier contraindicación de salud, religión o personal al respecto. Se le presentó una muestra de

referencia (R) y tres muestras para ser comparadas con la referencia, en la cual debían determinar su grado de similitud o no contra la referencia en aspectos de color, textura y sabor. Los datos obtenidos se registraron cada uno en una hoja que se le brindó a cada panelista para marcar con una (X) si encontraba diferencia o no contra el patrón.

Las muestras fueron presentadas en cubos de similar tamaño y forma, en contenedores transparentes individuales rotulados con números aleatorios diferentes y tenían un peso aproximado de 8 gramos cada una, las cuales tenían una temperatura de 26 °C al momento de la degustación. La primera formulación sin cuajada, la otra con una adición de un 50% de cuajada del proceso de la mozzarella marca UTN, y por último la muestra igual a la referencia; estas, a su vez, fueron ordenadas de forma aleatoria en cada testeo.

Con los resultados del panel sensorial, se analizaron las conclusiones de forma comparativa para determinar las diferencias y similitudes entre el queso mozzarella natural y los análogos de mozzarella propuestos por medio del análisis de la varianza (ANOVA) la cual compara la media de los grupos y del test de Dunnett. Este se recomienda en sensoriales de comparación múltiple en donde se tiene un control (t) y se comparan los diferentes tratamientos evaluados, cada uno con respecto al control. Para este análisis se requiere determinar la varianza de las muestras recopiladas y su

significancia que fue del 5%. La información se analizó en el programa estadístico Minitab.

3.16. Viabilidad técnica de las formulaciones análogas

Para el adecuado desarrollo de las formulaciones se requirió la investigación bibliográfica y de campo, con entrevistas a productores de queso, distribuidores de materia prima y especialistas en el desarrollo de productos lácteos.

Dentro de las 28 pruebas piloto elaboradas se utilizaron 3 modelos de procesamiento de las materias primas, como lo fueron en olla a fuego directo, en baño María y en un ChefRobot, que adquirió posteriormente la UTN, en el cual se controlaron las variables de tiempo, agitación y temperatura. Esto se hizo con la finalidad de emular los diferentes ambientes y capacidades de producción de los productores de quesos y su disponibilidad de equipos con los que ya cuentan o los que puedan adquirir para el desarrollo de productos análogos.

A su vez, se determinaron los mejores procedimientos y adición de ingredientes en la elaboración de las pruebas piloto, de acuerdo con las fichas técnicas de las materias primas y la investigación de campo, junto al análisis de los resultados obtenidos en cada prueba.

3.17. Viabilidad económica de las formulaciones análogas

Se realizó una encuesta mediante un formulario de Google (véase el apéndice 4) a 72 empresas Pymes de alimentos, con potencial de utilizar queso mozzarella dentro de su oferta de menú y productos alimenticios, dentro de las categorías establecidas estaban: pizzerías, panaderías, cafeterías y restaurantes, sodas o negocios de comidas rápidas y otros (principalmente comedores empresariales e institucionales). Esto se realiza con el fin de obtener información relevante sobre sus hábitos de consumo, precios de compra, marcas, conocimiento sobre análogos y su disposición para utilizar análogos de queso mozzarella con ingredientes lácteos y no lácteos.

También se hizo una exploración de mercado a nivel nacional, sobre la disposición de marcas de queso mozzarella y análogos actualmente comercializados, así como su rango de precios, para correlacionar la información obtenida con la encuesta y el *focus group*.

Se efectuó un análisis de costos de las formulaciones óptimas, con ayuda de Excel como herramienta de recopilación y análisis, y poder determinar de forma comparativa los costos de las fórmulas y los precios de venta de las opciones disponibles en el mercado, estimando el precio de venta y su margen de ganancia promedio en las propuestas.

3.18. Determinación de los costos de producción

Se elaboró un estudio detallado de costos de las nuevas propuestas, basado en la clasificación de costos por naturaleza en plantas de lácteos que ya producen diferentes variedades de queso; recopilando y analizando los costos asociados con la materia prima que se obtuvo por medio de proveedores especializados, mano de obra directa, electricidad, agua, material de empaque primario(bolsas de sellado al vacío), maquinaria y gastos directos asociados con la elaboración del producto; para ello se considera la cotización de diferentes proveedores que ofrezcan el mejor precio y se ajusten a las necesidades del desarrollo. A su vez, estos costes se comparan con los costos de la producción de queso mozzarella desarrollado en la UTN.

Por otro lado, se evaluó la relación costo-beneficio estimando el rendimiento, y el menor costo de materias primas. El análisis de costos se complementa con el cálculo de margen de ganancia para este tipo de productos en la industria y su precio en los comercios para determinar la evaluación de la viabilidad económica de las dos propuestas de análogos.

3.19. Estudio de mercado exploratorio

El estudio de mercado se realizó mediante una investigación exploratoria a nivel nacional visitando diversos puntos de venta. Se incluyeron cadenas de supermercados como Walmart, Pricemart, Auto

Mercado, Fresh Market, Pequeño Mundo, Vindi, BM Supermercados, Mega Súper, Maxi Palí, Mayca Food Service y Palí, entre otros. Durante estas visitas se recopilaron datos de referencia de marcas tanto reconocidas como emergentes. La información registrada abarcó la marca comercial, el nombre del producto, el gramaje, el establecimiento y el precio de venta. Todos estos datos se registraron en un Excel, con la finalidad de clasificarlos en diferentes categorías y comparar el costo de producción de nuestros quesos con el precio de venta existente en el mercado. Dentro de los objetivos planteados para desarrollar el estudio de mercado se encontraron:

- Analizar los precios y presentaciones de quesos tipo mozzarella disponibles en diferentes establecimientos.
- Estimar técnicamente si los productos corresponden a quesos análogos, naturales o desconocidos.
- Detectar oportunidades de mercado para la introducción del nuevo producto desarrollado.

3.20. Análisis microbiológicos para las formulaciones óptimas

Para la caracterización microbiológica del producto y como medida de la estabilidad de las formulaciones realizadas se efectuaron diferentes análisis microbiológicos tanto a muestras 100 % análogo, como a muestras donde se incorporó cuajada láctea dentro de la formulación.

Los análisis se realizaron en un laboratorio externo, donde se efectuaron pruebas de recuento total aerobio mesófilo, recuento de

coliformes totales y recuento de coliformes fecales, los análisis se les realizaron a cuatro muestras de las formulaciones aprobadas.

Posteriormente se realizaron otros ensayos microbiológicos en otro laboratorio externo, con la finalidad de determinar la inocuidad a través del tiempo, de la última formulación realizada con cuajada natural, por lo que se envió el mismo lote de producción a los 4, 18 y 32 días para la realización de los análisis de *Escherichia coli* AOAC991.14, *Staphylococcus Aureus* AOAC2003.07, *Listeria sp* AOAC 2016.06 y *Salmonella sp* AOAC 2016.01.

3.21. Aplicación del grupo focal

Se realizó un grupo focal como un método de investigación cualitativa, en la Universidad Técnica Nacional, sede de Atenas, con personal de la universidad, tanto administrativos, como docentes y personal colaborador de la planta de lácteos; esto se da con el fin de valorar la apreciación de un análogo de queso mozzarella entre posibles consumidores y productores, y la potencial transmisión del conocimiento hacia los productores.

A continuación, se describe el diseño utilizado para el desarrollo del grupo focal:

Tema

Determinar la apreciación del análogo de queso mozzarella con base láctea, cuajada y grasas vegetales, por parte de potenciales consumidores y productores de quesos, de forma cualitativa por medio de un grupo focal

Objetivos específicos:

- 1) Identificar las percepciones generales del público y su expectativa en este tipo de productos análogos.
- 2) Conocer la opinión general de los atributos sensoriales del análogo de mozzarella presentado.
- 3) Obtener valoraciones sobre las preferencias de venta para el productor y el consumidor en este tipo de productos.
- 4) Sondear un precio estimado de venta para un kilo de queso análogo como la muestra presentada.

- Alcance: Personal de la planta de lácteos, personal administrativo y docente de la Universidad Técnica Nacional, sede Atenas.

- Fecha de realización: jueves 20 de marzo del 2025.

- Lugar y ambiente de realización: Universidad Técnica Nacional, sede Atenas. Mesa rectangular en el aula 111, con capacidad para todos los participantes.

- Hora y duración: Inicio a las 9:45 a.m. con una duración de 30 minutos.

- Instrumentos: Se elaboró una guía de preguntas abiertas que se aplicaron en el desarrollo del grupo focal de forma oral, las cuales se fueron documentando de forma escrita en Excel y por grabación por los integrantes del seminario durante el desarrollo del grupo focal.

- Introducción: Se especificó lo siguiente:

- 1) Bienvenida y presentación, tanto de las personas encargadas del desarrollo de la sesión grupal como de las personas participantes.

- 2) Explicación de objetivos.
- 3) Descripción de cómo se iba a desarrollar la sesión.
- 4) Solicitud y aprobación de confidencialidad y recopilación de evidencias.
- 5) Explicación del análogo de queso mozzarella.
- 6) Explicación del proceso de degustación del producto.

· Preguntas generadoras:

- 1) ¿Qué características sensoriales espera de un análogo de queso mozzarella?
- 2) ¿Cuál es la característica que más le gusta de la muestra del análogo de queso? ¿Por qué?
- 3) ¿Cuál es la característica que más le disgusta? ¿Por qué?
- 4) ¿Creen que un pequeño productor estaría dispuesto a capacitarse en este tipo de productos? ¿Por qué?
- 5) ¿Cuáles son las razones por las que usted decidiría comprar o no este producto?
- 6) ¿Cuál considera que es la mejor presentación para este tipo de producto a la venta? Rallado o en bloque. ¿Por qué?
- 7) ¿Cómo consumidor ¿Qué precio estaría dispuesto a pagar por un kilo de este producto?
 - a) Entre 2500- 4000 colones
 - b) Entre 4000- 5000 colones
 - c) Entre 5000 -6000 colones

d) Más de 6000 colones

3.22. Estudio de vida útil

Este estudio consistió en valorar dos muestras de queso análogo tipo mozzarella, una con cuajada natural y otra sin ella. Estas muestras fueron analizadas durante 8 semanas consecutivas una vez a la semana. Para la valoración de atributos se creó una tabla con parámetros enumerados del 1 al 5, (apéndice 12) donde 1 es el valor mínimo y 5 un valor máximo. Las muestras se mantuvieron conservadas a 4°C. Se valoraron atributos sensoriales, con el instrumento que se muestra en el apéndice 13, (textura, sabor y olor) y se determinaron exámenes microbiológicos para *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* y *Listeria monocytogenes*.

3.23. Fichas técnicas de las propuestas de formulación análogas

Luego de haber optimizado las propuestas de formulación, desarrollado el estudio de vida útil y evaluado los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se procedió a realizar la ficha técnica de cada una de las propuestas de formulación incluyendo todos los datos anteriormente mencionados en la cual resume el desarrollo de las formulaciones en esta investigación. Las fichas técnicas se pueden encontrar en el apéndice 15 y 16.

Todos los datos se registraron en tablas para determinar la evolución de la calidad y estimar la vida útil. Mediante este estudio fue posible identificar

el punto aproximado en que los atributos de las muestras comienzan a salirse de los rangos aceptables, permitiendo así estimar la vida útil del producto.

3.24. Técnicas e instrumentos para recolección de información

Dentro del proceso de recopilación de información, se documentó cada fase del proceso de formulación por medio de una bitácora digital por medio de Excel e impresa en un cuaderno de bitácora. Se utilizaron fichas técnicas de las materias primas, para recopilar información técnica necesaria para el adecuado desarrollo de la fórmula del análogo, tanto en su proceso de elaboración como en su formulación. Según Royal (2021) “la ficha técnica a nivel comercial es una herramienta que usa el importador o exportador para informar, de manera estandarizada y sencilla, las características técnicas de su producto”. Se creó una ficha técnica que abordó toda la información técnica del producto una vez definidas las formulaciones óptimas, así como sus métodos de conservación y vida útil. Las evidencias de las pruebas de planta se recopilaron también por medio de imágenes y videos en dispositivos móviles, de forma paralela con la anotación de la información en la hoja de Excel y hojas impresas con los procedimientos.

Una vez definidas las formulaciones óptimas, se concentró la información de su procedimiento en un diagrama de flujo con la herramienta Visio, para obtener así una visualización global de las propuestas de formulación, especificando cada etapa del proceso para su estandarización.

Para la recopilación de la información a la población meta se utilizó un formulario de Google (véase el apéndice 4). La recopilación de la información del formulario se agrupó en una hoja de Excel, así como la bitácora de las pruebas de planta, la hoja de registro de datos y el equipo utilizado. Con el grupo focal se recopiló información por medio de grabación y fotos en dispositivos móviles y Word para generar el cuestionario y Excel para tabular.

El análisis sensorial comparativo se desarrolló en Word y Excel y a los petrificantes se les brindó una hoja impresa con las preguntas requeridas para la evaluación. Durante toda la investigación se utilizaron instrumentos, computadoras, celulares, impresoras y equipo especializado de laboratorio y planta para la obtención de la información, entre otros.

3.25. Limitaciones del estudio

Dentro de las principales limitaciones del estudio, se encuentran el acceso referente a la información sobre la oferta existente en el mercado local de productos de esta índole, con información real hacia los consumidores dentro de su etiqueta que determine que es un análogo y sobre empresas o personas que desarrollan análogos de queso mozzarella a nivel nacional e internacional de manera abierta, así como de proveedores que ofrezcan materia prima especializada para la formulación de los mismos y recomendaciones de uso de las diferentes materias primas con las que se cuenta a nivel nacional. Por otra parte, la disponibilidad de materias primas especializadas para la realización de las formulaciones, que influyeron

directamente en el diseño de nuevas formulaciones para obtener los resultados deseados al final de este estudio y la facilidad de acceso y costo por unidad de empaque para la realización de las pruebas piloto, ya que muchos de los ingredientes vienen en presentaciones industriales.

3.26. Técnicas de análisis de la información

La información recopilada se analizó en Excel por medio de tablas, cuadros y gráficos para visualizar la disposición y transformación de los datos, así como su análisis y los ajustes que hayan sido requeridos en cada una de las formulaciones propuestas y realizadas. Para el análisis de resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se obtuvieron valores promedio acordes con la referencia microbiológica del RTCA 67.04.50:08 para su categoría, permitiendo correlacionar los datos en el tiempo para el estudio de vida útil. Los resultados del panel sensorial en la prueba de comparación múltiple se analizaron estadísticamente por medio del método Dunnett, con un nivel de significancia del 5%.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se analizan los resultados obtenidos a partir de los cinco objetivos planteados al implementar las metodologías descritas anteriormente.

4.1. Propuestas de fórmulas análogas y viabilidad económica

4.1.1. Desarrollo de las formulaciones

El desarrollo del análogo de mozzarella se llevó a cabo mediante un enfoque experimental estructurado en cinco etapas consecutivas, abarcando un total de 28 formulaciones. Cada fase representó un avance progresivo en el diseño del producto, permitiendo ajustes específicos que mejoraron su funcionalidad, estabilidad fisicoquímica y aceptación sensorial. En los anexos 10, 11, 12 y 13 se encuentran las fichas técnicas de las principales materias primas utilizadas para la obtención óptimas de las propuestas de formulación.


i. Etapa 1

Durante la primera etapa se realizaron diez pruebas piloto enfocadas en la selección de la base estabilizante y la fuente lipídica del producto. Se evaluaron diferentes estabilizantes de tres casas comerciales y se compararon tipos de grasa como grasa en polvo, grasa vegetal tipo Corona y grasa industrial Cremelado. Las evaluaciones funcionales y sensoriales identificaron a la base Aseal y la grasa Cremelado como los insumos más eficientes en términos de textura, hilado, elasticidad y comportamiento en condiciones térmicas. Esta combinación fue establecida como punto de partida para las siguientes formulaciones.

Con las otras combinaciones de grasa vegetal y bases estabilizantes se encontraron comportamientos negativos importantes como por ejemplo la grasa en polvo dio una textura muy seca, quebradiza y arenosa; la propuesta con manteca corona se notaba con mucha exudación de grasa y una textura poco firme. La mezcla con las bases de las otras cosas comerciales el análogo no resistía el desmoldeo. En la tabla 4 se muestran las evidencias fotográficas con algunos de estos comportamientos anteriormente descritos.

Tabla 4

Comportamiento del análogo de mozzarella con diferentes formulaciones piloto

Comportamiento	Foto
Textura pastosa con poca resistencia al desmoldeo y sin resistencia al rallado.	

Análogo seco, quebradizo y con separación de manteca.



Buena textura, buen hilado y poca separación de grasa.



Exudación de grasa y textura poco firme.



Buena textura y resistencia al desmoldeo, con leve exudación de grasa.



Textura firme que permite el rallado, pero con poco brillo y jugosidad.



ii. Etapa 2

La segunda etapa se centró en el ajuste del perfil sensorial relacionado al color y sabor del producto. Se llevaron a cabo pruebas utilizando colorantes y saborizantes de dos casas comerciales, valorando su integración en la matriz grasa-láctea. Las muestras elaboradas con insumos de la casa Maluquer evidenciaron mejor naturalidad en el perfil aromático y gustativo, así como una apariencia más uniforme. Como resultado, se seleccionaron el colorante y el saborizante tipo mozzarella de dicha casa para las formulaciones posteriores.

El perfil de sabor fue elegido mediante una evaluación sensorial informal con personal experto en lácteos de la Universidad Técnica Nacional. En la figura 1 se muestra la diferencia de color al variar el porcentaje del colorante norbixina en cada formulación.

Figura 1

Ajustes en la intensidad de color de las propuestas de formulación



Fuente: Elaboración propia (2024)

iii. Etapa 3

En esta etapa se implementaron ajustes significativos a la fórmula base con el objetivo de optimizar la textura, la acidez y la percepción sensorial general del producto. Se aumentaron los niveles de sal, saborizante y ácido láctico, y se incorporó ácido cítrico para alcanzar un mejor equilibrio ácido-base. Adicionalmente, se integraron esencias de leche y mantequilla para mejorar el aroma, y se introdujo una combinación de gomas texturizantes (xantana, guar y arábica) que contribuyeron a una matriz más estable. Se añadieron también sólidos lácteos (leche y suero en polvo), almidón de tapioca y ácido sórbico como conservante. Estas modificaciones resultaron en un producto sensorialmente más equilibrado, con mejor cremosidad, elasticidad y estructura superficial.

Para la determinación de la mejor propuesta se evalúan los resultados con personal experto en lácteos de la Universidad Técnica Nacional, mediante la evaluación sensorial informal y se hacen los ajustes según sus recomendaciones.

iv. Etapa 4

La cuarta etapa del desarrollo implicó un cambio estructural importante en la formulación del análogo, al incorporar cuajada de queso mozzarella como ingrediente funcional. Esta decisión buscó acercarse aún más a las propiedades tecnofuncionales del queso tradicional, especialmente en aspectos como textura, firmeza y capacidad de hilado. Para lograrlo, fue necesario realizar varios ajustes en la matriz base: se reformularon las

proporciones de leche en polvo, suero, gomas xantana y arábica; además, se eliminó la goma guar y se sustituyó el almidón de tapioca por almidón de papa modificado. Esto contribuyó a mejorar la cohesión y la estabilidad estructural del producto.





Es importante considerar que los almidones empleados presentan un comportamiento de gelatinización entre 60 °C y 80 °C, generando redes viscoelásticas que favorecen la textura, la retención de humedad y la elasticidad del queso análogo (Morris, 2020).

Por otra parte, la inclusión de cuajada tuvo un impacto directo sobre el pH del sistema. Estudios recientes expresan que el pH óptimo para el estirado se sitúa entre 5.2 y 5.4, intervalo en el que las proteínas lácteas se alinean adecuadamente, permitiendo una textura elástica y uniforme. Valores fuera de este rango pueden afectar negativamente la extensibilidad y la fusión (ADPI, 2023). Finalmente, se integró aceite de coco como fuente lipídica adicional y se utilizó el emulsificante Trecomex para estabilizar la emulsión, resultando en una formulación más homogénea y sensorialmente equilibrada.

La tabla 5 muestra la mejora de textura, elasticidad y brillo del análogo con los cambios descritos anteriormente con los cambios en las formulaciones.

Tabla 5

Cambios en el comportamiento de hilado y textura con la incorporación de cuajada

Atributo	Propuesta anterior	Propuesta elegida
Hilado		
Incorporación de cuajada		

Fuente: Elaboración propia (2025).

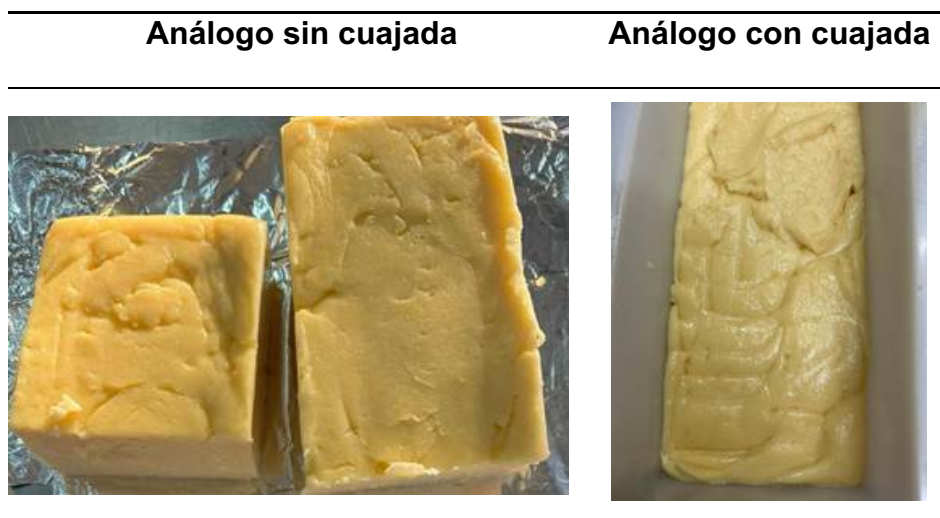
v. **Etapas 5**

La etapa final del proceso se enfocó en la estandarización y repetibilidad de la formulación seleccionada. Se incorporaron ingredientes funcionales como el almidón Luckeby, la sal fundente y el Swely Gel KF60

que permitieron alcanzar mejoras significativas en términos de fusión, elasticidad y apariencia superficial. Las pruebas realizadas confirmaron la estabilidad interlote de la formulación, así como su comportamiento reproducible bajo condiciones controladas. Esta versión final se consideró óptima tanto desde el punto de vista sensorial como tecnológico, y fue seleccionada para someterse a las pruebas de vida útil y evaluación final del producto dentro del proyecto. La figura 2 muestra el análogo sin cuajada y el análogo con cuajada en la formulación óptima.

Figura 2

Evidencia fotográfica de formulación óptima sin cuajada y con cuajada



Fuente: Elaboración propia(2025)

4.1.2. Rendimientos obtenidos de las propuestas análogas

En esta sección se recopila un resumen de los rendimientos obtenidos en las formulaciones propuestas para el producto análogo, se incluyen los valores logrados mediante las principales variaciones en el proceso según la forma de calentamiento de la mezcla, ya fuese por calor indirecto a baño maría, así como los valores alcanzados cuando se utilizó equipo ChefRobot. Los datos se desglosan en las tablas 7 y 8, con el objetivo de lograr analizar de manera comparativa ambos procesos desde el punto de vista de rendimiento, además de poder visualizar la capacidad de extensión de la base estabilizadora comercial empleada.

Las formulaciones presentadas de manera resumida haciendo énfasis en los ingredientes de interés para el producto, ya que el detalle de la formulación e ingredientes se incluye en el módulo educativo desarrollado para los cursos de la Universidad Técnica Nacional.

Al realizar la observación general de los porcentajes de rendimiento obtenidos, es evidente que el proceso realizado en el equipo chef robot se obtienen valores más altos, consecuentes a una menor merma, lo cual se justifica debido a que el equipo se permite un mayor control de las temperaturas del proceso y al poseer un sistema de agitación automatizada propio permite que el equipo se mantenga cerrado y por lo tanto la pérdida de agua de la mezcla es menor, ya que no se libera al ambiente el vapor generado. Lo opuesto sucede en el proceso a baño María, donde la pasta se

calentaba en un recipiente abierto para poder realizar la agitación manual y constante durante todo el proceso, facilitando así la pérdida.

Tabla 6

Rendimientos obtenidos en las formulaciones análogas desarrolladas según el proceso de elaboración de la pasta con calor indirecto mediante baño María.

Muestra Ingrediente	Proceso a baño María		Fórmula con cuajada	
	Fórmula sin cuajada CANTIDAD (g)	%	CANTIDAD (g)	%
Base estabilizante	310,0	21,5	310,0	13,4
Grasa vegetal	220,0	15,2	220,0	9,5
Cuajada láctea	0,0	0,0	980,0	42,4
Agua	600,0	41,5	500,0	21,6
Otros ingredientes	314,7	21,8	303,7	13,1
TOTAL	1444,7	100,0	2313,7	100,0
Masa del producto	1170 g		1822 g	
Rendimiento	81,0 %		78,7 %	
Merma	19,0 %		21,3 %	
Extensión práctica de la base	3,8		5,9	
Relación Base: producto	1 : 3,8		1 : 5,9	

Fuente: Elaboración propia (2025).

Analizando la proporción de los ingredientes en función de la cantidad de base utilizada, se puede ver que en general ambas formulaciones guardan una relación uno a uno entre la base y grasa. Sin embargo, con el agua se nota que la formulación sin cuajada es capaz de incorporar el doble de la proporción de agua y la versión sin cuajada no logra ligar el doble sino un poco menos, esto es debido a que, al llevar cuajada láctea, esta aporta humedad. Por ello, se hace necesario disminuir la cantidad de agua agregada como ingrediente para poder mantener la textura deseada, evitando el exceso de agua en la formulación.

Tabla 7

Rendimientos obtenidos en las formulaciones análogas desarrolladas según el proceso de elaboración de la pasta con calor directo mediante ChefRobot

Muestra Ingrediente	Proceso en ChefRobot			
	Fórmula sin cuajada		Fórmula con cuajada	
	CANTIDAD (g)	%	CANTIDAD (g)	%
Base estabilizante	310,0	22,3	310,0	12,1
Grasa vegetal	240,0	17,3	220,0	8,6
Cuajada láctea	0,0	0,0	1200,0	46,8
Agua	472,0	34,0	440,0	17,2
Otros ingredientes	368,1	26,5	394,5	15,4
TOTAL	1390,1	100,0	2564,5	100,0
Masa del producto	1220 g		2380 g	
Rendimiento	87,8 %		92,8 %	
Merma	12,2 %		7,2 %	
Extensión práctica de la base	3,9		7,7	
Relación Base: producto	1 : 3,9		1 : 7,7	

Fuente: Elaboración propia (2025).

Respecto al rendimiento de la base, en las tablas 6 y 7 se muestra una razón de extensión calculada a partir de la división del peso del producto entre el peso de base empleado. En el caso general de las formulaciones sin cuajada láctea se logra determinar que esta razón es de 3,8 a 3,9, lo que quiere decir que por cada kilo de base se genera entre 3,8 y 3,9 kilos de producto análogo, según los rendimientos mostrados. Para el caso de las

propuestas que incluyen cuajada láctea, esta razón de extensión se aumenta considerablemente hasta valores de 5,9 en el proceso a baño María hasta 7,7 en las pruebas procesado en el equipo ChefRobot, manteniendo las características deseadas en el producto final.

Basados en los datos recopilados referentes a los rendimientos, se puede asegurar que la mejor forma de procesar este tipo de formulaciones es en un equipo que permita el control de temperatura y la agitación constante, sin posibilitar las pérdidas por evaporación.

En el caso del queso mozzarella producido en la planta de lácteos de la UTN, se manejan los rendimientos en una proporción de 10 kilogramos de leche líquida para producir un kilogramo de producto final, los otros ingredientes adicionales de la formulación no aportan masa de manera significativa; sin embargo, en este tipo de procesos, al comprar el rendimiento según la fórmula sugerida en la metodología, se obtienen valores bajos de alrededor de 10% de rendimiento, que son los esperados para este tipo de proceso. Esto es así debido a que se parte de una base líquida como es la leche y durante la elaboración la pérdida por liberación de suero es muy alta, representando una merma del 90 % aproximadamente, para lograr la coagulación de las proteínas y la formación del queso.

La comparación de ambos procesos en términos de porcentaje de rendimiento o merma del proceso no es factible debido a la diferencia del proceso y materias primas, ya que en el caso de las formulaciones propuestas no se requiere la leche líquida como materia prima, únicamente

en el caso del análogo con cuajada láctea donde sí se emplea leche fluida para realizar la cuajada. No obstante, esta proporción es menor que la empleada para la producción del queso original.

Otro aspecto importante para destacar como ventaja en el procesamiento de productos análogos es la disminución de volumen en las materias primas, ya que no se requiere almacenaje de leche fluida o si se necesita es menor cantidad, ahorrando espacio de bodega, además que la vida útil de las materias primas es más extensa que la que presenta la leche líquida que es un producto perecedero. Con este análisis se puede afirmar que la cantidad de espacio en bodega de materia prima requerida para producir un kilogramo de la formulación análoga es menor que la que se requeriría para producir un queso original.

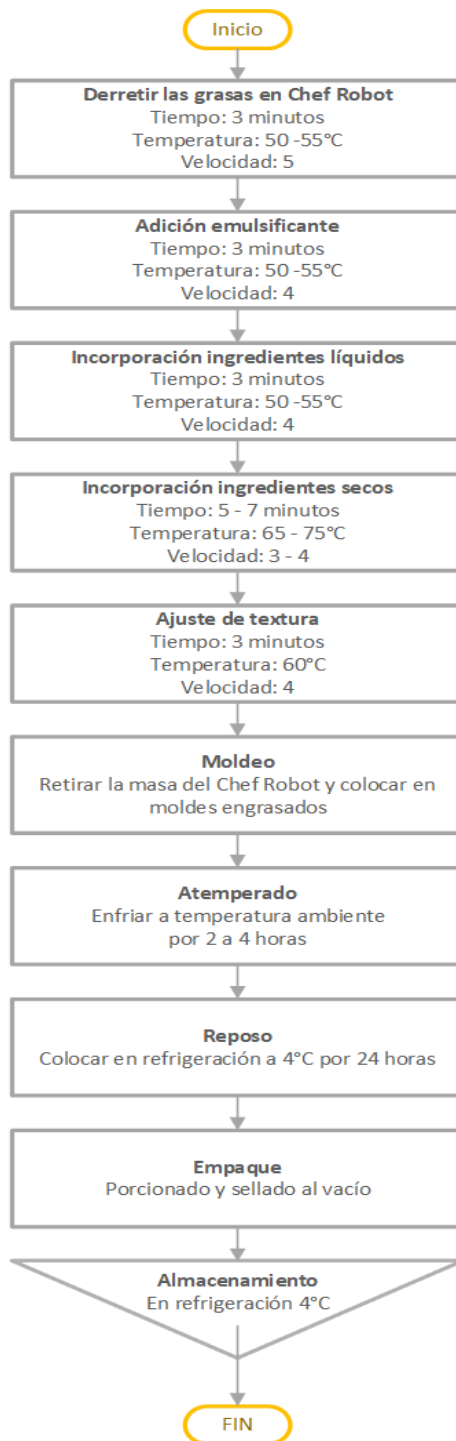
4.1.3. Diagramas de flujo para las propuestas de formulación

Se desarrollaron los diagramas de flujo de las dos formulaciones propuestas como se detalla en la figura 3 y 4.

Figura 3

Diagrama de flujo para formulación sin cuajada

ANÁLOGO MOZZARELLA SIN CUAJADA

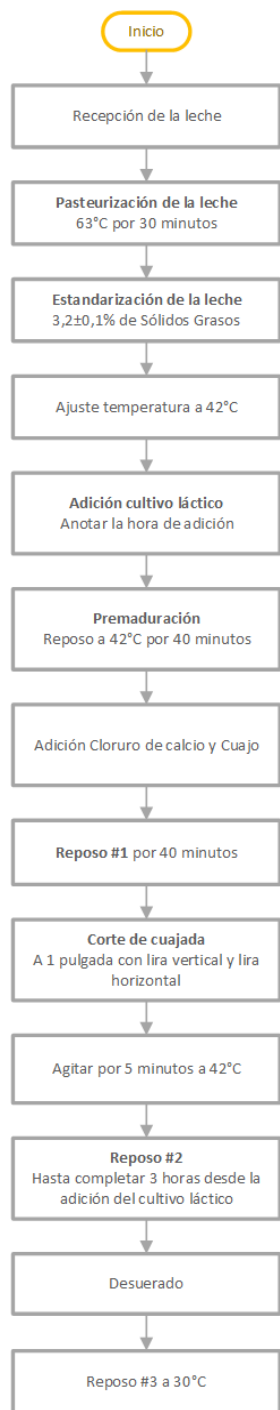


Fuente: Elaboración propia (2025)

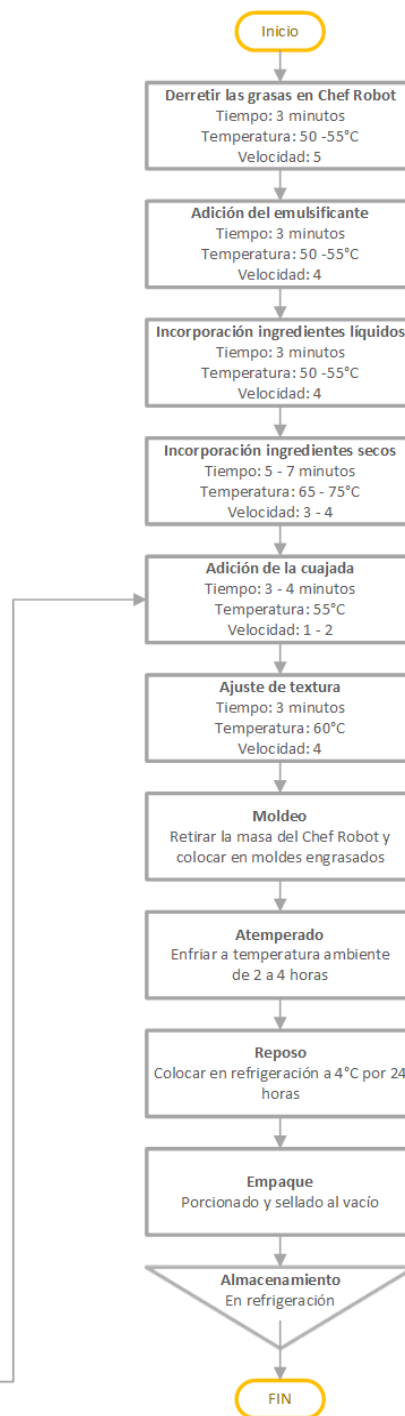
Figura 4

Diagrama de flujo para formulación con cuajada

CUAJADA QUESO MOZZARELLA



ANÁLOGO MOZZARELLA CON CUAJADA



Fuente: Elaboración propia (2025)

4.1.4. Determinación de costos de las propuestas de formulación

A partir de las formulaciones óptimas, se realizó un análisis económico detallado que incluyó el cálculo del costo por kilogramo. Sobre la base del análisis individual del precio de cada materia prima utilizada, el precio de venta por unidad y el margen de utilidad de cada producto, considerando la viabilidad de ser producidas utilizando la maquinaria y recursos operativos disponibles en la planta piloto de lácteos de la UTN, sede de Atenas, son similares a los de una micro o pequeña empresa fabricante de productos lácteos en Costa Rica.

Se efectuó un desglose completo de las materias primas utilizadas. Luego, se calcularon los costos unitarios por gramo de cada ingrediente y su respectivo aporte al costo total.

En la tabla 8 y 9 se muestran el cálculo de costos para el análogo sin cuajada y con cuajada por kilo de materia prima, donde se contemplaron todas las materias primas utilizadas, el material de empaque y la etiqueta para un kilogramo de producto.

Tabla 8

Costos de materia prima para análogo sin cuajada

COSTO MATERIA PRIMA ANALOGO SIN CUAJADA					
Ingredientes por receta	Costo de materia prima	Cantidad en gramos	Costo por gramo	Gramos por fórmula	Costo por producción
Base para mozzarella	₡ 219 792,23	31 000,00	₡ 7,09	310,00	₡ 2 197,92
Leche en polvo	₡ 71 000,00	25 000,00	₡ 2,84	120,00	₡ 340,80
Suero en polvo	₡ 62 000,00	25 000,00	₡ 2,48	80,00	₡ 198,40
Grasa Cremelada	₡ 26 495,00	25 000,00	₡ 1,06	220,00	₡ 233,16
Almidón de papa modificado (Lyckeyby FG50)	₡ 35 736,25	25 000,00	₡ 1,43	50,00	₡ 71,47
Goma Xantana	₡ 93 200,00	5 000,00	₡ 18,64	1,00	₡ 18,64
Goma Arábica	₡ 93 200,00	5 000,00	₡ 18,64	3,00	₡ 55,92
Ácido láctico	₡ 74 132,71	25 000,00	₡ 2,97	12,00	₡ 35,58
Ácido cítrico	₡ 799,99	100,00	₡ 8,00	2,50	₡ 20,00
Esencia de leche (líquida)	₡ 41 030,93	3 900,00	₡ 10,52	6,00	₡ 63,12
Esencia de mantequilla	₡ 27 817,10	3 500,00	₡ 7,95	0,90	₡ 7,15
Sal	₡ 10 373,00	25 000,00	₡ 0,41	25,00	₡ 10,37
Sabor mozzarella	₡ 53 741,60	3 900,00	₡ 13,78	3,50	₡ 48,23
Colorante	₡ 58 778,98	4 000,00	₡ 14,69	2,70	₡ 39,68
Aceite de coco	₡ 9 750,00	800,00	₡ 12,19	20,00	₡ 243,75
Emulsificante (Tecomex Twelve 02)	₡ 51 460,20	20 000,00	₡ 2,57	20,00	₡ 51,46
Ácido sórbico 1% de acuerdo al peso final	₡ 96 062,66	25 000,00	₡ 3,84	1,50	₡ 5,76
Swely Gel KF60	₡ 100 061,00	25 000,00	₡ 4,00	40,00	₡ 160,10
Agua	₡ 409,00	1 000 000,00	₡ 0,00041	472,00	₡ 0,19
Bolsa al vacío	₡ 90,00	1,00	₡ 90,00	-	₡ 126,90
Etiqueta	₡ 28,00	1,00	₡ 28,00	-	₡ 39,48
TOTAL				1 390,10	₡ 3 968,09
				1,39	₡ 2 854,54

Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 9

Costos de materia prima para análogo con cuajada

COSTO MATERIA PRIMA ANALOGO CON CUAJADA					
Ingredientes por receta	Costo de materia prima	Cantidad en gramos	Costo por gramo	Gramos por receta	Costo por producción
Base para mozzarella	₡ 219 792,23	31000	₡ 7,09	310	₡ 2 197,92
Leche en polvo	₡ 4 545,00	1000	₡ 4,55	100	₡ 454,50
Suero en polvo	₡ 1 356,00	1000	₡ 1,36	80	₡ 108,48
Grasa Cremelada	₡ 26 495,00	25000	₡ 1,06	200	₡ 211,96
Almidón de papa modificado (Lyckeyby FG50)	₡ 35 736,25	25000	₡ 1,43	80	₡ 114,36
Goma Xantana	₡ 93 200,00	5000	₡ 18,64	1	₡ 18,64
Goma Arábica	₡ 93 200,00	5000	₡ 18,64	2	₡ 37,28
Ácido láctico	₡ 74 132,71	25000	₡ 2,97	10	₡ 29,65
Ácido cítrico	₡ 799,99	100	₡ 8,00	2,5	₡ 20,00
Esencia de leche (líquida)	₡ 41 030,93	3900	₡ 10,52	5	₡ 52,60
Esencia de mantequilla	₡ 27 817,10	3500	₡ 7,95	0,9	₡ 7,15
Sal	₡ 10 373,00	25000	₡ 0,41	25	₡ 10,37
Sabor mozzarella	₡ 53 741,60	3900	₡ 13,78	2,56	₡ 35,28
Colorante	₡ 58 778,98	4000	₡ 14,69	1,6	₡ 23,51
Aceite de coco	₡ 9 750,00	800	₡ 12,19	20	₡ 243,75
Emulsificante (Tecomex Twelve 02)	₡ 51 460,20	20000	₡ 2,57	20	₡ 51,46
Ácido sórbico 1% de acuerdo al peso final	₡ 96 062,66	25000	₡ 3,84	2,44	₡ 9,38
Swely Gel KF60	₡ 100 061,00	25000	₡ 4,00	40	₡ 160,10
Citrato de Sodio 1% por peso de cuajada	₡ 2 243,94	1000	₡ 2,24	0,6	₡ 1,35
Cuajada fresca	₡ 2 550,00	1000	₡ 2,55	600	₡ 1 530,00
Agua	₡ 409,00	1000000	₡ 0,00041	472	₡ 0,193
Bolsa al vacío	₡ 90,00	1	₡ 90,00	-	₡ 178,20
Etiqueta	₡ 28,00	1	₡ 28,00	-	₡ 55,44
TOTAL				1976	₡ 5318
				1,98	₡ 2692

Fuente: Elaboración propia (2025)

En la mano de obra directa, como se detalla en la tabla 10, se contempló el salario de un operario, más cargas sociales y aguinaldo. El

operario tiene funciones varias en la planta, pero dedica aproximadamente 4 horas para producir 150 kg de análogo.

Tabla 10

Cálculo de mano de obra directa y cargas sociales

MANO DE OBRA DIRECTA			
Detalle	Cantidad	Monto	Cargas Sociales
Operario	1	₡ 400 000,00	26,67%
Detalle	2026		
Operario		₡ 400 000	
C.S		₡ 106 680	
Aguinaldo		₡ 33 333	
Total		₡ 540 013	
Salario mensual:			₡ 540 013,33
Horas trabajadas al mes:			200,00
Costo por hora:			₡ 2 700,07
El lote de producción de	150	kg toma en horas	4
			₡ 72,00

Fuente: Elaboración propia (2025)

En los gastos financieros (tabla 11) se estimó un préstamo a cinco años de banca para el desarrollo con el Scotiabank a una tasa del 11,02% para la compra de una malaxadora de 200 kg con un costo de cuatro millones seiscientos mil colones, (la mejor opción de las cotizaciones que se muestran en el anexo 1) y el capital de trabajo se obtuvo del costo de las materias primas para producir 2100 kg en dos meses.

Tabla 11

Gastos financieros para las propuestas de formulación

GASTOS FINANCIEROS				
Detalle	Monto			
Malaxadora 200 kg	₡	4 600 000		
Capital de trabajo	₡	3 363 392		
Total	₡	7 963 392		
Préstamo	₡	7 963 392,00		
Tasa		11,02%	Banca para el desarrollo Scotiabank abril 2025	
Periodos		5		
Periodo	Cuota	Amortización	Interes	Saldo
1	1 636 824,09	1 563 693,60	73 130,48	6 399 698,40
2	1 636 824,09	1 578 053,52	58 770,56	4 821 644,87
3	1 636 824,09	1 592 545,31	44 278,77	3 229 099,56
4	1 636 824,09	1 607 170,19	29 653,90	1 621 929,37
5	1 636 824,09	1 621 929,37	14 894,72	0,00

Fuente: Elaboración propia (2025)

Se calculó la depreciación de una malaxadora de 200 kg (referencia del equipo cotizado en el anexo 2), a cinco años, donde el valor del activo menos el valor de rescate dividido entre los años de vida útil nos da como resultado la depreciación, con un valor de rescate del 20% como se muestra en la tabla 12. No se incluyeron los equipos de planta, debido a que ya son parte de la producción preestablecida de las plantas.

Tabla 12

Depreciación de malaxadora

COMPRA DE EQUIPO		
Valor del activo	₡	4 600 000,00
Periodo (meses)		5
Valor de rescate (20%)	₡	720 000,00
Depreciación	₡	776 000,00
EQUIPO (MALAXADORA)		
Periodo	Depreciación	Saldo
1	₡ 776 000,00	₡ 3 824 000,00
2	₡ 776 000,00	₡ 3 048 000,00
3	₡ 776 000,00	₡ 2 272 000,00
4	₡ 776 000,00	₡ 1 496 000,00
5	₡ 776 000,00	₡ 720 000,00

Fuente: Elaboración propia (2025)

Para los gastos administrativos se está contemplando una asistente administrativa, un regente por servicios profesionales, electricidad, gas, agua, suministros, teléfonos, internet como se detalla en la tabla 13.

Tabla 13

Gastos administrativos de las propuestas

GASTOS ADMINISTRACIÓN	
Asistente de administración	₪ 350 000,00
C.S	₪ 93 345,00
Aguinaldo	₪ 29 166,67
Veterinario (servicios profesionales)	₪ 90 000,00
Electricidad	₪ 200 000,00
Gas	₪ 146 000,00
Agua	₪ 16 000,00
Suministros	₪ 50 000,00
Teléfonos	₪ 48 000,00
Internet	₪ 27 000,00
Total	₪ 1 049 511,67

Fuente: Elaboración propia (2025)

Para los gastos de ventas se está contemplando un repartidor, cargas sociales, aguinaldo, combustible y mantenimiento vehículo, como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14

Gastos de ventas piloto

GASTOS DE VENTAS	
Repartidor	₪ 360 000,00
C.S	₪ 96 012,00
Aguinaldo	₪ 30 000,00
Combustible	₪ 240 000,00
Mantenimiento vehículo	₪ 90 000,00
Total	₪ 456 012,00

Fuente: Elaboración propia (2025)

Para el costo final del producto en la tabla 15 y 16 se observa el cálculo donde se suma el costo de materias primas por un kilogramo de producto, la mano de obra directa en ese kilogramo, los gastos administrativos y de ventas (se dividen cada uno entre 6900 unidades de productos fabricados al mes en la planta), los gastos financieros y depreciación (se dividen entre las 1050 unidades de un kilogramo que se fabricarán al mes de la análoga de mozzarella).

Tabla 15

Costos de producto por kilogramo para análogo sin cuajada

COSTO ANÁLOGO SIN CUAJADA	
Costo directo por 1 kg de producto	₡ 2 854,85
M.O directa	₡ 72,00
Gastos administrativos	₡ 152,10
Gastos ventas	₡ 66,09
Gastos financieros	₡ 69,65
Depreciación	₡ 61,59
Total costo	₡ 3 276

Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 16

Costos de producto por kilogramo para análogo con cuajada

COSTO ANALOGO CON CUAJADA	
Costo directo por 1 kg de producto	₡ 2 811,81
M.O directa	₡ 72,00
Gastos administrativos	₡ 152,10
Gastos ventas	₡ 66,09
Gastos financieros	₡ 69,65
Depreciación	₡ 61,59
Total costo	₡ 3 233

Fuente: Elaboración propia (2025)

El punto de equilibrio se calcula usando la fórmula: costos fijos totales dividido entre el precio de venta unitario menos el costo variable unitario. En la tabla 17 se determina un punto de equilibrio de 342kg para en análogo sin cuajada y 297 kg para el análogo con cuajada.

Tabla 17

Punto de equilibrio para las formulaciones propuestas

PUNTO DE EQUILIBRIO ANALOGO SIN CUAJADA	PUNTO DE EQUILIBRIO ANALOGO CON CUAJADA
P.E $\frac{\text{costos fijos totales}}{\text{precio venta unitario} - \text{costo variable unitario}}$	P.E $\frac{\text{costos fijos totales}}{\text{precio venta unitario} - \text{costo variable unitario}}$
P.E $\frac{302\ 297}{1\ 073}$	P.E $\frac{366\ 899}{1\ 116}$
P.E 282	P.E 329

Fuente: Elaboración propia (2025)

La evaluación se realizó considerando el uso de la maquinaria disponible en la planta piloto de lácteos de la UTN (tanque almacenamiento leche, tina pasteurizadora, empacadora al vacío, entre otros), que son similares a los de una micro o pequeña empresa fabricante de productos lácteos en Costa Rica. Esto permitió valorar la viabilidad técnica real de las

formulaciones propuestas con la necesidad de solo tener que adquirir un equipo, la malaxadora.

A partir de estas formulaciones, se realizó un análisis económico que incluyó el cálculo del costo por kilogramo, el precio de venta por unidad y el margen de utilidad de cada formulación como se desglosa en la tabla 18.

Tabla 18

Resultado del cálculo de costos por función, precio de venta, utilidad bruta y margen de ganancia.

Formulación	Costo por kg (₡)	Precio de venta por kg (₡)	Utilidad bruta (₡)	Margen de ganancia (%)
Mozzarella análoga sin cuajada	₡3,276	₡4,000	₡724	22,1%
Mozzarella análoga con cuajada	₡3,113	₡4,000	₡887	28,5%
Mozzarella 100% leche	₡4,100	₡6,000	₡1,900	46.3%

Fuente: Elaboración propia (2025)

El costo por kg de cada formulación análoga fue obtenido a partir del análisis detallado de costos de producción, siguiendo esta estructura de: costo materia prima por kilogramo de producto, mano de obra directa, gastos financieros, depreciación, gastos administrativos y gastos de ventas.

El precio de venta para cada una de las formulaciones propuestas no se definió de manera arbitraria, sino que se estableció a partir de una

investigación de mercado dirigida, específicamente enfocada en negocios que utilizan queso mozzarella en sus procesos productivos (como pizzerías, sodas, restaurantes y cafeterías).

En el diseño y aplicación de la encuesta a un grupo de establecimientos comerciales seleccionados, se determinó:

- La mozzarella que actualmente compran (tradicional, análogo, mezclas).
- Los precios de compra habituales por kilogramo.
- La disposición a pagar por productos alternativos como quesos análogos.

A partir de los datos recolectados, se calculó el precio promedio de adquisición de mozzarella análoga en el mercado nacional, el cual resultó ser aproximadamente ₡4,000 por kilogramo. Este valor se tomó como referencia para fijar el precio de venta de las formulaciones análogas desarrolladas en esta investigación, y el precio determinado para el mozzarella real fue determinado por la referencia de venta del queso producido en la UTN a ₡6,000 por kilogramo; este último refleja su precio en los costos internos de producción de la planta, la calidad sensorial del producto y el posicionamiento del mercado en su línea de productos lácteos.

Las tres formulaciones se diseñaron para ser elaboradas dentro de las instalaciones de la planta piloto de la UTN, utilizando maquinaria existente con la necesidad de solo invertir en la malaxadora. Los demás procesos unitarios requeridos como moldeado, empaque, enfriamiento y almacenamiento fueron compatibles con los recursos disponibles. Esto

confirmó la viabilidad técnica de producción para cualquiera de las alternativas planteadas.

El desarrollo de las tres formulaciones permitió comprobar que es posible diseñar alternativas viables al queso mozzarella tradicional que se ajusten a las condiciones técnicas y económicas de una planta de pequeña escala como la de la UTN. El diseño de las formulaciones, así como la evaluación de costos, rendimiento y compatibilidad con los equipos disponibles, evidenció la factibilidad de implementar una línea de producción de análogos de mozzarella en un contexto de recursos limitados y restricciones en el acceso a leche fluida.

La formulación con cuajada logró equilibrar el rendimiento económico con mejoras en el perfil sensorial, al mantener una base análoga con un porcentaje de queso de leche. Esto permitió obtener, como indica la tabla 19, un margen intermedio del 28,5%, lo cual la convierte en una opción interesante para consumidores más exigentes o mercados que requieran un producto más cercano al queso tradicional, pero con menor costo.

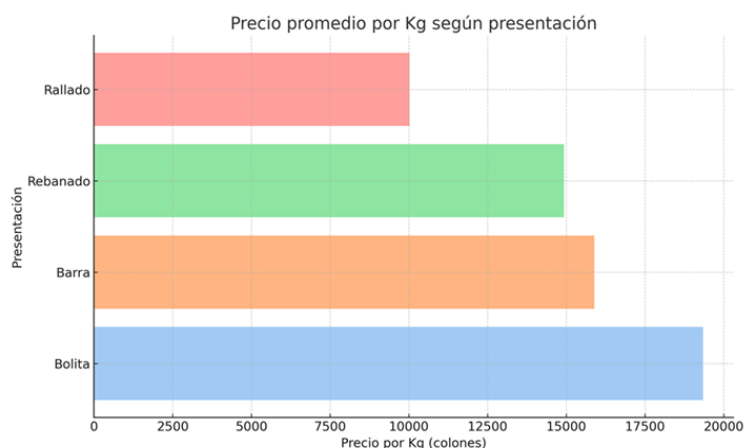
Desde el punto de vista técnico, todas las formulaciones demostraron ser compatibles con los equipos disponibles en la planta de la UTN, así se refuerza la propuesta de escalabilidad sin requerir inversiones adicionales. Esta característica es clave para pequeñas empresas que deseen incursionar en la producción de análogos sin incurrir en gastos elevados de cápita.

4.1.5. Estudio de mercado

Los resultados obtenidos muestran una amplia variedad de marcas y presentaciones disponibles en el mercado costarricense. La mayoría corresponde a quesos análogos o productos sin clasificación clara. Los gráficos a continuación muestran los promedios de precio por presentación, distribución por clasificación, precios por marca y más.

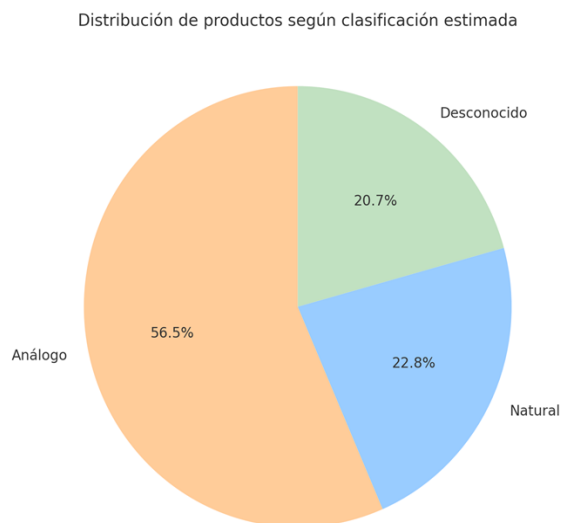
Figura 5

Precio promedio por kilogramo según presentación.



Fuente: Elaboración propia (2025)

La figura 5 muestra la variación del precio por kilogramo según la presentación comercial del producto (rallado, rebanado, bolita o barra), donde se confirma que la presentación tiene un impacto directo en el costo para el consumidor.

Figura 6*Distribución de productos según clasificación estimada*

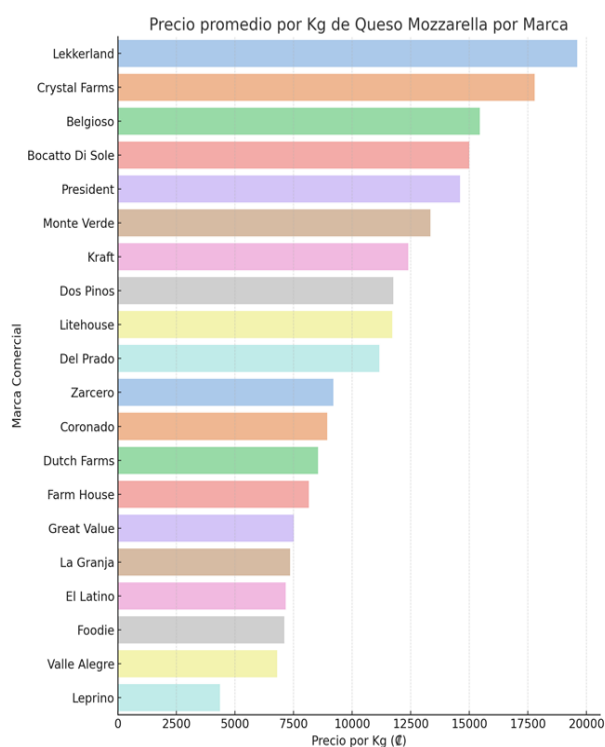
Fuente: Elaboración propia (2025)

En la figura 6 se observa muestra la proporción de productos identificados como queso análogo, queso natural o desconocido. Se considera como respaldo normativo el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.70:14, en el cual establece los requisitos que deben cumplir los productos lácteos, incluidos los quesos, en términos de composición, etiquetado y denominación. Este reglamento sirvió como base técnica para orientar la clasificación de los productos cuando no existía una declaración explícita del tipo de queso, permitiendo distinguir entre quesos naturales y análogos con mayor rigurosidad.

El tipo “desconocido” abarca los productos lácteos cuya clasificación no fue posible basados en su etiqueta, porque no especifican si se trata de análogo o queso natural. Además de esto, en el listado de ingredientes hay algunos de estos declarados que no deberían adicionarse según la definición de queso, como por ejemplo el almidón de papa. El RTCA 67.04.70:14, establece que únicamente pueden denominarse queso aquellos productos obtenidos a partir de la coagulación de la proteína de la leche.

Figura 7

Precio promedio por Kg de queso mozzarella por marca



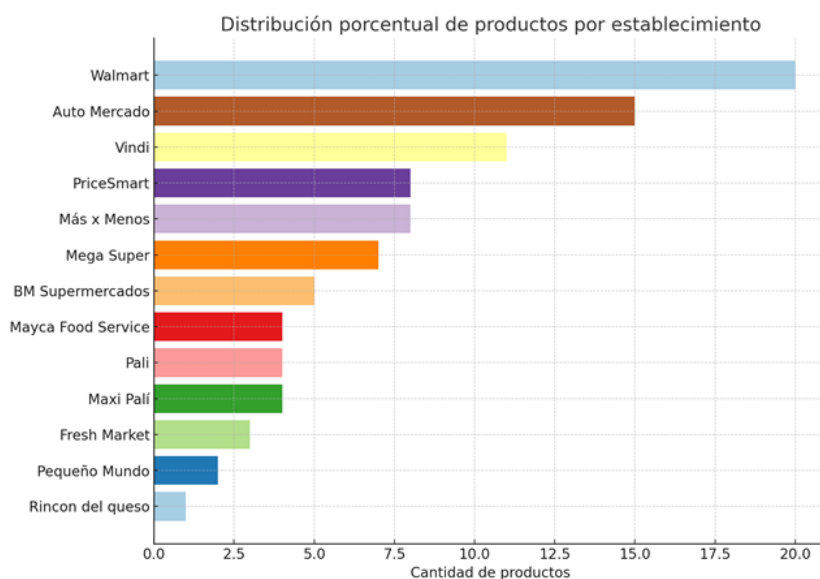
Fuente: Elaboración propia (2025)

Se puede ver la diferencia del precio por kg según la marca en la figura 7, sin embargo; este puede variar de acuerdo con cada una de las estrategias

comerciales de las empresas. No es correcto afirmar que un queso es de mejor calidad que otro, utilizando únicamente esta información.

Figura 8

Distribución porcentual de productos por establecimiento



Fuente: Elaboración propia (2025)

La figura 8 muestra los puntos de venta donde se encuentra la mayor variedad de marcas de queso mozzarella disponibles a nivel nacional, de 13 establecimientos visitados, la franquicia Walmart es en donde se encontró mayor variedad, seguido de Auto Mercado.

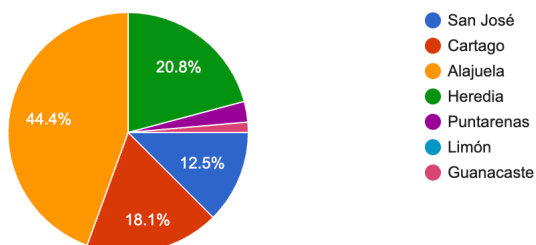
4.1.6. Encuesta aplicada a Pymes que elaboran productos que puedan contener queso tipo mozzarella

Con la finalidad de conocer el comportamiento del mercado en el consumo de queso mozzarella y el conocimiento sobre análogos y su intención de compra de un producto elaborado con lácteos, cuajada y grasas vegetales, se realizó una encuesta digital con 14 preguntas claves. Estas se referencian en el apéndice 4 y se dirigen a un total de 72 empresas / comercios Pymes distribuidos a lo largo del país, en 6 de las 7 provincias, como lo muestra la figura 9. De estas, el 44,4% de las empresas encuestadas pertenecían a la provincia de Alajuela donde se encuentran las instalaciones de la UTN, sede de Atenas, en la cual se proyecta la impartición de cursos relacionados con lácteos.

En la figura 10 se observa que dentro los comercios encuestados estuvieron pizzerías, panaderías, comidas rápidas (como “sodas”), restaurantes y cafeterías, así como comedores empresariales donde elaboran diferentes tipos de menús de forma semanal; tanto las pizzerías como los restaurantes/cafeterías obtuvieron la mayoría de las encuestas con un 26,4% cada uno, y un 23,6% pertenece a comidas rápidas donde los encuestados indicaron que realizan productos como empanadas rellenas de queso, nachos, sándwiches, chalupas, entre otros.

Figura 9

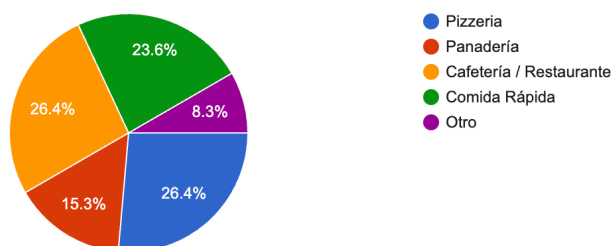
Provincias en que encuentran los negocios encuestados



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 10

Sector en que se encuentran los negocios

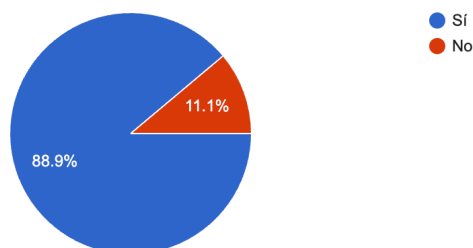


Fuente: Elaboración propia (2025).

Al momento de realizarse la encuesta se observó que no todos los comercios utilizaban productos con queso tipo mozzarella. Por ello, se determinó que el 11,1% de los negocios encuestados no utilizan ese tipo de queso en sus preparaciones, (momento en el cual se cerraba la encuesta para fines más precisos dentro de la investigación) en los comercios dentro de esa categoría se encontraron principalmente panaderías y lugares de comidas rápidas como sodas, pese a que sí mencionaron el uso de otros tipos de quesos como el tipo Turrialba, Bagaces o el Cheddar, en presentación rallado o líquido.

Figura 11

Utilización de queso mozzarella dentro del negocio

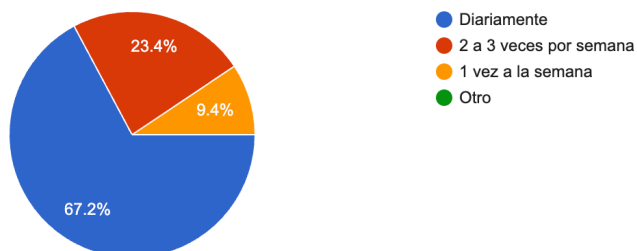


Fuente: Elaboración propia (2025).

Para los comercios que sí mencionaron el uso de queso tipo mozzarella dentro de sus productos o platillos, un 67,2% afirmó utilizarlo diariamente, seguido de un 23,4% que recurría a este de 2 a 3 veces por semana como se muestra en la figura 10, adquiridos principalmente en distribuidoras de productos de mayoreo según la figura 9 con 42,2%, las cuales se encuentran distribuidas en la mayor parte del país. Como segunda opción, en la figura 13 se muestra que un 26,6% de los negocios adquieren sus productos directamente con el productor y en tercer lugar el 15,6% lo adquieren con un distribuidor directo o tienda de la marca del productor. Esto da como resultado estos dos últimos la suma de un 42,2% de comercios que terminan beneficiando la compra de productos directamente del productor que iguala en porcentaje a los negocios que lo adquieren desde distribuidores de productos de mayoreo en general. Dicho aspecto demostró una oportunidad de mercado para la comercialización de queso de los pequeños y medianos productores.

Figura 12

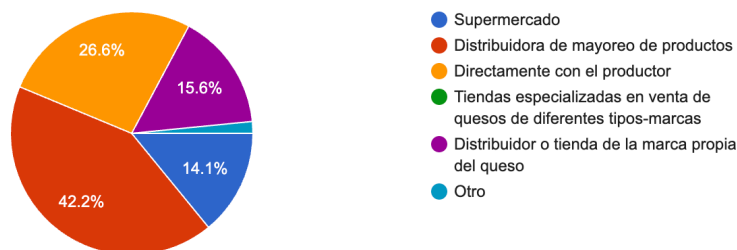
Frecuencia de consumo de queso tipo mozzarella en el negocio



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 13

Tipo de establecimientos de compra de queso tipo mozzarella



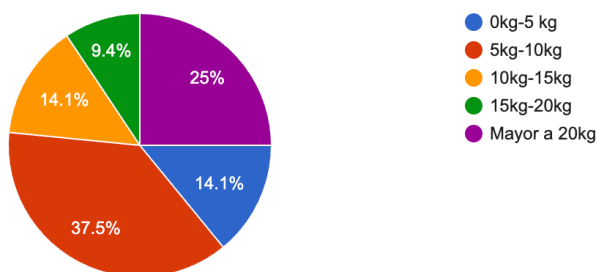
Fuente: Elaboración propia (2025).

En el estudio del consumo de queso se evidenció como muestra la figura 14 que el 37,5% de los encuestados utilizan un rango de 5kg a 10kg por semana y un 25% utiliza más de 20kg semanales, algunos de estos últimos incluyeron diferentes pizzerías y restaurantes los cuales tienen productos fijos en su menú que incluyen queso tipo mozzarella. Por otra parte, en la figura 13 se observa como el rango de precios al cual compran

el queso que utilizan es muy variado, desde los ¢2500 hasta mayor a los ¢6000, el 35,9% lo adquieren en un rango entre los ¢4000 y ¢5000, siendo este mayoritario, sin embargo, el resto de las categorías van desde 26,6% (hasta ¢4000) hasta el 14,1% (mayor a ¢6000). La tabla 19 muestra las diferentes marcas de queso que aseguraron utilizar, en donde se incluyen tanto mozzarella como análogos, lo que se puede evidenciar en el rango variado de precios que arrojó la encuesta por parte de los encuestados.

Figura 14

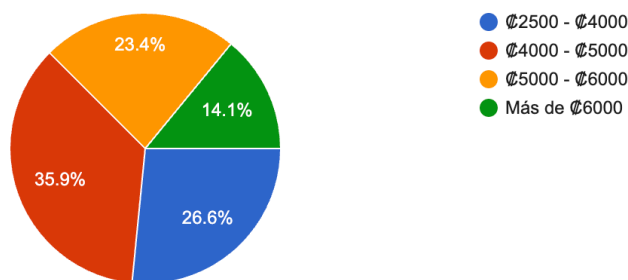
Rango de consumo semanal de queso tipo mozzarella en kilogramos



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 15

Rango de precio que se paga por cada kilogramo de queso tipo mozzarella



Fuente: Elaboración propia (2025).

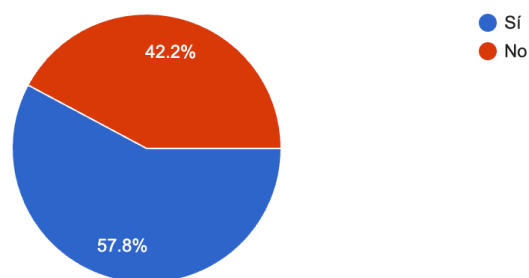
Conocer y reconocer que son productos análogos, en este caso mencionando a la mozzarella, es importante para la investigación y para los consumidores de este tipo de queso. La figura 16 demuestra cómo el 57,8% mencionan que sí tienen conocimiento sobre que es un análogo de queso, versus el 42,2% que desconocía el término. Para obtener resultados más confiables, a esta población encuestada se le explicó brevemente el concepto de análogo de queso, y de esta forma poder continuar con la encuesta; como se muestra en la figura 17 solo el 40,6% indicó que reconoce marcas en el mercado que son análogas, el 32,8% del todo detallaron no reconocerlas y el 26,6% no las identifica bien, estos 2 últimos suman un 59,4% que a modo general presentan dificultad para identificarlas, porcentaje ligeramente mayor al que indicó tener conocimiento sobre los productos análogos, figura 16.

Por otra parte, la figura 18 denota que el 54,7% no utilizan análogos de mozzarella con total seguridad, pero un 20,3% mencionaron no estar seguros de si los utilizan o no. Sin embargo, esto se ve nuevamente reflejado en las marcas utilizadas por los negocios mencionados en la tabla 19, las cuales muchas de ellas son análogas, y la información con poca claridad por

parte de las empresas y sus marcas de queso distribuidas en el territorio nacional, con respecto al tipo de queso que ofrecen a sus clientes.

Figura 16

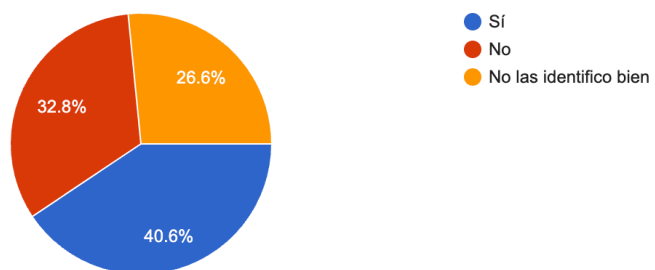
Reconocimiento sobre qué es un análogo de queso



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 17

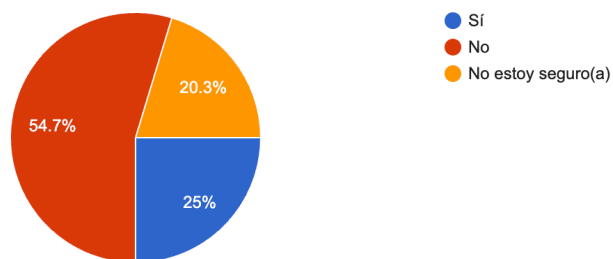
Identificación de marcas comerciales de análogos tipo mozzarella



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 18

Utilización de análogos de queso mozzarella en las empresas



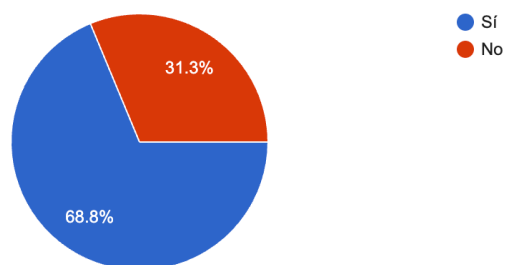
Fuente: Elaboración propia (2025).

Para finalizar con la encuesta, se estudió el interés de compra en un análogo de queso mozzarella con lácteos, cuajada, grasas vegetales, y cuáles son los aspectos que más influyen al adquirir un queso mozzarella y cuales influyen en la intención de compra de un análogo, los encuestados podían escoger sin límite las respuestas de estas preguntas. Como se muestra en las figuras 19 y 21, el 68,8% estaría dispuesto a adquirir análogos, siempre y cuando la textura y elasticidad sean las adecuadas, (aquí incluyeron aspectos como dorado/costra al momento de hornear) como prioridad con un 84,1%, seguido del sabor con un 77,3% y en tercer lugar el precio con un 70,5%. Al preguntarles sobre qué aspectos influyen al adquirir un queso mozzarella la figura 20 muestra como el sabor obtuvo el primer lugar con un 84,4%, la textura un 68,8% y el precio un 50%. De esta forma, la encuesta demuestra que según el tipo de productos en los que se aplique y mercado de clientes que se quiera satisfacer, varía la importancia entre sabor o textura y elasticidad del producto (entre un mozzarella y un análogo), pero el precio no es en ninguno de los casos el factor más determinante al momento de adquirir un queso tipo mozzarella y en menor

proporción en un análogo. Este se puede correlacionar con los datos obtenidos en la figura 15 en la cual la categoría de precios no estuvo estrictamente inclinado a un rango específico.

Figura 19

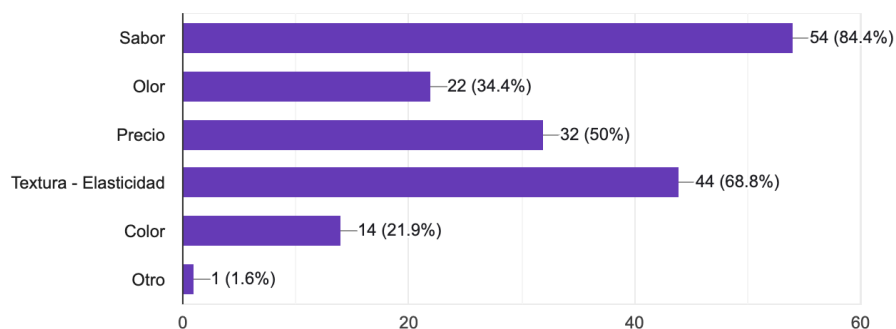
Intención de compra de análogo de queso tipo mozzarella con lácteos, cuajada y grasas vegetales.



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 20

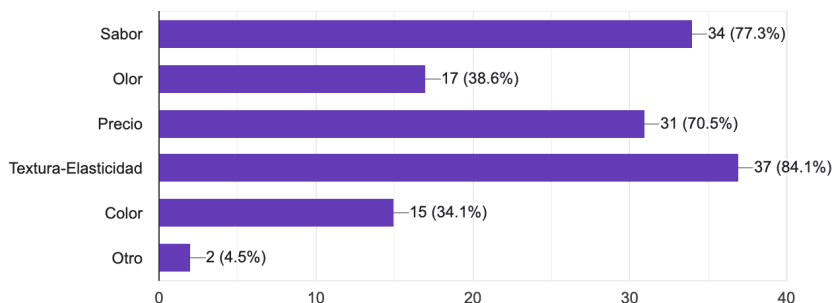
Aspectos que influyen al adquirir un queso mozzarella



Fuente: Elaboración propia (2025).

Figura 21

Aspectos relevantes para la decisión de compra de un análogo de queso mozzarella



Fuente: Elaboración propia (2025).

La tabla 19 muestra las marcas de queso tipo mozzarella utilizadas en los diferentes comercios encuestados, dentro de las encuestas varios dijeron tener desconocimiento sobre la marca a utilizar en su negocio, debido al tipo de empaque o reempaque en el que llegaba, o por no querer dar información sensible sobre su negocio.

Tabla 19

Marcas de queso utilizadas en los negocios encuestados

Marca comercial		
Artesanal de quesería	El Toquesito	Member selection
Casa Solana	Favino	Monteverde
Coma Pan	Foodie	PMT

Coronado	Great Value	San Ramón
Cristal Farms	La Granja	Sigma Alimentos
Del Prado	Las Brisas	Tiqueso
Don Beto	La Leyenda	Turrialba
Dos Pinos-Mozzarella	La Villita	Valle Alegre
Dos Pinos-Pizzero	LePrino	Zarcereño

Fuente: Elaboración propia (2025). Respuestas de los encuestados.

4.2. Equipo

4.2.1. Diseño de planta y equipamiento

Como resultado del análisis del proceso productivo del análogo y de la metodología propuesta en esta investigación, se identificó el equipamiento mínimo necesario para que una pequeña empresa pueda implementar una línea de producción funcional, eficiente y económicamente accesible.

La selección de los equipos se basó en las etapas críticas del proceso, su compatibilidad con las formulaciones desarrolladas, la capacidad de producción estimada (en función de un lote de 150 kg por ciclo) y la disponibilidad de dichos equipos en el mercado nacional. También se consideraron aspectos como facilidad de operación, mantenimiento y la posibilidad de escalar la producción sin incurrir en inversiones excesivas.

Dentro del equipo mínimo propuesto se encuentran: balanza electrónica industrial, mesa de acero inoxidable, malaxadora, empacadora al vacío, cámara de refrigeración, utensilios menores como paletas,

cuchillos, tinas, recipientes, los cuales se recomiendan en una planta de quesos.

Considerando todas las etapas unitarias involucradas desde la preparación de ingredientes hasta el empaque final, se establecieron operaciones clave y los puntos críticos que requieren equipo especializado.

Las etapas consideradas incluyeron:

- Pesado y preparación de ingredientes
- Mezclado y homogeneización
- Calentamiento y cocción de la mezcla
- Moldeo del producto
- Enfriamiento
- Empaque
- Almacenamiento

Dentro de los aspectos analizados para el diseño de planta con el equipo mínimo requerido están la funcionalidad dentro del proceso, compatibilidad con los insumos y formulaciones propuestas, capacidad adecuada para producción a pequeña escala, versatilidad en otros procesos lácteos, disponibilidad en el mercado nacional, facilidad de operación y mantenimiento, se incluyeron equipos que ya existen en la planta piloto de la UTN y se identificaron aquellos que deben ser adquiridos para completar la línea de producción, destacando la malaxadora como equipo clave no disponible actualmente.

El análisis determinó que, gracias a la infraestructura ya disponible en la planta de lácteos de la UTN, el único equipo adicional indispensable

es una malaxadora de 200 kg, cuyo costo en el mercado nacional es variable, en este caso se decidió por una que cuesta ¢4.600.000, incluyendo transporte, instalación y capacitación técnica básica.

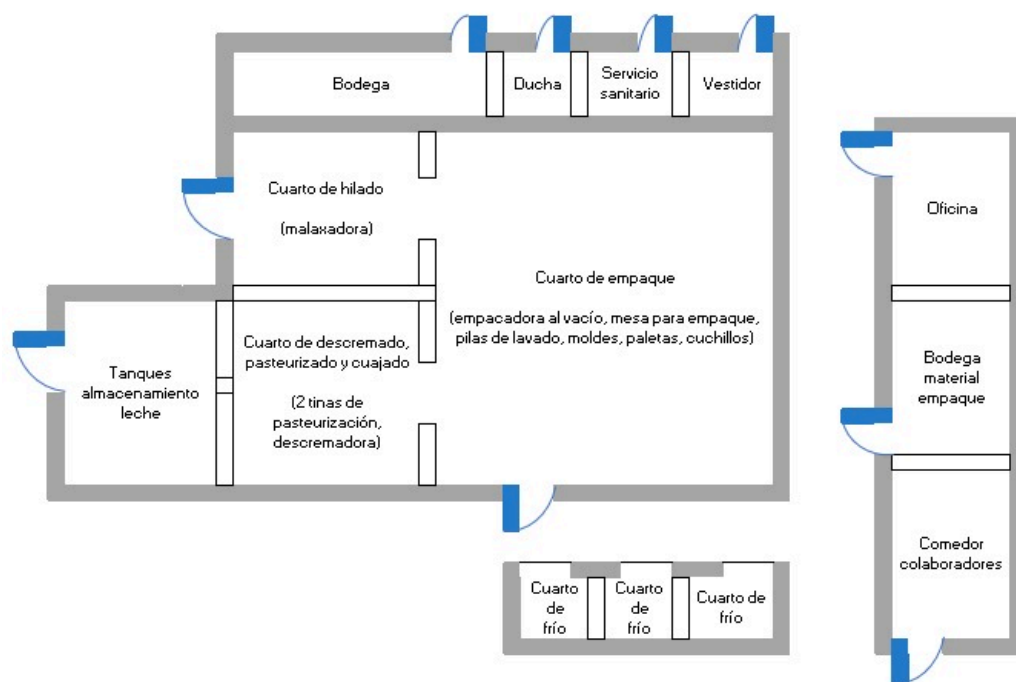
La inversión inicial se considera viable para una pequeña empresa del sector, sobre todo si se toma en cuenta la rentabilidad proyectada de las formulaciones propuestas.

Con el equipo se estima una capacidad de hasta 150 kg por producción, con el equipo a un 75% de uso para no forzarlo al máximo y asegurar un rendimiento óptimo y prolongar su vida útil. Esto demuestra que, incluso con una inversión moderada, es posible establecer una línea de producción con capacidad suficiente para abastecer el mercado local o institucionales.

En la figura 22 se muestra el detalle de la propuesta de diseño para una pequeña planta de producción de quesos hilados y análogos, donde se produce por producto requerido, de esta forma se puede planear la producción de los diferentes productos requeridos para la venta.

Figura 22

Propuesta de diseño para una pequeña planta de quesos y análogos



Fuente: Elaboración propia (2025)

4.3. Perfil sensorial, físico y químico

4.3.1. Aplicación del grupo focal

La evaluación por parte del grupo focal se realizó según el instrumento diseñado para ese fin. En el apéndice 5 se observa parte del proceso de preparación de las muestras y del desarrollo del *focus group*. Se contó con la participación de nueve evaluadores, la muestra a caracterizar fue la formulación final que incorporaba cuajada láctea, se presentó en frío en cuadros de $6g \pm 2$ y en caliente y horneado sobre un pan blanco de 10g como se muestra en la figura 23, seguido de otra porción de pan para limpiar el paladar.

Figura 23

Presentación de las muestras de análogo con cuajada en el Focus Group



Fuente: Elaboración propia (2025)

- **Características esperadas en un producto análogo**

Dentro de las opiniones recopiladas sobre las características sensoriales esperadas en un producto análogo de mozzarella, se obtuvo que son aquellas relacionadas con la funcionalidad del queso mozzarella como el hilado, el derretido y también se mencionó el tema del sabor característico ligado con la acidez. Los evaluadores también mencionaron que el producto no debería presentar liberación de grasa o colores marrón al exponerse al horneado.

- **Características más gustadas del producto análogo con cuajada láctea**

La valoración del producto arrojó que las características más gustadas son aquellas relacionadas con el sabor, destacando que tiene una acidez adecuada, seguido de un agradable sabor y aroma, además de una textura cremosa.

- **Característica menos valorada del producto análogo con cuajada láctea**

De manera unánime, los evaluadores determinaron que el hilado del producto no era el esperado para un queso mozzarella.

- **Necesidad de capacitación para pequeños productores**

Para este ítem la totalidad de los evaluadores, resaltaron la importancia y necesidad de capacitación para los pequeños y medianos productores. Dentro de las razones por las cuales se sugiere la capacitación, mencionaron los siguientes puntos:

a) Actualmente existe mucha demanda de queso mozzarella, por tanto, la competencia en el mercado es más amplia y requiere que los productores se capaciten para poder seguir ofreciendo productos de calidad a precios competitivos que sobresalgan de la oferta actual.

b) La cámara nacional de productores de leche indica que el queso mozzarella es el más importado en este momento, por esta razón es necesario que los productores nacionales puedan competir

contra la importación, ofreciendo mejores productos a un menor precio.

c) Ya existen en Costa Rica productores que han dejado de comprar leche fluida para optar por la incorporación de materias primas análogas en su producción.

d) El clima tropical que presenta el país ocasiona que en varias zonas se presenten estaciones secas muy prolongadas e inviernos muy fuertes, que afectan la producción constante de leche, afectando directamente los precios y la producción de quesos a lo largo del año.

- **Posibles razones para optar por comprar productos análogos de mozzarella**

El grupo focal señaló que la principal razón para comprar productos análogos de queso sería el precio, debido a que esperan sean productos económicos. Sin embargo, coinciden en que, aunque esperan un precio más bajo, no quieren sacrificar la calidad debido a que el queso mozzarella se compra bajo algún objetivo funcional, ya sea para gratinar o fundir y es necesario que las opciones análogas tengan esta misma funcionalidad o similar.

Además, un punto importante a resaltar según las opiniones del grupo focal es el hecho de que los consumidores no tienen el hábito de leer etiquetas antes de comprar. Esto conlleva a que estén consumiendo los

productos análogos sin percatarse, lo que ocasiona que se dejen guiar únicamente por el factor precio.

- **Presentación recomendada para el producto**

Los participantes recalcaron que la presentación ideal para este tipo de producto sería rallado para la facilidad del consumidor, ya que la propuesta va enfocada a un consumidor de cadena productiva como lo son comedores, restaurantes, pizzerías y panaderías.

Durante la valoración de grupo focal, se evaluó una muestra del producto análogo rallado comprobando que cumple con las características requeridas para someterse al proceso de rallado y mantener la textura durante su empaque.

- **Precio sugerido por kilo de producto análogo**

En este ítem los evaluadores señalaron que, al tratarse de un producto análogo, estarían dispuestos a pagar menos de 4000 colones por kilogramo del producto. Esta opinión va en concordancia con los comentarios anteriores donde expusieron que esperan que el precio del producto análogo sea menor que el del producto original.

En resumen, de la evaluación del grupo focal, es importante resaltar las características valoradas en el producto formulado, como lo sería su sabor, textura y aroma; sin embargo, es clave mejorar la funcionalidad a la hora de fundir el producto. Por otra parte, es importante recalcar el hecho de

que la propuesta desarrollada es capaz de ser rallada como se espera por parte de los evaluadores.

4.3.2. Evaluación sensorial de desempeño

La evaluación sensorial de desempeño se realizó en el laboratorio sensorial de la UTN, sede de Atenas, con 8 panelistas expertos, los cuales tenían la capacidad de evaluar el producto de manera consistente y repetida como lo menciona Jackson (2024) al clasificar a los catadores expertos. En ese sentido, se contaban con destreza en la cata y elaboración de quesos, tanto dentro como fuera de la planta de lácteos de la UTN. Cada panelista tuvo una introducción a la prueba e hizo el análisis por triplicado, en donde se les presentó la referencia como R, el cual era el queso mozzarella elaborado en la UTN, y debían compararla contra tres muestras en orden aleatorio cada vez, el instrumento de referencia para la evaluación se presenta en el apéndice 6. Una muestra era igual a la referencia y las otras dos eran la formulación sin cuajada y la formulación con cuajada, esto para determinar si los panelistas podían identificar adecuadamente la muestra igual a la referencia y determinar qué nivel de diferencia percibían con respecto a la referencia en las muestras propuestas para color, textura y sabor. Cada muestra tuvo un peso de $8g \pm 1$ con un diámetro de $1cm \pm 0,02$. La degustación del producto se hizo a temperatura de $25^{\circ}C \pm 2$ debido a las condiciones ambientales del lugar. La evidencia de la preparación de las muestras y el desarrollo de la prueba se adjunta en el apéndice 7.

A cada nivel de diferencia se le estableció una numeración para el análisis estadístico, partiendo del 0 como ninguna (la cual sería igual a R), 1 como ligera, 2 para el caso de moderada y el 3 como mucha/extrema, todas se comparaban con respecto al control. Todos los resultados fueron analizados utilizando el software Minitab, donde se aplicó la varianza de un solo factor (ANOVA) y el método Dunnett, comparando las medias de los tres grupos con respecto control, con un nivel de confianza establecido del 95%. Sin embargo, se obtuvo en el análisis individual en color, textura y sabor una confianza individual del 96,52% al realizarse los cálculos de la media.

Para una muestra de 24 repeticiones (con 23 grados de libertad) el valor crítico de $T(t \text{ de student})$ para una cola es de 1.714 como se muestra en la tabla 20 al encontrar el valor de T según su significancia y sus grados de libertad o valores de la cual se obtuvo la información de la tabla de la distribución t adjunta en el apéndice 8 (García,2023). Esto determina el rechazo de la hipótesis nula para las muestras con cuajada y sin cuajada en los análisis de color, textura y sabor, ya que en todos los casos el valor T estuvo por encima de ese parámetro (DATAtab,2025), como se detalla en la tabla 20. Por otra parte, se acepta la hipótesis nula para el control de referencia en todos los casos, ya que, como se observa en la misma tabla todos dan un Valor de T menor al punto crítico. Esto asegura que los panelistas lograron identificar la igualdad entre la muestra de control y la referencia sin presentar diferencia significativa, esto se puede observar también en la tabla 20 y el análisis de la media.

Tabla 20

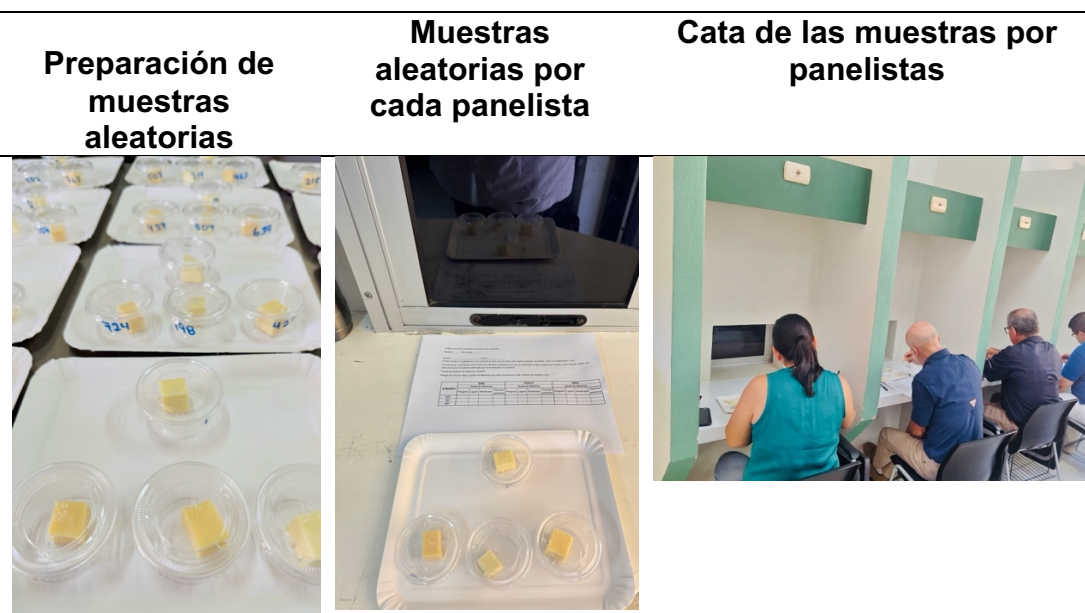
Valor T para color, textura y sabor en el análisis de varianza

	Valor T		
	Color	Textura	Sabor
Sin cuajada	7.31	4.99	5.21
Con cuajada	4.84	3.98	3.81
Control	0.00	0.08	0.33

Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 24

Prueba sensorial de comparación múltiple



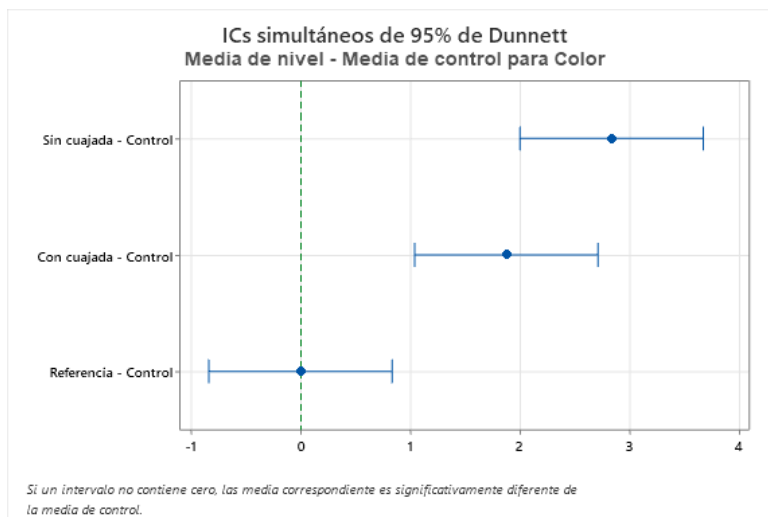
Fuente: Elaboración propia (2025)

- **Análisis de color**

En el caso de los quesos tipo mozzarella, se pueden presentar variedad de tonos, desde el blanco hasta el amarillo suave o medio. Esto es así debido a los diferentes compuestos del cual está elaborado, principalmente la grasa láctea y si presenta o no maduración, pese a que no se clasifica como queso madurado, los procesos de producción en cada planta pueden presentar diferencias al colocar el producto en venta una vez se encuentra elaborado. La muestra de referencia presentó una tonalidad notoriamente más blanca, por lo que los parámetros con las propuestas de formulación presentaron diferencias significativas, como se observa en la figura 24, *Preparación de las muestras*. Al incluir grasas vegetales en las propuestas análogas se determinó la adicción de colorante para darle una apariencia más cercana a la que provee la grasa butírica en los quesos, por lo que las medias de varianza, como señala la figura 25 presentaron diferencias significativas, encontrándose en promedio la formulación con cuajada con una diferencia ligeramente debajo de moderada (2) y la formulación sin cuajada con una diferencia ligeramente por debajo de la extrema (3).

Figura 25

Media de varianza para color

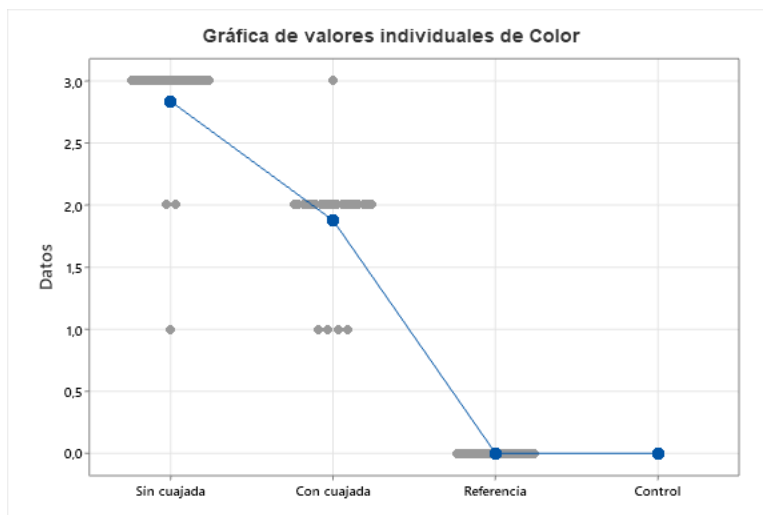


Fuente: Elaboración propia (2025)

En la figura 26 se detalla de forma individual las valoraciones realizadas por los panelistas, en donde el 100% identificó la muestra de referencia y en algunos casos determinaron que la muestra con cuajada y sin cuajada presentaba una diferencia ligera (1), pero de forma mayoritaria denotaron que la diferencia era moderada (2) para la presentación con cuajada. El cálculo por medio de Minitab del análisis de la varianza, la media y la de comparación múltiple de Dunnett se establecieron en el apéndice 9.

Figura 26

Valoraciones individuales para color



Fuente: Elaboración propia (2025)

- **Análisis de textura**

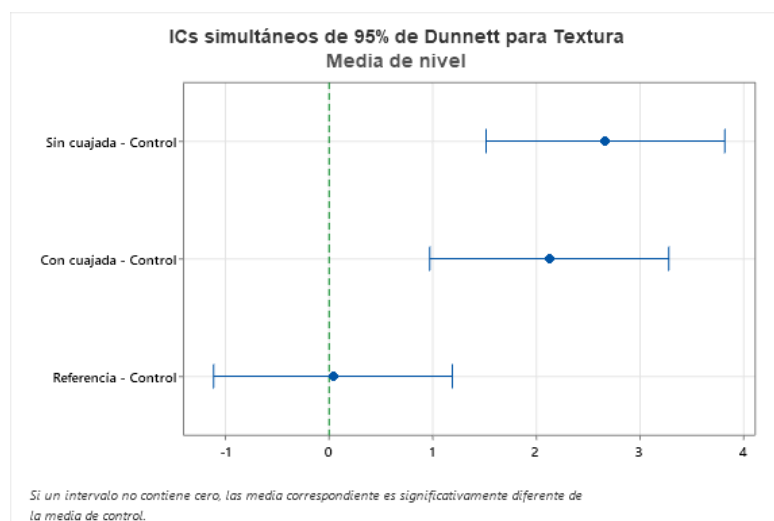
La textura de ambas propuestas presentó una diferencia significativa con respecto al control como se muestra en la figura 27, la muestra de referencia al momento de evaluarse en el panel sensorial tenía una textura firme o dura, de aspecto brillante, en apariencia con mayor porcentaje de humedad versus las propuestas, las cuales al encontrarse en refrigeración el contenido de almidones y gelificantes se estabilizaron y generaron sensorialmente mayor firmeza en el producto final. La que no contenía cuajada era de textura muy firme (con mayor contenido de almidones y gelificantes) y la muestra con cuajada presentaba una textura firme; por este motivo, al compararse presentaron variaciones significativas con respecto a la muestra, pero la media de ambas se encontró en el mismo rango como lo muestra la figura 27, para un rango entre moderado y muy extremo. Los

cálculos estadísticos para los diferentes resultados en el parámetro de textura se determinaron por medio de Minitab y se sitúan en el apéndice 10.

En la figura 28 se observan que las valoraciones individuales para la formulación con cuajada son moderadas, y algunas consideraciones no mostraron una diferencia ligera, al igual que el caso de la formulación sin cuajada que tuvo calificaciones en todos los parámetros.

Figura 27

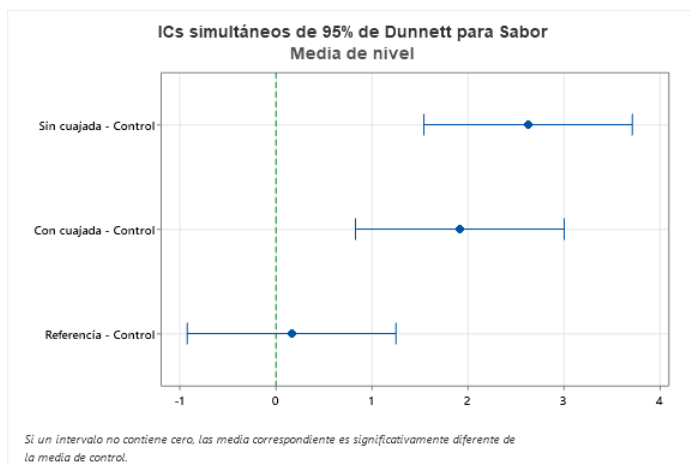
Media de varianza para textura



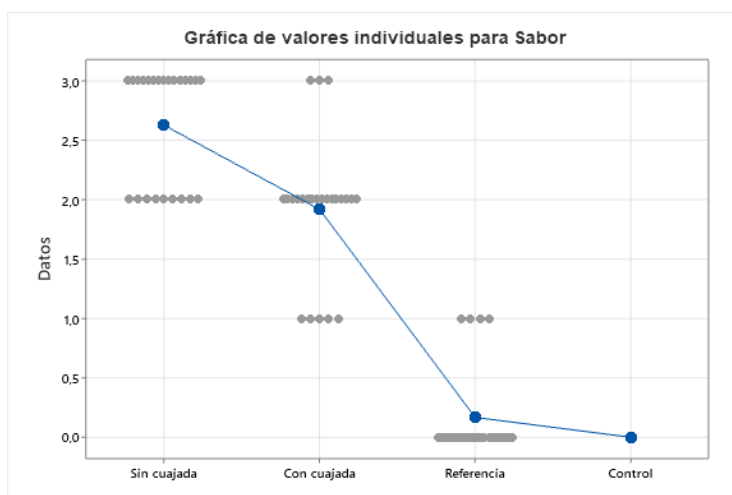
Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 28

Valoraciones individuales para textura

Figura 29*Media de varianza para sabor*

Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 30*Valoraciones individuales para sabor*

Fuente: Elaboración propia (2025)

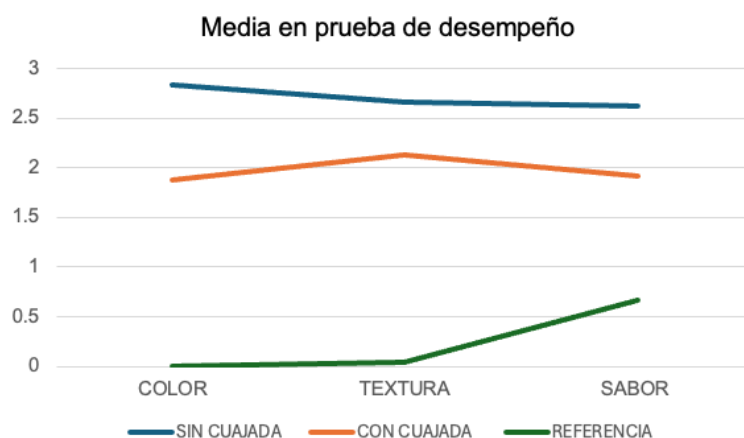
La figura 31 muestra la agrupación de los parámetros de color, textura y sabor de la media de cada uno. En este se determinó el control como base

0, por lo que la referencia solo en el caso de sabor presentó un repunte con una media de 0,667, la cual se puede observar en la figura 30 donde 4 de los resultados de la referencia mostraron una diferencia ligera con respecto al control.

Para el caso del producto con cuajada se mantuvo estable en la media entre 1,8 y 2,1, de las tres variables la textura fue la que presentó la media más alta de esos valores. La formulación sin cuajada fue la que obtuvo los valores más altos con una media entre 2,6 y 2,8, sin embargo, la textura y el sabor obtuvieron medias similares con tendencia a la baja, acercándose más a la formulación con cuajada. Esto refleja que las dos formulaciones propuestas óptimas tienen similitudes en los tres parámetros por la base de la cual se partió y sirve como referencia para futuras formulaciones.

Figura 31

Promedio de variables en color, textura y sabor



Fuente: Elaboración propia (2025)

4.3.3. Análisis físicos y químicos comparativo de las formulaciones

En la tabla 21 se presenta la descripción de los análisis fisicoquímicos realizados a las dos formulaciones propuestas y la muestra patrón elaborada en la UTN.

Tabla 21

Caracterización de la composición de los productos análogo de mozzarella sin cuajada, análogo de mozzarella con cuajada, y el queso mozzarella de alimentos UTN.

Análisis	Tipo de muestra		
	Análogo sin cuajada	Análogo con cuajada	Queso mozzarella de alimentos UTN
Humedad (%)	38,9 ± 0,3	39,9 ± 0,5	38*
Cenizas (%)	4,2 ± 0,6	3,3 ± 0,7	2,597 ± 0,004
Grasa por Gerber (%)	20,57 ± 0,05	22,9 ± 3,7	22*
HSMG (%)	55,9 ± 0,5	55,9 ± 0,7	48,7
Grasa cruda (%)	30,3 ± 1,2**	28,7 ± 1,2**	NR

Proteína (%)	17**	17**	22*
--------------	------	------	-----

Fuente: Elaboración propia (2025). *valores según etiquetado del producto, **Valores según análisis externo. NR (Valor no reportado). Para el cálculo del % HSMG se utilizó el % de grasa cruda.

Con los análisis realizados mostrados en la tabla 21 para la caracterización de la composición de las formulaciones, se pudo realizar la designación del queso según su consistencia conforme lo señala el 34922-MEIC-MAG-S (2008). Se obtiene así que el queso mozzarella de la marca alimentos UTN se designa como un “queso extraduro”, ya que los valores de %HSMG se encuentran dentro del rango inferior a 51%. Por otra parte, las formulaciones análogas sin cuajada y análogo 70/30 con cuajada se designan dentro de la categoría “duro” (49 % a 56 %,). No obstante, pese a detectarse una diferencia en la categorización, la designación de textura hace referencia al producto fresco y en el caso del análogo de mozzarella formulado, su principal uso es para preparaciones calientes donde su textura va a depender de su funcionalidad en alta temperatura.

Respecto a la humedad del queso mozzarella original y las formulaciones desarrolladas, se observa que los valores guardan similitud. Esto muestra que la capacidad de retener la humedad es similar en las formulaciones análogas y en la original, no así en el caso del porcentaje de cenizas, donde es notorio el aumento de dicho porcentaje de manera proporcional a la cantidad de análogo en la formulación; en otras palabras,

entre menos cuajada láctea posee la formulación, más cenizas aportan los demás ingredientes.

En lo referente al contenido de proteína de las muestras, las formulaciones análogas presentaron un menor aporte proteico en comparación con la muestra de referencia a pesar de utilizar materias primas que aportan proteína a la formulación, además de que las formulaciones análogas aportan mayor cantidad de grasa, que el queso original. Se realizaron análisis externos de proteína y coliformes a las formulaciones definidas con la base análoga, las cuales se pueden observar en el anexo 5 y 6.

Los análisis de porcentaje de grasa se realizaron bajo la metodología de Gerber que es de las más usadas en la industria láctea, además de ser con la que cuenta la planta de lácteos de la UTN. En dicho análisis se observaron datos y procedimientos satisfactorios durante la ejecución, pero al comparar los resultados obtenidos con los llevados a cabo en el laboratorio externo se observa diferencia significativa entre los valores.

Esta diferencia radica en el empleo de metodologías basadas en diferentes fundamentos, ya que el método de Gerber se basa en la extracción ácida de la grasa butírica y la densidad de esta al separarse por medio de centrifugación y leerse directamente en la escala del equipo. En el caso de las formulaciones análogas, el aporte de grasa ha sido sustituido de manera parcial o total por otras fuentes de origen vegetal, que aportan otro tipo de grasas con otras características; por lo tanto, no guarda la misma densidad y

características, de ahí que el resultado obtenido en una metodología tan específica no sería el correcto.

En el análisis realizado a nivel externo (anexo 3 y 4), se emplea un método donde se aplica la extracción por solventes y su fundamento se basa en la capacidad de las grasas para disolverse en solventes orgánicos debido a sus características no polares. Este rasgo es común en todas las grasas sin distinción de su origen, lo que hace que sea una metodología más robusta y dé resultados más confiables. En el caso del método de Gerber, su uso se ha extendido por facilidad de aplicación y conveniencia en cuanto a tiempos de ejecución y costos, sin embargo, no sería una metodología adecuada para analizar este tipo de productos análogos. En los apéndices 1, 2 y 3 se evidencian la realización de los análisis realizados en el laboratorio de la UTN, sede Atenas, para cenizas, humedad y grasa, respectivamente.

4.4. Estudio de vida útil de las formulaciones propuestas

Durante el periodo de evaluación sensorial, se observaron diferencias notables en el comportamiento de las dos formulaciones de análogo de mozzarella. La muestra que contenía cuajada mostró un mejor desempeño en atributos clave como elasticidad, sabor, olor lácteo y cremosidad, manteniéndose sensorialmente aceptable hasta la sexta semana.

En contraste, la muestra sin cuajada presentó signos de deterioro sensorial a partir de la cuarta semana, principalmente por pérdida de elasticidad, disminución del sabor y una ligera deshidratación visual y táctil.

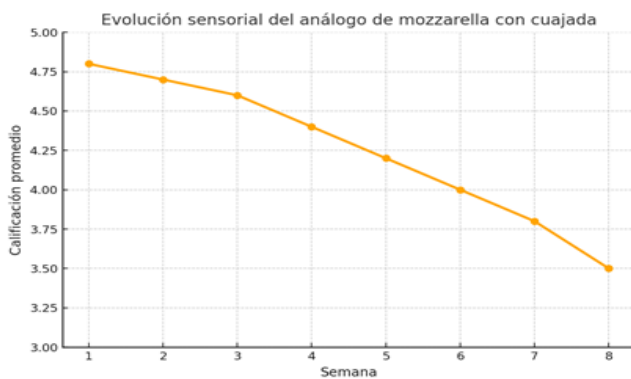
Estos cambios impactaron negativamente la aceptabilidad del producto, acortando su estabilidad sensorial general. Los resultados fotográficos de la evaluación se evidencian en el apéndice 14.

La inclusión de cuajada de queso mozzarella favorece una percepción más cercana a la del queso mozzarella tradicional, lo cual concuerda con lo descrito por Toldrá (2004), quien señala que la incorporación de compuestos lácteos fermentados contribuye a una mejor percepción sensorial y a una mayor estabilidad durante el almacenamiento refrigerado. Asimismo, Ruiz (2010) destaca que la cuajada aporta compuestos aromáticos y proteicos que mejoran el perfil sensorial del queso, favoreciendo atributos como la textura y el sabor.

Ambas formulaciones mantuvieron una aceptabilidad sensorial adecuada durante al menos cinco semanas, lo que permite establecer una vida útil sensorial promedio de 39 días. Los resultados mostraron que en ambas el queso inicialmente presentaba condiciones ideales en color y brillo. Sin embargo, con el paso del tiempo, la muestra con cuajada se mantuvo más estable, mostrando una textura suave y cremosa, alta elasticidad y un perfil sensorial lácteo bien definido. En contraste, la formulación sin cuajada evidenció una disminución en el brillo, mayor firmeza y menos cremosidad, lo que estima una vida útil de 35 días frente a los 42 días de la muestra con cuajada.

Figura 32

Evolución sensorial del análogo de mozzarella con cuajada

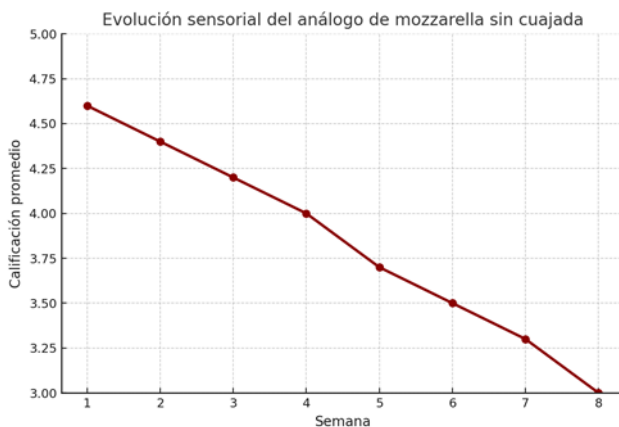


Fuente: Elaboración propia (2025)

La figura 32 muestra la evolución del promedio sensorial general del análogo de mozzarella con cuajada. Se observa una disminución progresiva a partir de la semana 4, con estabilidad aceptable durante las primeras seis semanas. La vida útil sensorial estimada fue de 42 días.

Figura 33

Evolución sensorial del análogo de mozzarella sin cuajada



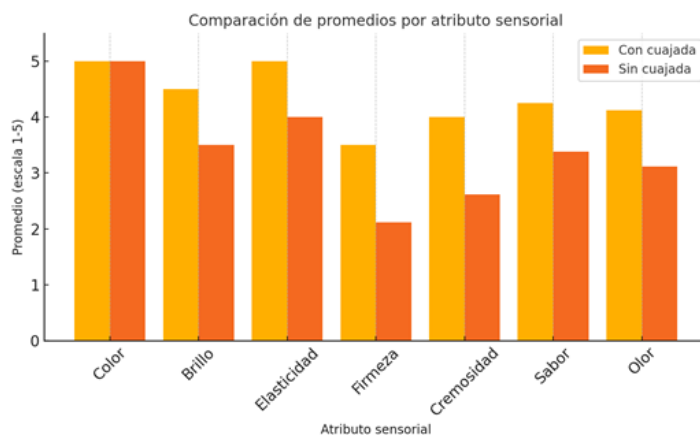
Fuente: Elaboración propia (2025)

La figura 33 muestra la evolución del promedio sensorial general del análogo de mozzarella sin cuajada. Se observa una disminución progresiva a partir de la semana 3, con una pérdida más marcada de aceptación desde la semana 5. La vida útil sensorial estimada fue de 35 días.

Para la evaluación de los atributos sensoriales del análogo de mozzarella durante su estudio de vida útil se diseñó una tabla con los criterios de evaluación de cada valor desde 1 hasta 5 por cada uno de los atributos (apéndice 12), utilizando una escala ordinal de 5 puntos basada en criterios técnicos tomados de metodologías de análisis sensorial aplicadas en alimentos, tales como las propuestas por Meilgaard et al. (2015). Cada número representa un grado de aceptabilidad sensorial del atributo evaluado, siendo 5 como óptimo/ ideal/ sin defectos y 1 como inaceptable/ producto deteriorado.

Figura 34

Comparación de promedios por atributo

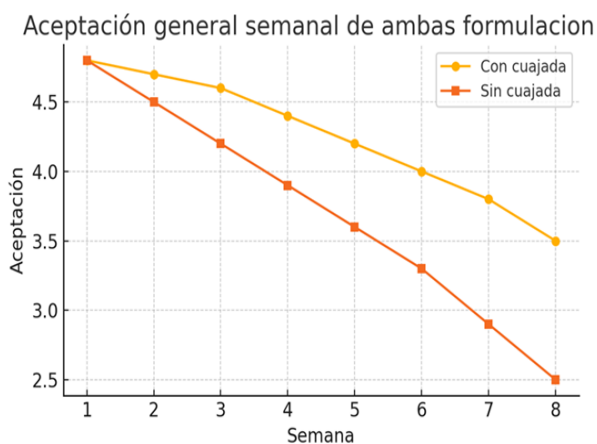


Fuente: Elaboración propia (2025)

La figura 34 muestra los promedios finales de cada atributo sensorial evaluado. La muestra con cuajada obtuvo mayores calificaciones en todos los atributos, destacando en sabor (4.25 vs. 3.38), olor lácteo (4.13 vs. 3.13) y firmeza (3.50 vs. 2.12), lo que evidencia una mayor aceptación sensorial global en comparación con la muestra sin cuajada.

Figura 35

Aceptación general semanal de ambas formulaciones



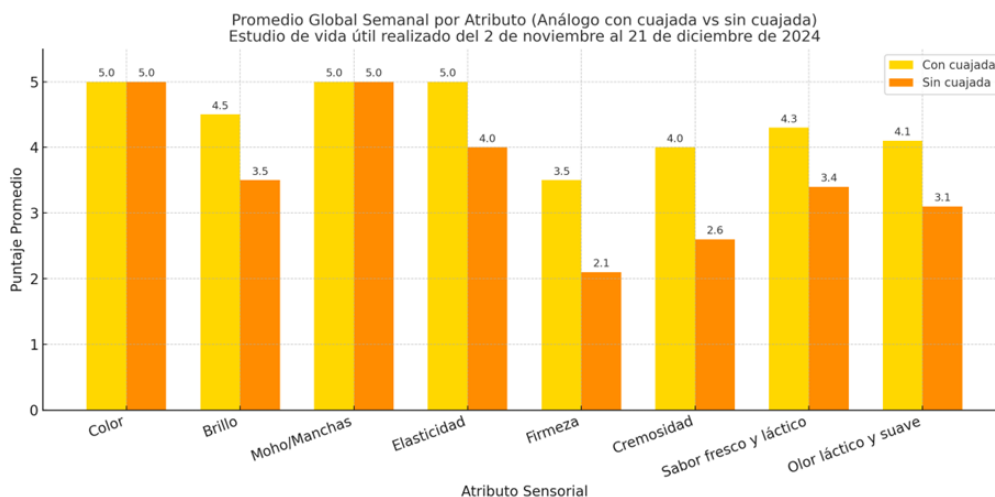
Fuente: Elaboración propia (2025)

La figura 35 muestra la evolución de la aceptación sensorial general de ambas formulaciones. La muestra con cuajada mantuvo una alta aceptación hasta la semana 6. En contraste, la muestra sin cuajada presentó una disminución progresiva desde la semana 3, con valores por debajo de 3.5 a partir de la semana 6.

Figura 36

Promedio Global Semanal por Atributo (Análogo con cuajada vs sin cuajada)

Estudio de vida útil realizado del 2 de noviembre al 21 de diciembre del 2024



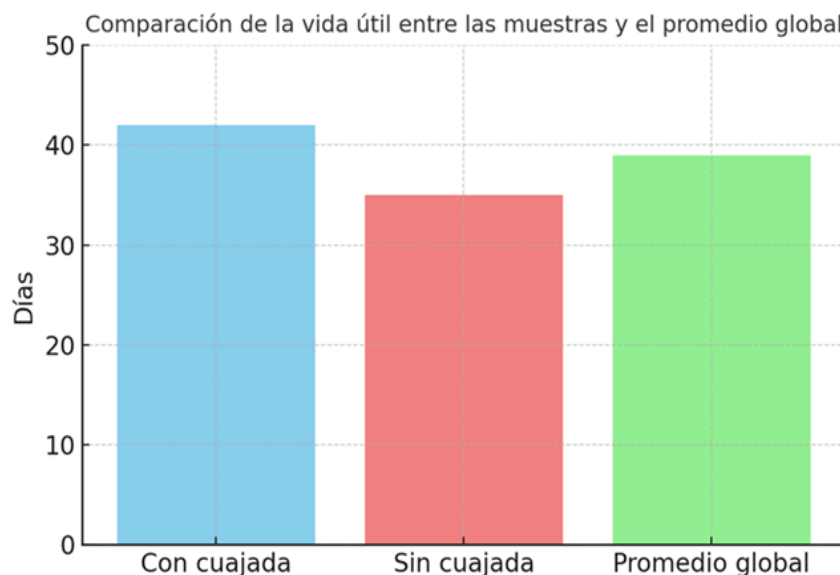
Fuente: Elaboración propia (2025)

La figura 36 representa la comparación de puntaje promedio global por atributo sensorial, realizado durante 8 semanas consecutivas entre análogo de mozzarella con cuajada y sin cuajada. Los resultados muestran un mejor desempeño general en la muestra con cuajada, especialmente en brillo, elasticidad, cremosidad, sabor fresco y láctico y olor láctico y suave.

Para el valor de 5 de color, señala que el color se mantuvo estable durante el tiempo de evaluación, y el valor de 5 para moho y manchas significa que no hubo presencia de estas.

Figura 37

Comparación de vida útil entre muestras y promedio global



Fuente: Elaboración propia (2025)

La figura 37 permite visualizar la diferencia en la vida útil estimada entre las dos formulaciones evaluadas, así como el promedio general obtenido. Se observa que la muestra con cuajada alcanza los 42 días de vida útil, mientras que la muestra sin cuajada llega a los 35 días. El promedio global estimado para ambas formulaciones es de 39 días. Esta comparación refuerza la conclusión de que el uso de cuajada mejora la estabilidad del producto.

4.4.1. Parámetros microbiológicos para la vida útil

Para esta primera caracterización microbiológica, según los datos recopilados en la tabla 22, se puede observar que para el recuento total aerobio mesófilo se observan conteos de unidades formadoras de colonias por gramo de hasta de diez elevado a la tres. En el caso de las formulaciones que incluyen cuajada láctea, se esperaba conteo de mesófilos aerobios

debido a que la cuajada tiene cultivo lácteo para la maduración y desarrollo de acidez durante su elaboración.

Por otra parte, es importante destacar el hecho de que los conteos son menores en los lotes de producción del 2025, porque para este momento ya se contaba con el equipo mezclador facilitando el proceso debido a un mayor control de temperatura e implicando una menor manipulación durante el mezclado. Sin embargo, en ambos procesos tanto los lotes de producción manual y los que se procesaron en el equipo mezclador, los recuentos de coliformes totales y coliformes fecales se mantuvieron por debajo del límite de cuantificación, (anexo 7, 8, 9). Esto denota que en ninguna etapa del proceso hubo contaminación con coliformes.

Tabla 22

Reporte de la caracterización de los recuentos microbiológicos del producto análogos de mozzarella sin cuajada láctea, análogo con cuajada láctea.

Muestra	Recuento total aerobio mesófilo UFC/g	Recuento de coliformes totales UFC/g	Recuento de coliformes fecales UFC/g
Análogo sin cuajada (Lote 26/11/2024)	$9,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
Análogo con cuajada (Lote 26/11/2024)	$1,4 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$

Análogo sin cuajada (Lote 09/01/2025)	$3,5 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
Análogo con cuajada (Lote 09/01/2025)	$4,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Mediante la evaluación presente en las tablas 22 y 23, se comprobó la inocuidad microbiológica de la formulación que incorpora cuajada láctea a través del tiempo, por medio de los análisis que destaca el RTCA de criterios microbiológicos para la clasificación de quesos frescos. Se comprueba que durante el periodo evaluado el producto cumple con los límites máximos establecidos para cada parámetro; de esta forma, reviste un carácter inocuo para el consumo humano y que las condiciones de almacenaje en refrigeración las adecuadas para preservarlo.

Tabla 23

Evaluación de la inocuidad a través del tiempo para la formulación análoga con cuajada láctea.

Días de elaborado	Tipo de análisis realizado			
	<i>Escherichia Coli</i>	<i>Staphylococcus Aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Salmonella ssp</i>
4	<10 UFC/g	<10 UFC/g	Negativo	Negativo
18	<10 UFC/g	<10 UFC/g	Negativo	Negativo
39	<10 UFC/g	<10 UFC/g	Negativo	Negativo
Límite máximo permitido según RTCA 67.04.50:08	< 10 UFC/g	10 ³ UFC/g	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración propia (2025). Reglamento técnico centroamericano RTCA 67.04.50:08 alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos.

4.4.2. Elaboración de fichas técnicas para las propuestas

La ficha técnica de producto representa una herramienta esencial dentro de la industria alimentaria, ya que permite consolidar información clave sobre un alimento de manera estructurada, técnica y accesible. Su objetivo principal es garantizar la trazabilidad, la inocuidad, la transparencia de los ingredientes y el cumplimiento con normativas legales vigentes.

Una ficha técnica bien estructurada permite a fabricantes, auditores, distribuidores y consumidores contar con datos confiables sobre el producto. Incluye el nombre del producto, su versión y fecha de actualización, lo que

facilita la trazabilidad documental y el control de cambios. La descripción técnica expone las principales características del producto, incluyendo su uso previsto y su comportamiento sensorial.

Además, detalla la composición, es decir, los ingredientes principales y aditivos utilizados, así como los posibles alérgenos, lo cual es fundamental para el etiquetado y la seguridad del consumidor. El proceso de elaboración se resume de forma técnica y ordenada, permitiendo su replicabilidad en planta.

También se incorporan parámetros fisicoquímicos como el pH, humedad, textura y color, así como datos sensoriales esperados. El análisis microbiológico establece los límites máximos permitidos necesarios para validar la inocuidad del producto, los cuales fueron analizados en el laboratorio hasta los 39 días, cotejando de esta forma el análisis sensorial con el microbiólogo, dando como resultado similitudes en los resultados.

Finalmente, se incluyen detalles sobre vida útil, condiciones de almacenamiento, tipo de empaque, presentación comercial, posibles aplicaciones culinarias o industriales, y observaciones relevantes para su manipulación segura. En conjunto, la ficha técnica es una base documental clave para el control de calidad y cumplimiento normativo del producto alimenticio. En el apéndice 15 y 16 se muestran con mayores detalles cada ficha técnica elaborada.

4.5. Módulo educativo para la transferencia de la tecnología

Se diseña un manual con la finalidad de propiciar la transferencia de la tecnología desarrollada a los participantes que ya cuentan con una experiencia en el sector lácteo, o bien, tengan una pequeña o mediana empresa en dicho segmento. De esta manera se ofrece una base de conocimiento clave para que puedan optimizar la formulación y el procedimiento a su realidad de proceso y equipos. Esto definitivamente los lleva a ser competitivos en el mercado donde se utilicen mozzarellas de bajo o mediano costo como lo son las pizzerías, las comidas rápidas, los restaurantes, etc.

El manual abarca tanto la explicación teórica de cada uno de los ingredientes y familias de aditivos, como el material de apoyo para que se realice la práctica. Para dicho material de apoyo se desarrolla el diagrama de flujo, la formulación y el procedimiento del análogo de mozzarella con y sin cuajada. Dicho módulo se estructura de manera que se pueda desarrollar en la Universidad Técnica Nacional, sede Atenas, con los equipos que se cuenta. En el apéndice 17 se incluye el módulo educativo desarrollado como parte del objetivo quinto.

V. CONCLUSIONES

La aplicación de un enfoque experimental permitió desarrollar y estandarizar dos formulaciones análogas de mozzarella, la formulación sin cuajada y con cuajada obtuvieron un rendimiento final en la ChefRobot de 1:3,9 y 1:7,7 respectivamente, en donde se evidenciaron los mejores rendimientos debido a un control más estable de temperatura, agitación y evaporación, por el tipo de equipo utilizado con respecto al rendimiento 10:1 del mozzarella del patrón.

Para el desarrollo del estudio de viabilidad económica se establecieron cuatro ejes: la encuesta a las PYMES, el *focus group* o grupo focal, análisis de mercado y los costos de producción. Se concluye que la mayoría de los productos tipo mozzarella disponibles en anaquel, corresponden a quesos análogos. Sin embargo, varias marcas no especifican claramente su composición en la etiqueta, esto se correlaciona con la encuesta, en la que el 32,8% no identifica este tipo de productos y el 26,6% no están seguros de que producto consumen en sus negocios. Se observa una alta diversidad de marcas y presentaciones, siendo más económicos los productos de mayor gramaje y aquellos sin identificación clara del tipo de queso.

Por otra parte, en el *focus group* se estableció la necesidad de capacitar a los pequeños y medianos productores para mejorar su competitividad a nivel nacional e internacional. La muestra de análogo obtuvo una buena aceptación entre los participantes, escogiéndose la presentación de rallado como la ideal para este tipo de producto.

Es técnica y económicamente viable desarrollar formulaciones de análogos de mozzarella utilizando materias primas lácteas y no lácteas, que mejorando el rendimiento y reduciendo los costos de producción, bajo las condiciones de operación de la planta de lácteos de la UTN, sede de Atenas; la mayor parte de los equipos necesarios ya se encuentran comúnmente disponibles en plantas piloto o microempresas del sector lácteo nacional, el único equipo indispensable a adquirir es la malaxadora, cuya función es crítica para el mezclado, calentamiento y fusión de ingredientes. Su inversión representa un costo razonable para emprendedores o pequeños productores que buscan diversificar su portafolio mediante productos análogos, sin depender exclusivamente del abastecimiento de leche fluida.

En el estudio de costos, la mozzarella tradicional producida en la UTN, aunque presenta el mayor margen de ganancia (46.3%), con un costo de producción estimado de $\text{C}\$4,100/\text{kg}$, depende directamente de la leche fresca, por lo que la hacen menos flexible y más vulnerable ante fluctuaciones del mercado lácteo. La formulación sin cuajada demostró ser una opción funcional con un costo por kilogramo de $\text{C}\$3,276$ y un margen de ganancia de 22,1%, lo cual evidencia su potencial como alternativa accesible para empresas de pequeña escala. Esta opción resulta particularmente útil en contextos de escasez o encarecimiento de la leche, ya que reduce la dependencia de dicha materia prima. La formulación con cuajada presentó un mayor equilibrio entre rendimiento económico y atributos sensoriales,

alcanzando una utilidad por kilogramo de ₡887 y un margen de ganancia del 28,5%. Esto la posiciona como una opción atractiva para consumidores que buscan un producto más cercano al queso tradicional, sin incurrir en los altos costos de una formulación 100% láctea.

Para el estudio físico químico, las formulaciones análogas propuestas guardan similitud con la muestra de patrón de queso mozzarella, exceptuando el valor de proteína, donde el aporte es menor y grasa donde el aporte es mayor. En la comparación de los métodos disponibles para la evaluación del contenido de grasa, se concluye que el método de Gerber no es recomendable para analizar productos análogos que incorporen grasas diferentes a la butírica.

La prueba de desempeño que se realizó por medio de un análisis sensorial de comparación múltiple por triplicado, determinó estadísticamente diferencias significativas en las propuestas con respecto a la referencia del patrón en cada uno de los parámetros, ya que la muestra comparada como patrón presentaba características de un queso mozzarella con mayor porcentaje de humedad que las muestras propuestas y el rango de color fue la que presentó mayor diferencia al presentarse el patrón con una tonalidad más blanca, y las propuestas más amarillas, simulando la grasa butírica.

Bajo condiciones controladas de refrigeración durante ocho semanas, se evaluaron dos formulaciones de análogo de mozzarella: una con cuajada y otra sin su incorporación. Los resultados mostraron que la muestra con

cuajada alcanzó una vida útil estimada de 42 días, mientras que la muestra sin cuajada presentó una vida útil de 35 días, con un promedio global de 39 días para ambas formulaciones.

La adición de cuajada natural mejoró significativamente los atributos sensoriales del producto, particularmente en elasticidad, cremosidad, sabor y olor lácteo, favoreciendo una percepción más cercana al queso mozzarella tradicional y prolongando su estabilidad sensorial. Mediante la evaluación microbiológica a lo largo de 39 días, de la formulación análoga con cuajada láctea, se concluye que la propuesta es inocua al cumplir con los parámetros establecidos en la legislación pertinente.

Se diseñó un módulo educativo que favorece la transferencia de la tecnología a los pequeños y medianos productores de queso, mediante la creación de fundamentos teóricos y el material de apoyo para desarrollar la parte práctica (diagrama de flujo, formulación y procedimiento). Esta propuesta no solo responde a las necesidades de sostenibilidad y rentabilidad del sector, sino que también constituye una herramienta de transferencia tecnológica para la reactivación económica de pequeños emprendimientos lácteos en Costa Rica.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar los planteamientos propuestos en este trabajo como una guía en la UTN para evaluar nuevas formulaciones, realizando los ajustes de textura, sabor y color de acuerdo con la funcionalidad de cada una de ellas si se desea acercarse más a las características al producto ofertado en la UTN, o adaptarlos según las necesidades y los productos de los pequeños y medianos productores.

La UTN, junto a los pequeños productores, deben considerar la formulación con cuajada como producto de línea intermedia, especialmente orientado a consumidores que valoran una experiencia sensorial más cercana al queso tradicional, pero con un precio más competitivo y la propuesta sin cuajada como alternativa técnica viable para microempresas o emprendimientos lácteos que enfrenten limitaciones de acceso a leche fluida.

Se recomienda a la Universidad Técnica Nacional, sede de Atenas, la adquisición de una malaxadora como equipo fundamental para escalar la producción del análogo de mozzarella, ya que permite la correcta fusión de ingredientes y determina la textura final del producto. Su compra debe contemplar opciones con control de temperatura, mezclado y capacidad adecuada para pequeños volúmenes (100 - 200 kg).

Se aconseja a los pequeños empresarios el aprovechamiento de la infraestructura existente en sus microempresas o plantas piloto para que sirvan como base para iniciar la producción de análogos. Equipos como balanzas, empacadoras al vacío y cámaras de refrigeración, comunes en

plantas lácteas pequeñas, deben ser integrados a la línea para reducir la inversión inicial en las nuevas líneas análogas.

Ajustar el porcentaje de proteína y grasa en futuras formulaciones establecidas para la transferencia de información técnica por parte de la UTN, si se desea que el producto final cumpla con los aportes fisicoquímicos esperados en concordancia con el queso mozzarella original utilizado como patrón.

Las empresas productoras a nivel nacional deben etiquetar el producto de manera transparente y técnica, especificando si es análogo, 100% mozzarella o mezcla, como estrategia de diferenciación ante un mercado poco claro, apegándose a la reglamentación existente.

Se aconseja dentro de la UTN complementar el estudio sensorial comparando las propuestas con diferentes marcas comerciales de queso mozzarella en el mercado, y la aplicación de pruebas sensoriales de preferencia o aceptación en los posibles consumidores, con el fin de reforzar el desarrollo, la aceptación y diferenciación del producto frente a la competencia.

Se recomienda a la universidad continuar evaluando la estabilidad sensorial después de los 42 días para el análogo de mozzarella con cuajada, y después de los 35 días para el análogo de mozzarella sin cuajada, con el fin de determinar el día donde se perciban los cambios significativos para cada uno de los quesos y poder establecer parámetros máximos de vida útil.

Se sugiere evaluar el estudio de vida útil a la UTN tanto interna como externamente, con condiciones adicionales de empaque y almacenamiento a las ya evaluadas, para simular la realidad del mercado en anaquel y extender los análisis de inocuidad microbiológica por un periodo más amplio para poder establecer un mayor rango de estabilidad de la muestra.

Se recomienda que el participante del curso de lácteos para el cual se desarrolló el módulo cuente con conocimientos básicos sobre la tecnología láctea, para que pueda entender, aplicar y ajustar la tecnología desarrollada a sus condiciones y requerimientos operacionales en la transferencia teórico-práctica de la ejecución del módulo de análogos.

VII. REFERENCIAS

- Agudelo Chaparro, J., Sepúlveda Valencia, J., & Restrepo Molina, D. (2015). Efecto de la adición de dos tipos de almidones en las propiedades texturales de queso análogo. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(1), 7545–7555. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v68n1.47843>
- AINIA. (2021). Desarrollo de análogos lácteos, uno de los grandes retos de la industria de la alimentación. <https://www.ainia.com/ainia-news/desarrollo-analogos-lacteos-retos-industria-alimentacion/>
- Albornoz Pinedo, A. M., & Palomino Quispe, L. P. (2024). Estudio comparativo de la calidad nutricional de alimentos ultraprocesados según dos modelos de perfiles de nutrientes. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 44(2), 307–314. <https://doi.org/10.12873/442albornoz>
- Alimentos. (2018, mayo 18). *Sustitutos o análogos: Un mercado en permanente crecimiento*. Revista |Alimentos. Recuperado el 29 de marzo de 2023, de <https://www.revistaialimentos.com/es/noticias/sustitutos-oanalogos-un-mercado-en-permanente-crecimiento>
- Atlas.ti. (2025, febrero 11). *Grupos focales: Definición y proceso de investigación*. Lumivero. <https://atlasti.com/es/guias/guia-investigacion-cualitativa-parte-1/grupos-focales>

Badui Dergal, S. (2020). Química de los alimentos. Pearson Educación.

<https://ebooks724.utn.elogim.com:443/?il=11948>

Barrientos, O., & Villegas, L. (2010, febrero). *Cadena Productiva de Leche.*

Políticas y Acciones. Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial

Agropecuaria (SEPSA), Ministerio de Agricultura y Ganadería.

http://sepsa.go.cr/docs/2010_Politica_SectorAgro_Leche.pdf

Bergsma, J. (2019). *Análogo de queso vegano.* Oficina Española de

Patentes y Marcas.

<https://patentimages.storage.googleapis.com/2f/42/df/f7bbb7edb>

[59de6/ES2740874T3.pdf](https://patentimages.storage.googleapis.com/2f/42/df/f7bbb7edb59de6/ES2740874T3.pdf)

Cadena Lucas, J. J. & Delgado Valencia, J. A. (2019). *Evaluación de queso*

análogo a base de papa (Solanum Tuberosum) con y sin especias

como alternativa vegana. [Tesis de Grado, Universidad Laica Eloy

Alfaro de Manabí]. Repositorio ULEAM.

<https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/1947>

Chesniuk, S. (2023, febrero 22). *¿Qué son las pruebas de comparación*

múltiple?

Metroquimica.net.

[https://metroquimica.net/blogs/news/queson-las-pruebas-de-](https://metroquimica.net/blogs/news/queson-las-pruebas-de-comparacion-multiple)

[comparacion-multiple](https://metroquimica.net/blogs/news/queson-las-pruebas-de-comparacion-multiple)

Codex, A. (2006) *Norma General para el uso de términos lecheros (CXS 206-199)*, adoptado en 1999. 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/standards/list/en/>

Codex Alimentarius. (2006). *Norma para la mozzarella (CXS 262-2006, adoptada en 2006; enmendada en 2010, 2013, 2016, 2018, 2019)*. 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/standards/en/>

Cordero., F. A. (2024, octubre). *Costa Rica: Situación Actual del Mercado Nacional de Quesos*. Cámara Nacional de Productores de Leche. Proleche. <https://proleche.com/wp-content/uploads/2024/10/5.-Situacion-General-del-Mercado-de-Quesos-en-CR-Francisco-Arias.pdf>

Cotizalia. (2022, noviembre 01). ¿Crisis láctea? El calor extremo y la sequía estresan a las vacas y minimizan su leche. *El Confidencial*. https://www.elconfidencial.com/economia/2022-11-01/crisisalimentaria-lacteos-leche-calor-sequia-estres-vacas_3516116/

Díaz Galindo, E. P., Valladares Carranza, B., Gutiérrez Castillo, A. D. C., Arriaga Jordan, C. M., Quintero-Salazar, B, Cervantes Acosta, P., &

Velázquez Ordoñez, V. (2017). Caracterización de queso fresco comercializado en mercados fijos y populares de Toluca, Estado de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 8(2), 139-146. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i2.4419>

Doblado Fino, J. D. (2021). *Desarrollo de un queso análogo bajo en grasa y alto en proteína mediante el uso de suero de leche de vaca y bebida vegetal de quínoa chilota*. [Tesis de Magíster, Pontificia Universidad Católica de Chile]. Repositorio UC. <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/61661>.

El Universal. (2021, noviembre 10). *¿Cómo saber si un queso es análogo o natural? El Universal*. <https://www.eluniversal.com.mx/menu/como-saber-si-unqueso-es-an%C3%A1logo-o-natural>

FAO. (2006). *Norma general para el queso CXS 283-1978*. (Anteriormente CODEX STAN A-6-1973). Adoptada en 1978. Revisada en 1999. Enmendada en 2006, 2008, 2010, 2013, 2018, 2021. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B283-1978%252FCXS_283s.pdf

Fernández Arias, J. M. (2014). *Adaptación tecnológica para la elaboración de queso mozzarella en el cantón Quilanga*. [Trabajo de titulación,

Universidad Técnica Particular de Loja].

<https://1library.co/document/ozlnvlq4-adaptacion-tecnologica-elaboracion-queso-mozzarella-canton-quilanga.html>

Funke Gerber (2009). *Catálogo de laboratorio análisis para lácteos*.

<https://funke-gerber.de/es/catalogo>

Gaitán, M. (2019, junio) *Estudio de una línea de elaboración de queso mozzarella ecológico a partir de leche de búfala y de vaca* [Tesis, Tecnologías de industrias agrarias y alimentos, Madrid, España].

https://oa.upm.es/56979/1/TFG_MATIAS_ALEJANDRO_GAITAN_MORENO.pdf#page9

García, H. (2023). *Tabla t de Walpole*. Scribd. Recuperado 5 de marzo de

2025, de <https://es.scribd.com/document/660535582/Tabla-t-de-Walpole?v=0.301>

Gioffre, P. (2023). ¿Cuáles son los quesos más demandados a nivel

internacional? *Lácteos Latam*. <https://www.lacteoslatam.com/cuales-son-los-quesos-masdemandados-a-nivel-internacional/>

González, J. (2020) *Desarrollo de quesos de origen vegetal obtenido por maduración y cocción de frutos secos* [Licenciatura en Gastronomía].

<https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12254/1/UDLA-EC-TLG-2020-11.pdf>

González, M., y Pérez, L. (2019). *Gestión de calidad y documentación técnica en la industria alimentaria*. Editorial Agroalimentaria

Hernández Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
<https://ebooks724.utn.elogim.com:443/?il=6443>

Hernández, W. (2023, abril 18) Evaluación de las propiedades organolépticas y fisicoquímicas de los quesos de pasta hilada que se comercializan en la Sierra Norte de Ecuador. *Universidad Técnica del Norte, Ecuador*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14176>

IICA. (2023, febrero). *El sector lácteo centroamericano en el marco de los acuerdos comerciales vigentes*.
<https://blog.iica.int/blog/sector-lacteo-centroamericano-enmarco-los-acuerdos-comerciales-vigentes>

Instituto de Nutrición Centroamérica y Panamá y Universidad de Costa Rica (1995) *Guías de alimentación: lineamientos metodológicos y criterio técnicos*. Costa Rica.

Instituto de Productos Lácteos (IPF).(s.f.). *Quesos análogos: ¿Qué son, por qué se utilizan y cómo diferenciarlos?*
<https://ipf.ucr.ac.cr/articulo/quesos-analogos>

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (s.f.). *Uso de términos lecheros. Guía para la interpretación del RTCA 67.04.65:12*. Recuperado el 29 de junio del 2023, de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/17488>

Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. (2021). *Marketing 5.0: Technology for humanity* (8th ed.). Wiley. <https://www.wiley.com/enus/Marketing+5+0%3A+Technology+for+Humanity-p-9781119807863>

Madrigal, M., Caravaca, I. (2020). *Patrones de consumo aparente de alimentos según disponibilidad de acuerdo con la encuesta nacional de ingresos y gastos 2018*. Ministerio de Salud de Costa Rica. <https://bit.ly/3ZJt7FS>

Meilgaard, M., Civille, G. V., y Carr, B. T. (2015). *Sensory evaluation techniques* (5.^a ed.). CRC Press.

Ministerio de Comercio Exterior. (2003). *TLC República Dominicana Centroamérica - Estados Unidos (CAFTA-DR)*. COMEX. <https://www.comex.go.cr/tratados/cafta-dr/texto-del-tratado-1/>

Ministerio de Economía, Industria y Comercio Exterior, Ministerio de Agricultura y Ganadería y Ministerio de Salud (2008). 34922-MEICMAG-S General para Quesos.

Ministerio de Economía (MINECO), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC), Secretaría de Industria y Comercio (SIC) y Ministerio de Economía Industria y Comercio (MEIC), (2009). *Reglamento técnico centroamericano RTCA 67.04.50:08 alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. No. 243-2009*

Observatorio de Complejidad Económico (OEC). (s.f.). *Leche en Costa Rica*. Recuperado el 02 de agosto del 2023, <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/milk/reporter/cr>

Oleas. J., Manuel B., Almeida M., Vaca. M. & Bastidas F.(s.f.). Construcción de un prototipo de amasadora e hiladora semiautomática para queso mozzarella y su valoración frente a la operación manual., *Revista electrónica Ciencia Digital* 3(2), 795-809. <http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/498/1208>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Organización Mundial de la Salud. (2001). *Norma de grupo para el queso no madurado, incluido el queso fresco.CXS 221-2001*. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/liststandards/es/>

- Pacheco, L. (2004). Efecto de la concentración de cultivo láctico y la acidez de corte en el tiempo de incubación y las características físicas y sensoriales del queso Cabaña. [Tesis de Licenciatura] Zamorano, <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1990>
- Rao, M. (2021, mayo 20) El queso mozzarella ¿Cómo se hace?, *foodunfolded*. <https://www.foodunfolded.com/es/articulo/el-quesomozzarella-como->
- Real Academia Española. (s.f.). *Mozzarella*. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 28 de abril de 2023, de <https://dle.rae.es/mozzarella>
- Real Academia Española. (s.f.). *Análogo*. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 28 de abril de 2023 <https://dle.rae.es/an%C3%A1logo?m=form>
- Real Academia Española. (s.f.). *Enzima*. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 28 de abril de 2023 <https://dle.rae.es/enzima?m=form>
- Real Academia Española. (s.f.). *Marmita*. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 28 de abril de 2023 <https://dle.rae.es/marmita?m=form>

Real Academia Española. (s.f.). *Proteína*. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 28 de abril de 2023 <https://dle.rae.es/prote%C3%ADna>

Real Academia Española. (s.f.). *Rendimiento*. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 28 de abril de 2023 <https://dle.rae.es/rendimiento?m=form>

Real Academia Española. (s.f.). *Suero*. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 28 de abril de 2023 <https://dle.rae.es/suero?m=form>

Redacción The Food Tech. (2021, diciembre 6). *Análogos lácteos, el reto a vencer por parte de la industria alimentaria*. Recuperado el 29 de marzo del 2023, de <https://thefoodtech.com/tecnologia-de-losalimentos/analogos-lacteos-el-reto-a-vencer-por-parte-de-laindustria-alimentaria/>

Rodríguez Iglesias, P. (2013). *Diseño y desarrollo de un análogo de queso para pizza a partir de almidones modificados*. Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/4417>

RTCR, Inda, A. (2000). *Queso I-VIII*. Organización de los Estados Americanos (OEA). <https://www.oas.org/es/>.

Ruiz, R. (2010). *Ciencia y tecnología del queso*. Editorial Trillas.

Seas, C. (2019) *Modelo de programación lineal para la toma de decisiones en ASOPROLES*. Universidad de Costa Rica. (p.p. 39-42)

<https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/79761/Carlos%20Seas%20Tencio.pdf?sequence=1>

Segarra, J. (2020) *Diferencias entre el queso curado y el queso madurado*

<https://lacteossegarra.com/diferencias-entre-el-queso-curado-y-elqueso-madurado/>

Summa Media Group. (2023). Costa Rica: Costos de insumos y clima limitan el crecimiento de la producción de leche. *Revista Summa*.

<https://revistasumma.com/costa-rica-costos-de-insumos-y-climalimitan-crecimiento-de-la-produccion-de-leche/>

SurveyMonkey. (s.f). *Calculadora del tamaño de muestra*. SurveyMonkey.

Recuperado el 14 de octubre de 2024, de <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>

Toldrá, F. (2004). *Fundamentos de tecnología de alimentos*. Editorial Paraninfo.

University of Guelph. (2020). *Cheese making technology*. E-book.

<https://books.lib.uoguelph.ca/cheesemakingtechnologyebook/frontmatter/introduction/>

Villegas, A. (2023, febrero 23). *Productores alertan de altos costos y baja producción de leche en el país*. Cr Hoy.

<https://www.crhoy.com/economia/productores-alertan-de-altoscostos-y-baja-en-produccion-de-leche-en-el-pais/>

Siles, A. (2023, febrero 24). *Costos de insumos y fenómenos climatológicos golpean la industria lechera.* La República.

<https://www.larepublica.net/noticia/costos-de-insumos-y-fenomenos-climatologicos-golpean-industria-lechera>

VIII. GLOSARIO

Análogo: Que tiene analogía o similitud con una cosa.

Análisis sensorial: Es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, color, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima

Catación: Probar, gustar algo para examinar su sabor o sazón.

Extendido: Hacer que algo ocupe un espacio mayor que el que antes ocupaba.

Enzima: Proteína soluble producida por las células del organismo, que favorece y regula las reacciones químicas en los seres vivos.

Fórmula: Expresión convenida, breve, precisa y exacta, con la que se dice una cosa o se realiza un acto social o de comunicación.

Formular: Expresar algo mediante una fórmula, en especial una ley física, un principio matemático o una composición química.

Formulación: Expresión de una ley física, un principio matemático o una composición química mediante una fórmula.

Mejoramiento: Cambio o progreso de una cosa que está en condición precaria hacia un estado mejor:

Materia prima: Sustancia natural o artificial que se transforma industrialmente para crear un producto.

Muestra patrón: objeto o sustancia que se usará como muestra para medir alguna magnitud o bien para replicarla, en el caso que se busque esta situación.

Mozzarella: Queso fresco elaborado tradicionalmente con leche de búfala y en la actualidad también de vaca, de consistencia dúctil y elástica, color blanco y sabor insípido, que suele presentarse en forma de pequeñas bolas sin corteza con algo de suero y que básicamente se utiliza fundido sobre pizzas, en ensaladas con tomates frescos o rebozado y frito; es originario de Italia.

Marmita: Olla de metal, con tapa herméticamente ajustada, empleada principalmente para cocinar alimentos.

Proteína: Sustancia química que forma parte de la estructura de las membranas celulares y es el constituyente esencial de las células vivas; sus funciones biológicas principales son la de actuar como biocatalizador del metabolismo y la de actuar como anticuerpo.

Rendimiento: Fruto o utilidad de una cosa en relación con lo que cuesta, con lo que gasta, con lo que en ello se ha invertido, etc.

Sustituto: Que sustituye o puede sustituir a otra cosa por presentar las mismas cualidades.

Suero: Sustancia acuosa que se separa de un líquido orgánico cuando este se encuentra fuera del organismo y se ha coagulado.

IX. ÁPENDICE

**Apéndice 1. Muestras para el análisis de cenizas previa y post
tratamiento térmico**



Apéndice 2. Muestras posteriores al análisis de humedad

Apéndice 3. Análisis de grasa por Gerber, lectura de la escala



Apéndice 4. Formato de encuesta de mercado a los negocios

1. ¿En qué provincia se encuentra su negocio?

- San José
- Cartago
- Alajuela
- Heredia
- Puntarenas
- Limón
- Guanacaste

2. ¿En qué sector se encuentra su negocio? *

- Pizzeria
- Panadería
- Cafetería / Restaurante
- Comida Rápida
- Otro

4. Por favor indique las marcas comerciales de queso tipo mozzarella que utilizan en su negocio

Texto de respuesta largo

3. ¿Utiliza queso tipo mozzarella en su negocio? *

1. Sí
2. No

5. ¿Con qué frecuencia utiliza queso tipo mozzarella en su negocio? *

- Diariamente
- 2 a 3 veces por semana
- 1 vez a la semana
- Otro

6. ¿En qué tipo de establecimiento adquiere su negocio el queso tipo mozzarella? *

- Supermercado
- Distribuidora de mayoreo de productos
- Directamente con el productor
- Tiendas especializadas en venta de quesos de diferentes tipos-marcas
- Distribuidor o tienda de la marca propia del queso
- Otro

7. Indique cuál o cuáles de estos aspectos influyen más en su negocio al comprar un queso tipo mozzarella *

- Sabor
- Olor
- Precio
- Textura - Elasticidad
- Color
- Otro
-

8. Aproximadamente ¿Cuántos kilos de queso tipo mozzarella utiliza su negocio a la semana?

- 0kg-5 kg
- 5kg-10kg
- 10kg-15kg
- 15kg-20kg
- Mayor a 20kg

9. Por favor seleccione cuál es el rango de precio que paga su negocio por 1kg de queso tipo mozzarella

- \$2500 - \$4000
- \$4000 - \$5000
- \$5000 - \$6000
- Más de \$6000

10. ¿Conoce usted que es un análogo de queso? *

- Sí
- No

11. ¿Reconoce marcas que elaboran análogos de queso tipo mozzarella en el mercado? *

- Sí
- No
- No las identifico bien

12. ¿Utiliza su negocio análogos de queso tipo mozzarella para sus productos? *

- Sí
- No
- No estoy seguro(a)

13. ¿Estaría dispuesto a utilizar en su negocio un análogo de queso tipo mozzarella que contenga lácteos, cuajada y grasas vegetales?

- Sí
- No

14. Si contestó sí a la anterior pregunta, indique que aspecto o aspectos pueden influir más en su decisión de compra *

- Sabor
- Olor
- Precio
- Textura-Elasticidad
- Color
- Otro

Apéndice 5. Desarrollo del *Focus Group*



Apéndice 7. Desarrollo del panel sensorial



Apéndice 8. Valores críticos de la distribución t

Tabla A.4 Valores críticos de la distribución t

737

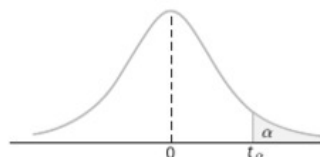


Tabla A.4 Valores críticos de la distribución t

v	α						
	0.40	0.30	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025
1	0.325	0.727	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706
2	0.289	0.617	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303
3	0.277	0.584	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182
4	0.271	0.569	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776
5	0.267	0.559	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571
6	0.265	0.553	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447
7	0.263	0.549	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365
8	0.262	0.546	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306
9	0.261	0.543	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262
10	0.260	0.542	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228
11	0.260	0.540	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201
12	0.259	0.539	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179
13	0.259	0.538	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160
14	0.258	0.537	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145
15	0.258	0.536	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131
16	0.258	0.535	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120
17	0.257	0.534	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110
18	0.257	0.534	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101
19	0.257	0.533	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093
20	0.257	0.533	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086
21	0.257	0.532	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080
22	0.256	0.532	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074
23	0.256	0.532	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069
24	0.256	0.531	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064
25	0.256	0.531	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060
26	0.256	0.531	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056
27	0.256	0.531	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052
28	0.256	0.530	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048
29	0.256	0.530	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045
30	0.256	0.530	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042
40	0.255	0.529	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021
60	0.254	0.527	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000
120	0.254	0.526	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980
∞	0.253	0.524	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960

Fuente: García (2023)

Apéndice 9. Análisis de la varianza, medias y método *Dunnnett*
realizadas en Minitab para parámetro de color en prueba sensorial

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	Valor	Valor
		Ajust.	Ajust.	F	p
Factor	3	102,124	34,0413	235,87	0,000
Error	69	9,958	0,1443		
Total	72	112,082			

Análisis de medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Sin cuajada	24	2,8333	0,4815	(2,6786; 2,9880)
Con cuajada	24	1,8750	0,4484	(1,7203; 2,0297)
Referencia	24	0,000000	0,000000	(-0,154701; 0,154701)
Control	1	0,000000	*	(-0,757879; 0,757879)

Comparaciones múltiples de *Dunnett* y una confianza del 95%

Factor	N	Media	Agrupación
Control	1	0,000000	A
(control)			
Sin cuajada	24	2,8333	
Con cuajada	24	1,8750	
Referencia	24	0,000000	A

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

Pruebas simultáneas de *Dunnett* para la media de nivel-media de control

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Sin cuajada - Control	2,833	0,388	(1,998; 3,668)	7,31	0,000
Con cuajada - Control	1,875	0,388	(1,040; 2,710)	4,84	0,000
Referencia - Control	0,000	0,388	(-0,835; 0,835)	0,00	1,000

Apéndice 10. Análisis de la varianza, medias y método *Dunnett*
realizadas en Minitab para parámetro de Textura en prueba sensorial

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	94,75	31,5849	115,21	0,000
Error	69	18,92	0,2742		
Total	72	113,67			

Análisis de medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
cuajada Sin	24	2,667	0,702	(2,453; 2,880)
cuajada Con	24	2,125	0,537	(1,912; 2,338)
Referencia	24	0,0417	0,2041	(-0,1716; 0,2549)
Control	1	0,000000	*	(-1,044549; 1,044549)

Comparaciones múltiples de Dunnett y una confianza del 95%

Factor	N	Media	Agrupación
(control) Control	1	0,000000	A
cuajada Sin	24	2,667	
cuajada Con	24	2,125	
Referencia	24	0,0417	A

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

Pruebas simultáneas de Dunnett para la media de nivel-media de control

Diferencia de niveles		Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Control	Sin cuajada -	2,667	0,534	(1,516; 3,817)	4,99	0,000
Control	Con cuajada -	2,125	0,534	(0,974; 3,276)	3,98	0,000
Control	Referencia -	0,042	0,534	(-1,109; 1,192)	0,08	0,998

Apéndice 11. Análisis de la varianza, medias y método *Dunnnett* realizadas en Minitab para parámetro de Sabor en prueba sensorial

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	79,29	26,4302	108,61	0,000
Error	69	16,79	0,2434		
Total	72	96,08			

Análisis de medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Sin cuajada	24	2,625	0,495	(2,424; 2,826)
Con cuajada	24	1,917	0,584	(1,716; 2,118)
Referencia	24	0,1667	0,3807	(-0,0342; 0,3676)
Control	1	0,000000	*	(-0,984132; 0,984132)

Comparaciones múltiples de *Dunnnett* y una confianza del 95%

Factor	N	Media	Agrupación
Control (control)	1	0,000000	A
Sin cuajada	24	2,625	
Con cuajada	24	1,917	
Referencia	24	0,1667	A

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

Pruebas simultáneas de *Dunnnett* para la media de nivel-media de control

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor ajustado	p
Control Sin cuajada -	2,625	0,503	(1,541; 3,709)	5,21		0,000
Control Con cuajada -	1,917	0,503	(0,832; 3,001)	3,81		0,001
Control Referencia -	0,167	0,503	(-0,918; 1,251)	0,33		0,877

Apéndice 12. Criterios de Evaluación para estudio de vida útil

(Escala 1-5)

Parámetro	5	4	3	2	1
Color	Color uniforme, blanco o ligeramente amarillo	Color casi uniforme, con muy ligeras variaciones	Color algo uniforme, con algunas variaciones notables	Color no uniforme, con variaciones significativas	Color no uniforme, con grandes variaciones
Brillo	Brillo adecuado, no opaco ni demasiado seco	Brillo casi adecuado, con ligera opacidad o sequedad	Brillo moderado, con opacidad o sequedad notable	Brillo bajo, bastante opaco o seco	Sin brillo, completamente opaco o muy seco
Presencia de moho o manchas	Ausencia total de moho y manchas visibles	Casi sin moho ni manchas, muy leves si las hay	Pocas manchas o puntos de moho visibles	Manchas o moho visibles en varias áreas	Manchas y moho muy visibles y extendidos
Elasticidad	Muy alta, se estira perfectamente al fundirse	Alta, se estira bien al fundirse	Moderada, se estira algo al fundirse	Baja, se estira poco al fundirse	Muy baja, casi no se estira al fundirse
Firmeza	Firme pero no dura, textura ideal	Ligeramente firme, pero aún adecuada	Moderadamente firme, algo dura	Bastante firme, bastante dura	Muy firme, muy dura
Cremosidad	Muy cremoso, sin sensación granulosa	Cremoso, con ligera sensación granulosa	Moderadamente cremoso, con algo de grumos	Poco cremoso, bastante granuloso	Nada cremoso, muy granuloso
Fresco y láctico (Sabor)	Sabor muy fresco con notas lácticas intensas	Sabor fresco con buenas notas lácticas	Sabor algo fresco con notas lácticas moderadas	Sabor poco fresco con notas lácticas débiles	Sin sabor fresco, sin notas lácticas
Ausencia de sabores extraños	Ausencia total de sabores extraños	Casi sin sabores extraños, muy leves si presentes	Pocos sabores extraños, algo perceptibles	Sabores extraños notables	Sabores extraños muy fuertes y dominantes

Láctico y suave (Olor)	Aroma muy fresco, suave y láctico	Aroma fresco, suave y láctico	Aroma algo fresco, suave y láctico	Aroma poco fresco, poco suave y poco láctico	Sin aroma fresco, sin suavidad ni notas lácticas
Ausencia de olores extraños	Ausencia total de olores extraños	Casi sin olores extraños, muy leves si presentes	Pocos olores extraños, algo perceptibles	Olores extraños notables	Olores extraños muy fuertes y dominantes


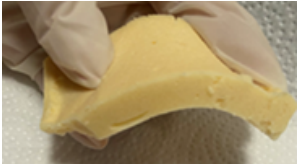












Fuente: Elaboración propia

**Apéndice 13. Plantilla Evaluación de Atributos. Resumen Comparativo:
análogo con cuajada vs. Análogo sin cuajada**

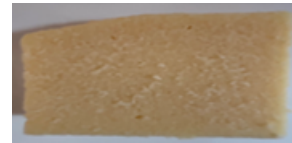
Categoría	Parámetro	Muestra sin cuajada	Muestra con cuajada	Observaciones
Sensorial				
Apariencia	Color			
	Brillo			
	Presencia de moho o manchas			
Textura	Elasticidad			
	Firmeza			
	Cremosidad			
Sabor	Fresco y láctico			
	Ausencia de sabores extraños			
Olor	Láctico y suave			
	Ausencia de olores extraños			

Fuente de Elaboración Propia.

Apéndice 14. Registro fotográfico representativo del análogo de mozzarella durante el estudio de vida útil sensorial

Semanas	Análogo con cuajada	Análogo sin cuajada
Semana 0		
Semana 1		
Semana 2		
Semana 3		
Semana 4		
Semana 5		
Semana 6		

Semana 7



Semana 8



Fuente: Elaboración propia (2025)

Apéndice 15. Ficha Técnica análogo mozzarella sin cuajada

	Universidad Técnica Nacional	
	Estudio de viabilidad técnica y económica de la formulación e implementación de un análogo de mozzarella para mejorar los rendimientos de producción y transferir la tecnología desarrollada a pequeños productores.	Código: AMSC-UTN-01 Versión: 1
	Equipo a cargo del desarrollado del producto: Sylvia Armengol. Jason Arroyo. Karla Campos. Roberto Murillo. Ana Niño.	Aprobado por el Tutor Académico: Uriel Rojas Hidalgo

FICHA TÉCNICA

ANÁLOGO DE MOZZARELLA SIN CUAJADA

Versión:1

Fecha de última actualización: 24/03/2025

1. Descripción del Producto.

Análogo de mozzarella, elaborado a partir de una base estabilizante, ingredientes lácteos y no lácteos, sin la necesidad de métodos tradicionales de coagulación. Este análogo de mozzarella se distingue por imitar las características del queso mozzarella natural mediante una fórmula innovadora que emplea aditivos y estabilizantes para conseguir una textura flexible y un perfil sensorial lácteo equilibrado.

2. Composición.

Ingredientes Principales:

Base (estabilizante), Grasas: Grasa Cremelado y aceite de coco, productos lácteos, (suero en polvo al12% y leche entera en polvo)

Aditivos: Emulsionantes y estabilizantes, Goma Xantana y Goma Arábiga (espesantes). Sabor mozzarella, esencia de leche y esencia de mantequilla (aromatizantes). Colorante (Norbixina). Ácido láctico y ácido cítrico (acidulantes). Ácido sórbico (conservante), Sal regular (resaltador de sabor). Citrato de sodio (sal fundente)

3. Proceso de Elaboración

1. **Preparación de la Mezcla:** Los ingredientes, grasos, líquidos y en polvo se combinan con los aditivos correspondientes para formar una mezcla homogénea que constituye la base para el análogo de mozzarella.
2. **Emulsificación y Mezclado:** El producto es sometido a un proceso de emulsificación y mezclado hasta obtener una homogenización uniforme.
3. **Moldeo y Enfriado:**
La masa se moldea en moldes previamente engrasados y se deja enfriar a temperatura ambiente.
4. **Refrigeración:**
El análogo de mozzarella se conserva en refrigeración a 4 °C para estabilizar la estructura y preservar sus propiedades sensoriales.

4. Alérgenos:

Contiene lácteos (proteínas lácteas, leche en polvo, suero en polvo).

5. Propiedades Fisicoquímicas y Sensoriales

- **pH:** 5.0 – 5.5
- **Humedad:** Adecuada para mantener una textura elástica y homogénea
- **Color:** Blanco a ligeramente amarillento, con tonalidad uniforme
- **Textura:** Elástica, suave y homogénea
- **Perfil Sensorial:** Sabor y aroma láctico equilibrado, imitando el queso mozzarella tradicional

5. Análisis Microbiológicos

- **Escherichia coli:** <10 UFC/g
- **Staphylococcus aureus:** <10 UFC/g
- **Detección Molecular de Salmonella spp.:** Negativo
- **Listeria monocytogenes (MDA2):** Negativo

6. Vida Útil y Condiciones de Almacenamiento

- **Vida Útil:** Aproximadamente 35 días, bajo refrigeración a 4 °C
- **Condiciones:** Almacenar en envases al vacío o recipientes herméticos.

7. Empaque y Presentación

- Empacado al vacío en presentación de 250 g, 500 g o 1 kg, según la necesidad del consumidor.

8. Aplicaciones y Observaciones

Aplicaciones:

- Consumo directo
- Utilizado como ingrediente en gran variedad de platillo (pizzas, lasaña, pastas, ensaladas etc.)

Observaciones:

- Se recomienda conservar en contenedores herméticos para evitar deshidratación.
- Ideal para rallado fino y grueso.

No romper la cadena de frío.

Apéndice 16. Ficha Técnica análogo mozzarella con cuajada

	Universidad Técnica Nacional		
	Estudio de viabilidad técnica y económica de la formulación e implementación de un análogo de mozzarella para mejorar los rendimientos de producción y transferir la tecnología desarrollada a pequeños productores.		Código: AMCC-UTN-02
			Versión: 2
Equipo a cargo del desarrollado del producto: Sylvia Armengol. Jason Arroyo. Karla Campos. Roberto Murillo. Ana Niño.	Aprobado por el Tutor Académico: Uriel Rojas Hidalgo	Elaborado: 03/2025	

FICHA TÉCNICA

ANÁLOGO DE MOZZARELLA CON CUAJADA

Versión:2

Fecha de última actualización: 24/03/2025

1.Descripción del Producto.

Análogo de mozzarella elaborado a partir de una base estabilizante, ingredientes lácteos y no lácteos, grasa vegetal, aditivos y la integración de cuajada fresca obtenida tras la pasteurización de leche de vaca. El producto se caracteriza por su textura elástica, perfil sensorial láctico equilibrado y apariencia uniforme, imitando las características del queso mozzarella natural.

2. Composición

Ingredientes Principales:

Base (estabilizante). Grasas: (Cremelado y aceite de coco), productos lácteos, (suero en polvo al12% y leche entera en polvo y cuajada natural)

Aditivos:

Emulsionantes y estabilizantes, Goma Xantana y Goma Arábica (espesantes). Sabor mozzarella, esencia de leche y esencia de mantequilla (aromatizantes). Colorante (Norbixina). Ácido láctico y ácido cítrico

(acidulantes). Ácido sórbico (conservante), Sal regular (resaltador de sabor). Citrato de sodio (sal fundente)

3. Alérgenos

- **Contiene lácteos** (proteínas lácteas, leche en polvo, suero en polvo y cuajada).

4. Proceso de Elaboración

1. **Recepción y Pasteurización:**
La leche fresca se pasteuriza a 63–65 °C durante 30 minutos y se enfría rápidamente a 4 °C para asegurar la inocuidad.
2. **Obtención y Conservación de la Cuajada:**
Tras la pasteurización, se acidifica la leche con cultivos lácticos y se añade cuajo para inducir la coagulación. La cuajada se corta en pequeños cubos para favorecer la liberación del suero y se conserva en condiciones controladas para su posterior incorporación al proceso.
3. **Integración y Mezclado:**
La cuajada se incorpora al final de proceso una vez integrada grasas, líquidos, polvo y aditivos. La mezcla se mezcla por un tiempo, temperatura y velocidad determinada para lograr una integración homogénea.
4. **Enfriado y moldeo:**
La mezcla se deja enfriar a temperatura ambiente, luego se moldea en moldes debidamente engrasados
5. **Refrigeración:**
Una vez moldeado, el queso se refrigera a 4°C para fijar la estructura y conservar sus propiedades sensoriales.

5. Propiedades Fisicoquímicas y Sensoriales

- **pH:** 5.0 – 5.5
- **Humedad:** Adecuada para mantener una textura elástica y homogénea
- **Color:** Blanco a ligeramente amarillento, con tonalidad uniforme
- **Textura:** Elástica, homogénea y suave
- **Perfil Sensorial:** Sabor y aroma láctico equilibrado, sin separación de fases

6. Análisis Microbiológicos

- **Escherichia coli:** <10 UFC/g
- **Staphylococcus aureus:** <10 UFC/g
- **Detección Molecular de Salmonella spp:** Negativo
- **Listeria monocytogenes (MDA2):** Negativo

7. Vida Útil Y Condiciones de Almacenamiento

- **Vida Útil:** Aproximadamente 42 días, bajo refrigeración a 4 °C
- **Condiciones:** Almacenar en envases al vacío o recipientes herméticos.

8. Empacado y Presentación

- Empaque al vacío, en presentación de 250 g, 500 g o 1 kg, según necesidad de consumidor.

9. Aplicaciones y Observaciones

Aplicaciones:

- Consumo directo
- Uso como ingrediente en gran variedad de platillos (pizzas, lasaña, pastas, ensaladas etc.)

Observaciones:

- Este análogo de mozzarella por su textura suave y cremosa, es ideal para rebanar y rallar.
- No romper la cadena de frío.

**Apéndice 17. Módulo educativo para elaboración de análogo de
mozzarella a PYMES**

MANUAL

ELABORACIÓN ANÁLOGO DE MOZZARELLA

2025

I. Índice

I. Índice.....	2
II. Generalidades de los quesos análogos.....	3
II.1. Definición de queso análogo.....	3
II.2. Características del queso mozzarella.....	3
II.3. Componentes del análogo de mozzarella.....	4
II.4. Comportamiento de la vida de anaquel del análogo de mozzarella.....	6
III. Diagrama de flujo.....	10
III.1. Análogo de mozzarella con cuajada.....	10
III.2. Análogo de mozzarella sin cuajada.....	11
IV. Procedimiento.....	12
IV.1. Cuajada para Queso Mozzarella.....	12
IV.2. Análogo de mozzarella con cuajada.....	14
IV.3. Análogo de mozzarella sin cuajada.....	17
V. Proveedores.....	20
VI. Notas.....	22

II. Generalidades de los quesos análogos.

II.1. Definición de queso análogo.

Según Cadena y Delgado (2019) citando a Islas (2010) “La Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos utiliza el nombre de análogo para cualquier alimento similar al queso o a los productos del queso preparados con ingredientes no lácteos que reemplazan total o parcialmente la leche” (p.1). Por otro lado, se indica que un queso análogo consiste en una mezcla cuidadosamente formulada de ingredientes como agua, grasa vegetal, estabilizantes, emulsificantes, saborizantes y colorantes. Estos componentes son sometidos a un proceso de fusión, que resulta en la creación de un producto que se asemeja en gran medida al queso tradicional.

II.2. Características del queso mozzarella

La siguiente tabla desglosa dichas características.

Característica	Descripción
Sabor	Lácteo, ligeramente dulce y con notas frescas. En variedades más maduras, puede desarrollar un perfil más complejo y ligeramente ácido.
Color	Color blanco o ligeramente amarillo, con una superficie lisa y homogénea.
Aroma	Leve y fresco, sin notas muy pronunciadas de fermentación.
Textura	Suave, elástica y fibrosa cuando se corta. Al calentarse, se funde y desarrolla una textura cremosa y estirable. Debe resistir al rebanado y a la molienda.

Las características fundamentales que debe tener un análogo de mozzarella son las mismas que debe cumplir un queso mozzarella tradicional. Ya que, dicha sustitución no debe impactar al producto terminado donde este va a ser utilizado. Ejemplo de estos productos terminados son las pizzas, hamburguesas, nachos, tacos, etc.

II.3. Componentes del análogo de mozzarella

Los componentes son una mezcla de ingredientes y aditivos formulados de manera que permitan durante su elaboración obtener las características sensoriales y funcionales propias de este tipo de queso.

La siguiente descripción se explica por familia o grupo de materias primas según la funcionalidad que cumplan dentro del queso.

- Ácidos: Aditivos alimentarios que incrementan la acidez y/o le confieren un sabor ácido. Y propiamente en el queso Mozzarella, el uso de los acidulantes como el ácido cítrico y el ácido láctico es clave para lograr el sabor, el hilado y la textura característica.
- Agua: Ingrediente clave para disolver los aditivos y lograr la textura deseada.
- Base estabilizante: Su función principal es proporcionar estabilidad estructural, mejorar la retención de humedad y garantizar una textura uniforme durante el proceso y en el producto final. Existen diferentes marcas comerciales, y cada una de ellas tiene su particularidad funcional.
- Colorante: Aditivos alimentarios que dan o restituyen color a un alimento. Pueden ser de origen natural o artificial. Siendo el annato el colorante natural utilizado para dar el tono característico.

- Emulsificantes o estabilizadores: Aditivos alimentarios que posibilitan el mantenimiento de una dispersión uniforme de dos o más sustancias no miscibles en un alimento.

Para formular una emulsión se requiere: aceite, agua, un emulsificante (que normalmente es una proteína) y energía, por lo general mecánica.

- Espesantes y gelificantes: Los espesantes son los aditivos alimentarios que acrecientan la viscosidad de un alimento y los gelificantes son los aditivos alimentarios que dan textura a un alimento mediante la formación de un gel. Ejemplos de estos aditivos que cumplen la función de espesante y/o gelificante pueden ser los almidones nativos, almidones modificados, goma xantana, goma guar, goma arábica, goma algarrobo, carragenina, proteínas colagénicas, carboximetilcelulosa, fibras, alginato. De estos ejemplos anteriores, la goma xantana, la goma guar, el almidón nativo, el almidón modificado y los alginatos se utilizan dentro de los quesos análogos.
- Grasa vegetal: Las grasas y los aceites se han clasificado en función de su origen y contenido de ácidos grasos; así tenemos que se les divide en: grasas animales (sebo, manteca de cerdo, huevo); aceites marinos (peces); grasa de la leche (mantequilla); grasas vegetales (cacao); aceites con ácido láurico (coco y palmiste), aceites con ácidos oleico y linoleico (maíz, girasol, algodón) y aceites con ácido linolénico (soya).

La grasa vegetal utilizada para la elaboración del análogo de mozzarella debe tener un punto de fusión medio (40°C), de manera que permita tener la textura característica firme del queso a temperatura de refrigeración, y que al momento de calentarlo esta se

funda brindando esa cremosidad y jugosidad también característica del mozzarella fundido.

- Leche en polvo: Tanto la leche entera como la descremada se obtienen mediante secado por aspersion, después de eliminar parcialmente el agua por evaporación.

En el análogo de mozzarella se utiliza para compensar el perfil de sabor lácteo que se reduce al quitar parcial o totalmente la leche.

- Preservante o conservante: Aditivos alimentarios que prolongan la vida en almacén de los alimentos protegiendo a éstos del deterioro ocasionado por microorganismos.

Por las características fisicoquímicas del análogo de mozzarella se debería elegir un preservante que actúe principalmente contra mohos y hongos. El ácido sórbico actúa contra hongos, levaduras y algunas bacterias, permitiendo así mantener la vida de anaquel del análogo de mozzarella.

- Saborizantes: Esta familia se puede dividir en tres categorías según su origen:
 - Saborizante/aromatizante artificial: es aquel producto que en su formulación incluye, en una proporción cualquiera, componentes que no se encuentran naturalmente en productos animales o vegetales y son obtenidos por síntesis química.
 - Saborizante/aromatizante idéntico a natural: es aquel producto obtenido por procesos físicos, microbiológicos, enzimáticos, de síntesis química o de aislamiento por procesos químicos, cuya formulación incluye componentes idénticos a los existentes en la naturaleza.

- Saborizante/aromatizante natural: al producto puro de estructura química definida o al preparado saborizante de estructura química no definida, concentrado o no, que tiene características saporíferas y son obtenidos por un proceso físico, microbiológico o enzimático a partir de productos de origen vegetal o animal.
- Sal: El cloruro de sodio se toma como referencia exclusiva del gusto salado y, a diferencia de otras sales, incrementa la salivación y la percepción del dulzor; además, enmascara o disminuye notas metálicas y amargas.
- Sal fundente: Las sales fundentes alcalinas para quesos, constituidas por citratos y fosfatos de sodio y de calcio, proporcionan textura, untuosidad y regulan el pH de estos lácteos. El más utilizado es el citrato de sodio.
- Suero de leche: A partir de la obtención del queso se obtiene dos tipos de sueros, uno que es el llamado suero dulce, proveniente de los quesos fabricados con renina. Y segundo, el suero ácido que utiliza ácido acético para la precipitación; éste es un subproducto de los quesos blanco y cottage.

II.4. **Comportamiento de la vida de anaquel del análogo de mozzarella**

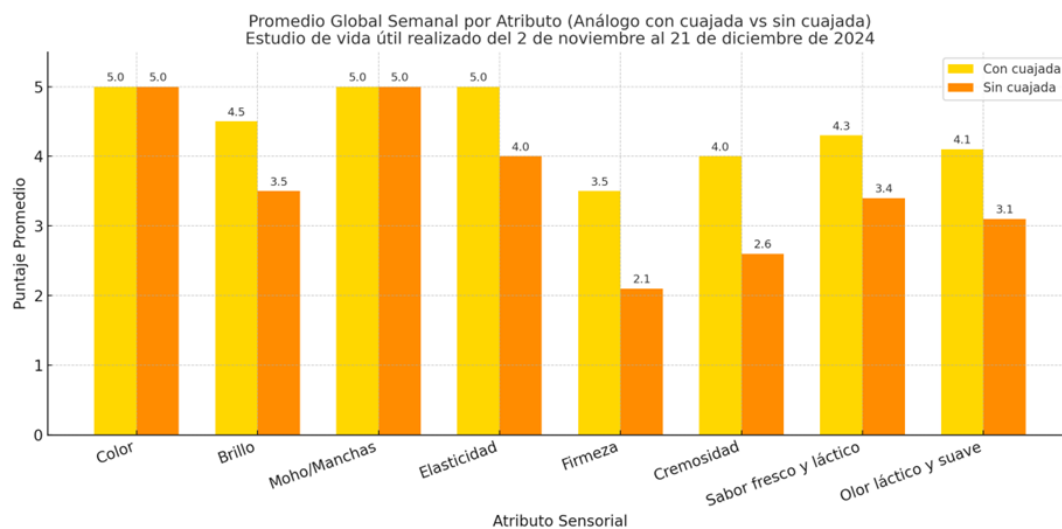
Para la determinación de la vida útil desde el punto de vista sensorial, se evalúan las características descritas en la siguiente tabla.

Categoría	Atributo	Característica Evaluada
Apariencia	Color	Uniformidad del tono
	Brillo	Nivel de Opacidad
	Presencia de moho y manchas	Presencia o ausencia
Textura	Elasticidad	Capacidad de fundido
	Firmeza	Facilidad de corte

Sabor y Olor	Creemosidad	Sensación en boca
	Sabor fresco y lácteo	Intensidad de notas lácteas
	Ausencia de sabores extraños	Determinar presencia o ausencia
	Olor lácteo y suave	Determinar presencia o ausencia
	Ausencia de olores extraños	Determinar presencia o ausencia

Fuente de elaboración propia.

La siguiente tabla describe la comparativa sensorial entre el análogo de mozzarella sin cuajada y el análogo de mozzarella con cuajada.



Fuente de elaboración propia.

Los resultados mostraron que, en ambas formulaciones (con y sin cuajada), el queso inicialmente presentaba condiciones ideales en color y brillo. Sin embargo, con el paso del tiempo, la muestra con cuajada natural se mantuvo más estable, mostrando una textura suave y cremosa, alta elasticidad y un perfil sensorial lácteo bien definido. En contraste, la formulación sin cuajada natural evidenció una disminución en el brillo, mayor firmeza y menos cremosidad; lo que resulta en una vida útil de 35

días frente a los 42 días de la muestra con cuajada. El promedio global fue de 39 días.

En la siguiente tabla se muestra la caracterización de la composición de los productos análogo de mozzarella sin cuajada láctea, el análogo al 70/30 con cuajada láctea, y el queso mozzarella de alimentos UTN.

Análisis	Tipo de muestra		
	Análogo sin cuajada	Análogo 70/30 con cuajada	Queso mozzarella de alimentos UTN
Humedad (%)	38,85 ± 0,33	39,85 ± 0,47	38*
Cenizas (%)	4,18 ± 0,61	3,26 ± 0,69	2,597 ± 0,004
Grasa por Gerber (%)	20,57 ± 0,05	22,85 ± 3,72	22*
HSMG (%)	55,92 ± 0,48	55,89 ± 0,65	48,72
Grasa cruda (%)	30,3 ± 1,2**	28,7 ± 1,2**	NR
Proteína (%)	17**	17**	22*

Fuente: Elaboración propia (2025). *valores según etiquetado del producto, **Valores según análisis externo. NR (Valor no reportado). Para el cálculo del % HSMG se utilizó el % de grasa cruda.

En la siguiente tabla se puede ver reporte de la caracterización de los recuentos microbiológicos de los producto análogos de mozzarella, sin cuajada láctea y con cuajada láctea.

Muestra	Recuento total aerobio	Recuento de coliformes totales UFC/g	Recuento de coliformes fecales UFC/g

	mesófilo UFC/g		
Análogo sin cuajada (Lote 26/11/2024)	$9,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
Análogo con cuajada 70/30 (Lote 26/11/2024)	$1,4 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
Análogo sin cuajada (Lote 09/01/2025)	$3,5 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
Análogo con cuajada 70/30 (Lote 09/01/2025)	$4,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$

Fuente: Elaboración propia (2025).

En cuanto a la evaluación de la inocuidad a través del tiempo para la formulación análoga con cuajada láctea.

Días de elaborado	Tipo de análisis realizado			
	<i>Escherichia Coli</i>	<i>Staphylococcus Aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Salmonella ssp</i>
4	<10 UFC/g	<10 UFC/g	Negativo	Negativo
18	<10 UFC/g	<10 UFC/g	Negativo	Negativo
39	<10 UFC/g	<10 UFC/g	Negativo	Negativo

Límite máximo permitido según RTCA 67.04.50:08	< 10 UFC/g	10 ³ UFC/g	Ausencia	Ausencia
--	------------	-----------------------	----------	----------

Fuente: Elaboración propia (2025). REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO

RTCA 67.04.50:08 ALIMENTOS. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE ALIMENTOS.

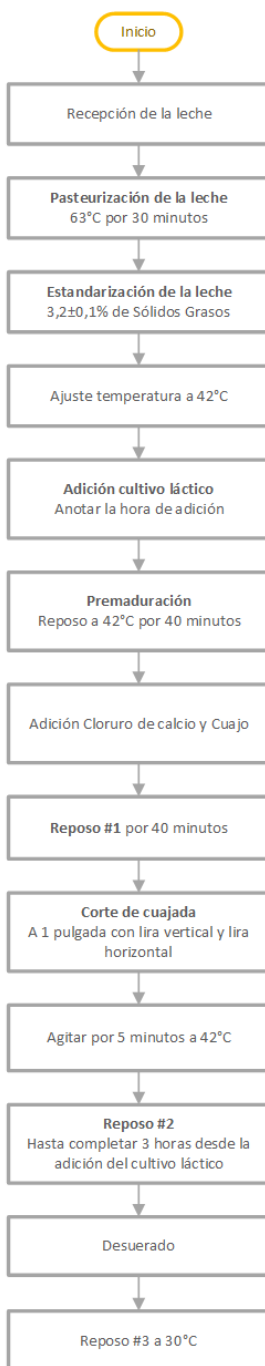
De acuerdo con los resultados del laboratorio realizados, la vida útil desde el punto de vista microbiológico alcanza los 39 días una carga baja.

Estos resultados dan pie a continuar evaluando la estabilidad sensorial y microbiológica después de los 42 días para el análogo de mozzarella con cuajada, y después de los 35 días para el análogo de mozzarella sin cuajada, con el fin de determinar el día donde se perciban los cambios significativos para cada uno de los quesos.

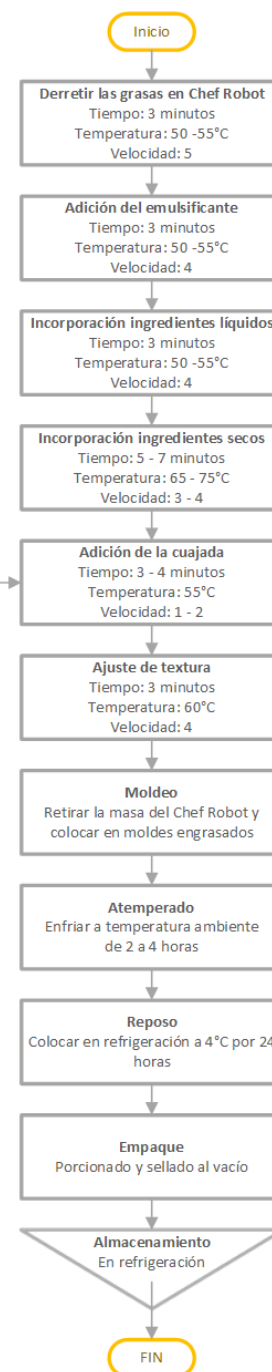
III. Diagrama de flujo

III.1. Análogo de mozzarella con cuajada

CUAJADA QUESO MOZZARELLA

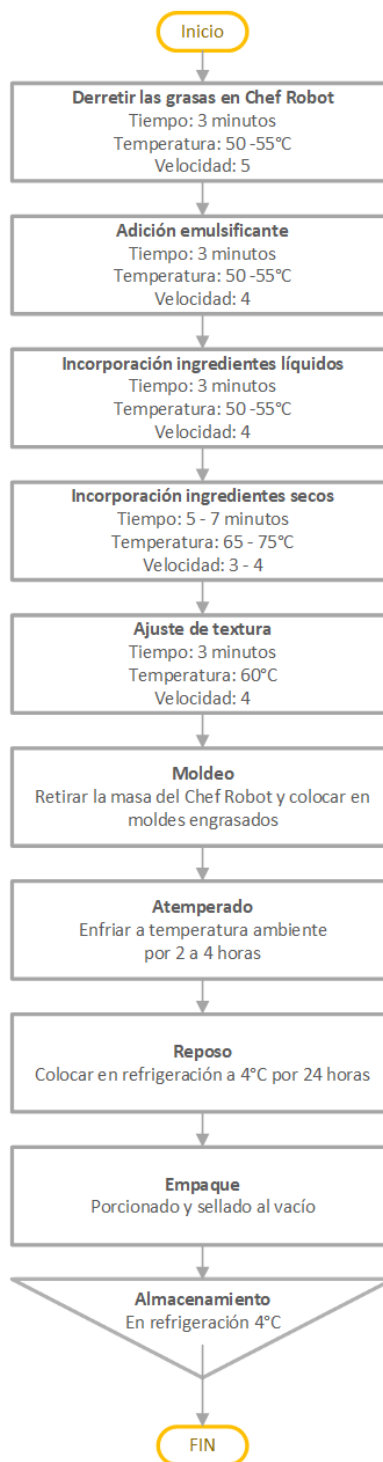


ANÁLOGO MOZZARELLA CON CUAJADA



III.2. Análogo de mozzarella sin cuajada

ANÁLOGO MOZZARELLA SIN CUAJADA



IV. Procedimiento

IV.1. Cuajada para Queso Mozzarella

IV.1.1. Formulación para 100 L de leche.

INGREDIENTE	CANTIDAD
Leche fluida (3,2 ± 0.1% grasa)	100 L
**Cloruro de calcio	25 ml
**Cuajo	6,0 ml
**Cultivo láctico	1,0 g

**Las cantidades de calcio, cuajo y cultivo están sujeta a la marca con la que se esté trabajando, por lo que se recomienda leer las instrucciones y verificar la concentración a la cual el proveedor recomienda.

IV.1.2. Procedimiento

IV.1.2.1. Recepción de la leche: la leche debe ser de muy buena calidad y presentar las características normales de la leche. Se debe filtrar, puede ser con una tela fina que se encuentre limpia y desinfectada, para eliminar todo tipo de suciedades e impurezas visibles que pueda contener.

IV.1.2.2. Pasteurización de la leche: Pasteurizar la leche a 63° C durante 30 minutos.

IV.1.2.3. Estandarización de la leche: Según el porcentaje de grasa de la leche, proceder a la estandarización hasta un 3,2±0,1% de S.G. El descremado es mecánico y se realiza por medio de una descremadora.

- IV.1.2.4. Ajuste de temperatura: Es de suma importancia mantener la leche a una temperatura uniforme de 42° C, para lo cual utilice un termómetro de carátula o digital calibrado (no usar de mercurio ni de vidrio). En caso de que la temperatura esté más baja, inyectar vapor a la chaqueta hasta conseguir una temperatura de 38° C.
- IV.1.2.5. Adición de cultivo láctico: adicionar la cantidad de cultivo láctico previamente pesado en una balanza calibrada, agregarlo a lo largo de la tina para que se extienda a toda la leche, agitar suavemente por aproximadamente 15 segundos. Anotar la hora de adición.
- IV.1.2.6. Premaduración: Dejar en reposo la leche con el cultivo por 40 minutos, manteniendo la temperatura en 42° C, tapar la tina para evitar la pérdida de temperatura y la contaminación de la leche.
- IV.1.2.7. Adición de cloruro de calcio y cuajo: Una vez calculadas las cantidades de acuerdo al volumen de leche a trabajar (en el caso del cloruro de calcio, se agrega la mitad de la dosis recomendada para evitar problemas de hilado), se agrega primeramente cloruro de calcio y se agita con una paleta limpia y desinfectada, preferiblemente de acero inoxidable; seguidamente se adiciona el cuajo diluido en una relación 50/50 con agua potable, este se debe agregar a la leche de tal modo que se distribuya por todo el volumen de la misma y en el momento de agregarlo, debe haber una constante agitación (no violenta) que se extienda hasta por 30 segundos después de haber adicionado el cuajo.
- IV.1.2.8. Reposo 1: Dejar reposar por 40 minutos, en este lapso de tiempo el recipiente y la leche que contiene, no deben estar expuesto a sacudidas o movimientos bruscos, además debe

estar protegido de la contaminación, para esto colocar una tapa o plástico protector, que además ayudará a evitar la pérdida de temperatura.

- IV.1.2.9. Corte de la cuajada: Cortar la cuajada mediante el uso de dos liras limpias y desinfectadas, una con cuerdas en forma vertical y otra con cuerdas en forma horizontal. Cortar primeramente con la lira vertical, desplazándola a lo largo y a lo ancho de la tina; y luego, con la lira horizontal, en un solo sentido para obtener trozos de cuajada de aproximadamente 1 pulgada (aproximadamente 2,5 cm).
- IV.1.2.10. Agitado 1: Agitar suavemente la cuajada cortada con una paleta de acero inoxidable limpia y desinfectada por un período de 5 minutos en forma constante. Formar un ocho con la paleta, para facilitar la expulsión del suero, evitar que haya roce de metal-metal entre la paleta y la tina. Mantener la temperatura en 42° C.
- IV.1.2.11. Reposo 2: El tiempo de este reposo está sujeto al proceso, ya que este debe de ser del tiempo necesario para que, desde la adición del cultivo hasta el momento del desuerado, pase un tiempo de 3 horas, esto para alcanzar la acidez (0,75 – 0,80%) y características necesarias de la cuajada dadas por el cultivo el láctico adicionado.
- IV.1.2.12. Desuerado: Desuerar completamente la cuajada abriendo la llave inferior de la tina, en este punto esta debe estar asentada en el fondo y ligeramente unida, por lo que cortar el bloque en el centro para abrir un canal, facilita la salida del suero, también cortar los dos bloques en rectángulos también ayuda. Voltear los bloques evitando que se rompan.
- IV.1.2.13. Reposo 3: Conservar la cuajada en un recipiente mientras se avanza con el proceso del análogo de mozzarella.

Nota: Adicionar agua tibia constantemente para mantener la temperatura de la cuajada en 30°C.

IV.2. Análogo de mozzarella con cuajada

IV.2.1. Formulación para elaborar una tanda de 25kg.

INGREDIENTES	CANTIDAD	%
Base Comercial Aseal	3.920	15.69
Leche en polvo	1.270	5.06
Suero en polvo	1.010	4.05
Grasa Vegetal Cremelado Maker	2.530	10.12
Almidón Luckeby 11200	1.010	4.05
Goma Xantana	0.010	0.05
Goma Arábica	0.030	0.10
Ácido láctico	0.130	0.51
Ácido cítrico	0.030	0.13
Esencia de leche	0.060	0.25
Esencia de Mantequilla	0.010	0.05
Sal	0.320	1.27
Sabor Mozzarella	0.030	0.13
Colorante	0.020	0.08
Aceite de coco	0.250	1.01
Emulsificante Trecomex Twelve 02	0.250	1.01
Ácido sórbico al 0.1% en PT	0.030	0.12
Almidón Swely Gel KF60	0.510	2.02
Sal fundente Citrato de sodio	0.010	0.03
Cuajada	7.590	30.37
Agua	5.970	23.89

TOTAL	25.000	100.00
-------	--------	--------

IV.2.2. Procedimiento

IV.2.2.1. Preparación de la Cuajada

Usar de referencia el diagrama de flujo de cuajada para queso mozzarella.

IV.2.2.2. Derretir las Grasas

Acción: Mezclar la grasa cremelada y aceite de coco en el Chef Robot a una temperatura de 50–55 °C, velocidad 5, durante 3 minutos hasta formar una emulsión uniforme.

Objetivo: Esto asegura que las grasas se integren correctamente, formando una base estable antes de añadir los demás ingredientes.

IV.2.2.3. Adición del emulsificante

Acción: Añadir el emulsificante y $\frac{3}{4}$ partes de agua tibia al Chef Robot a una temperatura 50–55 °C, velocidad 4, durante 3 min.

Objetivo: Este paso asegura que el emulsificante se disperse y active antes de incorporar los sólidos.

IV.2.2.4. Incorporación ingredientes líquidos

Acción: Agregar en la $\frac{1}{4}$ parte de agua tibia restante los siguientes aditivos: ácido láctico, ácido cítrico, sal, esencia de leche, esencia de mantequilla y saborizante de mozzarella.

Mantener la temperatura a 55-60 °C y mezclar a velocidad 3 durante 2 minutos.

Objetivo: Integrar los líquidos primero ayuda a evitar grumos y facilita la mezcla homogénea.

IV.2.2.5. Incorporación ingredientes secos

Acción: Mezclar, cernir y luego incorporar los ingredientes secos (Base estabilizante, leche en polvo, suero en polvo, almidón, gomas, ácido sórbico y colorante) poco a poco, a velocidad 3-4 durante 5-7 minutos. Subir la temperatura a 65-75 °C.

Objetivo: Este paso asegura que los sólidos se hidraten correctamente y se mezclen sin formar grumos.

IV.2.2.6. Adición de la Cuajada

Acción: Reducir la temperatura a 55 °C y añadir la cuajada lentamente mientras se mezcla a velocidad 1-2 durante 3-4 minutos.

Objetivo: Integrar la cuajada a una temperatura moderada evita que coagule de manera desigual y garantiza una textura uniforme.

IV.2.2.7. Ajuste de textura

Acción: Mezclar a 60°C, velocidad 4, durante 3 minutos.

Objetivo: Ajustar la textura, permite que la mezcla sea uniforme, elástica y con muy buenas características.

IV.2.2.8. Moldeo

Acción: Retirar la masa del Chef Robot y colocarla en moldes engrasados con aceite de coco.

Objetivo: El aceite de coco facilita el desmoldeo.

IV.2.2.9. Atemperado

Acción: Enfriar a temperatura ambiente de 2 a 4 horas.

Objetivo: Bajar la temperatura para que se estabilice.

IV.2.2.10. Reposo

Acción: Colocar en refrigeración a 4°C por 24 horas.

Objetivo: Reposar para que la textura se termine de estabilizar y luego permita el porcionado y empaque.

IV.2.2.11. Empaque

Acción: Porcionar el queso según sea la presentación deseada y empacar en bolsa al vacío.

IV.2.2.12. Almacenamiento

Acción: Colocar en refrigeración a 4°C.

NOTA: Tomar en cuenta estas indicaciones.

- Hidratación de Sólidos: Añadir poco a poco para evitar grumos.
- Temperatura de la cuajada: Mantener a 55 °C para evitar coagulación prematura.
- Control de Temperatura: Mantener las temperaturas indicadas para evitar pérdida de funcionalidad en los ingredientes.
- Integración de la cuajada: Añadir la cuajada en pequeñas porciones y mezclar constantemente para asegurar uniformidad.

IV.3. Análogo de mozzarella sin cuajada

IV.3.1. Formulación para elaborar una tanda de 25kg.

INGREDIENTES	CANTIDAD	%
Base Comercial Aseal	5.580	22.30
Leche en polvo	2.160	8.63
Suero en polvo	1.440	5.75
Grasa Vegetal Cremelado	3.960	15.83
Maker		
Almidón Luckeby 11200	0.900	3.60
Goma Xantana	0.020	0.07
Goma Arábica	0.050	0.22
Ácido láctico	0.220	0.86
Ácido cítrico	0.040	0.18
Esencia de leche	0.110	0.43
Esencia de Mantequilla	0.020	0.06
Sal	0.450	1.80
Sabor Mozzarella	0.060	0.25
Colorante	0.050	0.19
Aceite de coco	0.360	1.44
Emulsificante Trecomex	0.360	1.44
Twelve 02		
Ácido sórbico al 0.1% en PT	0.030	0.11
Almidón Swely Gel KF60	0.720	2.88
Agua	8.490	33.95
TOTAL	25.000	100.0
		0

IV.3.2. Procedimiento

IV.3.2.1. Derretir las Grasas

Acción: Mezclar la grasa cremelada y aceite de coco en el Chef Robot a una temperatura de 50–55 °C, velocidad 5, durante 3 minutos hasta formar una emulsión uniforme.

Objetivo: Esto asegura que las grasas se integren correctamente, formando una base estable antes de añadir los demás ingredientes.

IV.3.2.2. Adición del emulsificante

Acción: Añadir el emulsificante y $\frac{3}{4}$ partes de agua tibia al Chef Robot a una temperatura 50–55 °C, velocidad 4, durante 3 min.

Objetivo: Este paso asegura que el emulsificante se disperse y active antes de incorporar los sólidos.

IV.3.2.3. Incorporación ingredientes líquidos

Acción: Agregar en la $\frac{1}{4}$ parte de agua tibia restante los siguientes aditivos: ácido láctico, ácido cítrico, sal, esencia de leche, esencia de mantequilla y saborizante de mozzarella. Mantener la temperatura a 55-60 °C y mezclar a velocidad 3 durante 2 minutos.

Objetivo: Integrar los líquidos primero ayuda a evitar grumos y facilita la mezcla homogénea.

IV.3.2.4. Incorporación ingredientes secos

Acción: Mezclar, cernir y luego incorporar los ingredientes secos (Base estabilizante, leche en polvo, suero

en polvo, almidón, gomas, ácido sórbico y colorante) poco a poco, a velocidad 3–4 durante 5–7 minutos. Subir la temperatura a 65–75 °C.

Objetivo: Este paso asegura que los sólidos se hidraten correctamente y se mezclen sin formar grumos.

IV.3.2.5. Ajuste de textura

Acción: Mezclar a 60°C, velocidad 4, durante 3 minutos.

Objetivo: Ajustar la textura, permite que la mezcla sea uniforme, elástica y con muy buenas características.

IV.3.2.6. Moldeo

Acción: Retirar la masa del Chef Robot y colocarla en moldes engrasados con aceite de coco.

Objetivo: El aceite de coco facilita el desmoldeo.

IV.3.2.7. Atemperado

Acción: Enfriar a temperatura ambiente de 2 a 4 horas.

Objetivo: Bajar la temperatura para que se estabilice.

IV.3.2.8. Reposo

Acción: Colocar en refrigeración a 4°C por 24 horas.

Objetivo: Reposar para que la textura se termine de estabilizar y luego permita el porcionado y empaque.

IV.3.2.9. Empaque

Acción: Porcionar el queso según sea la presentación deseada y empacar en bolsa al vacío.

IV.3.2.10. Almacenamiento

Acción: Colocar en refrigeración a 4°C.

NOTA: Tomar en cuenta las indicaciones recomendadas en el procedimiento del análogo de mozzarella con cuajada.

V. Proveedores

Proveedor	Producto
Alfa ASEAL (Asesoría de Alimentos) 2293-7109	Cultivos y cuajo para quesos Colorante para Queso (achiote) Base estabilizante
Rómulo Araya 2433-8542 8861-7868	Equipos en Acero Inoxidable (tinas, marmitas, liras, moldes, otros)
Catec 2433-1708	Bolsas termoencogibles, empaque al vacío
Laboratorio Vaco 2229-0950	Cuajo Higienizador de leche
Universal de Alimentos 2221-9595	Grasa Cremelado
Chemelco 2102-0357	Swely CEL FK60 Trecorex Twelve 02 Almidón Lyckebey. 11200 Sal
Parafina de Costa Rica 2560-5454	Aceite de coco Ácido cítrico
Productos Favino SA 2265-0505	Suero en polvo 12% Leche entera en polvo
Maluquer 2507-8074	Aroma queso mozzarella 64575 Aroma leche 9551N Colorante Norbixina NI/68375 Goma Xantana 69012-5 Goma Arábica 69033

	Esencia de mantequilla 1410IN
Aromazone 6118-5989	Esencia de mantequilla
Química Macías / Distribuidora Del Caribe 4100-2200	Ácido láctico Ácido cítrico Ácido Sórbico Sal fundente / Citrato de sodio
UTN	Cuajada fresca

VI. Notas.

X. ANEXO

Anexo 1. Cotizaciones malaxadora

MULTISERVICIOS OLIVIER

Aguas Zarcas, San Carlos
Tel: 83041241

COTIZACIÓN DIRIGIDA A:

Nombre: José Roberto Murillo Varela
Cédula: 2-0711-0040
Teléfono: 8620-0577

Detalles del equipo cotizado:

- Equipo: Malaxadora de doble chaqueta para agua caliente
- Capacidad: 200 kg
- Material: Acero inoxidable grado alimentario
- Sistema de agitación: eje central de paletas con encendido/apagado
- Base para 2 quemadores de gas y sus respectivos quemadores
- Tapa superior removible
- Salida de producto por volteo de tanque

Incluye:

- Transporte
- Instalación en planta
- Capacitación de uso

Precio total cotizado (con IVA incluido): ₡4,600,000

Condiciones generales:

- Cotización válida por 30 días naturales.
- Entrega estimada: 45 a 60 días hábiles después del pago inicial
- Garantía: 12 meses por defectos de fabricación.
- Forma de pago: 50% contra pedido y 50% contra entrega.

Atentamente,
Olivier Rodriguez.

TAINEA S.A.
 Cédula Jurídica: 3-101-789456
 Curridabat, Costa Rica
 Teléfono: 2272-1355
 Correo: ventas@maquinariatainea.com

Para:
 José Roberto Murillo Varela
 Cédula: 2-0711-0040
 Teléfono: 8620-0577

COTIZACIÓN DE EQUIPO: MALAXADORA SEMIAUTOMÁTICA

Descripción del producto	Precio (€)
Malaxadora semiautomática para queso mozzarella - Capacidad: 200 kg por ciclo. - Fabricada en acero inoxidable 430 grado alimenticio. - Control de velocidad de agitación variable mediante motor con variador electrónico. - Sistema agitación de doble cinta. - Sistema de calentamiento a vapor con regulación de temperatura digital (rango hasta 90 °C). - Tapa superior removible con visor y válvula de escape de vapor. - Salida inferior tipo mariposa. - Tablero de control semiautomático con indicadores de temperatura y velocidad. Incluye: - Transporte. - Instalación técnica. - Capacitación operativa (1 jornada en sitio).	€6,000,000 IVA I

Condiciones de la cotización

- Validez: 30 días naturales a partir de la fecha de emisión.
- Tiempo de entrega: 120 días hábiles luego de confirmar el pedido.
- Garantía: 12 meses por defectos de fabricación.
- Forma de pago: 70% contra pedido / 30% contra entrega.

Atentamente,
 Eduardo Alfaro Herrera
 Gerente General

Anexo 2. Malaxadora con capacidad de 200 kg



Anexo 3. Exámenes de grasa laboratorio externo 1



INFORME DE ENSAYO SIMPLIFICADO



TL-1036

Nº de Referencia: AL-25/042505	Registrada en: AGQ Costa Rica	Cliente (*): UNIVERSIDAD TECNICA NACIONAL
Análisis: PRO-LBD-0012	Centro Análisis: AGQ Costa Rica	Domicilio: Balsa de Atenas
Tipo Muestra: QUESO	Fecha Recepción: 26/02/2025	(*):
Fecha Inicio: 11/03/2025	Fecha Fin: 18/03/2025	Contrato: QMT-LA241100027
Descripción(*): Muestra A		Cliente 3>(*): ---

Fecha/Hora: 26/02/2025	Muestreado por: *Cliente (*)
Muestreo:	Lote (*): 30-1-25

Los resultados reflejados en el presente informe se refieren únicamente a la muestra tal como es recibida en el laboratorio y sometida a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, tanto la asociada a la toma de muestras realizada por él como a otros datos descriptivos, marcados con (*) y que se encuentran fuera de nuestro alcance de Acreditación.

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA	PNT	Lim Cuantif/ Detec (#)
Información Nutricional						
Grasas Totales	28,7	g/100 g	±1,2		IT-332 ISO 1443 AOAC 905.02 /AOAC 920.39	0,050 g/100 g

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Los resultados emitidos, no han sido corregidos con valores de recuperación. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

(*) Parametro no Acreditado por IAS nº TL-1036

La información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente.






David Manuel Solorzano Arias
Químico N.I. 2702

FECHA EMISIÓN: 18/03/2025

OBSERVACIONES (*):
Atención: Karla Campos

Anexo 4. Exámenes de grasa de laboratorio externo 2

		INFORME DE ENSAYO SIMPLIFICADO					
TL-1036							
Nº de Referencia:	AL-25/042511	Registrada en:	AGQ Costa Rica	Cliente (*):	UNIVERSIDAD TECNICA NACIONAL		
Análisis:	PRO-LBD-0012	Centro Análisis:	AGQ Costa Rica	Domicilio (*):	Balsa de Atenas		
Tipo Muestra:	QUESO	Fecha Recepción:	26/02/2025	Contrato:	QMT-LA241100027		
Fecha Inicio:	11/03/2025	Fecha Fin:	18/03/2025	Cliente 3º(*):	----		
Descripción(*):	100%						

Fecha/Hora	26/02/2025	Muestreado por:	*Cliente (*)
Muestreo:		Lote (*):	9-1-25


Los resultados reflejados en el presente informe se refieren únicamente a la muestra tal como es recibida en el laboratorio y sometida a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, tanto la asociada a la toma de muestras realizada por él como a otros datos descriptivos, marcados con (*) y que se encuentran fuera de nuestro alcance de Acreditación.

RESULTADOS ANALITICOS						
Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA	PNT	Lim Cuantif/ Detec (8)
Información Nutricional						
Grasas Totales	30,3	g/100 g	±1,2		IT-332 ISO 1443 AOAC 905.02 /AOAC 920:39	0,050 g/100 g

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Los resultados emitidos, no han sido corregidos con valores de recuperación. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

(*) Parametro no Acreditado por IAS nº TL-1036

La información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente.



David Manuel Solorzano Arias
Químico N.I. 2702

FECHA EMISIÓN: 18/03/2025

OBSERVACIONES (*):
Atención: Karla Campos

Emitido por: **AGQ Costa Rica S.A.**
San Francisco de Dos Ríos San José, Costa Rica

T: +506 2286 1168 atencionalcliente.cr@agqlabs.com www.agqlabs.cr

1/2

Anexo 5. Exámenes de proteínas y coliformes de laboratorio externo



INFORME DE ENSAYO SIMPLIFICADO



TL-1036

Nº de Referencia: AL-25/010384	Registrada en: AGQ Costa Rica	Cliente (*): UNIVERSIDAD TECNICA NACIONAL
Análisis: CR02-00002638-56	Centro Análisis: AGQ Costa Rica	Domicilio: Balsa de Atenas
Tipo Muestra: QUESO	Fecha Recepción: 16/01/2025	(*):
Fecha Inicio: 16/01/2025	Fecha Fin: 23/01/2025	Contrato: QMT-LA241100027
Descripción(*): A. Queso análogo al 100		Cliente 3º(*):----

Fecha/Hora: 15/01/2025	Muestreado por: *Cliente (*)
Muestreo:	Lote (*): A09/01/2025

Los resultados reflejados en el presente informe se refieren únicamente a la muestra tal como es recibida en el laboratorio y sometida a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, tanto la asociada a la toma de muestras realizada por él como a otros datos descriptivos, marcados con (*) y que se encuentran fuera de nuestro alcance de Acreditación.

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA	PNT	Lim Cuantif/ Detec (#)
Información Nutricional						
Proteínas	17	%	-		PE-987	0,2 %
Parámetros Microbiológicos						
*26 Recuento de Coliformes Fecales	< 1,0 x 10 ¹	UFC/g	-		IT-345 3M 01/02-09/8 9 C	1,0 x 10 ¹ UFC/g
*26 Recuento de Coliformes Totales	< 1,0 x 10 ¹	UFC/g	-		IT-345 AOAC 991.14, 998.08, 986.33, 989.10	1,0 x 10 ¹ UFC/g
*26 Recuento Total Aerobio Mesófilo	3,5 x 10 ³	UFC/g	-		IT-344 AOAC 990.12	1,0 x 10 ¹ UFC/g

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Los resultados emitidos, no han sido corregidos con valores de recuperación. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

(13) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

(*) Parametro no Acreditado por IAS nº TL-1036

La información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente.

FIORELLA MEOÑO BARTUREN
CIP 212153

Jose Jimenez Salas
MQC-2642

FECHA EMISIÓN: 24/01/2025

OBSERVACIONES (*):
Atención: Karla Campos F

Anexo 6. Exámenes de proteínas y coliformes de laboratorio externo 2



INFORME DE ENSAYO SIMPLIFICADO



TL-1036

Nº de Referencia: AL-25/010387	Registrada en: AGQ Costa Rica	Cliente (*): UNIVERSIDAD TECNICA NACIONAL
Análisis: CRO2-00002638-56	Centro Análisis: AGQ Costa Rica	Domicilio: Balsa de Atenas
Tipo Muestra: QUESO	Fecha Recepción: 16/01/2025	Contrato: QMT-LA241100027
Fecha Inicio: 16/01/2025	Fecha Fin: 23/01/2025	Cliente 3º(*):---
Descripción(*): B. Queso análogo 60/40		

Fecha/Hora: 15/01/2025	Muestreado por: *Cliente (*)
Muestreo:	Lote (*): B09/01/2025

Los resultados reflejados en el presente informe se refieren únicamente a la muestra tal como es recibida en el laboratorio y sometida a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, tanto la asociada a la toma de muestras realizada por él como a otros datos descriptivos, marcados con (*) y que se encuentran fuera de nuestro alcance de Acreditación.

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA	PNT	Lim Cuantif/ Detec (#)
Información Nutricional						
Proteínas	17	%	-		PE-987	0,2 %
Parámetros Microbiológicos						
*26 Recuento de Coliformes Fecales	< 1,0 x 10 ¹	UFC/g	-		IT-345 3M 01/02-09/8 9 C	1,0 x 10 ¹ UFC/g
*26 Recuento de Coliformes Totales	< 1,0 x 10 ¹	UFC/g	-		IT-345 AOAC 991.14, 998.08, 986.33, 989.10	1,0 x 10 ¹ UFC/g
*26 Recuento Total Aerobio Mesófilo	4,0 x 10 ¹	UFC/g	-		IT-344 AOAC 990.12	1,0 x 10 ¹ UFC/g

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Los resultados emitidos, no han sido corregidos con valores de recuperación. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

(13) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

(*) Parametro no Acreditado por IAS nº TL-1036

La información completa relativa a los ensayos está a disposición del cliente.

FIGRELLA MEOÑO BARTUREN
CIP 212153

Jose Jimenez Salas
MQC-2642

FECHA EMISIÓN: 24/01/2025

OBSERVACIONES (*):
Atención: Karla Campos F

Anexo 7. Exámenes microbiológicos de laboratorio externo 1



Empresa solicitante: Jose Roberto Murillo Varela
Responsable:
Muestreado por: CLIENTE



Código de reporte: **121869**
Fecha de recepción: 8/3/2025
Fecha de montaje:
Fecha de reporte: 12/3/2025

REPORTE DE LABORATORIO				
MUESTRA (s)	ANALISIS-DESCRIPCION	RESULTADOS	UNIDAD	OTROS
I. QUESO MOZZARELLA ANALOGO	LOTE: 001			
	Escherichia coli	< 10	UFC/g	AOAC 991.14
	Staphylococcus aureus	< 10	UFC/g	AOAC 2003.07
	Detección Molecular Salmonella spp	Negativo	/25g	AOAC2016.01
	Listeria monocytogenes MDA2	Negativo	/25g	AOAC 2016.08

METODOS:

- +506 2234 8837
- +506 2234 5862
- +506 2224 6541
- +506 7138 2750
- www.microlabser.com

-  facebook.com/microlabser
-  Guadalupe, del correo 75 mts Norte.
Zip: 10801
-  laboratorio@microlabser.com

Rev-03-21





Firma M.Q.C

Este Laboratorio cuenta con Programas de Calidad Internos y Externos, Permisos Sanitarios y Certificados de Validez Internacional.
 1- AOAC PT ENROLLMENT ID#119455. 2- MINISTERIO SALUD: # 01048
 3- MAG - SENASA (CVO): #DRM1951-2010 4- MQC- SEEC SJ#136.






Anexo 8. Exámenes microbiológicos de laboratorio externo 2



Empresa solicitante: Jose Roberto Murillo Varela
Responsable:
Muestreado por: CLIENTE



Código de reporte: **122083**
Fecha de recepción: 22/3/2025
Fecha de montaje:
Fecha de reporte: 26/3/2025

REPORTE DE LABORATORIO				
MUESTRA (s)	ANALISIS-DESCRIPCION	RESULTADOS	UNIDAD	OTROS
1. QUESO MOZZARELLA ANALOGO	LOTE: 001			
	Escherichia coli	< 10	UFC/g	AOAC 991.14
	Staphylococcus aureus	< 10	UFC/g	AOAC 2003.07
	Detección Molecular Salmonella spp	Negativo	/25g	AOAC2016.01
	Listeria monocytogenes MDA2	Negativo	/25g	AOAC 2016.08

METODOS:

-  +506 2234 8837
-  +506 2234 5862
-  +506 2224 6541
-  +506 7138 2750
-  www.microlabscr.com

-  facebook.com/microlabscr
-  Guadalupe, del correo 75 mts Norte. Zip: 10801
-  laboratorio@microlabscr.com

Rev-03-21




Firma M.Q.C.

Este Laboratorio cuenta con Programas de Calidad Internos y Externos, Permisos Sanitarios y Certificados de Validez Internacional.
 1- AOAC PT ENROLLMENT ID#119455. 2- MINISTERIO SALUD: # 01048
 3- MAG - SENASA (CVO): #DRM1951-2010 4- MQC- SEEC SJ#136.







Anexo 9. Exámenes microbiológicos de laboratorio externo 3



Empresa solicitante: Jose Roberto Murillo Varela
Responsable:
Muestreado por: CLIENTE





Código de reporte: **122542**
Fecha de recepción: 14/4/2025
Fecha de montaje:
Fecha de reporte: 16/4/2025

REPORTE DE LABORATORIO				
MUESTRA (s)	ANALISIS-DESCRIPCION	RESULTADOS	UNIDAD	OTROS
1. QUESO MOZZARELLA ANALOGO	LOTE: 003			
	Escherichia coli	< 10	UFC/g	AOAC 991.14
	Staphylococcus aureus	< 10	UFC/g	AOAC 2003.07
	Detección Molecular Salmonella spp	Negativo	/25g	AOAC2016.01
	Listeria monocytogenes MDA2	Negativo	/25g	AOAC 2016.08


METODOS:

+506 2234 8837
+506 2234 5862
+506 2224 6541
+506 7138 2750
www.microlabscr.com



 facebook.com/microlabscr
 Guadalupe, del correo 75 mts Norte.
Zip: 10801
 laboratorio@microlabscr.com

Rev-03-21




Pimú M.Q.C

Este Laboratorio cuenta con Programas de Calidad Internos y Externos, Permisos Sanitarios y Certificados de Validez Internacional.
1- AOAC PT ENROLLMENT ID#119455. 2- MINISTERIO SALUD: # 01048
3- MAG - SENASA (CVO): #DRM1951-2010 4- MQC- SEEC SJ#136.


Anexo 10. Ficha técnica de Cremelado



MAKER INDUSTRIAL

Ficha Técnica

MANTECA CREMELADO

Descripción: Manteca elaborada en base de aceite de nuez de palma parcialmente hidrogenado y refinado físicamente.

Uso y consumidores: Como sustituto de grasa láctea en la elaboración de helados. Todo tipo de consumidor

Ingredientes: Aceite de coquito de palma parcialmente hidrogenado y refinado físicamente, T.B.H.Q. 0,02% máximo como antioxidante.

Alérgenos: No contiene Alérgenos

Producto libre de grasa Trans

Presentación: Corrugado de 25 kg con bolsa interna de polietileno.

Vida útil: Nueve meses a partir de su fecha de elaboración.

Propiedades Físicoquímicas:

Ácidos Grasos Libres como Láurico/(%)	0.050 máximo
Índice de Peróxidos/(mg/kg)	2.0 máximo
Contenido de Humedad y materiales Volátiles/(%)	0.10 máximo
Antioxidante T.B.H.Q/(mg/L).	<200 ppm
Color Lovibond del aceite/(5 ¼ pulgs)	10A-3.0 R ,máximo

Contenido de Sólidos Grasos/ (%)

Temperatura/(C)	10°C	21.1°C	26.7°C	33.3°C	37.8°C
Contenido/(%)	90.5 ± 3.0	62.0 ± 2.0	25.0 ± 2.0	2.5 ± 1.5	0.5 ± 0.5

Contenido de Ácidos Grasos/ (%)

Láurico	1.0 máximo
Mirístico	1.5+/-0.5
Palmítico	47.0 ± 2.0
Esteárico	7.5+/-2.0
Oleico	8.5 ± 2.0
Linoleico	7.5 ± 2.0
Araquídico	0.5 máximo

Anexo 11. Ficha técnica de la base análoga



Base Estabilizante para Mozzarella ESAS39237

Descripción del producto:

Base que umente y extiende el rendimiento en la producción de Queso Mozarella

Declaración de ingredientes:

Renina caseina, grasa vegetal, citrato de sodio, almidón modificado de maíz, almidón de papa

Dosis:

Utilizar al 6.20%

Aplicaciones:

Queso Mozzarella

Información Nutricional en 100

g: Calorías 400 kcal
Carbohidratos 9.00 %
Proteína 60.0 %
Grasa 13.0 %
Humedad 8.00 %
Sodio 22.0 mg
Cenizas 5.00 %

Evaluaciones físicas y

químicas Apariencia Polvo

Olor y sabor Inoloro

Color Blanco - crema **pH** 6.5 – 7.5

Evaluaciones

Microbiológicas: Eschericia coli

<3

Salmonella spp Ausencia

Staphylococcus aureus <10

Presentación:

Saco de 31 kg

Aprobaciones:

Cumple con el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06

Condiciones de almacenamiento:

El producto debe mantenerse en su empaque original cerrado, protegido a una exposición prolongada a la luz, a temperatura ambiente (20°C a 25°C). Almacenar en lugar fresco, limpio y seco; humedad relativa máxima 75%

Origen:

El Salvador

Vida útil:

12 meses después de su fecha de elaboración, bajo condiciones aptas de almacenamiento.

Alérgenos:

Contiene alérgeno tipo lácteo

Información Adicional:

Comuníquese con su asesor técnico.

Anexo 12. Ficha técnica del almidón de papa Lyckeby



1 (2)

Valid from: 2023-06-20

Version 1

Product specification

SWELY GEL KF 60 Art.no: 980142EUROPA

General description	Pregelatinized potato starch.																									
Ingredients	Potato starch																									
Declared as	Starch																									
Customs tariff no	35051090																									
Best before (years)	4																									
Storage	Clean, dry at ambient temperature, away from odorous materials.																									
Appearance	White ground powder																									
Moisture content	9% maximum, as packed. The moisture content may change gradually depending on storage conditions.																									
Viscosity	Viscosity maximum 400 BU(According to internal method 4.11.2-121)																									
Packaging	Paper bags or big bags.																									
Nutrition declaration	<table border="0"> <tr> <td>Nutrition Declaration</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Energy value (100g)</td> <td>1552 kJ</td> </tr> <tr> <td>Energy value. (100g)</td> <td>365 kcal</td> </tr> <tr> <td>Fat</td> <td>0,1 g</td> </tr> <tr> <td>where of saturated fat</td> <td>0,02 g</td> </tr> <tr> <td>Carbohydrate</td> <td>91 g</td> </tr> <tr> <td>where of sugars</td> <td>0 g</td> </tr> <tr> <td>Protein</td> <td>0,1 g</td> </tr> <tr> <td>Salt</td> <td>0,10 g</td> </tr> </table>		Nutrition Declaration		Energy value (100g)	1552 kJ	Energy value. (100g)	365 kcal	Fat	0,1 g	where of saturated fat	0,02 g	Carbohydrate	91 g	where of sugars	0 g	Protein	0,1 g	Salt	0,10 g						
Nutrition Declaration																										
Energy value (100g)	1552 kJ																									
Energy value. (100g)	365 kcal																									
Fat	0,1 g																									
where of saturated fat	0,02 g																									
Carbohydrate	91 g																									
where of sugars	0 g																									
Protein	0,1 g																									
Salt	0,10 g																									
Microbiological status	<table border="0"> <tr> <td>Total plate count</td> <td><= 1000 cfu/g</td> </tr> <tr> <td>Coliform 37</td> <td><= 10 cfu/g</td> </tr> <tr> <td>Yeast</td> <td><= 100 cfu/g</td> </tr> <tr> <td>Mold</td> <td><= 100 cfu/g</td> </tr> <tr> <td>Salmonella neg 25g</td> <td>Negativ</td> </tr> </table>		Total plate count	<= 1000 cfu/g	Coliform 37	<= 10 cfu/g	Yeast	<= 100 cfu/g	Mold	<= 100 cfu/g	Salmonella neg 25g	Negativ														
Total plate count	<= 1000 cfu/g																									
Coliform 37	<= 10 cfu/g																									
Yeast	<= 100 cfu/g																									
Mold	<= 100 cfu/g																									
Salmonella neg 25g	Negativ																									
Allergens	<table border="0"> <tr> <td>according to 2011/1169/EU</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cereals contain gluten and products thereof</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Crustaceans and products thereof</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Eggs and products thereof</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Fish and products thereof</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Peanuts and product thereof</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Soyabean and product thereof</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Milk and product thereof</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Nuts and product thereof</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Celery and product thereof</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Mustard seed and product thereof</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Sesame seeds and product thereof</td> <td>No</td> </tr> </table>		according to 2011/1169/EU		Cereals contain gluten and products thereof	No	Crustaceans and products thereof	No	Eggs and products thereof	No	Fish and products thereof	No	Peanuts and product thereof	No	Soyabean and product thereof	No	Milk and product thereof	No	Nuts and product thereof	No	Celery and product thereof	No	Mustard seed and product thereof	No	Sesame seeds and product thereof	No
according to 2011/1169/EU																										
Cereals contain gluten and products thereof	No																									
Crustaceans and products thereof	No																									
Eggs and products thereof	No																									
Fish and products thereof	No																									
Peanuts and product thereof	No																									
Soyabean and product thereof	No																									
Milk and product thereof	No																									
Nuts and product thereof	No																									
Celery and product thereof	No																									
Mustard seed and product thereof	No																									
Sesame seeds and product thereof	No																									

Sveriges Stärkelseproducenter, förening u.p.a

Adress / Mailing address
Degebergavägen 60
SE-291 91 Kristianstad
Sweden

Telefon/ Telephone
+46 (0)44 28 61 00

info@lyckeby.com
www.lyckeby.com

Anexo 13. Ficha técnica del almidón modificado Lyckeby



1 (2)

Valid from: 2020-07-24

Version 1

Product specification

TRECOMEX TWELVE02 Art.no: 980042_

General description	Food additive. Starch sodium octenylsuccinate. Pregelatinized, modified potato starch. Low viscous with excellent emulsion stabilizing properties.																															
Ingredients	Modified starch (E1450)																															
Declared as	Modified starch (E1450)																															
Customs tariff no	35051050																															
Best before (years)	4																															
Storage	Clean, dry at ambient temperature, away from odorous materials.																															
Appearance	White, fairly coarse ground powder.																															
Moisture content	9% maximum, as packed. The moisture content may change gradually depending on storage conditions.																															
Viscosity	200-500 mPas. (According to internal method 4.11.2-108).																															
Purity	The product fulfils purity criteria as per 2012/231/EU.																															
Packaging	Paper bags or big bags.																															
Nutrition declaration	<table border="0"> <tr> <td colspan="3">Nutrition Declaration</td> </tr> <tr> <td>Energy value (100g)</td> <td colspan="2">1552 kJ</td> </tr> <tr> <td>Energy value. (100g)</td> <td colspan="2">365 kcal</td> </tr> <tr> <td>Fat</td> <td colspan="2">0,1 g</td> </tr> <tr> <td>where of saturated fat</td> <td colspan="2">0,02 g</td> </tr> <tr> <td>Carbohydrate</td> <td colspan="2">91 g</td> </tr> <tr> <td>where of sugars</td> <td colspan="2">0 g</td> </tr> <tr> <td>Protein</td> <td colspan="2">0,1 g</td> </tr> <tr> <td>Salt</td> <td colspan="2">0,60 g</td> </tr> </table>		Nutrition Declaration			Energy value (100g)	1552 kJ		Energy value. (100g)	365 kcal		Fat	0,1 g		where of saturated fat	0,02 g		Carbohydrate	91 g		where of sugars	0 g		Protein	0,1 g		Salt	0,60 g				
Nutrition Declaration																																
Energy value (100g)	1552 kJ																															
Energy value. (100g)	365 kcal																															
Fat	0,1 g																															
where of saturated fat	0,02 g																															
Carbohydrate	91 g																															
where of sugars	0 g																															
Protein	0,1 g																															
Salt	0,60 g																															
Microbiological status	<table border="0"> <tr> <td>Total plate count</td> <td colspan="2"><= 1000 cfu/g</td> </tr> <tr> <td>Coliform 37</td> <td colspan="2"><= 10 cfu/g</td> </tr> <tr> <td>Yeast</td> <td colspan="2"><= 100 cfu/g</td> </tr> <tr> <td>Mold</td> <td colspan="2"><= 100 cfu/g</td> </tr> <tr> <td>Salmonella neg 25g</td> <td colspan="2">Negativ</td> </tr> </table>		Total plate count	<= 1000 cfu/g		Coliform 37	<= 10 cfu/g		Yeast	<= 100 cfu/g		Mold	<= 100 cfu/g		Salmonella neg 25g	Negativ																
Total plate count	<= 1000 cfu/g																															
Coliform 37	<= 10 cfu/g																															
Yeast	<= 100 cfu/g																															
Mold	<= 100 cfu/g																															
Salmonella neg 25g	Negativ																															
Allergens	<table border="0"> <tr> <td colspan="3">according to 2011/1169/EU</td> </tr> <tr> <td>Cereals contain gluten and products thereof</td> <td colspan="2">No</td> </tr> <tr> <td>Crustaceans and products thereof</td> <td colspan="2">No</td> </tr> <tr> <td>Eggs and products thereof</td> <td colspan="2">No</td> </tr> <tr> <td>Fish and products thereof</td> <td colspan="2">No</td> </tr> <tr> <td>Peanuts and product thereof</td> <td colspan="2">No</td> </tr> <tr> <td>Soyabean and product thereof</td> <td colspan="2">No</td> </tr> <tr> <td>Milk and product thereof</td> <td colspan="2">No</td> </tr> <tr> <td>Nuts and product thereof</td> <td colspan="2">No</td> </tr> <tr> <td>Celery and product thereof</td> <td colspan="2">No</td> </tr> </table>		according to 2011/1169/EU			Cereals contain gluten and products thereof	No		Crustaceans and products thereof	No		Eggs and products thereof	No		Fish and products thereof	No		Peanuts and product thereof	No		Soyabean and product thereof	No		Milk and product thereof	No		Nuts and product thereof	No		Celery and product thereof	No	
according to 2011/1169/EU																																
Cereals contain gluten and products thereof	No																															
Crustaceans and products thereof	No																															
Eggs and products thereof	No																															
Fish and products thereof	No																															
Peanuts and product thereof	No																															
Soyabean and product thereof	No																															
Milk and product thereof	No																															
Nuts and product thereof	No																															
Celery and product thereof	No																															

San José, 09 de mayo de 2025

Señores

Área de Tecnología

Carrera de Ingeniería en Tecnología de Alimentos

Universidad Técnica Nacional

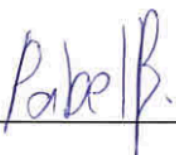
Sede Atenas

Estimados señores:

Comunico que leí el Trabajo Final de Graduación denominado "Estudio de viabilidad técnica y económica de la formulación e implementación de un análogo de mozzarella para mejorar los rendimientos de producción y transferir la tecnología desarrollada a pequeños productores", elaborado por las personas estudiantes Sylvia Helena Armengol Rivera, cédula 159100213519; Jason José Arroyo Soto, cédula 206790359; Karla Stephanie Campos Fernández, cédula 206660535; José Roberto Murillo Varela, cédula 207110040 y Ana Ofelia Niño Marín, cédula 105880955, para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Tecnología de Alimentos.

Se realizaron correcciones al trabajo en aspectos tales como: construcción de párrafos, vicios del lenguaje que se trasladan a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico. Desde ese punto de vista, considero que está listo para ser presentado como Trabajo Final de Graduación, por cuanto cumple con los requisitos establecidos por la Universidad Técnica Nacional.

Suscribe de ustedes cordialmente,



Pabel José Bolívar Porras
Filólogo/Cédula: 7-0170-0718
Carnet Colypro: 67873
Teléfono: 8707-9270
Email: pbolivar.452@gmail.com

**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE LOS TRABAJOS FINALES
DE GRADUACIÓN
UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL**

Alajuela, 16 de mayo del 2025

Señores

Vicerrectoría de Investigación

Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales

Estimados señores:

Nombre de sustentantes	Cédula
Sylvia Helena Armengol Rivera	159100213519
Jason José Arroyo Soto	206790359
Karla Stephanie Campos Fernández	206660535
José Roberto Murillo Varela	207110040
Ana Ofelia Niño Marín	105880955

Nosotros en calidad de autores del trabajo de graduación titulado:

El cual se presenta bajo la modalidad de:

Seminario de Graduación

Proyecto de Graduación

Tesis de Graduación






Presentado en la fecha 16/05/2025, autorizamos a la Universidad Técnica Nacional, sede Atenas, para que nuestro trabajo pueda ser manejado de la siguiente manera:

Autorizamos	SI	No
Conservación de ejemplares para préstamo y consulta física en biblioteca	x	
Inclusión en el catálogo digital del SIBIREDI (Cita catalográfica)	x	
Comunicación y divulgación a través del Repositorio Institucional	x	
Resumen (Describe en forma breve el contenido del documento)	x	
Consulta electrónica con texto protegido	x	
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	x	
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.	x	

Por otra parte, declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e

intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA). Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional.

Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Confiamos en que la Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar nuestros derechos de propiedad intelectual.

Nombre del estudiante	Cédula	Firma
Sylvia Helena Armengol Rivera	159100213519	
Jason José Arroyo Soto	206790359	
Karla Stephanie Campos Fernández	206660535	
José Roberto Murillo Varela	207110040	
Ana Ofelia Niño Marín	105880955	

Día: 16 de mayo del 2025