



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

**Elaboración de un queso tipo doble crema bajo en calorías
adicionado con inulina y arándano**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN ALIMENTOS

P R E S E N T A N:

CRUZ JIMÉNEZ REBECA

GARCÍA ALVAREZ ELIZABETH

ASESORAS:

DRA. MARÍA GUADALUPE LÓPEZ PALACIOS

DRA. SARA ESTHER VALDÉS MARTÍNEZ

Cuautilán Izcalli, Estado de México, 2017.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



DEPARTAMENTO DE

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: LA. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Elaboración de un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano.

Que presenta la pasante: Rebeca Cruz Jiménez

Con número de cuenta: 309113856 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 28 de Junio de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	I.B.Q. Saturnino Maya Ramírez	
VOCAL	M. en C. María Guadalupe Amaya León	
SECRETARIO	Dra. María Guadalupe López Palacios	
1er. SUPLENTE	L.A. María del Consuelo Molina Arciniega	
2do. SUPLENTE	Dra. María Elena Pahuá Ramos	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

SUPERIOR

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



DEPARTAMENTO DE

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTEZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Elaboración de un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano.

Que presenta la pasante: **Elizabeth García Alvarez**

Con número de cuenta: 309079615 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 28 de Junio de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	I.B.Q. Saturnino Maya Ramírez	
VOCAL	M. en C. María Guadalupe Amaya León	
SECRETARIO	Dra. María Guadalupe López Palacios	
1er. SUPLENTE	L.A. María del Consuelo Molina Arciniega	
2do. SUPLENTE	Dra. María Elena Pahua Ramos	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

DEDICATORIAS

REBECA CRUZ JIMÉNEZ

Esperando que estas palabras puedan expresar un poco, lo muy agradecida que estoy con cada uno de ustedes:

A Dios, por darme las fuerzas cada día de seguir adelante y luchar por mis sueños y enseñarme día a día a ser mejor ser humano.

A la **UNAM** por ser mi segunda casa desde el 2009, por darme los mejores momentos en mi vida preparatoria y universitaria y darme la oportunidad de conocer maravillosas personas, además de brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme como profesionista.

A mi asesora y co-asesora **María Guadalupe López Palacios** y **Sara Esther Valdez Martínez** por el tiempo y la dedicación para el desarrollo de este proyecto.

A mis **sinodales** por el tiempo, la dedicación y los consejos para la revisión del proyecto.

A mis padres Lidia y José Luis, gracias por el apoyo, la confianza, la paciencia y el amor que me han tenido, gracias por siempre estar a mi lado y aconsejarme en mis malas o buenas decisiones, por jamás permitir que me dé por vencida y siempre tener un buen consejo para mí por motivarme a ser mejor persona y profesionista cada día, gracias por las desveladas, los desayunos, por llevarme a la escuela dejándome dormir un ratito más y por cada acción que no alcanzaría a enumerar que me ha ayudado en mi formación, no tengo palabras que me alcancen para describir el enorme agradecimiento que les tengo, que este logro no es solo mío sino también suyo, que a pesar de haber tenido un año un poco difícil, he logrado esto gracias a su apoyo incondicional y su amor, espero se sientan muy orgullosos de mí, los AMO.

A mi hermano Luis, por estar siempre ahí de molonsito jejejeje te quiero mucho, espero verte tener muchos logros igualmente y que seas muy feliz te quiero.

A martita, uno de mis angelitos, gracias por tu cariño y tus consejos, ahora puedo decirte que he cumplido una de las promesas que te hice, espero estés muy orgullosa de mi <3.

A mi familia, por creer en mí, aconsejarme y estar a mi lado, cada uno lleva un lugar muy importante en mi corazón, los quiero gracias por estar conmigo: mamá Olga, papá Arturo, mamá Lety, madrina Martha y padrino Manuel.

A mis primos, Vicky, Lore, Pao y Julio por quererme aconsejarme, escucharme y sobre todo porque ser más que mis primos son mis hermanos, espero seguir compartiendo muchos momentos felices y de éxito a su lado y verlos triunfar siempre, los quiero muchísimo ☺.

A mi familia **Cruz** por ser parte de mi vida, aconsejarme y consentirme los quiero mucho.

A mi compañero de aventuras y mi amor **José Eduardo Malagón López**, gracias por el apoyo y los consejos que día a día me diste, por creer y confiar en mí cuando yo misma lo dudaba, gracias por no permitir que me diera por vencida a pesar de las circunstancias y por más difícil que se tornaran las cosas, por aconsejarme y darme ánimos siempre, este es uno de los muchos logros que quiero compartir contigo mi “ingeniero”, porque sin esperarlo llegaste a mi vida a cambiarla, no me alcanzan las palabras para agradecerte lo que has hecho por mí, por siempre apoyarme aun así fuera solo escuchándome quejar jajaja o esperándome o ir por mí a la escuela a las 10:30 de la noche, gracias amor por cada momento compartido contigo y por formar parte de mi vida TE AMO MUCHO MACHIN INFINITO INCONMESURABLE Y SEMPIETERNO. (Tuyo♥)

A la **Dra. María de los Ángeles Cornejo Villegas** por brindarme la oportunidad de hacer mi servicio social con usted, enseñándome nuevas cosas y sobre todo por brindarme su apoyo y amistad, gracias.

A mis amigos **Nadia, Kari, Leo, Bibi e Itzel** por darme el mejor regalo que es su amistad, por cada uno de los momentos maravillosos vividos y todos los que nos faltan por vivir gracias.

A mi amigo **Armando (capi)** por el apoyo, los consejos y la ayuda brindada siempre gracias te quiero mucho.

A mis ingenieras **Clarís, Melody, Itzel (Manguito) y Elizabeth** por formar parte en distintos momentos de mi vida universitaria, por cada uno de ellos gracias las quiero.

A **Elizabeth García Alvarez** por acompañarme en esta travesía de realizar una tesis.

Elizabeth García Álvarez

Dios gracias porque me has dado lo más importante la vida y la oportunidad de culminar esta meta, gracias por todas esas personas hermosas que pusiste y sigues poniendo en mi camino.

Universidad Nacional Autónoma de México, hoy te doy las gracias por abrirme tus puertas ya hace más de 8 años, por darme la oportunidad de ser parte de ti, por regalarme tus instalaciones, por tus profesores, por tus bibliotecas, por dejarnos ser siempre independientes, por enseñarnos a ser responsables, por demostrarnos que el conocimiento es de aquel que lo busca ya que tú nos das todas las herramientas necesarias para hacerlo, gracias porque tú nos permites tener todo por la módica cantidad de 20 centavos al año, gracias UNAM, gracias Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por dejarme estar en tus instalaciones a lo largo de mi carrera, porque a pesar de estar tan pequeña encontré personas muy valiosas que siempre recordare con mucho cariño, gracias a mi facultad.

La vida es solo un regalo que dios nos brinda, aprendamos a ver cada día como si fuera el último, cuando dios nos asigna a nuestros padres, seguramente cuando a ustedes los eligió para mí sabía que me iban a hacer inmensamente feliz, agradezco a dios por darme unos padres tan buenos, bondadoso, honestos, amoroso, responsables, Sr. Vicente García Montoya, agradezco cada uno de los momentos que ha compartido junto a mí, por ser tan responsable conmigo y hacerlo de una manera excepcional, gracias porque gracias a usted soy una persona responsable e independiente, Sra. Socorro Álvarez Moran a usted no le debo solo la vida, le debo lo que soy porque me ha enseñado a ser valiente, agradecida, humilde, independiente y responsable, quizás el tiempo que le falto hace unos años lo ha recompensado y sobrepasado ahora, gracias por sus noches de desvelos, por sus palabras, por sus consejos, por su valor, por su ejemplo, por ser mi madre gracias porque sin usted no sería la persona que soy, todo se lo debo a usted esto es para ustedes y por ustedes.

Nanci García Álvarez, hermana gracias por ser mi apoyo incondicional, por regalarme tu tiempo, tus años, tu apoyo, gracias por dejarme ser parte de tu hermosa familia, cada uno de nosotros le hemos dado en distintas circunstancias a mis padres orgullo y felicidad, gracias por darme dos sobrinos hermosos Daniela Refugio García, José Ángel Refugio García, por el apoyo incondicional de tu esposo, Daniel Refugio García, no olvidare que gracias a ti pude tener una computadora que utilice hasta el final de mi proyecto, gracias por ser parte de nuestra familia.

Vicente García Álvarez, gracias por tiempo y tu preocupación porque a pesar de que discutimos siempre sabes que daría mi vida por cada uno de ustedes sin pensarlo, formas parte de este y de cada uno de mis logros y sé que formare parte de los tuyos eres un niño muy responsable, aferrado a tus ideales, sé que serás alguien exitoso y estaré siempre ahí, en tus éxitos y fracasos tal como tú lo has hecho fielmente conmigo, y ayudarme a levantarme cada que lo he necesitado, gracias por todo mi querido y amado hermano.

Sra. Candelaria Pineda Álvarez gracias por ser no sólo mi mejor amiga sino mi segunda mamá, nunca terminare de agradecerle la oportunidad de ver otra vez a mi familia reunida, gracias por todos sus consejos y apoyo, gracias por estar en esta vida y enseñarnos los caminos

correctos para encontrar la felicidad y el amor que nos hacía falta, hemos encontrado gracias a dios y a usted una segunda oportunidad de vida, a su esposo el Sr. Germán Hernández por dejarme compartir con ustedes todos los gratos y bonitos momentos que hemos pasado.

A todas las personas que fueron parte al inicio, durante y al final de la realización de este proyecto, a todos mis familiares que han estado presentes al a familia Álvarez, a mis abuelitos que me cuidan con su alma y espíritu Sr. Pedro García García(†) y Esperanza Montoya Rivas(†), a la Sr. Guadalupe Moran Corona por regalarme a esa mamá tan hermosa que tengo y apoyarme en este camino, también agradezco a cada laboratorista que nos apoyó con nuestro material, al personal que nos apoyó cuando tuvimos que experimentar en vacaciones, a cada una de las personas que quizás no volveremos a ver pero que nos brindaron su apoyo y ayuda, aun sin conocernos, gracias por todo.

Hace más de 5 años empezó una aventura que por fin hemos decidido concluir, gracias Rebeca Cruz Jiménez por tu tiempo y dedicación en este proyecto, por el apoyo incondicional tuyo y el de tu familia, les estoy eternamente agradecida, por haberme abierto las puertas de su hogar gracias.

Bien dicen que las amistades no se eligen llegan solas, así es como ustedes llegaron y formaron parte de esto, como olvidar lo exámenes, series, trabajos, seminarios, y mil y un cosas más que terminamos, gracias por esta bonita amistad Vicuña Melody, Ortiz Clara, Itzel Amairani, Reyes Balbuena Jessica Semiramis, Sandra Flores. Aunque no siempre no los podemos ver, sabes que estarán ahí presentes cuando necesites de su apoyo, cuando necesites celebrar un logro o simplemente para pasar un buen rato juntos, quien diría que después de tantos años nos volveríamos a reencontrar, gracias Polet, Sandi, Maru, Héctor y a ti en especial gracias por ser mi apoyo en esto, gracias por el tiempo que me has dedicado y gracias porque me has ayudado en tantas cosas, gracias por todo Alan Casillas.

Gracias a la empresa que me brindó mi primera oportunidad de ser parte de su organización, gracias a Karina Magallanes, ya que durante mi estancia en mi trabajo me apoyo para poder seguir con esto, gracias sinceras.

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión de la Doc. Guadalupe López Palacios y la Doc. Sara Esther Valdés Martínez, a quienes me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento, por hacer posible la realización de este estudio, además de agradecer su paciencia, tiempo y dedicación que tuvieron para que esto saliera de manera exitosa, Gracias por su apoyo.

“Si alguien ama a una flor de la que sólo existe más que un ejemplar entre los millones y millones de estrellas, es bastante para que sea feliz cuando mira a las estrellas.”

El Principito

ÍNDICE

RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN.....	II
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1 Leche.....	1
1.1.1 Factores que afectan la calidad de la leche	4
1.2 Queso.....	6
1.2.1 Etapas en la elaboración de un queso	9
1.2.2 Producción nacional de quesos y queso doble crema.....	19
1.2.3 Defectos en la elaboración de un queso	21
1.3 Queso doble crema	23
1.3.1 Características del queso doble crema	28
1.4 Alimentos funcionales.....	29
1.4.1 Inulina.....	33
1.4.1.1 Usos de la inulina como ingrediente.....	35
1.5 Arándano.....	38
1.6 Evaluación sensorial.....	40
1.6.1 Los jueces en una evaluación sensorial	41
1.6.2 Pruebas Sensoriales	43
1.6.3 Condiciones de prueba en una evaluación sensorial	45
1.7 Productos con menor contenido calórico.....	48
1.8 Mezcla de mercadotecnia para el producto.....	49
CAPITULO II. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.....	53
2.1 Objetivos	53
2.2 Cuadro Metodológico	54
2.3 Materiales y métodos	56
2.3.1 Objetivo particular 1. Estudio de mercado.....	56
2.3.2 Objetivo particular 2. Incorporación del arándano y condiciones de proceso del producto	58
2.3.2.1 Fuerza del cuajo.....	58
2.3.2.2 Condiciones de proceso e incorporación del arándano.....	59
2.3.2.3 Elaboración de un queso tipo doble crema con diferentes concentraciones de inulina (5,10 y 15 %).....	61
2.3.2.3.1 Descripción del diagrama de bloques para un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano	61
2.3.3 Objetivo particular 3. Análisis microbiológico y sensorial	65
2.3.3.1 Análisis microbiológico	65
2.3.3.2 Aplicación de evaluación sensorial.....	65
2.3.4 Objetivo particular 4. Análisis químico proximal y fisicoquímico	67
2.3.4.1 Determinación de la composición química y análisis fisicoquímico	67

2.3.4.2 Cálculo del contenido calórico	68
CAPITULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	71
Estudio de mercado.....	71
Mezcla de mercadotecnia.....	78
Incorporación del arándano y condiciones de proceso del producto	83
Análisis microbiológico y sensorial al producto	87
Análisis químico proximal, fisicoquímico y contenido calórico	95
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES.....	101
REFERENCIAS	102
ANEXO I	110
ANEXO II	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de quesos.....	8
Figura 2. Etapas generales de elaboración de un queso fresco.....	10
Figura 3. Producción de quesos en México desde 2009 al 2016	20
Figura 4. Producción de quesos en México en el 2016.....	20
Figura 5. Producción de queso doble crema en México desde 2009 a 2016 ..	21
Figura 6. Diagrama de bloques para un queso doble crema.....	24
Figura 7. Estructura química de la inulina (a) Molécula terminal de β -Dglucopiranosil y (b) Molécula terminal de fructosa β -D-fructopiranosil..	34
Figura 8. Tipos de pruebas sensoriales.....	44
Figura 9. Variables de las 4 P's de la mezcla de la mercadotecnia	51
Figura 10. Cuadro Metodológico	55
Figura 11. Encuesta para el estudio de mercado	57
Figura 12. Diagrama de bloques para la obtención de mermelada de arándano	59
Figura 13. Diagrama de bloques para un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano.....	64
Figura 14. Evaluación sensorial	66
Figura 15. ¿Conoce usted el queso tipo doble crema?	72
Figura 16. (a) Ha consumido este tipo de queso (b) ¿Con qué frecuencia consume este tipo de queso?.....	73
Figura 17. (a) ¿Consumiría un queso tipo doble crema con fruta integrada? (b) ¿Con cuál de los siguientes frutos le gustaría a usted consumir un queso tipo doble crema?	74
Figura 18. (a) ¿Consume alimentos con fibra? (b) ¿Consumiría usted un queso tipo doble crema adicionado con fibra?	76
Figura 19. ¿En qué presentación le gustaría encontrar el producto?	77
Figura 20. Empaque de queso panela marca FUD de 300 g	82
Figura 21. Empaque abierto de queso panela de la marca FUD de 300 g.....	82
Figura 22. Fuerza de cuajo.....	83
Figura 23. Etapa experimental de cálculo de fuerza del cuajo	84
Figura 24. Resultados del análisis sensorial con 6 jueces consumidores	91

Figura 25. Perfil sensorial del queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano.....	93
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Minerales y ácidos grasos en la leche	2
Tabla 2. Composición vitamínica de la leche	3
Tabla 3. Composición de la leche en diversas razas distribuidas en México	4
Tabla 4. Clasificación general de los quesos	6
Tabla 5. Características del coágulo al iniciar el escurrimiento en función del tipo de coagulación	16
Tabla 6. Diferentes geles en tecnología de la leche y su modo de obtención...	17
Tabla 7. Fallas comunes en el producto final	22
Tabla 8. Composición química del queso doble crema promedio	23
Tabla 9. Características de un queso doble crema	28
Tabla 10. Requisitos específicos de un queso doble crema.....	29
Tabla 11. Ejemplos de alimentos funcionales	31
Tabla 12. Propiedades funcionales de la inulina y derivados	35
Tabla 13. Composición del arándano rojo	38
Tabla 14. Atributos que se miden en la evaluación sensorial de un queso	40
Tabla 15. Clasificación de productos con menor contenido calórico	48
Tabla 16. Mercadotecnia de las 4 P's	50
Tabla 17. Comparativo de la mezcla de mercadotecnia entre 4 P's y 4 C's	52
Tabla 18. Técnicas analíticas para un análisis microbiológico de un queso tipo doble crema	65
Tabla 19. Técnicas analíticas para un análisis químico proximal de un queso tipo doble crema	68
Tabla 20. Técnicas analíticas para un análisis fisicoquímico de un queso tipo doble crema	68
Tabla 21. Aporte energético por nutrimento	69
Tabla 22. Lineamientos de etiquetado.....	69
Tabla 23. Precios de un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano	80

Tabla 24. Porcentajes de sal y mermelada de fresa utilizadas en la elaboración de un queso crema probiótico con una cepa iniciadora <i>Lactobacillus casei</i> , bajo en grasa con inulina y saborizado con fresa.....	85
Tabla 25. Formulación de mermelada de arándano para un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano	85
Tabla 26. Formulación de un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano	86
Tabla 27. Resultados del análisis microbiológico para la formulación 1 (5 % de inulina)	88
Tabla 28. Resultados del análisis microbiológico para la formulación 2 (10 % de inulina).....	88
Tabla 29. Resultados del análisis microbiológico para la formulación 3 (15 % de inulina).....	89
Tabla 30. Recuento de microorganismos para el estudio de la vida útil sensorial del queso doble crema con dos niveles de grasa por Novoa C. y N. López (2008)	89
Tabla 31. Análisis Estadístico de las pruebas sensoriales	93
Tabla 32. Resultados del análisis químico proximal.....	95
Tabla 33. Resultados del análisis fisicoquímico del producto.....	96
Tabla 34. Aporte calórico de los quesos comerciales y del producto	98
Tabla 35. Porcentaje de reducción de calorías de quesos comerciales comparados con el queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano	98
Tabla 36. Cálculo del contenido calórico de 30 g de queso doble crema La Villita.....	110

RESUMEN

El objetivo general del presente trabajo fue el desarrollo de un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano, para poder obtener un producto funcional e inocuo. El desarrollo de alimentos funcionales surge como respuesta a una creciente demanda de la población asociada a una alimentación balanceada y saludable, la leche y el queso contienen componentes beneficiosos para el organismo, en México se producen diversas variedades de quesos como: fresco 17 %, panela 14 % y doble crema 13 %, por lo que promover el consumo de este tipo de productos es de vital importancia. La metodología consistió en un estudio de mercado, el desarrollo de tres formulaciones de queso tipo doble crema variando el contenido de inulina (5, 10 y 15 %), a las cuales se les llevo a cabo un análisis microbiológico y sensorial con el fin de determinar la formulación a la que se le realizaría un análisis químico proximal. Los principales resultados del estudio de mercado indican que el 87 % consumiría un queso adicionado con fibra y el 78 % adicionado con fruta, siendo de preferencia el arándano con un 35 %, sensorialmente se demostró que la formulación que cumplió con los parámetros evaluados sabor, color, olor, textura y cremosidad era la que contenía el 5 % de inulina, en conclusión se obtuvo que el producto es un alimento funcional debido a los beneficios que ofrece como lo es su contenido de fibra y arándano, además de tener un aporte bajo en calorías, lo que lo hace un alimento ideal para una dieta sana.

Palabras clave: queso doble crema, inulina, funcional, arándano.

INTRODUCCIÓN

La producción industrial de leche y derivados lácteos registra un aumento en la mayor parte de los productos entre 2009 y 2016 según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), destacándose la producción de leche fluida, leche en polvo descremada, mantequilla y quesos¹.

El queso es el producto fresco o maduro, sólido o semisólido, obtenido por separación del suero después de la coagulación de la leche natural, de la desnatada total o parcial, del suero de mantequilla, o de una mezcla de algunos o todos estos productos, por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, con hidrólisis previa de la lactosa².

Se conocen alrededor del mundo más de 2000 tipos de queso, los cuales presentan características diversas que requieren para su elaboración procesos distintos entre sí. La evolución en la producción de queso, en México, entre 2009 (220,876 Ton) y 2016 (342,184 Ton) muestra un notable crecimiento, y dentro de los quesos que duplicaron su producción se encuentra el queso fresco (59,012 Ton), panela (46,853 Ton) y doble crema (45,910 Ton). El queso doble crema es un producto fresco, ácido, no madurado de pasta semicocida, elaborado a partir de la leche fresca. Es un alimento con contenido de humedad y grasa altos, lo que lo hace un queso semiblando. Los consumidores conscientes de sus necesidades demandan alimentos no solo sabrosos, sino que sean bajos en grasas y que aporten algún

efecto benéfico para la salud. La disminución del contenido graso en algunos alimentos provoca defectos sensoriales en estos, como pérdida de aroma, sabores no esperados y textura defectuosa, como es el caso de los quesos. Una de las estrategias utilizadas por investigadores y la industria alimentaria es el uso de sustitutos de grasas, entre estos se encuentra la inulina. La inulina es un carbohidrato que, debido a su larga cadena tiene la habilidad de formar microcristales en agua no perceptibles en la boca que dan una textura cremosa y suave parecida a la grasa; además la capacidad de retención de agua de estas macromoléculas, forman zonas de unión con el agua produciendo así una mejor textura y firmeza en los alimentos. La inulina es un carbohidrato no digerible por el tracto digestivo del hombre, presente en muchos vegetales, cereales y frutos, la cual aporta una importante cantidad de fibra dietética, aporta un bajo contenido calórico; por lo cual, es utilizada ampliamente como ingrediente funcional, ya que ofrece importantes beneficios a la salud. En la actualidad, la presencia de ciertas cantidades de inulina o sus derivados en la formulación de un producto alimenticio es condición suficiente para que dicho producto pueda ser considerado como alimento funcional. A la inulina se le atribuyen otros beneficios saludables, como ayudar a la disminución del colesterol en sangre, que puede contribuir a la salud cardiovascular^{3,4,5,6,7,8}.

Es un hecho bien establecido que una dieta rica en frutas y hortalizas ayuda a mejorar el estado general de salud y a prevenir enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas, distintos tipos de cáncer, etcétera. Dicho efecto protector

parece estar asociado en gran medida a la capacidad antioxidante de distintos fitoquímicos, capaces de prevenir o ralentizar los procesos oxidativos que intervienen en numerosas patologías. Los compuestos fenólicos son los principales responsables de dicha capacidad antioxidante, siendo los frutos de arándano una de las mejores fuentes de fenoles de distinta naturaleza: ácidos fenólicos, flavonoles, antocianos y proantocianidinas⁹.

En el mercado actual los supermercados solo ofrecen 2 marcas de queso con adición de arándano rojo (Flaveur y Lactette), sin embargo estos quesos son hechos a base de leche de cabra, lo cual no podría ser tan atractivo para todos los consumidores, por lo que viendo la oportunidad de mercado y por lo antes mencionado, se desarrolló un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano que sea sensorialmente agradable y que cumpla con los requerimientos de un alimento funcional.

CAPITULO I. ANTECEDENTES

1.1 Leche

La leche es un líquido secretado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, tras el nacimiento de la cría. Es un líquido de composición compleja, blanco y opaco, de sabor dulce y reacción iónica próxima a la neutralidad. La función natural de la leche es la de ser alimento exclusivo de los mamíferos jóvenes durante el periodo crítico de su existencia, tras el nacimiento, cuando el desarrollo es rápido y no puede ser sustituida por los alimentos. La gran complejidad de la composición de la leche responde a esta necesidad, desde el punto de vista fisicoquímico, es una emulsión de materia grasa que se encuentra en forma globular, además es una suspensión de materias proteicas en un suero constituido por una solución neutra que contiene principalmente lactosa y sales minerales¹⁰.

En cuanto a las proteínas de la leche estas se dividen en caseínas y proteínas de lactosuero que corresponden al 80 y 20 % respectivamente de la proteína total. La caseína es el componente proteico mayoritario su concentración se acerca a los 25 g/L, en la leche la proporción en que se encuentran corresponde a 50 % de α -caseína, 40 % de β -caseína y 10 % de κ -caseína. El 20 % de la fracción proteica en la leche lo constituyen proteínas solubles o lactosuero constituidas por β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, inmunoglobulina, seroalbúmina, proteosa peptona y otras proteínas menores¹⁰.

La grasa en la leche es un componente que indica la calidad de la misma, es rica en lípidos y forma una emulsión de pequeños glóbulos esféricos o ligeramente ovalados, cuyo diámetro y cantidad varía de acuerdo a la raza de la vaca. Los glóbulos de grasa están rodeados de una película lipoproteica, una parte soluble y la otra insoluble, dispuestos en varias capas, de tal manera que los grupos hidrofílicos están orientados hacia una fase acuosa y los hidrofóbicos, hacia la fase lípida. La estabilidad de la emulsión se rompe con el batido, la congelación o por la acción de agentes químicos como ácidos, detergentes, etcétera. La estabilidad de la emulsión se logra con la homogenización en la que se reduce y estandariza el tamaño de los glóbulos de grasa¹⁰.

La leche también contiene minerales y ácidos orgánicos, como lo muestra la Tabla 1, en la cual se puede observar que el mineral mayoritario es el potasio (26.93 %), seguido del calcio (21.88 %) y el mineral minoritario es el magnesio (2.35 %)¹⁰.

Tabla 1. Minerales y ácidos orgánicos en la leche¹⁰.

Componente	g/L
Potasio	1.60
Sodio	0.50
Calcio	1.30
Magnesio	0.14
Fósforo	1.00
Cloro	1.10
Azufre	0.30

Tabla 1. Minerales y ácidos orgánicos en la leche (Continuación)¹⁰.

Componente	g/L
Ácido Cítrico	1.80

El carbohidrato que se encuentra mayoritariamente en la leche es la lactosa, cuyo contenido varía entre 4.8 y 5 %, la lactosa es un disacárido que consta de una molécula de β -D-glucosa y una de α -D-galactosa, unidas por un enlace β , es poco soluble en agua y cristaliza rápidamente¹⁰.

En la leche se encuentran vitaminas que pertenecen a dos grandes grupos: vitaminas liposolubles (A, D y E) y vitaminas hidrosolubles (B₁, B₂, C, B₆, B₁₂, B₅, B₃ y H) como se muestra en la Tabla 2¹¹.

Tabla 2. Composición vitamínica de la leche¹¹.

Componente	Contenido (µg)
Vitamina A	150.0
Vitamina D	2.0
Vitamina E	80.0
Vitamina B ₁ (Tiamina)	45.0
Vitamina B ₂ (Riboflavina)	150.0
Vitamina B ₅ (Ácido pantoténico)	350.0
Vitamina B ₃ (Ácido nicotínico)	100.0
Vitamina H (Biotina)	1.5
Vitamina B ₆	35.0
Vitamina B ₁₂	0.3
Vitamina C	2000.0

1.1.1 Factores que afectan la calidad de la leche

La composición de la leche varía en el transcurso del ciclo de lactación, posterior al nacimiento, la leche contiene calostro, este se diferencia principalmente de la leche por su composición proteica y salina. El estado de salud y la raza también influye en la composición de la leche, en la Tabla 3 se muestra la composición de la leche de diversas razas distribuidas en México¹⁰.

Tabla 3. Composición de la leche en diversas razas distribuidas en México¹⁰.

Raza	Agua (%)	Grasa (%)	Proteínas (%)	Cenizas (%)	Lactosa (%)
Holstein Freisian	87.73	3.40	3.32	0.68	4.87
Jersey	85.07	5.37	3.92	0.71	4.93
Pardo Suizo	86.61	4.01	3.61	0.73	5.04
Guernsey	85.47	4.95	3.91	0.74	4.93

La raza es un factor a considerar en cuanto al volumen de producción y composición de la leche, la Tabla 3 muestra que la grasa es el componente más variable y la lactosa es el más estable, las razas Jersey y Guernsey se consideran razas para la producción de mantequilla y productos donde se requiera un alto contenido de grasa; es decir, son las que presentan un mayor contenido proteico y graso, en comparación con las razas Holstein Freisian y Pardo Suizo¹⁰.

La producción de leche en regiones tropicales está directamente relacionada con la época del año; la producción baja drásticamente durante la época de sequía y

mejora considerablemente en época de lluvias, en cuanto a la composición de la leche también presenta cambios según la época del año.

La producción de leche aumenta con la edad del animal, sin embargo, el contenido de proteína disminuye. El efecto del número de partos es mayor sobre la producción de la leche que sobre su composición, el máximo volumen de producción se alcanza entre el tercero y quinto parto. Después del periodo calostrado, la secreción de la leche aumenta durante el primer mes; posteriormente se mantiene constante durante los dos meses siguientes, para disminuir progresivamente hasta el final del periodo de lactancia, que dura aproximadamente 10 meses. Las concentraciones de grasa y proteína son máximas al inicio de la lactancia y mínimas durante el segundo y tercer mes de lactancia, para luego aumentar hasta el final de esta. En cuanto a la producción de leche, del primer al segundo mes aumenta, posteriormente se mantiene constante hasta los 6 meses para disminuir progresivamente hasta el final de la lactancia¹⁰.

La leche es un producto que se altera fácilmente, ya que no posee más que su protección natural, entre otros factores que pueden alterarla se encuentran la temperatura, los microorganismos que proliferan en ella, en especial aquellos que degradan la lactosa con producción de ácido, ocasionando la floculación de una parte de las proteínas¹⁰.

1.2 Queso

El queso es el producto elaborado de la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales, con o sin adición de crema, obtenida de la coagulación de la caseína con cuajo, gérmenes lácticos, enzimas apropiadas, ácidos orgánicos comestibles y con o sin tratamiento ulterior, por calentamiento, drenada, prensada o no, con o sin adición de fermentos de maduración, mohos especiales, sales fundentes e ingredientes comestibles opcionales, dando lugar a las diferentes variedades de quesos pudiendo por su proceso ser: fresco, madurado o procesado¹².

Los quesos se pueden clasificar dependiendo de muchos y diversos factores, de acuerdo a lo que se pretenda evaluar, como se muestra en la Tabla 4 y Figura 1.

Tabla 4. Clasificación general de los quesos¹³.

Clasificación	Características
Procedencia o país de origen	Españoles Franceses Italianos
Origen de la leche	Queso de leche de vaca Queso de leche de cabra Queso de leche de oveja Queso de búfala
Tipo de pasta	Pasta untable: Doble crema, Crema, Cottage, Petit suisse Pasta tajable: Cheddar, Chihuahua, Manchego, Emmental, Edam Pasta rallable: Añejo, Cotija, Parmesano Pasta hilada: Oaxaca, Asadero, Guaje (Huasteco)

Tabla 4. Clasificación general de los quesos (Continuación)¹³.

Clasificación	Características
Grado de maduración	Fresco: Panela, Cottage Medianamente maduros: Chihuahua, Manchego, Edam Fuertemente maduros: Cotija, Cammenbert, Roquefort
Contenido en grasa	Magros: menos del 20 % de grasa Semigrasos: mínimo 20 % de grasa Grasos: mínimo 40 % de grasa Extragrasos: mínimo 45 % de grasa Doble graso: 60 % o más de grasa
Humedad de la pasta	Duro: 26 - 5 % de humedad (Cheddar, Emmental) Semiduro: 42 - 52 % de humedad (Pasta azul, Manchego curado) Semi-blando: 45 - 55% de humedad (Brie, Camenbert) Blando: 48 - 80% de humedad (Queso de burgos, Villalón)
Según su corteza	Sin corteza Corteza seca Corteza enmohecida Corteza artificial
Textura	Con agujeros redondos: Gruyere De textura granular: Roquefort, Cabrales De textura cerrada: Parmesano, Cheddar
Dureza de la pasta	Pasta blanda: Untables, Fresco, Panela. Pasta semidura: Chihuahua, Manchego, Edam, Gouda Pasta dura: Añejo, Cotija
Sistema de elaboración	Industrial Artesanal

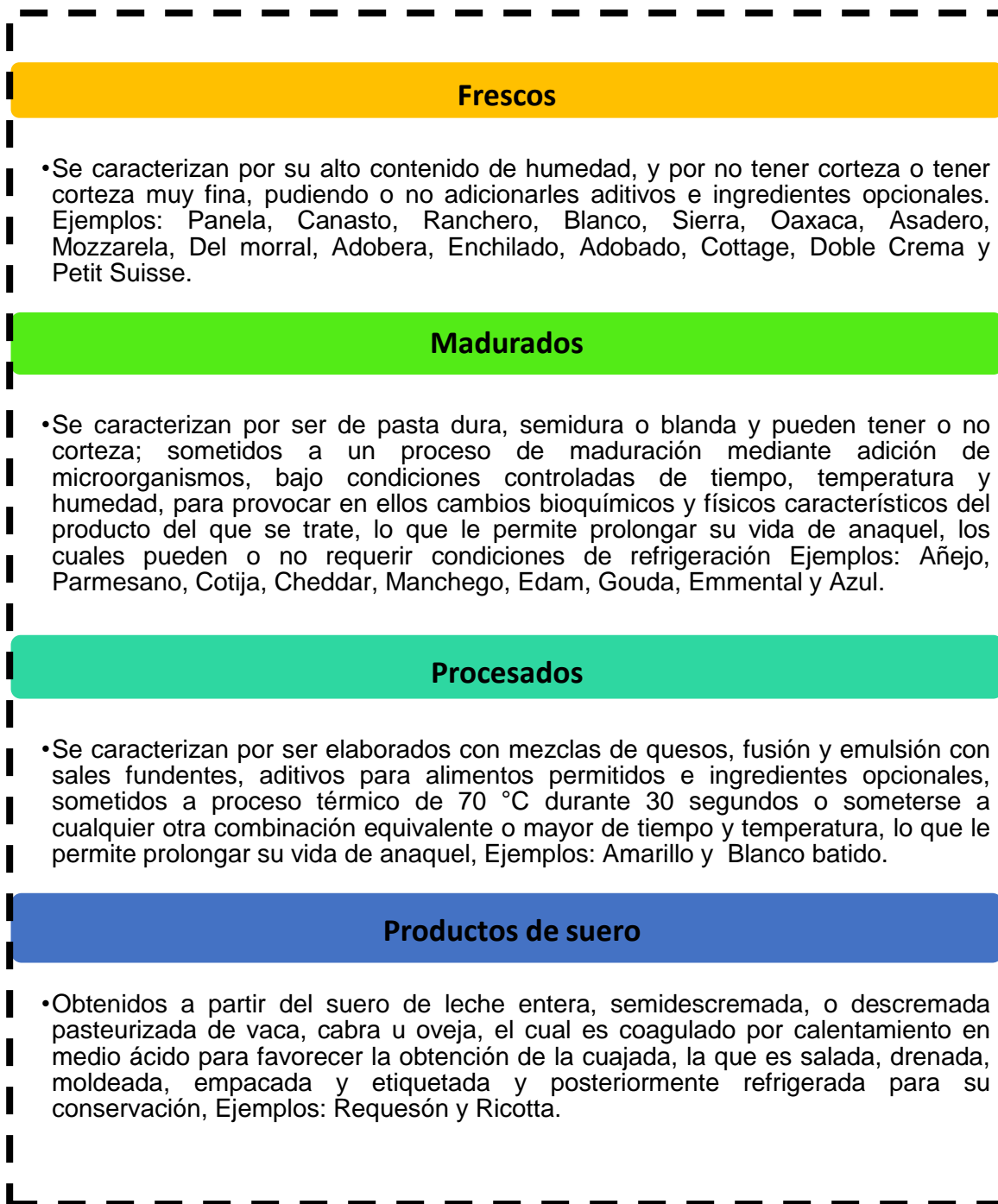


Figura 1. Clasificación de quesos¹².

1.2.1 Etapas en la elaboración de un queso

El queso es la modalidad más antigua de transformación industrial de la leche. Las características de cada tipo de queso son el resultado de numerosos factores interdependientes, como lo son, la composición de la leche, factores microbianos (flora microbiana presente en la leche cruda), bioquímicos (concentración y propiedades de las enzimas presentes), fisicoquímicos (temperatura, pH), químicos (concentración del cloruro de calcio) y mecánicos (corte, trabajo de cuajada, prensado)¹⁴.

Existen diversos procesos, que dependen del tipo de queso que se desea obtener, sin embargo, existen dos etapas fundamentales para la obtención de la cuajada:

1. Formación del gel de la caseína (cuajado)
2. Deshidratación parcial de este gel por sinéresis (desuerado)

Hay cientos de variedades de quesos producidos en todo el mundo, están hechos con diferentes técnicas y procesos, sin embargo, todos los diferentes quesos cuentan con el mismo proceso básico los cuales están descritos a continuación, en la Figura 2 se presentan las etapas generales de la elaboración de un queso fresco y a continuación su descripción^{15,16}.

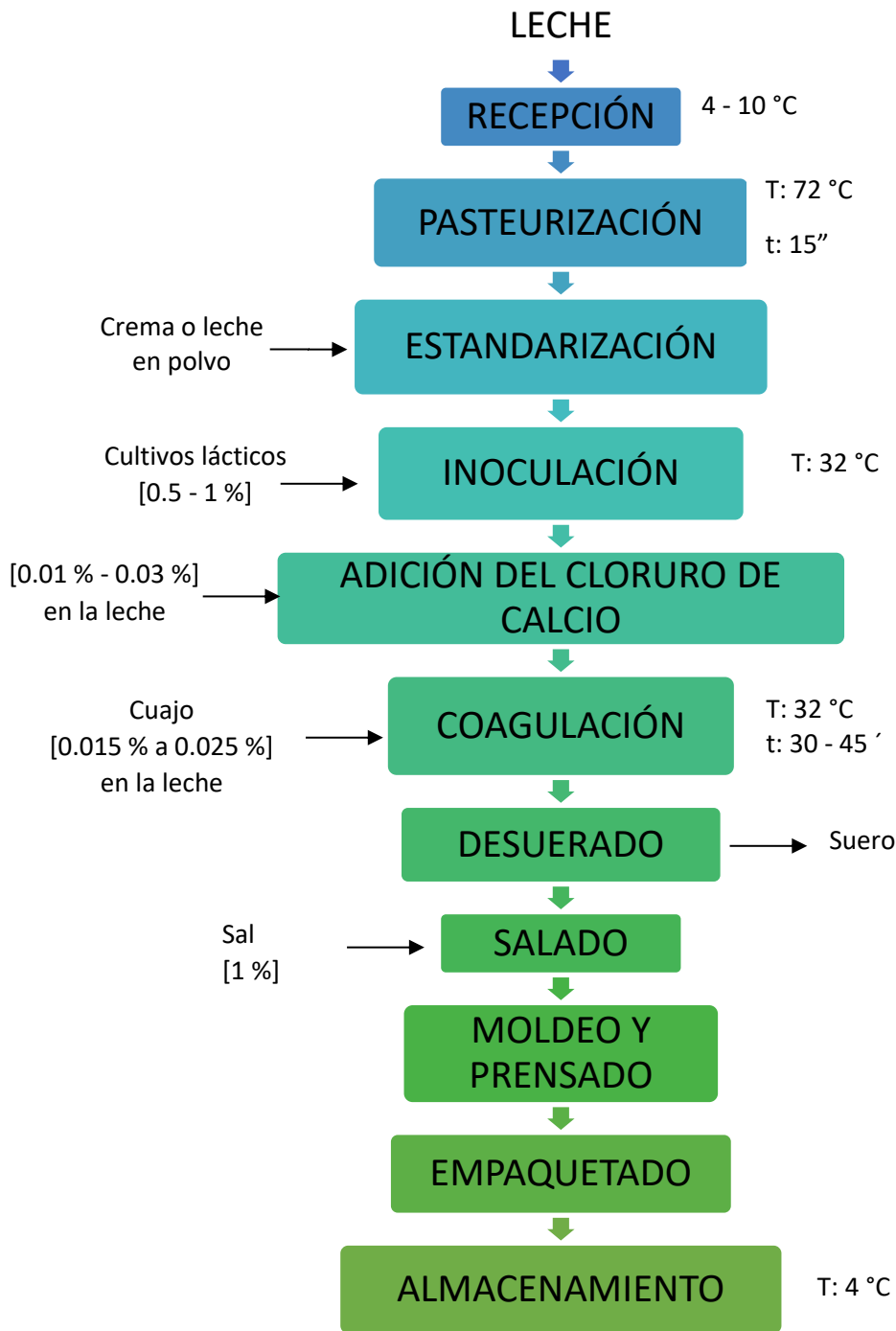


Figura 2. Etapas generales de elaboración de un queso fresco¹⁵.

1. Recepción: La leche llega al lugar de procesamiento, es sometida a análisis fisicoquímicos, para comprobar que cumpla con los parámetros establecidos. Posteriormente se debe enfriar a temperaturas entre 4 y 10 °C, las que se debe mantener hasta su proceso, para controlar la flora microbiana existente, y evitar el desarrollo de microorganismos no deseables¹⁷.

2. Pasteurización: Las múltiples posibilidades de contaminación de la leche antes de llegar a los centros de proceso como lo son: los utensilios de ordeño, el establo, la recolección y el transporte de la misma, además de la flora natural, originan serios riesgos, ya que es factible la contaminación por microorganismos patógenos (*Clostridium*, *Enterobacterias*, *Salmonella*, *Yersina*, *E. coli*, *Shigella*, *Proteus*, *Serratia*, *Klebsiella*, *Brucella* y *Pseudomonas*) y con otros que pueden alterarla con relativa facilidad. La necesidad de eliminar este peligro ha hecho indispensable aplicarle un tratamiento térmico como la pasteurización con el fin de eliminar las formas patógenas y la mayor parte de la flora natural permitiendo tener una leche sana para el consumo humano y con un periodo mayor de conservación. Dicho proceso combina tiempo y temperatura, generalmente consiste en mantener la leche a 61 °C por 30 minutos, a este método se le denomina Low Temperature Long Time (LTLT) o baja temperatura por largo tiempo. La leche se calienta por medio de vapor o agua caliente que circula entre las paredes del intercambiador de calor, una vez pasteurizada la leche se enfría a una temperatura de 32 °C por medio de una corriente de agua fría, para la posterior aplicación de los cultivos lácticos y el cuajo. Actualmente el proceso más usado es el High Temperature Short Time (HTST), en

el cual el producto se mantiene a 72 °C por 15 segundos utilizando un pasteurizador. Este proceso influye directamente en la vida de anaquel. El proceso de pasteurización a 61 °C es por lote, mientras que el HTST es continuo^{17,18,19,20,21}.

3. Estandarización: Cuando el contenido de grasa no es el indicado para el tipo de queso a elaborar, se puede ajustar aumentándolo por adición de leche con mayor contenido de grasa, crema o disminuyéndolo por descremado y/o adición de leche descremada natural o en polvo, por ejemplo, en un queso magro el contenido de grasa debe ser del 20 %, en un graso 40 %, el extra graso del 45 % y doble graso 60 % o más^{22,13}.

4. Inoculación: Los fermentos están constituidos por bacterias lácticas que permiten la acidificación y la coagulación de la leche y el desuerado, inhibiendo además, el desarrollo de otros microorganismos no deseados. El fermento a agregar dependerá del tipo de queso que se quiere elaborar. En el caso de trabajar con fermentos liofilizados, este se debe dejar premadurar durante 30 minutos. La temperatura de trabajo se deberá mantener a 32 - 34 °C durante gran parte de la elaboración. En la elaboración de quesos generalmente se emplean cultivos mixtos y de los tipos como: *Streptococaceae* y *Lactobacilaceae*. Entre los primeros se encuentran los *Streptococcus lactis* y el *Streptococcus cremoris* (acidificantes), *Streptococcus diacetylactis* y *Leuconostoc citrovarum* (aromatizantes), todos ellos mesófilos y el *Streptococcus thermophilus* que es termorresistente. Para elaborar quesos blandos y semiblandos se recomienda utilizar como base, cepas de *Streptococcus lactis*^{23,24}.

5. Adición del Cloruro de Calcio: El ion calcio es otro de los factores que intervienen en la coagulación de la leche. La presencia del calcio en la leche permite la formación de la red tridimensional de las caseínas después de la acción del cuajo. Por lo tanto, la relación de caseína y el calcio determinan la capacidad de coagulación de la leche. El CaCl_2 , se usa en forma de solución en dosis de 10 - 30 gramos por 100 litros de leche²⁵.

6. Coagulación: Mediante la coagulación, la leche se transforma en un gel como resultado de las modificaciones fisicoquímicas de las micelas de caseína. Los mecanismos que inducen las modificaciones de las micelas de caseína son diferentes según el método de coagulación empleado como se describe a continuación²⁶.

Coagulación ácida: Se efectúa por la producción de acidez en la leche o adición de un ácido orgánico débil como el cítrico, láctico o acético, hasta alcanzar su punto isoeléctrico (pH 4.6 - 4.7), este es el valor del pH en el cual los cuerpos químicos disociados que portan grupos ácidos y grupos básicos presentan una igualdad de carga en sus moléculas, lo que equivale a que en este punto el número de iones con carga positiva es igual al de los iones con carga negativa, en este estado de igualdad de cargas, las moléculas de proteínas tienden a formar, con ácidos o bases, sales internas, produciéndose la coagulación de las proteínas.

Debido a esta desmineralización no se forma la red tridimensional como en el caso de la coagulación con cuajo, por lo tanto, este coágulo no es muy estable.

Cuando la desmineralización no es suficiente se forma una red o gel, que recibe el nombre de gel láctico^{24,25}.

El gel láctico no experimenta sinéresis en forma natural, para que pierda agua es necesario que se agite ligeramente. Debido a la gran cantidad de lactato de caseína que se forma y, además que en este caso la caseína-k no pierde la parte hidrofílica, el gel láctico tiende a retener mucha agua y no forma bien la red de calcio. Todo lo anterior hace que el gel láctico sea: frágil, no rígido, no es compacto, poroso, friable (se rompe fácilmente) y no se contrae^{24,25}.

Coagulación enzimática por cuajo o renina: El paso indispensable en la elaboración de quesos, es la coagulación de la caseína provocada mediante la acción combinada de enzimas proteolíticas (cuajos de distintos tipos) y calcio.

El proceso de formación del coagulo incluye 2 etapas. En la primera se desarrolla un proceso enzimático modulado por la quimosina, la cual rompe los enlaces entre los aminoácidos fenilalanina y metionina (Fen-105 y Met-106) presentes en la k-caseína, liberándose el glicomacropéptido en solución. En la segunda etapa, los agregados para-k-caseína producen el coagulo. Hasta la etapa de coagulación, los procedimientos básicos en la elaboración de diferentes tipos de quesos son muy similares; sin embargo, las etapas siguientes varían de acuerdo con el tipo de queso a producir³.

En esta etapa la paracaseína reacciona con los iones calcio formando un gel irreversible de consistencia gelatinosa y elástica, impermeable, de notable, pero lenta contractibilidad²⁷.

La velocidad de coagulación depende de los siguientes factores: dosis del cuajo, temperatura, pH, contenido de sales de calcio y materias nitrogenadas solubles.

La dosis de cuajo comercial que se requiere, depende del tipo de coágulo que se desee. En el caso de la coagulación láctica, el cuajo sólo se emplea para facilitar el desuerado y se usa en pequeñas cantidades (de 1.5 a 5 ml de cuajo con una fuerza de 1/10000 por cada 100 litros de leche). Para quesos semiduros y blandos se utilizará de 15 a 25 ml de cuajo con una fuerza de 1/10000 por cada 100 litros de leche²⁴.

En todos los casos, el cuajo se diluye de 5 a 6 veces su volumen, con agua antes de añadirse a la leche, para que su distribución sea más homogénea²⁴.

Coagulación Mixta: Se logra por los efectos de la acidez y de las enzimas adicionadas, por consiguiente tienen propiedades de cuajada ácida y enzimática.

El tipo de cuajada determina el tipo de gel que se obtendrá, es decir, si se desea obtener un gel con más firmeza y elasticidad, se debe utilizar una coagulación enzimática, como lo muestra la Tabla 5 en donde se muestran las características del coágulo en función al tipo de coagulación^{27,28}.

Tabla 5. Características del coágulo al iniciar el escurrimiento en función del tipo de coagulación²⁸.

Características del coágulo	Tipo de coagulación		
	Enzimática	Ácida	Mixta
pH	6.5 a 6.7	<4.5	C
Estructura micelar	+	-	D
Mineralización	+	-	D
Firmeza	+	-	D
Friabilidad	-	+	C
Elasticidad	+	-	D
Permeabilidad	-	+	C
Aptitud a contracción	+	-	D
Tensión	+	-	D
Aptitud a escurrimiento espontáneo	-	+	C
Aptitud a escurrimiento mecánico	+	-	D
Aptitud a evaporación	-	+	C
Humedad del coagulo escurrido	-	+	C
Cohesión del coágulo	+	-	D

+ Carácter fuerte

- Carácter débil

C Carácter creciente

D Carácter decreciente

Un cierto número de factores pueden influir sobre la coagulación de la leche y sobre las características físicas de los geles que se forman. En las queserías, la mayor parte de los geles que se conocen se muestra en la Tabla 6 son el resultado de la combinación entra la coagulación vía ácida y la coagulación vía enzimática, que conduce a la obtención de geles de consistencia variable que van desde fluidos-viscosos a solidos-elásticos²⁹.

Tabla 6. Diferentes geles en tecnología de la leche y su modo de obtención²⁹.

Denominación del gel	Láctico		Mixta	Enzimático	
	Puro	Dominante		Puro	Dominante
Fermentos lácticos	Si	Si	Si	Si	Facultativo
Enzima coagulante (ml 1001 ⁻¹)	No	1 a 8	16 a 30	20 a 40	40 a 50
pH de adición del cuajo	.	6 a 6.7	6.15 a 6.45	6.55 a 6.75	6.7 a 6.8
Temperatura de coagulación °C	20 a 43	18 a 28	28 a 38	30 a 40	40 a 45
Tiempo de coagulación total	3-18 hrs. tras fermentos y temperatura	14 a 36 h	20 min a 2.5 h	25 a 45 min	10 a 15 min
pH del gel en el desuerado	Sin desuerado	pH<4.6	5.8<pH<6.45	pH>6.5	Sin desuerado
Tipos de productos	Leches fermentadas (yogurt)	Pastas frescas, Quark, Cottage, Crottins	Pastas blandas tradicionales (Camambert, Brie) pastas azules	Pastas blandas estabilizadas, pastas prensadas no cocidas y cocidas	Leches cuajadas aromatizadas
				Queso	

7. Desuerado: La deshidratación parcial del gel de caseína o desuerado se efectúa por un fenómeno físico espontáneo de contracción de las micelas y la expulsión del suero llamado sinéresis. En una cuajada ácida la sinéresis es rápida, pero como sus micelas tienen poca contractibilidad y son permeables, es necesario calentarla para favorecer el desarrollo de acidez por los fermentos lácteos y aumentar la contractibilidad, logrando un desuerado más eficiente.

En una cuajada enzimática el desuerado no es espontáneo por la impermeabilidad de las micelas, es imprescindible intervenir mecánicamente de la siguiente manera:

- Corte de la cuajada para aumentar la superficie de sinéresis o exudación.
- Movimiento de los gránulos de cuajada para evitar que estos se unan y así favorecer el desuerado.
- Se puede acelerar la sinéresis mediante el calentamiento del coágulo.
- El gel cortado y agitado se somete a prensado, lo que aumenta el escurrimiento de los gránulos.

Como resultado del desuerado se tienen un gel parcialmente deshidratado, compuesto de caseína y material graso. El suero exudado contiene principalmente lactosa, lactoalbumina, lactoglobulina, sales, etcétera²⁷.

8. Salado: Luego de drenar la cuajada se agrega sal yodada refinada libre de impurezas, la cantidad de sal dependerá de la formulación que se emplee¹⁷.

9. Moldeo y prensado: Una vez salda la cuajada se moldea rápidamente, el moldeo se hace de forma manual bajo estrictas medidas de higiene, como el queso fresco tiene un gran contenido de humedad este se debe prensar, esto nos permite bajar el contenido de humedad de la cuajada, asíéndola más firme y eliminando bolsas de aire¹⁷.

10. Empaquetado: El empaque, se hace con material que no permita el paso de humedad. Generalmente se usa un empaque plástico¹⁷.

11. Almacenamiento: El queso es almacenado dentro de un cuarto frío a temperaturas de 4 °C hasta su distribución, en estas condiciones el producto tiene una vida útil de 12 días aproximadamente¹⁷.

1.2.2 Producción nacional de quesos y queso doble crema

A partir de la leche se elaboran diversos productos ampliamente aceptados por la mayoría de la población. Algunos de ellos, como los quesos, se conocen desde hace muchos siglos y su preparación se practicaba desde entonces como un método de conservación de la leche³⁰.

En México existen algunas regiones más o menos grandes, especializadas en la producción de queso: Tulancingo, en Hidalgo; San José de Gracia, en Michoacán; la región sur de Tlaxcala-Puebla, la Costa de Chiapas; las colonias menonitas, en Chihuahua; la Sierra de Jalmich, etcétera. Sin embargo, las empresas más importantes se ubican en el norte y en los estados de Jalisco y Guanajuato. La evolución de la producción de queso en México entre 2009 y 2016, paso de ser 220,876 Ton en el 2009, a 342,184 Ton en el 2016, como se muestra en la Figura 3, esta producción genera un incremento de 121 Ton en 7 años^{30,4}.

Debido a que la producción de quesos va en aumento, existen diversas variedades que produce nuestro país, entre las que se encuentran el queso Amarillo, Chihuahua, Crema, Doble crema, Fresco, Manchego, Oaxaca, Panela, entre otros, como se muestra en la Figura 4, en donde se observa que el de mayor producción es el queso fresco con 59,012 Ton, seguido del queso panela con 46,853 Ton y el queso doble crema con 45,910 Ton, lo que coloca al queso doble crema entre los quesos mayor producidos en el país⁴.

En la Figura 5 se muestra la producción de queso doble crema desde el 2009 con 22,950 Ton, 24,887 Ton menos que en el 2015, en donde se presentó la mayor producción de este queso con 47,837 Ton⁴.

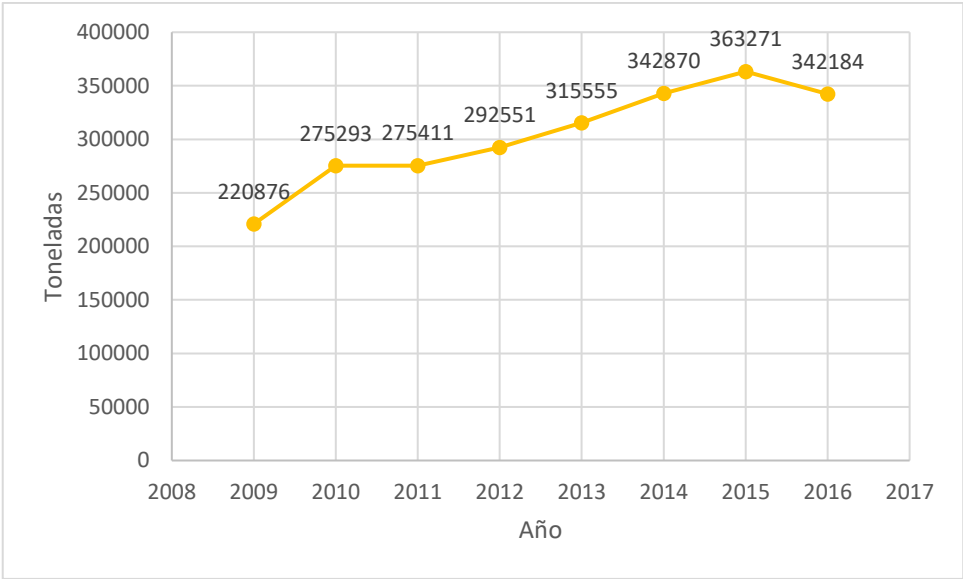


Figura 3. Producción de quesos en México desde 2009 al 2016⁴.

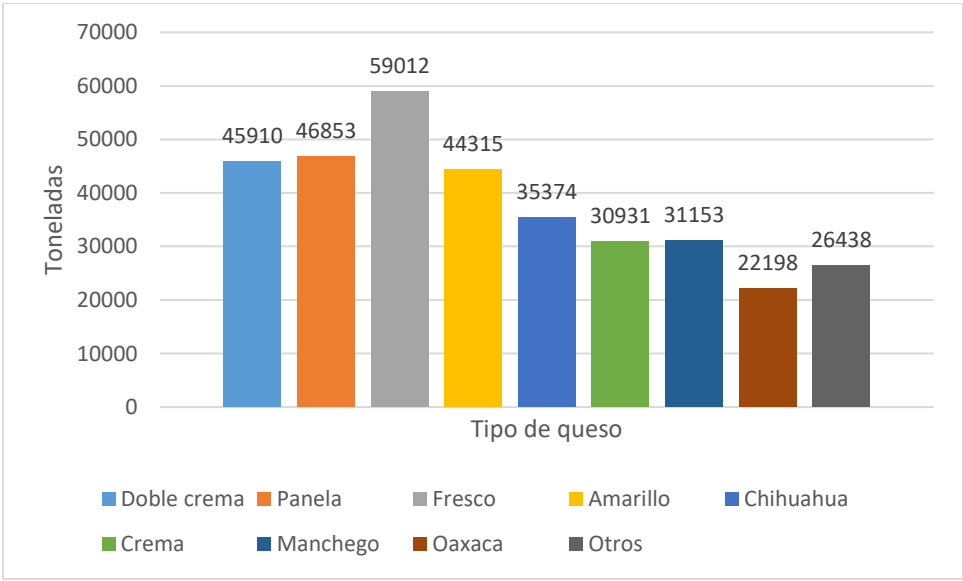


Figura 4. Producción de quesos en México en el 2016⁴.

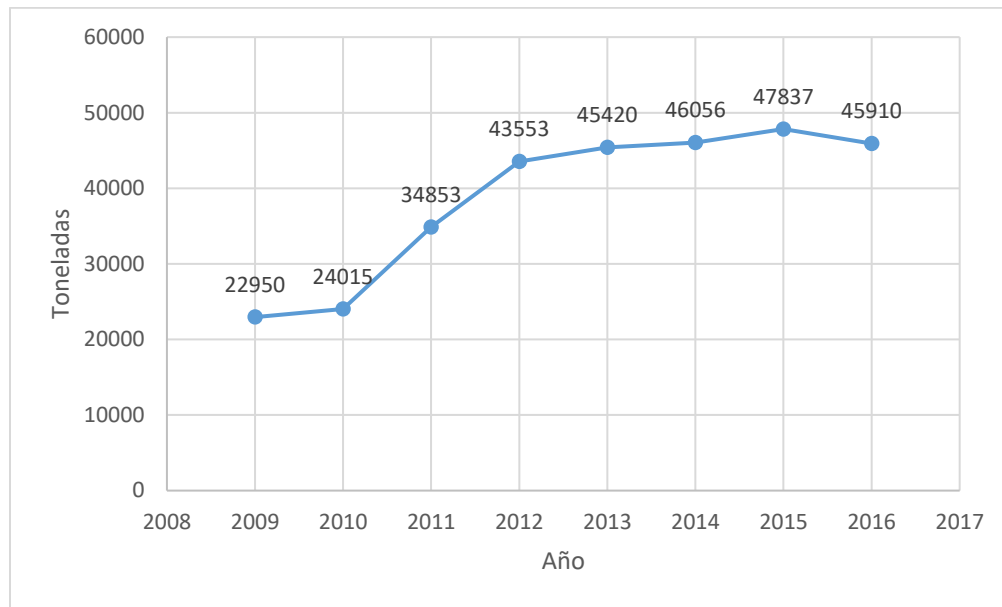


Figura 5. Producción de queso doble crema en México desde 2009 al 2016⁴.

1.2.3 Defectos en la elaboración de un queso

La mayoría de los defectos de los quesos se pueden atribuir a alguna de las siguientes situaciones:

- Malas condiciones de higiene durante todo el proceso que sufre la leche desde el momento de ordeño.
- Errores que se cometen durante el proceso de la fabricación.
- Problemas en el proceso de conservación posterior de producirlo.

En la Tabla 7 se muestran las principales fallas que se producen en la elaboración de quesos³¹.

Tabla 7. Fallas comunes en el producto final³¹.

Falla	Causa
Quesos que saben muy amargos	Debido a pobre higiene al manejar la leche y/o utensilios de los quesos, uso de cantidad excesiva de cuajo, excesiva acidez, posiblemente desarrollada durante el proceso de elaboración del queso o se le añadió muy poca sal
Sabor amargo	Causado por la acción de microorganismos indeseables, la mala calidad o insuficiente cantidad de sal, utilización de excesiva cantidad de cloruro de calcio o cuajo
Quesos muy amargos y ácidos	Ocurre cuando el queso contiene mucha humedad o acidez
Quesos con poco sabor o ningún sabor	El queso no se ha madurado suficientemente o se produjo insuficiente acidez durante la elaboración
Coloración irregular	Debido a la contaminación de microorganismos, mala distribución de la sal o al corte de la cuajada en trozos de diferentes tamaños, conservando más suero los pedazos más grandes, en los cuales se desarrolla una acidez mayor que en los pequeños, por lo que disminuye la intensidad del efecto producido por el colorante artificial; empleo de colorantes de mala calidad, infectados por hongos
Queso excesivamente seco	Puede ser ocasionado por cuajo insuficiente, corte de la cuajada en partículas muy pequeñas que produce mucha pérdida de suero, alta acidez en la cuajada, las cuajadas han sido cocinadas a una temperatura excesiva o estas han estado demasiado agitadas
Queso excesivamente harinoso	Hay humedad en exceso o la acidez es muy alta

1.3 Queso doble crema

El queso doble crema es un producto fresco, ácido, no madurado de pasta semicocida, elaborado a partir de la leche fresca. Es un alimento con contenido de humedad y grasa altas, lo que lo hace un queso semiblando. Su apariencia externa de color blanco crema o ligeramente amarillento con una superficie brillante-lisa y sin corteza o cascara. Su apariencia interna tiene una consistencia semiblanda, plástica que no se deshace con facilidad al frotarlo con los dedos. Este producto se consume fresco, tiene un sabor moderadamente ácido y para su conservación se debe refrigerar. Su duración máxima es de 20 días dependiendo de las condiciones de elaboración y almacenamiento, en la Tabla 8 se muestra la composición química de un queso doble crema promedio⁵.

Tabla 8. Composición química de un queso doble crema promedio⁵.

Características	(%)
Humedad	49.0 - 51.0
Grasa	21.0 - 24.0
Proteína	20.0 - 22.0
Sal	1.1 - 1.4

En la Figura 6 se muestra el diagrama de proceso para la elaboración de un queso doble crema, enseguida su descripción.

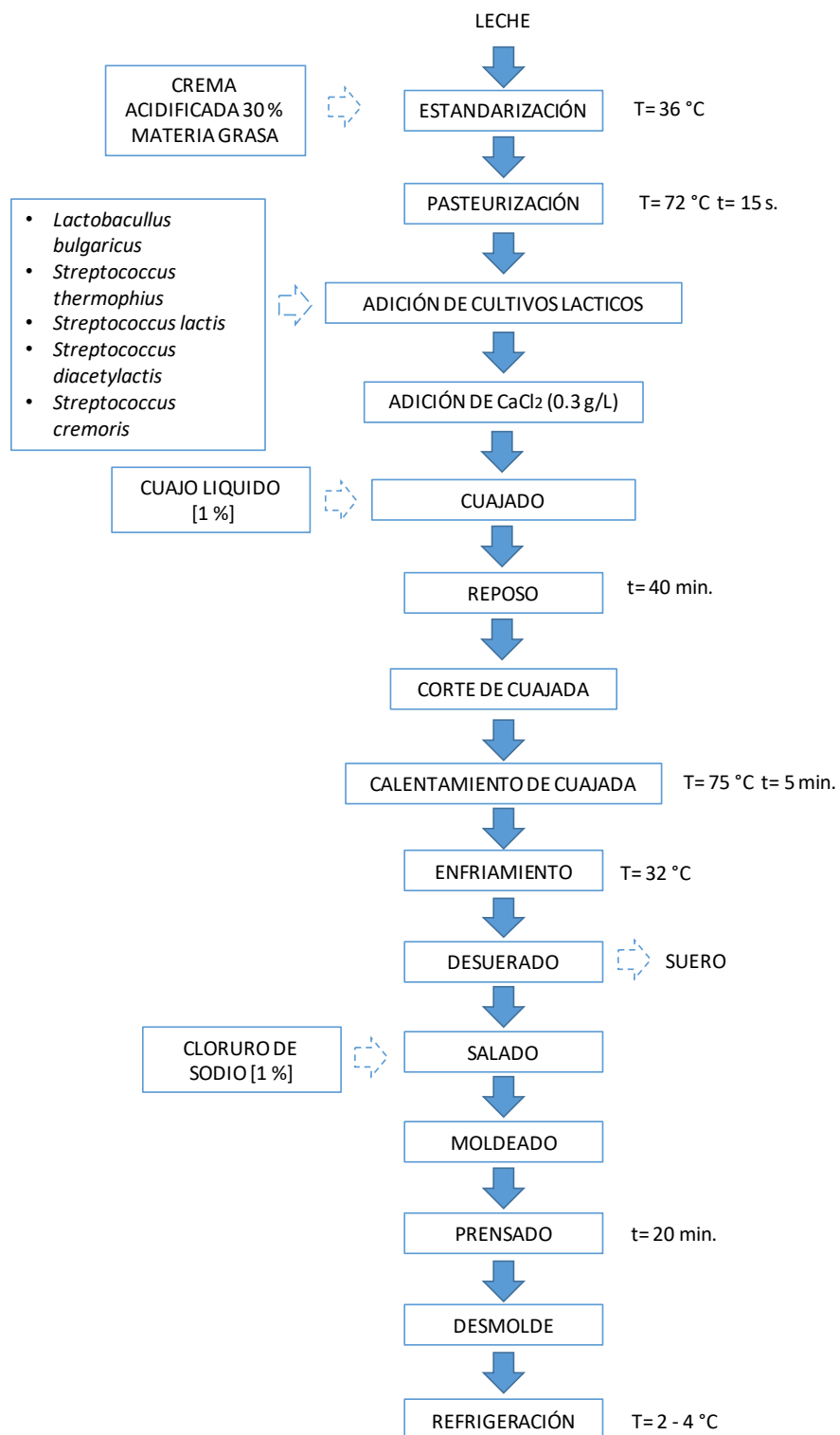


Figura 6. Diagrama de bloques para un queso doble crema³².

1. Estandarización: Consiste en adicionar materia grasa con el fin de lograr el porcentaje deseado para el queso, el queso típico doble crema requiere un contenido de grasa del 30 %³².

2. Pasteurización: Es el tratamiento térmico a 72 °C durante 15 segundos cuya finalidad es reducir al máximo el posible riesgo para la salud de los consumidores, destruyendo los microorganismos patógenos que puede contener la leche, mediante un tratamiento térmico que produzca los mínimos cambios químicos, físicos y organolépticos en el producto.

Una consecuencia de la pasteurización es el aumento del rendimiento quesero, ello se debe a 3 causas:

- Desnaturalización de las proteínas solubles cuya intensidad es proporcional a la temperatura alcanzada.
- Mejor retención de la materia grasa en la cuajada.
- Insolubilización de una parte de las sales minerales.

Después de la pasteurización, la leche debe ser enfriada hasta 32 °C para la aplicación de los cultivos lácticos y el cuajo. Es importante que, durante la pasteurización y el enfriamiento, se agite de manera constante la leche para favorecer la evaporación de gases que generan sabores y olores desagradables en el queso^{32,33,34,11}.

3. Adición de cultivos lácticos: los cultivos utilizados en la elaboración de este tipo de queso son: *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus diacetylactis* y *Streptococcus cremoris*; la finalidad es producir una

fermentación láctica haciendo, que el producto adquiriera las características sensoriales deseadas.

Los cultivos lácticos se usan para:

- Conferirle al producto elaborado determinada acidez que influya en su conservación y en sus características tales como consistencia y sabor. En quesos de pasta blanda se utilizan cultivos de acidificación rápida.
- Asegurar el desarrollo del ácido que promueve la acción del cuajo y la sinéresis.
- Mantener la fermentación láctica de la cuajada durante todo el tiempo necesario y asegurar el pH característico del queso³⁵.

4. Adición del cloruro de calcio: La adición de cloruro de calcio (0.3 g/L) a la leche aumenta la presencia de iones calcio, lo que beneficia el proceso de coagulación³².

5. Adición del cuajo: La coagulación es el proceso mediante el cual la leche comienza su transformación en queso como se mencionó en el apartado 1.2.1 etapas en la elaboración de un queso. Tiene lugar debido a la acción conjunta de la acidificación por las bacterias lácticas y de la actividad de cuajo. La fase del cuajado se lleva a cabo a una temperatura de 32 °C³².

6. Reposo: Una vez añadido el cuajo se deja reposar por 40 minutos a temperatura ambiente, la cuajada debe presentar las siguientes características: consistencia gelatinosa y elástica, impermeable, de notable, pero lenta contractibilidad²⁷.

7. Corte de la cuajada: Consiste en la división del coágulo con objeto de aumentar la superficie de desuerado y así favorecer la evacuación del suero³².

El cortado de la cuajada debe realizarse lentamente, con el fin de no deshacer el coágulo, pues de lo contrario se formarían granos irregulares que desuerarían con dificultad³².

8. Calentamiento de cuajada: La agitación y la elevación de la temperatura a 75 °C por no más de 5 minutos crean condiciones físicas necesarias en la cuajada para permitir la filtración del suero fuera del grano, y al mismo tiempo, las propiedades adhesivas de los gránulos son disminuidas de tal modo que durante el trabajo y el calentamiento se facilita el escurrimiento del suero entre las partículas de la masa durante el prensado y moldeo. La elevación de la temperatura promueve varios cambios físicos en la cuajada, disminuyendo la humedad y volviéndola más firme³².

9. Enfriamiento: Se realiza un choque térmico con agua fría para la detención de la cocción del grano de la cuajada, asegurando la estructura de la red tridimensional de este³².

10. Desuerado: Consiste en la separación del suero del coágulo, obteniéndose entonces la parte sólida que constituye la cuajada. En esta etapa, la cuajada se escurre para retirar el exceso de suero y de esta forma se obtiene una cuajada firme y con una baja humedad³².

11. Salado: Es una operación que se efectúa para regular el desarrollo microbiano, suprimiendo bacterias indeseables. El salado contribuye a la pérdida de suero que continúa tras el desuerado y mejora el sabor del queso. Para el queso doble crema se agrega aproximadamente el 1 %³².

12. Moldeado: La cuajada es colocada en moldes, se le confiere al queso una forma definida, así como las medidas y el peso establecido³².

13. Prensado: El objetivo de esta etapa es que se produzca la expulsión final del suero, compactando la masa, uniendo el grano e imprimiendo en el queso la forma deseada. El proceso varía en cuanto a intensidad y tiempo, ya que la intensidad del prensado depende de la consistencia, humedad y el tamaño del queso que se desea³².

14. Desmolde: Una vez que se obtiene el queso se realiza el desmoldado para poder proseguir a empaquetarlo y así llevarlo a su almacenamiento³².

15. Refrigeración: Se almacena el queso a una temperatura de refrigeración de 2- 4 °C con el fin de conservar el producto fresco³².

1.3.1 Características del queso doble crema

Un queso doble crema para ser considerado como un producto de calidad debe de cumplir con las características descritas en las Tablas 9 y 10.

Tabla 9. Características de un queso doble crema³⁶.

Propiedad	Especificación
Color	Blanco crema
Olor	Característico

Tabla 9. Características de un queso doble crema (Continuación)³⁶.

Propiedad	Especificación
Grasa (extracto seco)	m/m: 20 % a 35 %
Consistencia	Firme al tacto textura sólida
Sabor	Característico
Humedad	40 % a 55 %

Tabla 10. Requisitos específicos de un queso doble crema³⁶.

Propiedad	Especificación
Condiciones de conservación	Consérvese en refrigeración en temperaturas de 2 °C a 4 °C incluyendo el transporte
Vida útil	30 días producto empacado al vacío, 20 días refrigerado entre 2 - 4 °C

1.4 Alimentos funcionales

En los últimos años, ha aumentado considerablemente el interés en las políticas enfocadas a la salud pública y en los consumidores por conocer la relación entre la dieta y la salud. Se ha demostrado que muchos alimentos tradicionales como las frutas, las verduras, el pescado y la leche contienen componentes que resultan beneficiosos para nuestro organismo. Los expertos recomiendan seguir una dieta sana, variada y equilibrada como la mejor manera de prevenir ciertas enfermedades asegurando una buena salud. Sin embargo, los nuevos estilos de vida han provocado que se abandonen determinados hábitos de alimentación saludables que durante años han formado parte de nuestra historia y tradición³⁷.

En la sociedad actual, los desequilibrios y desajustes alimentarios están relacionados con la aparición de un gran número de enfermedades. La falta de tiempo para cocinar, el ritmo de vida actual y la enorme oferta de alimentos que hace difícil la toma de decisiones adecuadas, conduce a que muchas personas no sigan una alimentación equilibrada y, por tanto, no ingieran todos los nutrientes que necesitan o las cantidades necesarias para una adecuada nutrición. Como consecuencia de esta situación, surgen los alimentos “funcionales” que pueden compensar los desequilibrios alimentarios y garantizan las ingestas de nutrientes recomendadas por los especialistas en nutrición ³⁷.

Un alimento funcional es aquel que proporciona un beneficio a la salud más allá de la nutrición básica; para lograr tal beneficio, este alimento deberá consumirse con regularidad dentro de una dieta adecuada y en los niveles recomendados. Para evitar información que induzca al engaño, los beneficios del producto con previa demostración científica ante el sector salud podrán ser ostentados en la etiqueta, prevaleciendo en todo momento la ética profesional del fabricante en su declaración de propiedades³⁸.

Los alimentos funcionales incluyen aquellos que en forma natural contienen algún componente que se ha asociado con la reducción de riesgo de algunas enfermedades, como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Ejemplos de alimentos funcionales³⁷.

Producto	Ingrediente funcional	Beneficio
Huevo	<i>Ácidos Grasos Omega 3</i>	Reducen los niveles de Colesterol
Té negro y té Verde	<i>Polifenoles</i>	Prevención y control de Cáncer
Oligosacáridos	<i>Fructanos</i>	Beneficios para enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2 y enfermedades infecciosas intestinales
Lácteos y Carnes rojas	<i>Ácido Linoléico</i>	Pueden modificar la carcinogénesis, y detenerla
Productos de tomate	<i>Lycopeno</i>	Carotenoide cuyo consumo se asocia con la reducción de las tasas de cáncer

Requisitos para la denominación de alimentos funcionales

La demostración de los efectos beneficiosos para la salud de los alimentos funcionales debe basarse en evidencias científicas. La Functional Food Science in Europe (FUFOSE) se propuso como objetivo alcanzar un consenso en cuanto al uso de alimentos funcionales. Hoy en día se consideran cinco grupos de alimentos funcionales en relación a sus componentes específicos:

1. Alimentos enriquecidos con fibra: aunque de forma genérica consideramos a los cereales enteros fuente de fibra insoluble y a la fruta, vegetales y tubérculos de soluble, de forma industrial numerosos productos son enriquecidos con ella (panes, bollos, embutidos).

2. Alimentos modificados en grasas: Ácidos grasos n-3, Ácido oleico y fitosteroles: presentes principalmente en el pescado azul, los n-3 sustituyen grasa saturada en productos de bollería. La elección de oleico (aceite de oliva) en la producción alimentaria aporta beneficios conocidos y la incorporación de fitosteroles, presentes de forma principal en las semillas de leguminosas y similares a nivel molecular al colesterol animal, ha sido autorizada para enriquecer margarinas (hasta un nivel máximo del 8 % de fitosteroles libres).
3. Alimentos ricos en fitoestrógenos: su mayor fuente son las legumbres en especial la soja, las isoflavonas aportadas se comportan como agonistas parciales de los receptores de estrógenos y asocian acciones a nivel de los órganos que los expresan (hueso y mama).
4. Alimentos ricos en compuestos fenólicos: presentes en frutas, verduras y hortalizas, destacan los flavonoides (entre ellos la quercetina y resveratrol en el vino tinto). Se han identificado más de 5,000 moléculas diferentes y aunque hayan despertado un gran interés los estudios realizados hasta el momento no arrojan resultados concluyentes.
5. Probióticos, prebióticos y simbióticos: los primeros se caracterizan por tener microorganismos vivos (bifidobacterias y *lactobacillus*), que cuando son administrados en cantidades adecuadas ejercen un efecto beneficioso sobre la salud del huésped. El término simbiótico se refiere a la asociación de los probióticos y prebióticos. Los prebióticos son sustancias no digeribles, que producen un efecto beneficioso en el huésped al estimular selectivamente el

crecimiento o actividad de la microflora intestinal; como los fructooligosacáridos y la inulina.

Incluida en este último grupo de alimentos funcionales está la fibra dietética, que son compuestos de origen vegetal que están constituidos por macromoléculas no digeribles, debido a que las enzimas del intestino humano no pueden hidrolizarlas, ya que puede ser fermentada por algunas bacterias, pero no desdoblada por las enzimas digestivas, por lo que resulta inabsorbible. Para que una sustancia pueda ser definida como prebiótico debe cumplir con los siguientes requisitos: ser de origen vegetal, no ser digerida por las enzimas digestivas, ser parcialmente fermentada por las bacterias colónicas, ser osmóticamente activa^{39,40}.

1.4.1 Inulina

La inulina y la oligofructosa son un grupo de oligosacáridos derivados de la sacarosa que se aíslan de fuentes vegetales como la raíz de la achicoria, la cebolla, el ajo o el puerro, entre otros. Estos ingredientes, tienen propiedades clásicas de las fibras alimentarias para regular el tránsito intestinal, contribuyen a la estimulación de las defensas naturales de la flora intestinal (efecto bífidus) además de reducir el colesterol y los niveles de azúcar en la sangre. La inulina y la oligofructosa, una vez ingeridas, no son absorbidas por el intestino delgado, ya que los enlaces tipo β 1-4 entre las unidades de la fructosa no son hidrolizados por las enzimas digestivas, por lo que tiene consecuencias biológicas importantes, debido a que el

organismo humano sólo utiliza los oligosacáridos después de que han sido hidrolizados en el intestino, por dichas razones estos componentes llegan de forma inalterada al intestino grueso. Es solo a este nivel que se obtiene la hidrólisis de las cadenas en unidades monoméricas de fructosa y su utilización por parte de la flora intestinal. Esta es la razón por la que la inulina y la oligofructosa no aumentan la glucemia ni el nivel de la insulina en la sangre; por esta razón que pueden ser utilizadas también por los diabéticos. A continuación, en la Figura 7 se muestra la estructura química de la inulina^{7,41}

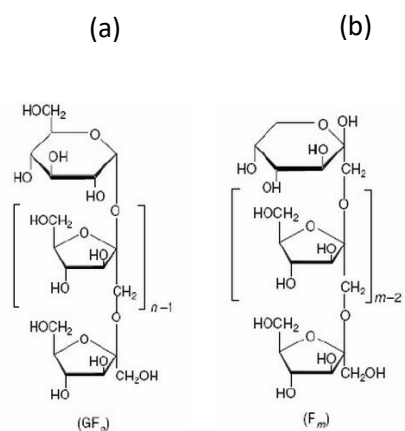


Figura 7. Estructura química de la inulina: (a) Molécula terminal de β -D-glucopiranosil y (b) Molécula terminal de fructosa β -D-fructopiranosil⁷.

En el colón, una parte de la inulina se transforma en ácidos grasos de cadena corta, es decir, son sustancias energéticas que tienen importantes efectos en la nutrición de la mucosa intestinal. Sin embargo, la inulina proporciona un bajísimo valor calórico (1 Kcal/g) si se comparan con los carbohidratos digeribles (4 Kcal/g); ya que la única manera de aportar calorías es por medio del valor calórico de sus

productos de fermentación en el colón, la inulina tiene propiedades similares a las del almidón. A nivel industrial, la inulina se presenta como un polvo blanco, sin olor, con sabor neutro y sin efecto residual⁷.

1.4.1.1 Usos de la inulina como ingrediente

La inulina y sus derivados ofrecen múltiples usos como ingredientes en la formulación de productos, algunos ejemplos de las propiedades funcionales de la inulina se muestran en la Tabla 12. La inulina mejora la aceptabilidad de yogures elaborados con leche descremada, impartándole una mayor cremosidad, también actúa como agente espesante, retiene el agua y estabiliza geles. Los geles se pueden formar por efecto mecánico o térmico, y el obtenido por el segundo método presenta mejor textura y firmeza. La capacidad de formar gel es determinante en su uso como sustituto de grasas en productos lácteos, untables, aderezos, salsas y otros productos en los que las propiedades funcionales que otorgan las grasas son indispensables para lograr los efectos sensoriales deseados por los consumidores⁷.

Tabla 12. Propiedades funcionales de la inulina y derivados⁷.

Aplicación	Funcionalidad
Productos lácteos	Cuerpo y palatabilidad, capacidad de formar gel, emulsificantes, sustitutos de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes
Postres congelados	Textura, depresión en el punto de congelación, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes

Tabla 12. Propiedades funcionales de la inulina y derivados (Continuación)⁷.

Aplicación	Funcionalidad
Aderezos de ensalada	Cuerpo y palatabilidad, sustituto de grasas
Productos cárnicos	Textura, estabilidad de emulsiones, sustituto de grasas
Chocolate	Sustituto de azúcares, humectante
Productos horneados	Disminución de actividad de agua, sustituto de azúcares
Cereales de desayuno	Crujencia, capacidad de expansión
Productos untables	Estabilidad de emulsión, textura y capacidad de ser untado, sustituto de grasa
Preparación con frutas (no ácidas)	Cuerpo y palatabilidad, capacidad de formar gel, estabilidad de emulsión, sustituto de azúcares y grasa, sinergismo con edulcorantes

El uso de la inulina o sus derivados para cumplir funciones tecnológicas, simultáneamente aporta beneficios a la salud, el primero de ellos es su función de fibra dietética, con los efectos fisiológicos atribuibles a este tipo de compuestos, como son la disminución de los niveles lipídicos y glucosa en sangre, así como la acción laxante. Otro beneficio comprobado, como se menciona anteriormente, es la capacidad de modular la flora intestinal, esto se debe a su efecto prebiótico. Estudios en vivo muestran que solo 4 g de inulina o de sus compuestos relacionados diarios son efectivas para incrementar el número de bacterias beneficiosas en el colón. Investigaciones con ratas y humanos indican un incremento de la absorción de calcio y otros minerales cuando se usa inulina y sus

derivados en la dieta, con consecuencias positivas en el contenido y densidad de los huesos. En adolescentes, la dosis necesaria para observar esos resultados fue 8 g/día durante 8 semanas. También se demostró el efecto positivo de la inulina y sus derivados en la absorción de magnesio. Con respecto al cáncer, se demostró que la administración de prebióticos disminuye el crecimiento de cáncer de colon en ratas. El mecanismo aún no es claro, pero los resultados parecen señalar como responsable a la acción combinada de dos factores: el aumento de los ácidos grasos de cadena corta (producto de la fermentación de los prebióticos) y la disminución de la proliferación de las enzimas relacionadas con la patogénesis del cáncer. Se ha observado la inhibición del cáncer mamario en ratas cuya dieta fue suplementada con inulina. También se ha reportado un efecto antimelanoma por su consumo. Estos efectos positivos en la salud han originado que se recomiende como factor adyuvante en las terapias de cáncer. Es importante destacar que tanto la inulina como sus derivados fueron aceptados como ingredientes Generalmente Reconocido como Seguro (GRAS) por la Food and Drug Administration (FDA), desde 1992 lo cual indica que pueden usarse sin restricciones en formulaciones alimenticias incluso en las destinadas para infantes. En la actualidad, la presencia de ciertas cantidades de inulina o sus derivados en la formulación de un producto alimenticio es condición suficiente para que dicho producto pueda ser considerado como alimento funcional⁷.

1.5 Arándano

El arándano pertenece a la familia Ericacea género *Vaccinium*, el cual engloba dos especies el arándano rojo (*Vaccinium oxycoccus*) y arándano azul (*Vaccinium corymbosum*), esta es una fruta proveniente de las arbustivas, es de piel tersa y su pulpa es jugosa y aromática de sabor agridulce⁹.

Es un fruto esférico y dependiendo de la variedad su tamaño va desde 0.7 a 1.6 cm de diámetro. Los arándanos rojos o “cranberries” se pueden consumir frescos, deshidratados, concentrados o en polvo. Son utilizados para la elaboración de zumos, bebidas, salsas y mermeladas. El arándano se caracteriza por poseer un bajo contenido calórico (46 Kcal) y un gran contenido en agua, como se muestra en la Tabla 13⁴².

Tabla 13. Composición del arándano rojo⁴².

Componente	Contenido (g)
Agua	82.56
Proteína	0.39
Lípidos Totales	0.13
Carbohidratos	12.20
Fibra alimentaria	4.60
Cenizas	0.12

Los arándanos presentan además un amplio espectro de sustancias bioactivas como la vitamina C y vitamina A, debido a su cantidad de vitamina C, que aporta el 25 % del requerimiento diario de vitamina, ayuda a la formación de colágeno,

mantiene las encías sanas, ayuda a la absorción de hierro y promueve un sistema inmunológico saludable. Entre su rica fuente de fitonutrientes, los arándanos contienen Kaempferol, cuyas investigaciones indican que una dieta rica en este compuesto reduce el 40 % la probabilidad de padecer cáncer de ovario. En cuanto a sus compuestos fenólicos, se ha demostrado que puede inhibir la proliferación de las células de cáncer de colon e inducir apoptosis (muerte de células cancerígenas). También contienen β -carotenos y compuestos fenólicos, predominando los flavonoides y particularmente antocianinas, responsables del intenso color de las bayas, ya que se encuentran concentrados en la piel de estos frutos y son los responsables de la actividad antioxidante de los arándanos⁴².

El contenido total de antocianinas varía de 25 a 100 mg por 100 g de producto en función a la variedad, el clima y el tamaño del fruto. Las antocianinas ayudan a neutralizar los radicales libres, que son moléculas inestables vinculadas con el desarrollo de una serie de enfermedades incluyendo cáncer y enfermedades cardiovasculares. Tienen además proantocianidinas, las cuales previenen la adhesión de bacterias asociadas con infecciones urinarias. Recientes investigaciones han demostrado que su poder es tal que puede repeler a la bacteria *Escherichia coli*⁴².

1.6 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u de otros materiales por medio de los sentidos; es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etcétera. La palabra sensorial se deriva del latín *sensur*, que quiere decir sentido⁴³.

Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, es decir sus sentidos. Las pruebas sensoriales son utilizadas en diversos tipos de industrias, tales como la industria alimentaria, la perfumería, la farmacéutica, la industria de pinturas, etcétera⁴³.

Para la evaluación sensorial de productos lácteos se establece que cada atributo se deberá evaluar separadamente y que la evaluación sensorial de los quesos deberá realizarse en relación con los siguientes atributos mencionados en la Tabla 14⁴⁴.

Tabla 14. Atributos que se miden en la evaluación sensorial de un queso⁴⁴.

Atributos	Descripción
Apariencia Interior	Consiste en el examen visual de la superficie de corte del queso. Es el examen visual de la masa o pasta del queso
Apariencia Exterior	Consiste en el examen visual de la muestra de queso entera. Atributos que se evalúan: forma, tamaño y peso, corteza
Consistencia/textura	En el queso se evalúan normalmente: Atributos mecánicos: dureza, elasticidad, adherencia, cohesividad Atributos geométricos: granulosis. Atributos de superficie: humedad, solubilidad en boca, cremosidad

Tabla 14. Atributos que se miden en la evaluación sensorial de un queso (Continuación)⁴⁴.

Atributos	Descripción
Flavor (olor y gusto)	<p>Es importante remarcar las diferencias entre los parámetros de olor y aroma ya que, aunque ambas sensaciones se perciben por el órgano olfativo, el aroma se percibe por vía retronasal (vía indirecta) durante la degustación</p> <p>Para evaluar el olor se debe acercar la muestra de queso a la nariz con el fin de poder percibir a través de la vía nasal directa los olores que caracterizan al queso, intentando reconocer los dominantes. Para completar y mejorar la percepción se aconseja romper en dos la muestra por el centro, cerca de la nariz y aspirar inmediatamente la fuerza del estímulo percibido (intensidad del olor). La evaluación del aroma se realiza tras masticar el queso para propiciar que estos se liberen, tomen la vía retro-nasal y se perciban</p> <p>Para evaluar el sabor las piezas de queso deben ser masticadas y salivadas. El sabor es la sensación percibida por el órgano del gusto cuando se lo estimula con ciertas sustancias</p>

1.6.1 Los jueces en una evaluación sensorial

La selección y el entrenamiento de las personas que tomaran parte en pruebas de evaluación sensorial son factores de los que dependen el gran éxito y la validez de las pruebas.

Es necesario determinar, en primer lugar, el número de jueces que deben de participar, y después hay que seleccionarlos, explicarles en forma adecuada como han de realizar sus evaluaciones, además de proporcionarles un entrenamiento adaptado al tipo de producto que van a evaluar.

El número de jueces necesarios para que una prueba sensorial sea válida depende del tipo de juez que vaya a ser empleado. Existen cuatro tipos de jueces: el juez experto, el juez entrenado, el juez semientrenado o de laboratorio y el juez consumidor, descritos a continuación⁴³.

Juez experto: Es una persona que tiene gran experiencia en probar un determinado alimento, posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento. Por lo general, este tipo de jueces intervienen en degustaciones de productos caros, debido a que su entrenamiento es muy largo y costoso y, además cobran sueldos muy altos. Su habilidad, experiencia y criterios son tales que en las pruebas que efectúa sólo es necesario contar con su respuesta⁴³.

Juez entrenado: Es una persona que posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica, y que sabe que es exactamente lo que se desea medir en una prueba. Cuando se lleva a cabo pruebas sensoriales con este tipo de jueces, el número requerido de participantes debe ser al menos de siete y como máximo 15⁴³.

Juez semientrenado o de laboratorio: Son personas que han recibido un entrenamiento teórico similar a los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y posee suficiente habilidad pero que generalmente solo participan en pruebas discriminativas sencillas las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas. Cuando se emplean estos jueces

únicamente se van a diferenciar entre muestras y no a medir propiedades o usar escalas. Las pruebas deben de efectuarse con un mínimo de 10 jueces y un máximo de 20 o cuando mucho 25 con tres o cuatro repeticiones para cada muestra⁴³.

Juez consumidor: Se trata de personas que no tienen que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos como investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Por lo general son personas tomadas al azar en diversos lugares, ya sea en la calle, en una tienda, en la escuela, etcétera. Los jueces de este tipo se emplean para pruebas afectivas. Es importante seleccionar jueces que sean los consumidores habituales del producto a probar o, en el caso de productos completamente nuevos, que sean los consumidores potenciales de dicho alimento. El número mínimo de jueces consumidores para una prueba válida es de 30 personas⁴³.

1.6.2 Pruebas sensoriales

El análisis sensorial de los alimentos se lleva acabo de acuerdo con diferentes pruebas, según sea la finalidad para la que se efectuó. Existen tres tipos principales de pruebas: las pruebas afectivas, las discriminativas y las descriptivas, que se describen en la Figura 8⁴³.

PRUEBAS SENSORIALES

PRUEBAS DESCRIPTIVAS

Se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cual es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento. Estas pruebas proporcionan más información acerca del producto que las otras pruebas; sin embargo, son más difíciles de realizar, el entrenamiento de los jueces deben ser más intenso y monitorizado, y la interpretación de resultados es ligeramente más laboriosa que en los otros tipo de pruebas.

PRUEBAS DISCRIMINATIVAS

Son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos la magnitud o importancia de esa diferencia. Para estas pruebas pueden usarse jueces semientrenados cuando las pruebas son sencillas; sin embargo, para algunas comparaciones más complejas es preferible que los jueces sean entrenados, ya que hay que considerar diferencias en cuanto a un atributo en particular y evaluar la magnitud de las diferencias.

PRUEBAS AFECTIVAS

Son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Es necesario para esta prueba contar con un mínimo de 30 jueces no entrenados, estos deben de ser consumidores habituales o potenciales y compradores del tipo de alimento en cuestión. Las pruebas afectivas pueden clasificarse en tres tipos: pruebas de preferencia, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación.

Figura 8. Tipos de pruebas sensoriales⁴³

1.6.3 Condiciones de prueba en una evaluación sensorial.

Ya que la evaluación sensorial es efectuada por seres humanos, los cuales tienen un gran número de estímulos y reaccionan de manera diferente a cada uno de ellos, cuando se llevan a cabo las pruebas de análisis sensorial puede haber interferencia de muchas de esas reacciones. Por lo que se debe evitar o minimizar la influencia de los factores presentados a continuación⁴³.

Área de prueba y preparación: Las pruebas sensoriales requieren de un lugar especial para su realización, es necesario contar con un lugar diseñado para las pruebas. Debe haber un ambiente tranquilo y los jueces deben sentirse cómodos para impedir que algunos factores externos afecten a la respuesta de los jueces.

- Debe de estar situada lejos de lugar de procesamiento, para impedir la contaminación con olores.
- Es importante tener una superficie lo suficientemente amplia para que el juez pueda realizar cómodamente la prueba. Sobre dicha superficie se colocan las muestras y el cuestionario, así como un vaso de agua para que el juez se enjuague la boca entre una evaluación y otra, y un recipiente para que escupa el agua o las muestras que no quiera tragar.
- Por lo general, resulta desagradable efectuar las pruebas sensoriales con poca luz; sin embargo, dependiendo de la muestra se hace

necesario disminuir el nivel de iluminación para que no puedan ser distinguidas las diferencias de color entre las muestras⁴³.

Temperaturas de las muestras: Las muestras deben servirse a la temperatura a la cual suele ser consumido el alimento de que se trate⁴³.

Horarios para las pruebas: Las evaluaciones sensoriales no deben hacerse a horas muy cercanas a las de las comidas. Se recomienda como horarios adecuados entre las 11:00 y 13:00 horas y de 17:00 a 18:00 horas⁴³.

Diluciones: En la mayoría de las pruebas los alimentos se degustan sin diluirlos, ya que al hacerlo podrían alterarse sus características sensoriales. Sin embargo, en algunos casos es recomendable diluir. Cuando el alimento tiene un sabor picante o muy intenso⁴³.

Cantidad de muestra: El comité de evaluación sensorial de la ASTM (1968) recomienda que para pruebas discriminativas cada juez debe recibir al menos 16 ml de muestra líquida o 28 g de alimento sólido, sin embargo, no debe de tomarse al pie de la letra como absolutas, ya que se ha visto que puede modificarse según la cantidad de muestras que el juez tenga que probar, la sensación molesta de saciedad puede hacer que el juez sienta desagrado o repugnancia por las muestras⁴³.

Vehículos: Es preferible evitar el uso de vehículos, o sea, sustancias o alimentos en los que se incorpora, unta o mezcla el producto a evaluar, ya que las características sensoriales del vehículo podrían interferir con el de las muestras.

Para pruebas de degustación de mantequilla, margarina, quesos untables u otros alimentos semisólidos que generalmente se untan sobre pan u otros alimentos, hay que tratar que el vehículo se lo mas insípido e inerte posible, es decir que su textura y su sabor no resalten ni interfieran con los de la muestra. Pueden usarse galletas de las conocidas como habaneras o cubanas⁴³.

Número de muestras: En una sesión de evaluación sensorial, por lo general, no deben darse a probar a un juez más de cinco muestras al mismo tiempo, ya que puede ocasionar fatiga y hastío, lo cual puede repercutir en sus respuestas. Si se tiene un experimento en el cual existen muchas muestras a evaluar, estas deberán distribuirse en varias sesiones en las que se pruebe como mucho cuatro o cinco muestras a la vez⁴³.

Calentamiento: Consiste en probar varias veces, en forma alternada, una muestra de agua pura y una muestra de alimento o dilución cuyo sabor es difícil de detectar. Al hacer esto tres o cuatro veces, súbitamente la diferencia de sabor se hará evidente para el juez⁴³.

Otras recomendaciones: Es muy importante que los cuestionarios estén redactados en una forma adecuada para evitar en que afecten a las respuestas de los jueces. Deben evitarse instrucciones demasiado complicadas, párrafos largos y sugerencias acerca de las diferencias entre las muestras⁴³.

1.7 Productos con menor contenido calórico

Los productos con menor contenido de calorías son aquellos productos a los que en su elaboración se les ha disminuido parcial o totalmente el contenido calórico. En la Tabla 15, se muestra la clasificación de los productos con menor contenido calórico⁴⁵

Tabla 15. Clasificación de productos con menor contenido calórico⁴⁵.

Producto	Especificación
Producto sin calorías	Su contenido de calorías debe ser menor de 5 calorías/porción
Producto bajo en calorías	Su contenido debe ser menor o igual a 40 calorías/porción. Cuando la porción sea menor o igual a 30 g, su contenido de calorías debe ser menor o igual a 40 calorías/50 g de producto
Producto reducido en calorías	Es aquel donde el contenido de calorías es al menos un 25 % menor en relación al contenido de calorías del alimento original o de su similar

1.8 Mezcla de mercadotecnia para el producto

La mercadotecnia surge como una forma de concebir y realizar la relación de intercambio, por lo que debe considerarse tanto una filosofía como una técnica.

Se puede definir a la mercadotecnia como el proceso social y administrativo mediante el cual las personas y los grupos obtienen aquello que necesitan y quieren, creando productos y valores e intercambiándolos con terceros. Para poder entender mejor la mercadotecnia a continuación se describen algunas definiciones básicas.

Un mercado es el conjunto de todos los compradores reales y potenciales de un producto o servicio. Tales compradores comparten una necesidad o un deseo en particular que se puede satisfacer mediante relaciones de intercambio⁴⁶.

El mercado consta de diferentes clientes, productos y necesidades, los consumidores podrían agruparse y atenderse de diversas formas con base en factores geográficos, demográficos, psicográficos y conductuales; por lo que, se tienen diferentes tipos de mercado⁴⁶.

Dividir el mercado en distintos tipos de compradores con diversas necesidades, características o conductas y quienes podrían requerir estrategias o programas de mercadotecnia diferentes, se le conoce como segmentación de mercado.

La mezcla de mercadotecnia es el conjunto de herramientas tácticas que una empresa combina para producir la respuesta deseada en el mercado meta⁴⁶.

La mezcla de mercadotecnia consiste en todo lo que la empresa es capaz de hacer para atraer a los consumidores y entregar el valor al cliente. Las múltiples

posibilidades se clasifican en cuatro grupos conocidas como mercadotecnia de las 4 P's, la cual se resume en la Tabla 16⁴⁶.

Tabla 16. Mercadotecnia de las 4 P's⁴⁶.

Concepto	Definición
Producto	Combinación de bienes y servicios que la compañía ofrece al mercado meta
Precio	Cantidad de dinero que los clientes tienen que pagar para obtener el producto
Plaza	Incluye las actividades de la compañía que hacen que el producto esté a disposición de los consumidores meta
Promoción	Actividades que comunican las ventajas del producto y persuaden a los clientes meta de que lo compren

A su vez cada variable de las 4 P's cuenta con su propia mezcla de variables que afectan la mercadotecnia total y pueden generar el éxito o el fracaso de un producto, como se muestra en la Figura 9⁴⁶.



Figura 9. Variables de las 4 P's de la mezcla de mercadotecnia⁴⁶.

Un programa de mercadotecnia eficaz combina todos los elementos en un programa integrado y diseñado para alcanzar los objetivos de la compañía al atraer a los consumidores y entregarles valor⁴⁶.

El concepto de las 4 P's adopta el punto de vista que tiene el vendedor del mercado, no el punto de vista del consumidor. Desde la perspectiva del comprador, las 4 P's de la mercadotecnia se describen con las 4 C's⁴⁶.

Dentro de la estructura más centrada en el cliente, encontramos que la satisfacción es el grado en el que el producto excede las expectativas del cliente; el costo accesible se refiere al grado en que los clientes pueden pagar el precio del producto y están dispuestos a hacerlo; la conveniencia se refiere a la facilidad con la que los clientes pueden adquirir el producto; y la comunicación se refiere al grado en que los clientes están informados acerca de las características del producto, son persuadidos de probarlo y se les recuerda volver a comprarlo⁴⁶.

El diseño del producto influye en la satisfacción, el precio se relaciona con el costo accesible, la plaza determina la conveniencia y la promoción influye en la comunicación, esta relación se muestra en la Tabla 17⁴⁶

Tabla 17. Comparativo de la mezcla de mercadotecnia entre 4 P's y 4 C's⁴⁶.

4 P's	4 C's
Producto	Cliente satisfecho
Precio	Costo accesible para el cliente
Plaza	Conveniencia
Promoción	Comunicación

CAPITULO II. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

2.1 Objetivos

General

Desarrollar un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano para la obtención de un producto funcional e inocuo.

Particulares

1. Realizar un estudio de mercado y un análisis de la mezcla de mercadotecnia para conocer la frecuencia de consumo y las características en un queso tipo doble crema.
2. Desarrollar el proceso de elaboración de un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con arándano, elaborando tres formulaciones de inulina 5, 10 y 15 % para determinar las condiciones óptimas de proceso.
3. Evaluar tres formulaciones de queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano mediante un análisis microbiológico y pruebas de grado de satisfacción con un panel sensorial, a fin de asegurar la inocuidad del producto y seleccionar la de mejor característica sensorial.

4. Evaluar la formulación seleccionada de un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano mediante un análisis químico proximal para determinar si es de calidad.

2.2 Cuadro metodológico

Para la realización del proyecto se presenta en la Figura 10 el cuadro metodológico.

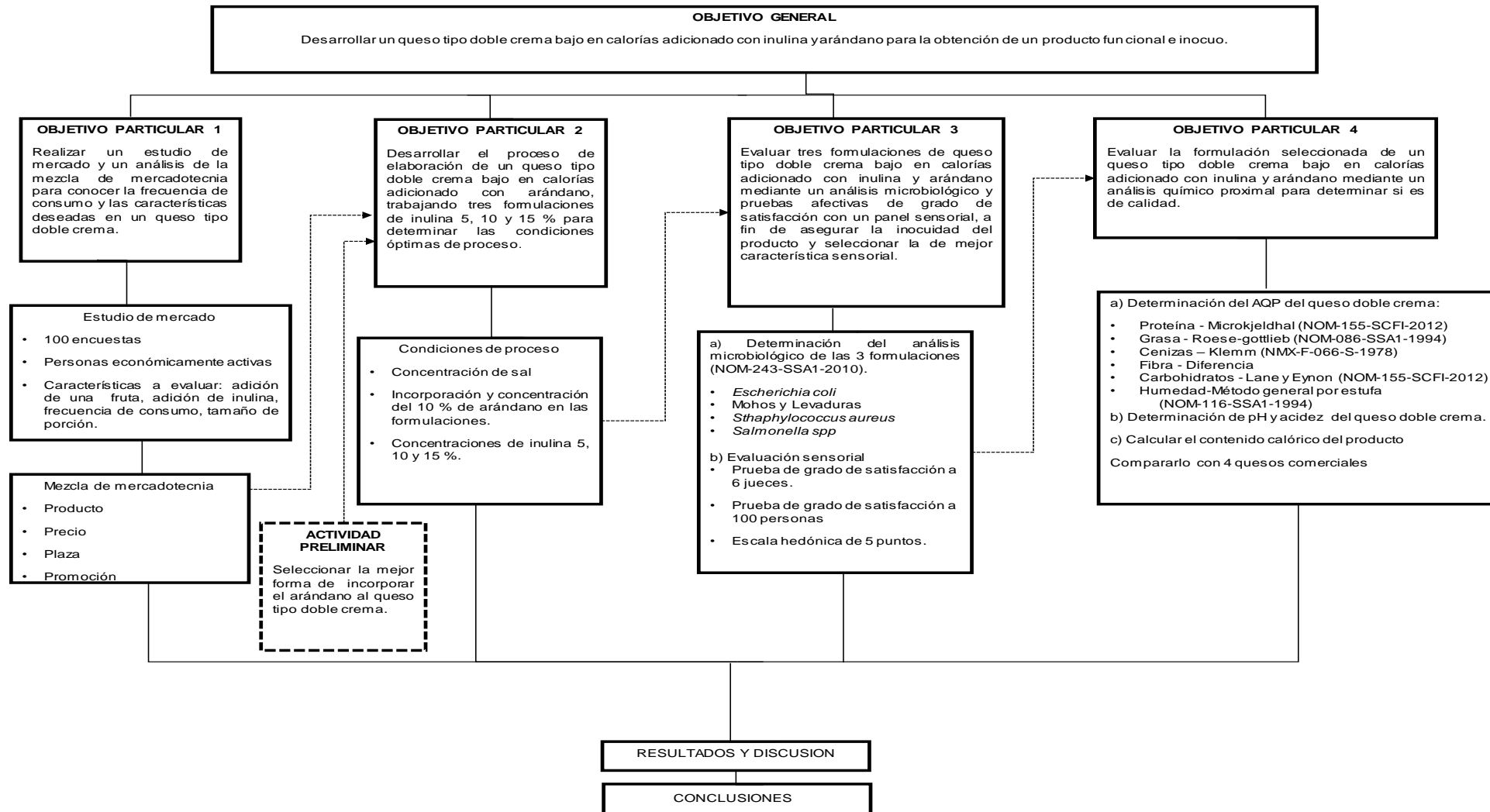


Figura 10. Cuadro metodológico.

2.3 Materiales y métodos

Con respecto a los materiales y métodos a continuación se presentan las técnicas y procedimientos que se llevaron a cabo para poder realizar cada uno de los objetivos.

2.3.1 Objetivo particular 1. Estudio de mercado

Para saber la factibilidad del desarrollo de un “queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano” se realizó un estudio de mercado en el cual se aplicó un cuestionario, el cual se muestra en la Figura 11, este fue aplicado a 100 personas económicamente activas que se encontraban en el tianguis de Cuautitlán Izcalli a un costado de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Los resultados obtenidos de la encuesta fueron graficados para su interpretación y análisis.

Para que un producto pueda ser introducido al mercado, las compañías diseñan una mezcla de mercadotecnia conformada por factores que controla: producto, precio, plaza y promoción conocidos como 4 P's. A partir del análisis de la mezcla de mercadotecnia se describirán las características del producto, precio de venta, los lugares de venta y las características de la promoción, en cuanto al precio de venta este fue calculado mediante la metodología de utilidad deseada mostrada en el ANEXO II ⁴⁶.

A continuación se desarrollan una serie de preguntas con el fin de conocer la factibilidad sobre el desarrollo de un producto conteste por favor esta breve encuesta:

Género: M F

Edad: _____

1. ¿Conoce usted el queso doble crema?
 - a) Si
 - b) No
2. ¿A consumido éste tipo de queso?
 - a) Si
 - b) No
3. ¿Con que frecuencia consume éste tipo de queso?
 - a) 1-2 veces por semana
 - b) 3-4 veces por semana
 - c) 5 o más veces por semana
4. ¿Consumiría un queso tipo doble crema con fruta integrada?
 - a) Si
 - b) No

¿Porqué? _____

5. ¿Concuál de los siguientes frutos le gustaría a usted consumir un queso doble crema?
 - a) Fresa
 - b) Arándano
 - c) Mango
6. ¿Consume alimentos con fibra?
 - a) Si
 - b) No
7. ¿Consumiría un queso tipo doble crema adicionado con fibra?
 - a) Si
 - b) No

¿Porqué? _____

8. ¿En qué presentación le gustaría encontrar el producto?
 - a) 150g
 - b) 315g
 - c) 480g

Figura 11. Encuesta para el estudio de mercado.

2.3.2 Objetivo particular 2. Incorporación del arándano y condiciones de proceso del producto.

2.3.2.1 Fuerza del cuajo

La concentración del cuajo, fuerza del cuajo o poder coagulante del cuajo, está determinado por el número de centímetros cúbicos de leche que coagula un centímetro cúbico de cuajo a una temperatura dada y tiempo determinado⁴⁷.

Debido a que el cuajo utilizado en el proceso de elaboración de un “queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano” fue de tipo enzimático se decidió realizar un cálculo con el cual se pudo obtener la fuerza de acción, mediante la siguiente ecuación:

$$F = \frac{2400 * vol.leche}{tiempo en formar la red * vol.cuajo} \text{-----} (1)$$

Dónde:

- F= fuerza del cuajo
- Volumen de la leche (ml)
- Tiempo en formar la red (s)
- Volumen del cuajo (ml)

2.3.2.2 Condiciones de proceso e incorporación de arándano

Se elaboró un queso doble crema para poder definir las condiciones de proceso y la concentración de arándano a utilizar, se observó que la mejor forma de incorporar el arándano era en forma de mermelada ya que al adicionarlo de forma natural se notaba una oxidación, la cual daba un aspecto desagradable para el consumidor, se decidió incorporar el arándano al queso en una concentración del 10 % ya que al incorporarlo en una concentración mayor no era visualmente agradable para el consumidor. En la Figura 12 se presenta el diagrama de bloques de la mermelada de arándano.

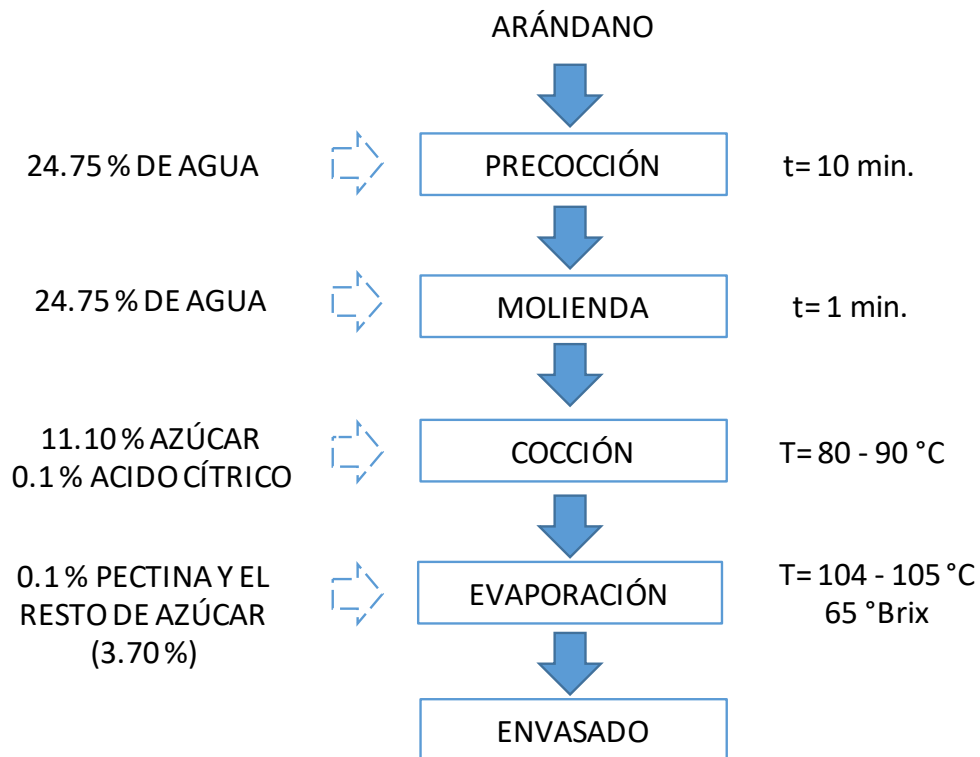


Figura 12. Diagrama de bloques para la obtención de mermelada de arándano.

Con la finalidad de comprender mejor la Figura 12, se describe brevemente el diagrama de bloques empleado para la elaboración de la mermelada de arándano.

1. Precocción: Consiste en poner la fruta en una cacerola, bajando el fuego al mínimo, tapar y dejar precocer por 10 minutos, para suavizar el fruto.

2. Molienda: Consiste en obtener la pulpa o el jugo. Esta operación se realiza en una licuadora. Dependiendo de los gustos y preferencias de los consumidores se puede o no licuar el fruto.

3. Cocción: Se realiza poniendo la mezcla a fuego alto y agregando el ácido cítrico (0.1 %) con $\frac{3}{4}$ de la cantidad de azúcar propuesta en la formulación (11.10 %), termina cuando se evapore un tercio del volumen inicial. Es importante agitar en todo momento para evitar que se pegue en el fondo y se quemé.

4. Evaporación: Es la operación que tiene mayor importancia sobre la calidad de la mermelada. El tiempo depende de la variedad y textura de la materia prima. Al respecto un tiempo de cocción corto es de gran importancia para conservar el color y sabor natural de la fruta. La mermelada debe de removerse hasta que se haya disuelto el azúcar. La evaporación debe finalizar cuando se haya obtenido el porcentaje de sólidos solubles deseados 65 °Brix⁴⁸.

5. Envasado: Consiste en verter la mezcla en frascos limpios y esterilizados, tapar firmemente y enfriar para provocar vacío. El producto debe de ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto.

2.3.2.3 Elaboración de un queso tipo doble crema con diferentes concentraciones de inulina (5, 10 y 15 %).

Una vez obtenida la concentración de mermelada de arándano y las condiciones de proceso se prosiguió a incorporar la inulina, en donde se notó que al agregarla directamente a la cuajada se percibían los gránulos de esta, por lo que se decidió incorporarla en forma de solución en donde el disolvente era agua, en una proporción de 1:0.5. En la Figura 13 se presenta el diagrama de bloques para un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano.

2.3.2.3.1 Descripción del diagrama de bloques para un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano.

Con respecto a la Figura 13 se describe las operaciones de elaboración de un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano.

1. Estandarización: Es el proceso por el cual se ajusta el contenido de grasa de la leche, para este tipo de queso se estandariza a un 10 % de contenido graso, esto se procede con la mezcla de crema en la leche a través de un balance de pearson.

2. Adición de cultivos lácticos: Se adicionan cultivos lácticos compuestos por los siguientes microorganismos *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis*, *Lactococcus diacetylactis*, *Lactococcus cremoris*, con el fin de darle las características sensoriales al producto final en una proporción de 0.06 g por litro.

3. Adición del cloruro de calcio: Sirve como coadyuvante de la coagulación en una cantidad máxima de 1.2 g/L de leche, con respecto a la leche empleada en la elaboración y referido a la sal anhidra. Reconstituye parte del calcio insolubilizado en la pasteurización en el caso de las leches pobres en ese mineral, siendo un elemento fundamental en la coagulación.

4. Adición de cuajo: El cuajo se aplica una vez que la temperatura de la leche se fija en 32 - 36 °C. Se aplica la cantidad según el cálculo de la fuerza de cuajo para la proporción de leche a trabajar o según lo establezca el proveedor; se agita brevemente la leche para distribuirlo bien y se deja reposar. Para determinar el momento óptimo de cuajada se introduce un cuchillo en la cuajada; si el cuchillo sale totalmente limpio, la cuajada esta lista. Normalmente el tiempo de cuajado varía de 30 - 50 minutos, dependiendo entre otros factores, el tipo de cuajo y del volumen de leche.

5. Reposo: Consiste en dejar reposar la leche con el cuajo durante 50 minutos a una temperatura de 30 - 32 °C hasta obtener una cuajada dura.

6. Corte de la cuajada: Se realiza un corte en cuatro partes a la cuajada, con la finalidad de empezar el desuerado debido a que el mayor contenido de suero se encuentra en los poros o cavidades de la cuajada. El corte mejora la consistencia de la cuajada, a la cuajada que ha sido cortada se le llama grano, en esta fase se obtienen dos productos el grano y parte del suero. Después del corte de la cuajada y para lograr un mejor desuerado se deja en reposo durante 5 - 10 minutos.

7. Calentar y enfriar cuajada: Agitando constantemente la cuajada se calienta poco a poco hasta llegar a una temperatura de 80 °C, conservando esta temperatura por no más de 8 minutos. Se enfría a 38 °C agregando agua helada, este procedimiento beneficia para empezar el trabajo de la cuajada.

8. Desuerado: En esta etapa el suero se retira casi en su totalidad, filtrándolo con ayuda de una manta de cielo y un colador. La cuajada se puede juntar en un extremo del recipiente que la contenga.

9. Mezcla: En seguida del proceso anterior se agrega la sal, cuidando que quede bien distribuida, la cantidad de sal varía según el gusto, en este caso se empleó el porcentaje en relación al peso de la cuajada, así mismo se le adicionó la inulina (5 %) y el arándano (10 %).

10. Moldeado y Prensado: Consiste en colocar la cuajada trabajada en moldes de plástico envuelta en mantas de cielo y ejercer una presión uniforme en el molde para retirar el exceso de suero que pueda permanecer en el queso, este procedimiento se recomienda por 20 minutos, después refrigerar durante 24 horas.

11. Desmolde y refrigeración: Se retira el queso del molde de plástico se empaca y se guarda en refrigeración a una temperatura de 2 - 4 °C para su conservación.

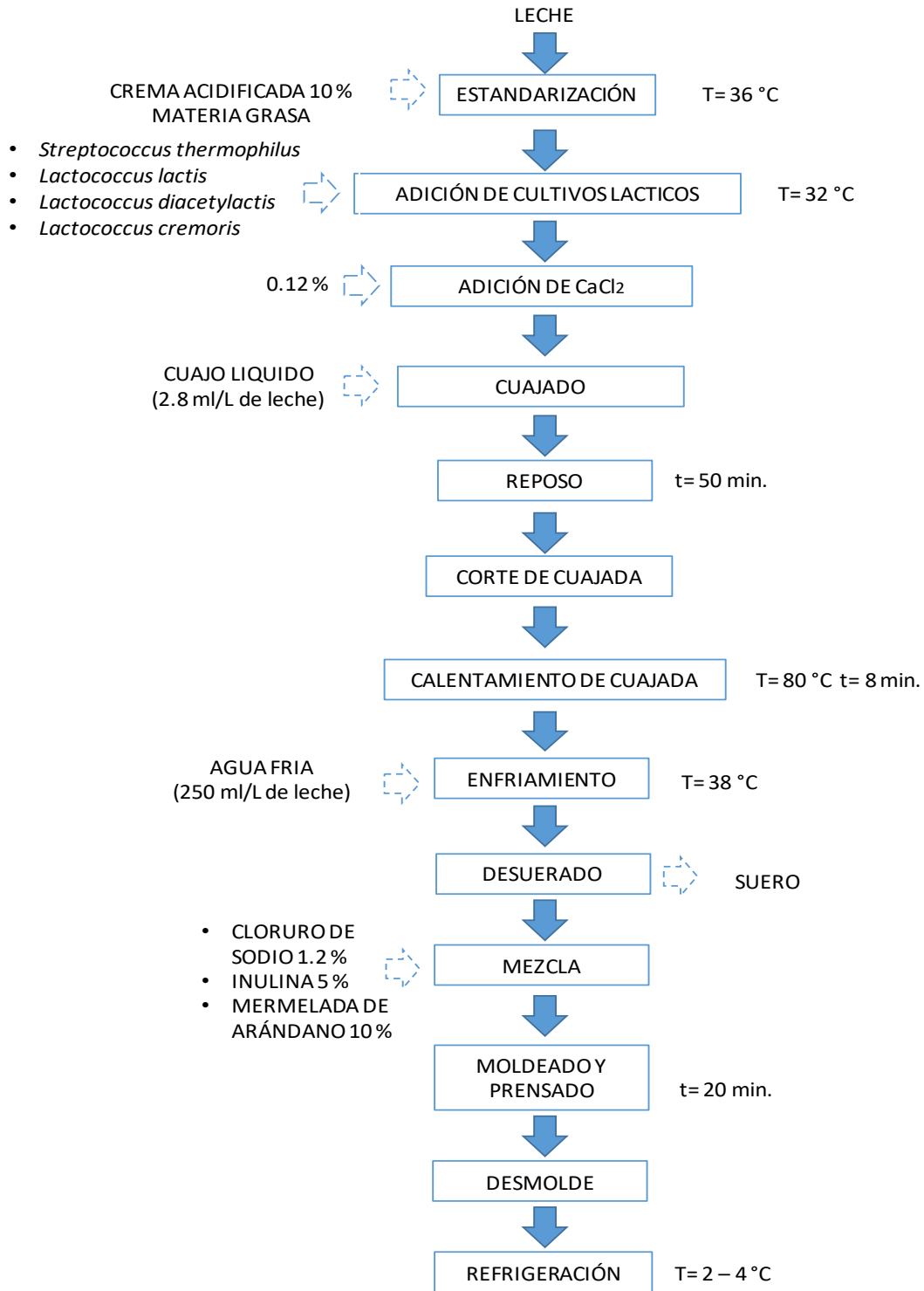


Figura 13. Diagrama de bloques para un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano.

2.3.3 Objetivo particular 3. Análisis microbiológico y sensorial.

2.3.3.1 Análisis microbiológico

Para asegurar la inocuidad del producto se le realizaron análisis microbiológicos regidos por la NOM-243-SSA1-2010, los cuales se presentan en la Tabla 18.

Tabla 18. Técnicas analíticas para un análisis microbiológico de un queso tipo doble crema⁴⁹.

Análisis	Norma
Mohos y levaduras	NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, formula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba
<i>Staphylococcus aureus</i>	
<i>Salmonella spp</i>	
<i>Escherichia coli</i>	

2.3.3.2 Aplicación de evaluación sensorial.

Una vez que se determinaron las concentraciones de inulina, se prosiguió a aplicar una evaluación sensorial a 6 jueces entrenados para poder determinar la aceptación del producto, la cual se llevó a cabo dentro de las instalaciones del laboratorio de procesos tecnológicos de productos lácteos en un horario de 5 a 6 de la tarde. Posteriormente se aplicó una evaluación sensorial afectiva de grado de satisfacción a 100 jueces consumidores para poder elegir una de las tres formulaciones el formato de la evaluación se encuentra en la Figura 14 esta fue llevada a cabo en un horario de 11:00 a 13:00 hrs. y de 17:00 a 18:00 hrs. con alumnos de la comunidad de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Frente a usted tiene 3 muestras de un queso doble crema con mermelada de arándano, favor de probarlas y evaluar los siguientes parámetros con la escala que se presenta en seguida:

Edad: _____

Sexo: M F

- 1 Me disgusta mucho
- 2 Me gusta moderadamente
- 3 No me gusta ni me disgusta
- 4 Me gusta levemente
- 5 Me gusta mucho

Parámetros	Muestra 986	Muestra 457	Muestra 678
Sabor			
Color			
Olor			
Textura			
Cremosidad			

Observaciones, indique por qué le agrado más la muestra _____ y por qué le desagrado mucho la muestra _____: _____

!!!Le agradecemos mucho por su apoyo y su valioso tiempo, que tenga un excelente día!!!

Figura 14. Evaluación sensorial.

El análisis sensorial se llevó a cabo mediante una prueba sensorial de grado de satisfacción para tres muestras 922, 457 y 678 donde la diferencia de cada una radicaba en la concentración de inulina contenida, la muestra 922 contenía 5 % de inulina, la muestra 457 contenía el 10 % y la 678 el 15 % esta encuesta se realizó a 100 personas, con un rango de edad de 18 - 25 años evaluando 5 parámetros del producto: sabor, color, olor, textura y cremosidad de los cuales los resultados fueron analizados mediante un programa Minitab versión 17 donde se hizo para cada parámetro un ANOVA de un factor con un nivel de significancia del 0.05 %, donde para cada caso se plantearon dos hipótesis una de ellas es la hipótesis nula que nos indica que todas las medias de las muestras son iguales y la segunda que es la hipótesis alternativa que indica que al menos una de las medias de las muestras es diferente, para comprobar los resultados del ANOVA se realizó una prueba de Tukey que nos sirve para probar todas las diferencias entre medias.

2.3.4 Objetivo particular 4. Análisis químico proximal y fisicoquímico.

2.3.4.1 Determinación de la composición química y análisis fisicoquímico.

En la Tabla 19 se presentan las técnicas utilizadas para el análisis químico proximal, respetando la normatividad nacional. En la Tabla 20, se muestran las técnicas utilizadas para el análisis fisicoquímico del queso tipo doble crema.

Tabla 19. Técnicas analíticas para un análisis químico proximal de un queso tipo doble crema^{50,51,52,45}.

Componente	Método	Referencia
Humedad	Método general Estufa (70 °C)	NOM-116-SSA1-1994
Carbohidratos	Lane y Eynon	NOM-155-SCFI-2012
Fibra	Este método se determinó por diferencia ya que no se contó con el Kit SIGMA-ALDRICH (Total dietary fiber assay kit) para realizar la prueba	
Cenizas	Klemm	NMX-F-066-S-1978
Grasa	Roese-gottlieb	NOM-086-SSA1-1994
Proteína	Micro Kjeldahl	NOM-155-SCFI-2012

Tabla 20. Técnicas analíticas para un análisis fisicoquímico de un queso tipo doble crema^{53,51}.

Componente	Método	Referencia
pH	Potenciómetro	NMX-F-317-NORMEX-2013
Acidez	Titulación alcalimétrica	NOM-155-SCFI-2012

2.3.4.2 Cálculo de contenido calórico

Para realizar el cálculo correspondiente al contenido de la muestra se deberá considerar la suma del aporte energético de los siguientes nutrimentos como se muestra en la Tabla 21, este cálculo es conforme a lo estipulado en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

Tabla 21. Aporte Energético por nutrimento⁵⁴.

Nutrimento	Kcal/g	Se multiplica el valor en gramos por el valor calórico indicado en cada nutrimento
Proteínas	4	Gramos * 4= Valor expresado en Kcal/g
Grasas	9	Gramos * 9= Valor expresado en Kcal/g
Carbohidratos	4	Gramos * 4= Valor expresado en Kcal/g

Una de las opciones para declarar el contenido calórico es mediante la declaración de porciones (“Una porción de __ g o ml aporta”), se deberán usar las cantidades de referencia previstas en el acuerdo por el que se emiten los Lineamientos de Etiquetado, algunos ejemplos se muestran en la Tabla 22⁵⁵.

Tabla 22. Lineamientos de etiquetado⁵⁵.

Producto	Tamaño de porción	Ejemplo de uso de leyenda
Galleta	30 g	Una porción de 30 g de galleta aporta:
Bebida saborizada	200 ml	Una porción de 200 ml de refresco aporta:
Quesos	30 g	Una porción de 30 g de queso aporta:
Salsa tipo cátsup	30 g	Una porción de 30 g de salsa tipo catsup aporta:
Pescado en filete, barritas, moldeados refrigerados o congelados	50 g	Una porción de 50 g de filete de pescado aporta:
Platillo combinado	100 g	Una porción de 100 g de chilorio aporta:
Chocolate	25 g	Una porción de 25 g de chocolate aporta:

Tabla 22. Lineamientos de etiquetado (Continuación)⁵⁵.

Producto	Tamaño de porción	Ejemplo de uso de leyenda
Dulces a base de leche	125 g	Una porción de 125 g de natilla aporta:
Frutas, verduras y legumbres en conserva o congeladas	50 g	Una porción de 50 g de fruta aporta:
Helado y nieve	50 g	Una porción de 50 g de helado aporta:
Carne cruda, marinada, precocida, cocida, albóndigas	100 g	Una porción de 100 g de pollo aporta:

Una vez que se obtuvo el contenido calórico por porción del producto, se llevó a cabo una comparación con 4 quesos comerciales marca Esmeralda, Duranguense, La Villita y Chilchota con el fin de determinar si el producto era bajo en calorías, este comparativo, fue contra los productos comerciales en venta, no se encontró en el mercado un queso doble crema adicionado con fruta.

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **Estudio de mercado.**

En el presente apartado se muestran los resultados que dan cumplimiento al objetivo particular 1 que hace referencia al estudio de mercado, realizado para conocer la factibilidad del desarrollo de un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano, siguiendo la metodología planteada, como se muestra en el cuadro metodológico, al realizar 100 encuestas a personas económicamente activas que se localizaban en el tianguis de Cuautitlán Izcalli a un costado de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, se encontró como lo muestra la Figura 15 la cantidad de personas que tenían conocimiento del queso tipo doble crema.

Con el estudio de mercado se tiene una respuesta del comprador ante un producto o servicio, en un determinado lugar. La investigación debe proporcionar información que sirva de apoyo para la toma de decisiones cumpliendo la siguiente característica: los datos recopilados deberán contener siempre información útil, ya que el resultado de esta investigación servirá de base para tomar decisiones sobre las características del producto a desarrollar^{56,57}.

Las figuras que se presentan a continuación muestran los resultados del estudio de mercado conforme al formato planteado en la Figura 11.

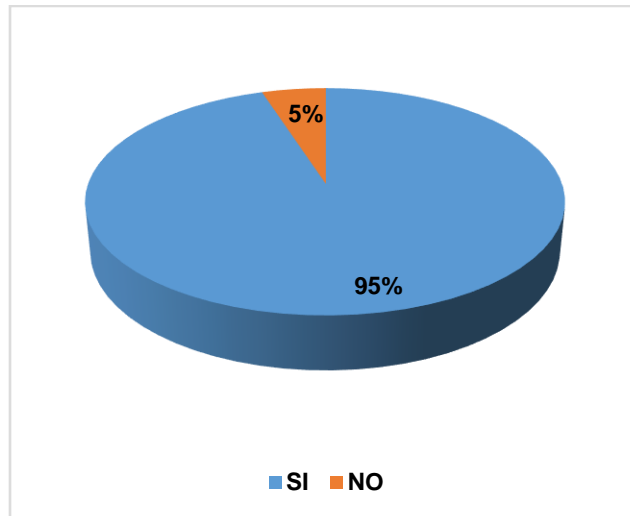


Figura 15. ¿Conoce usted el queso tipo doble crema?

De las 100 personas encuestadas el 95 % conoce el queso tipo doble crema y tan sólo el 5 % dijo no conocerlo; por lo que, se comprueba que es un queso conocido entre la población lo que facilita que el consumidor identifique las características sensoriales asociadas a este tipo de producto.

El queso es un elemento importante de la cocina mexicana, alcanza un consumo de 6 kilogramos al año en México y una de las principales ventajas del queso, es que lo adquieren las personas de cualquier edad, degustándolo varias veces al día con diversos propósitos; por lo que, el producto tiene muchas posibilidades de crecimiento. El consumidor mexicano tiene una preferencia marcada por los quesos frescos y de sabor suave, por lo que es importante conocer el consumo y frecuencia de consumo del queso doble crema en la población como se muestran en las Figuras 16 (a) y (b)⁵⁸.

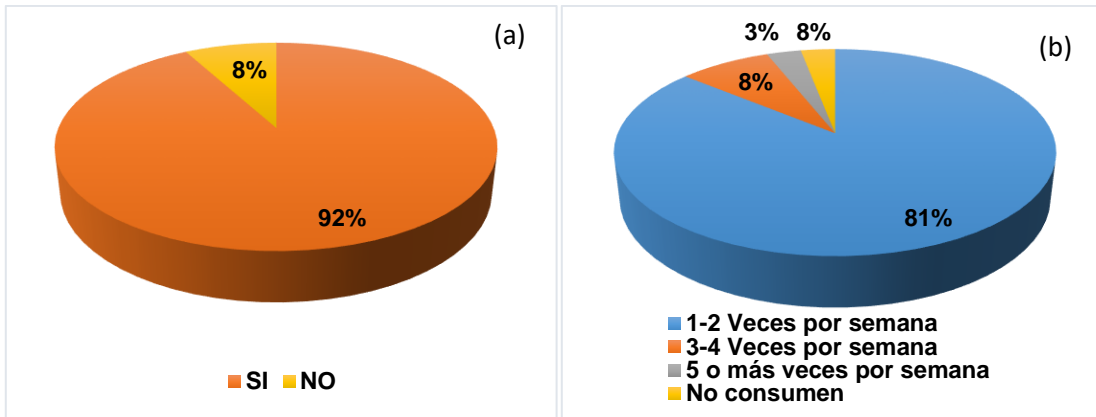


Figura 16. (a) Ha consumido este tipo de queso. (b) ¿Con qué frecuencia consume este tipo de queso?

En términos generales, el 92 % de la población ha consumido este tipo de queso mientras que el 8 % no lo consume, de los resultados obtenidos se puede observar que un 89 % consume este tipo de queso de 1 - 4 veces por semana siendo la mayoría de 1 - 2 veces por semana y únicamente el 3 % lo hacen de 5 o más veces por semana, indicando así que el queso se consume como mínimo 2 días a la semana, comprobando que la población si consume el producto, haciendo al queso un elemento importante en las mesas mexicana, al utilizarlo y consumirlo en diferentes formas, ya que se integra como ingrediente principal en postres, en forma natural o acompañando a ensaladas, hay que considerar que ningún otro tipo de queso le iguala su sabor y características que se indicaron en el apartado 1.3.1. En el apartado 1.2.2 se mencionó que la producción de queso doble crema va en aumento según datos recopilados por SAGARPA (2016), donde se ve un incremento de 24,887 Ton del 2009 al 2015, siendo un crecimiento de más del 100 % de la producción del 2009 (22,950 Ton)⁴.

Hace aproximadamente treinta y cinco años, los quesos provenían directamente de los ranchos, la materia prima era leche pura. Además, se encontraba una amplia variedad de quesos en diversas regiones del país, estaban libres de conservadores, extensores y el sabor se asociaba con sus orígenes⁵⁹.

En la actualidad, las tendencias en innovación de productos lácteos, especialmente en quesos también están orientados en las demandas de los consumidores, lo que ha generado nuevos tipos de quesos, de modo que es importante conocer si sería aceptado un queso adicionado con fruta y el tipo de fruta que se le puede adicionar como se muestra en la Figura 17 (a) y (b)⁵⁹.

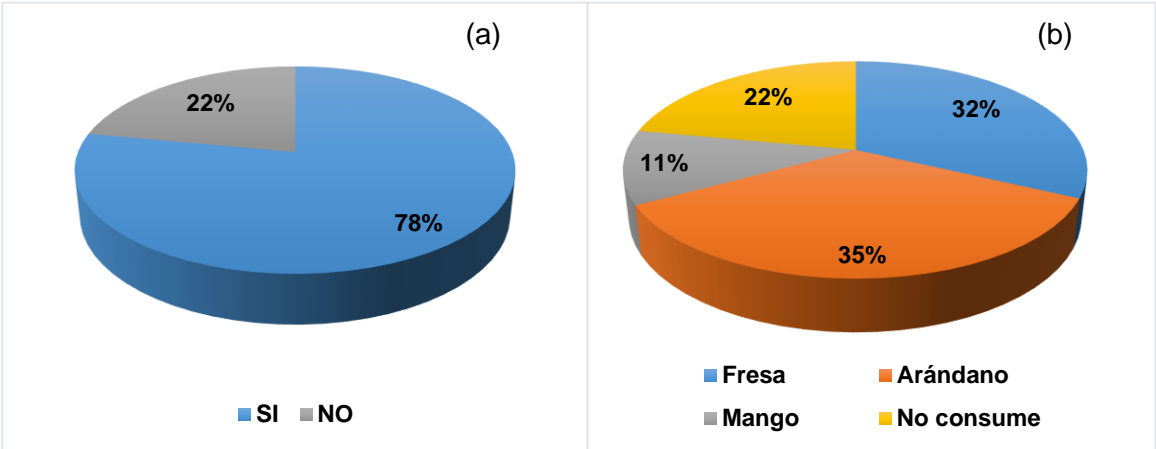


Figura 17 (a) ¿Consumiría un queso tipo doble crema con fruta integrada? (b) ¿Con cuál de los siguientes frutos le gustaría a usted consumir un queso tipo doble crema?

Se muestra que el 78 % de las personas encuestadas consumirían un queso tipo doble crema con fruta integrada, mientras que tan solo el 22 % rechazarían su consumo. De las opciones que se presentaron para el tipo de fruta a utilizar el 67 % de las personas encuestadas preferirían el consumo de una frutilla, esto debido a que los porcentajes mayores de consumo fueron para el arándano y la fresa en

comparación con una fruta de temporada. De modo que la tendencia de esta encuesta señala que más del 50 % de los consumidores podrían aceptar otro tipo de frutillas incorporadas al producto, como son: arándano azul, frambuesa o zarzamora.

Las frutillas son benéficas para la salud, aportan gran cantidad de fibra dietética y antioxidantes, vitamina C, evitan las infecciones urinarias, bajo contenido calórico, alto contenido en compuestos fenólicos, potasio, calcio, magnesio y ácido fólico. Gracias a la gran lista de beneficios para la salud, la productividad y desarrollo del campo, México se ha convertido en el quinto productor mundial de berries o frutillas, siendo Chile, Canadá, Estados Unidos, países bajos, Japón y Reino Unido, los principales países de destino de las exportaciones de frutillas mexicanas. Concluyendo así que existe una gran oportunidad de desarrollo para la industria alimentaria en la elaboración de productos saborizados con frutillas debido a que hay un amplio comercio para ellos⁶⁰.

De igual manera, estudios realizados por Ramos *et al.*, (2005) y Beltran *et al.*, (2006), muestran el desarrollo de quesos saborizados con fresa, teniendo una aceptación sensorial favorable para ambos casos, así pues, se comprueba la preferencia de consumo de quesos con frutillas^{61,62}.

En la actualidad, el consumo insuficiente de fibra dietética se asocia con la aparición de enfermedades crónicas. Por eso, el comité de expertos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda una ingesta de 25 gramos de fibra dietética

al día. En México, los adultos consumen entre 16 y 18 gramos de fibra al día, una cantidad mucho menor a la recomendada, por lo que se hace necesario saber el consumo de fibra en la población, como se puede apreciar en la Figura 18 (a), además de promover su consumo en fuentes no convencionales, por dicha razón es fundamental saber y conocer si la población aceptaría consumir un queso tipo doble crema adicionado con fibra como se observa en la Figura 18 (b)^{61,62}.

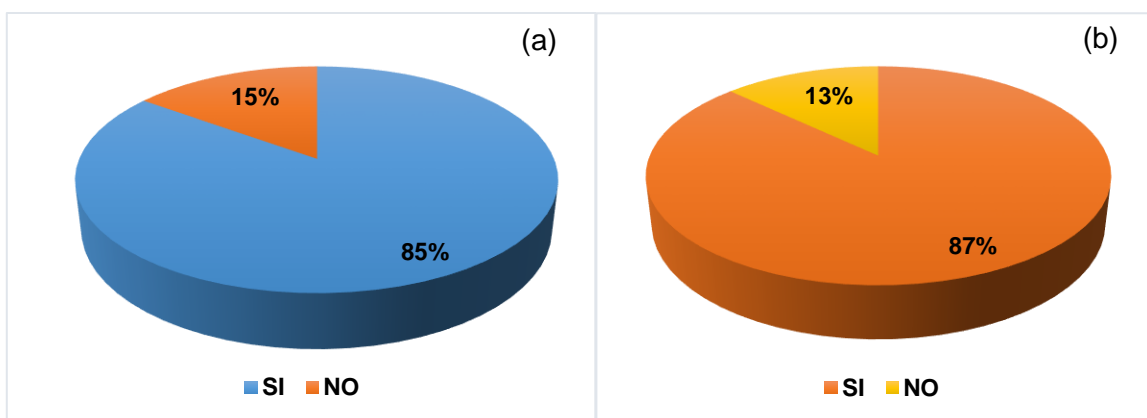


Figura 18 (a) ¿Consume alimentos con fibra? (b) ¿Consumiría usted un queso tipo doble crema adicionado con fibra?

El 85 % de los encuestados dice consumir fibra y tan sólo el 15 % dice no consumirla, lo cual se considera es desconocimiento de la fuente de fibra en su dieta, sin embargo, si se toma en cuenta que la ingesta debe ser como mínimo 25 g diarios, esta cantidad es baja lo que puede generar graves problemas a la salud. Por lo anterior, se consideró de interés la elaboración de un queso tipo doble crema adicionado con fibra, obteniéndose que el 87 % si consumirían un queso que podría coadyuvar a la ingesta de la fibra en la dieta y tan solo el 13 % no lo consumiría.

Entre las causas que indican una respuesta afirmativa se encuentran los beneficios que se obtenía a la salud, y entre las causas que indicaban un posible rechazo es, el sabor al producto adicionado con inulina^{63,64}.

A causa de la respuesta favorable de los encuestados, el desarrollo de este producto es factible dado que el 87 % de la población está preocupada por su salud y aceptaría la ingesta de un producto que cumpla mínimamente con las necesidades de consumo de fibra que marcan los organismos antes mencionados.

Según la Secretaria de Salud en la Guía de Alimentos para la Población Mexicana (2010) recomienda el consumo de una ración de queso fresco de 40 g por persona, por lo que se propuso las posibles presentaciones del producto de 150 g, 315 g y 480 g obteniéndose la presentación de preferencia en la población como se puede apreciar en la Figura 19⁶⁵.

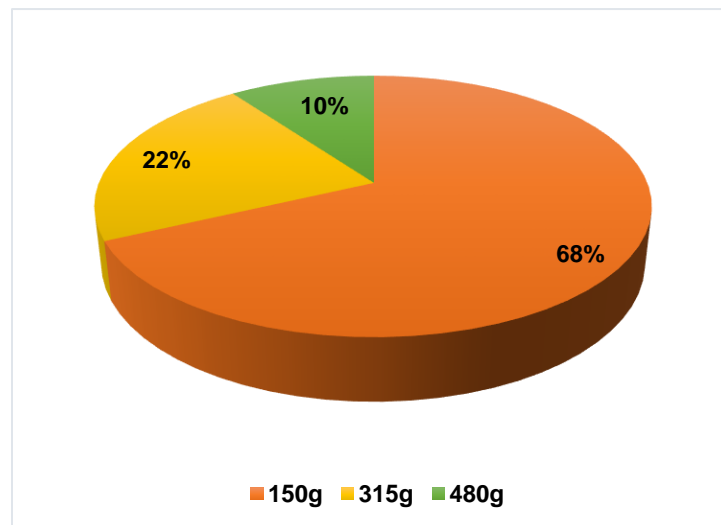


Figura 19. ¿En qué presentación le gustaría encontrar el producto?

La presentación de preferencia en los consumidores fue en un tamaño de 150 g con un 68 % la cual puede ofrecer 4 raciones de consumo, el 32 % se obtuvo para las presentaciones de 315 g (8 porciones) y 480 g (12 porciones). Sin embargo, por tratarse de un producto reducido en calorías, los consumidores podrían ingerir raciones mayores a las recomendadas, puesto que la Secretaría de Salud en la Guía de Alimentos para la Población Mexicana (2010) recomienda un requerimiento promedio de energía de 1600-1800 Kcal para mujeres y 1800-2000 Kcal para hombres, en personas que su Índice de masa corporal indica que el peso es apropiado. En definitiva, un plan de alimentación balanceado, servirá para mejorar y mantener hábitos de alimentación saludables, así como para prevenir enfermedades como el sobrepeso⁶⁵.

Debido a las respuestas favorables que se obtuvieron al realizar el estudio de mercado se concluyó que, si es factible la realización de un queso tipo doble crema adicionado con inulina y arándano.

- **Mezcla de mercadotecnia**

Para el cumplimiento de la segunda parte del objetivo particular 1 que es la mezcla de mercadotecnia a continuación se presentan las 4 P's del producto.

PRODUCTO

Teniendo en cuenta las definiciones antes mencionadas en la revisión de antecedentes se concluye que el mercado al que va dirigido este tipo de queso sería para la población de adultos mayores, ya que estos necesitan mayor atención a sus

hábitos alimenticios por la creciente tasa de enfermedades en este grupo de población. En la actualidad, se puede encontrar diferentes marcas de quesos saborizados en el supermercado; sin embargo, ninguno es un queso doble crema, los productos existentes son a base de leche de cabra como lo promocionan las marcas Flaveu y Laclette, esto puede generar una gran oportunidad de crecimiento para el desarrollo de este queso, debido a que es elaborado a base de leche de vaca, también se debe considerar los diversos beneficios que aporta el producto, como lo es su bajo contenido calórico y su contenido en fibra y arándano.

Todos los ingredientes con los que se llevó a cabo la elaboración del producto son de la más alta calidad e inocuidad, lo que aseguran al consumidor una ingesta segura. Su consumo en una dieta balanceada generaría una alimentación adecuada, haciéndolo destacar al producto como ningún otro en el mercado.

PRECIO

De acuerdo con los resultados del estudio de mercado, existe mercado para el queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano, sobre todo en consumo de porciones de 150 g. La proporción preferida según la encuesta planteada, tendría un precio de venta directa al público de \$89.00 pesos, en referencia con los valores presentados en la Tabla 23.

Dado que en el mercado existen quesos más económicos como lo es el queso panela de 400 g de la marca Lala con un costo de 44 pesos y el queso de cabra con arándano rojo de la marca Laclette de 200 g por 64.50 pesos, por consiguiente, el producto debe ser comercializado en establecimientos de tipo gourmet⁶⁶.

Tabla 23. Precios de un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano.

Precio	Cantidad (\$ pesos mexicanos)
Costo del queso tipo doble crema	345.95
Precio del queso tipo doble crema en planta	501.62
Precio de venta del queso tipo doble crema	591.91
Precio por porción de 150 g de queso tipo doble crema	89.00

PLAZA

El mercado que pretende abarcar este proyecto se encuentra en la Ciudad de México en la delegación Miguel Hidalgo, zona Polanco donde se encuentran algunas plazas comerciales *gourmet* que ofrecen a los clientes diversos productos entre los que destacan los quesos, por lo que sería un mercado de oportunidad para el producto.

Para poder promocionar dicho producto este será ofrecido en grandes empresas donde laboran más de 101 personas por establecimiento, como lo son las plazas comerciales *gourmet* que se enlistan a continuación:

- Centro Comercial Polanco
- Plaza Parques Polanco
- Antara Fashion Hall
- Plaza Polanco
- Pabellón Polanco
- Plaza Moliere

- Plaza Arquimedes
- Plaza Mazaryk
- Galerías Polanco
- Plaza de Cantera
- El Palacio de Hierro
- Plaza Carso
- Lomas Plaza
- Grand Pedregal
- Grand San Francisco
- Plaza Loreto
- Zentrika Santa Fe
- Plaza Samara
- Plaza Chedrahui

PROMOCIÓN

En la actualidad los empaques que ofrece el mercado son de base plástica con sella fácil, inclusive ya lo promocionan en rebanadas para su fácil consumo como se muestra en las Figuras 20 y 21, por lo cual el queso podría ser promocionado en este tipo de empaque con un contenido neto de 150 g, que fue el seleccionado en el estudio de mercado, el empaque se presentaría en colores azules y blancos que se asocian a la salud, curación, la suavidad, tranquilidad, pureza y perfección⁶⁷.



Figura 20. Empaque de queso panela de la marca FUD de 300 g.



Figura 21. Empaque abierto de queso panela de la marca FUD de 300 g.

Incorporación del arándano y condiciones de proceso del producto

Como objetivo particular número 2 se consideró la incorporación de arándano y las condiciones de proceso del producto, este apartado incluye 3 diferentes apartados en donde se evalúa la fuerza del cuajo que se utilizó, la forma en que se iba a incorporar el arándano y las condiciones de proceso del producto.

- **Fuerza del cuajo**

Para el cálculo de la fuerza de cuajo se utilizó la fórmula planteada en la metodología ajustada a las condiciones de proceso, los resultados se muestran a continuación en la Figura 22 utilizando 50 ml de leche para cuajar con diluciones de 1:10 y 1:5.

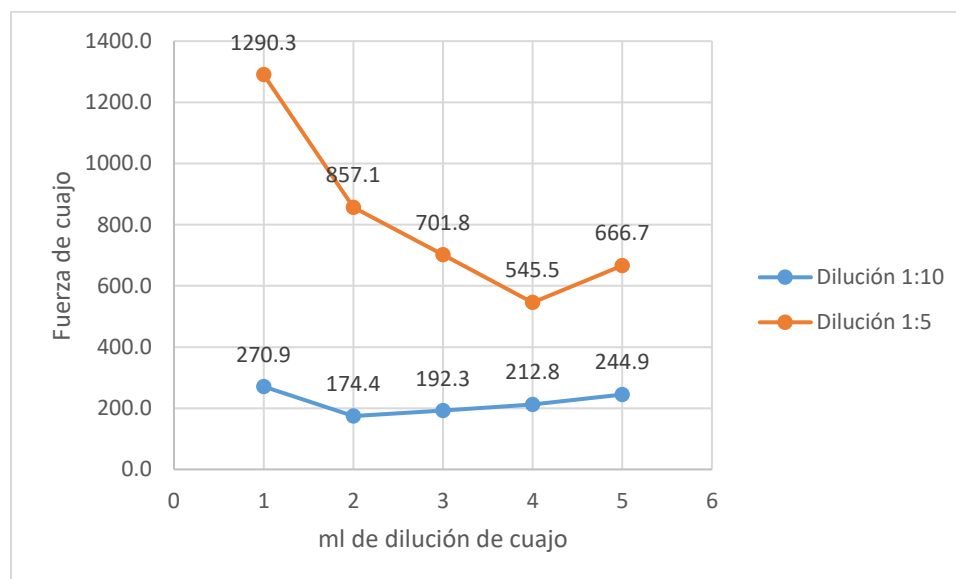


Figura 22. Fuerza de cuajo.

Debido a que la dilución 1:10 nos proporcionó las características que se buscaban en un queso doble crema (firmeza), esta fue utilizada en el proceso de elaboración, a pesar de que la dilución 1:5 tenía una mayor fuerza de cuajo como lo muestra la Figura 23.



Figura 23. Etapa experimental de cálculo de fuerza del cuajo.

- **Incorporación de arándano**

En cuanto a la parte de la metodología donde se debía seleccionar la mejor forma de incorporación del arándano se observó que al hacerlo en forma natural o en trozos, este presentaba una oxidación, lo que generaba un mal aspecto al producto, debido a esto se realizaron investigaciones para conocer la forma en que debía ser agregado, encontrando que en la investigación hecha por Ramos *et al.*, (2005) utilizaban su saborización en forma de mermelada en un queso crema probiótico bajo en grasa con inulina y saborizado con fresa, la concentración de mermelada utilizada en el estudio antes mencionado fue del 20 % como lo muestra la Tabla 24, por lo que se decidió hacer la incorporación del arándano en forma de mermelada,

la formulación de mermelada de arándano que se utilizó, se muestra en la Tabla 25⁶¹.

Tabla 24. Porcentajes de sal y mermelada de fresa utilizadas en la elaboración de un queso crema probiótico con una cepa iniciadora *Lactobacillus casei*, bajo en grasa con inulina y saborizado con fresa⁶¹.

Ingrediente	Porcentaje en el queso
Mermelada de fresa	20.0
Sal	0.9
Azúcar	5.0

Tabla 25. Formulación de mermelada de arándano para un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano.

Ingredientes	Porcentaje
Arándano	35.4
Agua	49.5
Azúcar	14.9
Ácido Cítrico	0.1
Pectina	0.1

- **Elaboración del producto.**

Sabiendo que la fresa aporta un contenido de azúcares de 5 a 8 % siendo este menor que el arándano, se decidió ocupar menos concentración de mermelada en

el queso doble crema, utilizando sólo el 10 %, porque al gusto no estaba en demasía, pero si se percibía el sabor a arándano⁶⁸.

En cuanto a la concentración de inulina se han encontrado estudios realizados por Juan, *et al.*, (2013) en los cuales se demuestra que la adición de un 5 % de inulina mejora las características sensoriales y nutricionales de los quesos frescos bajos en grasa, por lo que se decidió trabajar con esta concentración, y tener dos niveles de variación (10 y 15 %), donde la variante en las formulaciones fue la cantidad de cuajada esto debido a que existe una relación inversamente proporcional entre la inulina y la cuajada, porque al contener mayor concentración de inulina se obtiene menor cantidad de cuajada. Al momento de incorporar la inulina de forma directa en el queso, se percibían los gránulos de esta, lo cual podría ocasionar rechazo del consumidor, por lo que se utilizó en forma de dilución con agua en una proporción de 1:0.5⁶.

Observando los resultados obtenidos por Ramos *et al.*, (2005) y Juan, *et al.*, (2013) en el desarrollo de sus productos, se decidió realizar las formulaciones presentadas en la Tabla 26 para un queso doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano^{61,6}.

Tabla 26. Formulación de un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano.

Ingredientes	Formulación 1 (%)	Formulación 2 (%)	Formulación 3 (%)
Cuajada	83.8	78.8	73.8

Tabla 26. Formulación de un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano (Continuación).

Ingredientes	Formulación 1 (%)	Formulación 2 (%)	Formulación 3 (%)
Inulina	5.0	10.0	15.0
Mermelada De Arándano	10.0	10.0	10.0
Sal	1.2	1.2	1.2

Análisis microbiológico y análisis sensorial al producto

Como objetivo particular número 3 se consideró la evaluación microbiológica de las tres formulaciones propuestas y el análisis sensorial de las mismas para la selección de una de ellas con las mejores características organolépticas, este apartado incluye 2 diferentes apartados en donde se observan los resultados para el análisis microbiológico y la respuesta de los consumidores al análisis sensorial.

- **Análisis microbiológicos del producto**

Los quesos hechos con leche sin pasteurizar parecen estar asociados con brotes de intoxicaciones alimentarias con mayor frecuencia que los fabricados a partir de leche pasteurizada, aunque estos también pueden ocasionar toxiinfecciones por una inadecuada pasteurización de la leche o porque el queso hecho de leche pasteurizada se contamina posteriormente con microorganismos patógenos⁶⁹.

El control del crecimiento de los microorganismos en el queso depende de un número de parámetros físicos como la concentración de la humedad, la cantidad de sal, la actividad de agua, el pH, la presencia de ácidos orgánicos, la temperatura de

conservación, el potencial redox y la adición de nitratos. Además, en el crecimiento microbiano influyen otros factores biológicos como la disponibilidad de nutrientes para el metabolismo microbiano y la interacción entre los microorganismos presentes en el queso⁷⁰.

Para garantizar la seguridad de los jueces consumidores en el análisis sensorial, al producto (3 formulaciones) se le realizó un análisis microbiológico, con las pruebas marcadas por la NOM-243-SSA1-2010 para quesos frescos, los resultados se muestran en las Tablas 27, 28 y 29.

Tabla 27. Resultados del análisis microbiológico para la formulación 1 (5 % inulina).

Análisis	Máximo	Dato experimental
Mohos y levaduras	500 UFC/g o ml	Ausente
<i>Sthaphylococcus aureus</i>	1000 UFC/g	Ausente
<i>Salmonella spp</i>	Ausente en 25g o ml	Ausente
<i>Escherichia coli</i>	100 UFC/g o ml	Ausente

Tabla 28. Resultados del análisis microbiológico para la formulación 2 (10 % inulina).

Análisis	Máximo	Dato experimental
Mohos y levaduras	500 UFC/g o ml	Ausente
<i>Sthaphylococcus aureus</i>	1000 UFC/g	Ausente
<i>Salmonella spp</i>	Ausente en 25g o ml	Ausente
<i>Escherichia coli</i>	100 UFC/g o ml	Ausente

Tabla 29. Resultados del análisis microbiológico para la formulación 3 (15 % inulina).

Análisis	Máximo	Dato experimental
Mohos y levaduras	500 UFC/g o ml	Ausente
<i>Sthaphylococcus aureus</i>	1000 UFC/g	Ausente
<i>Salmonella spp</i>	Ausente en 25g o ml	Ausente
<i>Escherichia coli</i>	100 UFC/g o ml	Ausente

Debido a que no hubo un crecimiento microbiano en el producto se pudo, aplicar la evaluación sensorial con toda seguridad a los panelistas. Esto es resultado de un buen manejo en la elaboración del producto, dado que proceso se llevó a cabo bajo las buenas prácticas de manufactura como lo indica la NOM-251-SSA1-2009. Sin embargo, en el trabajo hecho por Novoa C. y N. López (2008) en donde fue evaluado un queso doble crema rico en grasa, sus resultados indicaron la presencia de microorganismos por debajo de los niveles permitidos por ley y ausencia de patógenos, sin embargo, en la Tabla 30 en donde se muestran los niveles encontrados por estos autores indicaron malas prácticas de manufactura en la elaboración de su producto^{71,72}.

Tabla 30. Recuento de microorganismos para el estudio de la vida útil sensorial del queso doble crema con dos niveles de grasa por Novoa C. y N. López (2008)⁷².

Parámetros	Recuento
Mesófilos aerobios	30
Coliformes fecales	<3
Coliformes totales	<3

Tabla 30. Recuento de microorganismos para el estudio de la vida útil sensorial del queso doble crema con dos niveles de grasa por Novoa C. y N. López (2008) (Continuación)⁷².

Parámetros	Recuento
Mohos y levaduras	10
Estafilococos coagulasa positiva	<100

La presencia de microorganismos en los alimentos es normal y, dentro de ciertos límites, inofensiva. Los problemas aparecen cuando sobrepasa esos límites por medidas de higiene y conservación deficientes.

Los microorganismos patógenos, son capaces de causar en el hombre enfermedades de diversa gravedad y, en el peor de los casos, la muerte.

Aunque parezca fresco y sano, un alimento puede estar contaminado por bacterias patógenas que, si encuentran un medio favorable, puede multiplicarse a un ritmo desenfrenado, de unos 70,000 millones de descendientes cada 12 horas, por lo que es preciso evitar que los alimentos tengan un contacto prolongado con los factores que permitan el desarrollo óptimo de estos microorganismos.

Por dichas razones sería importante que ningún alimento tuviera crecimiento microbiano patógeno, aunque las normas marquen límites de crecimiento permisibles⁷³.

- **Resultados del análisis sensorial a jueces consumidores**

Cuando se hace referencia a la calidad desde el punto de vista del consumidor, su medida se hace menos tangible y cuantificable. El análisis sensorial se transforma, en este caso, en una herramienta de suma utilidad, dado que permite encontrar los atributos de valor importantes para los consumidores, que sería muy difícil de medir de otra manera. Los resultados que se obtuvieron de la evaluación sensorial para los 6 jueces entrenados se muestran en la Figura 24, para esta evaluación las calificaciones se establecieron en una escala hedónica de 1 a 5 en donde 1 es me disgusta mucho, 2 me disgusta moderadamente, 3 no me gusta ni me disgusta, 4 me gusta levemente y 5 es me gusta mucho⁷⁴.

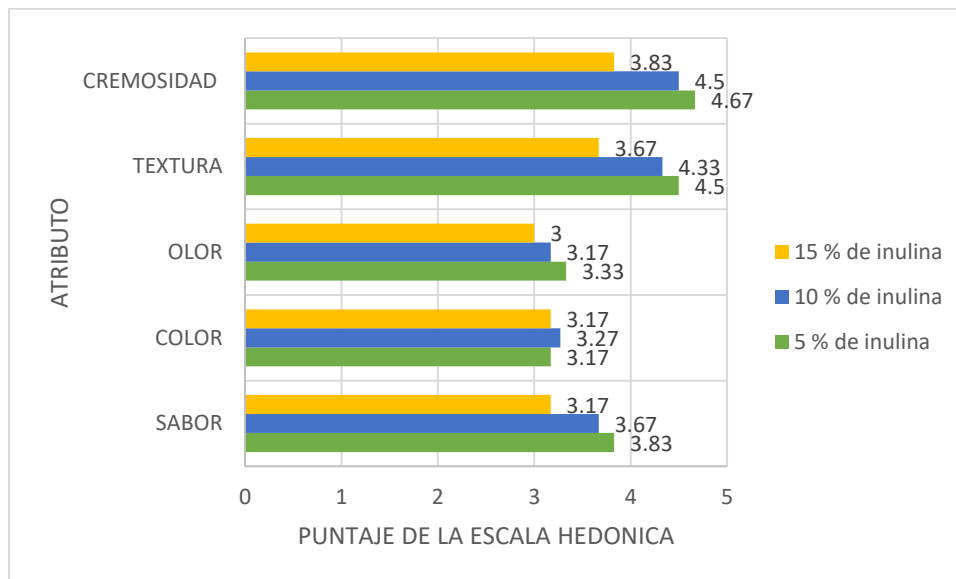


Figura 24. Resultados del análisis sensorial con 6 jueces consumidores.

En cuanto a los resultados encontrados en el análisis sensorial a 6 jueces entrenados, se puede observar que las muestras de queso doble crema bajo en

calorías adicionado con inulina y arándano, obtuvieron calificaciones en un rango de 3 a 5 como se muestra a continuación:

Para la cremosidad y textura se observó que la muestra que contenía el 5 % de inulina fue la de mayor agrado obteniendo las mayores calificaciones (4.67 y 4.5), con una diferencia mínima de la muestra con el 10 % de inulina, mientras que la que contenía el 15 % de inulina mostró rechazo por consumidores, esto reflejado en la evaluación donde se observó un mayor desagrado.

Respecto al olor y color, las tres muestras obtuvieron calificaciones similares entre 3 y 3.33, situándolas en la categoría de no me gusta ni me disgusta.

Por último, en cuanto al sabor, se observó que para la muestra con el 5 % de inulina se obtuvo una mayor puntuación, con una pequeña diferencia con la muestra que contenía el 10 % de inulina, mientras que la puntuación más baja para este parámetro fue la muestra con 15 % de inulina. Estos resultados sirvieron de apoyo para poder percibir la aceptación del producto en los consumidores, a consecuencia de obtener calificaciones mayores del rango de 1 a 2 se pudo realizar un análisis sensorial a 100 jueces.

En conclusión, se obtuvo que la muestra que contenía el 5 % de inulina, fue la de mayor aceptación sensorial, corroborado con la sugerencia de Juan, *et al.*, (2013).

Se prosiguió a realizar un análisis sensorial a 100 jueces consumidores para seleccionar la formulación que tuviera las mejores características sensoriales olor, sabor, textura, cremosidad y color, mostrándose los resultados en la Tabla 31, estos datos se analizaron con ayuda de una gráfica de perfil sensorial, para poder interpretar mejor los resultados, el perfil sensorial se presenta en la Figura 25.

Tabla 31. Análisis Estadístico de las pruebas sensoriales.

Muestra	5 % de inulina	10 % de inulina	15% de inulina
Sabor	3.80 ± 0.91 ^a	3.45 ± 1.13 ^b	3.10 ± 1.09 ^c
Color	3.79 ± 0.83 ^a	3.55 ± 0.82 ^a	3.70 ± 0.76 ^a
Olor	3.67 ± 0.78 ^a	3.39 ± 0.89 ^b	3.41 ± 0.81 ^{ab}
Textura	3.56 ± 1.02 ^a	3.31 ± 1.09 ^{ab}	3.17 ± 1.05 ^b
Creemosidad	3.92 ± 1.00 ^a	3.47 ± 1.17 ^b	3.16 ± 1.11 ^b

a,b y c: diferencias significativas (p<0.05).

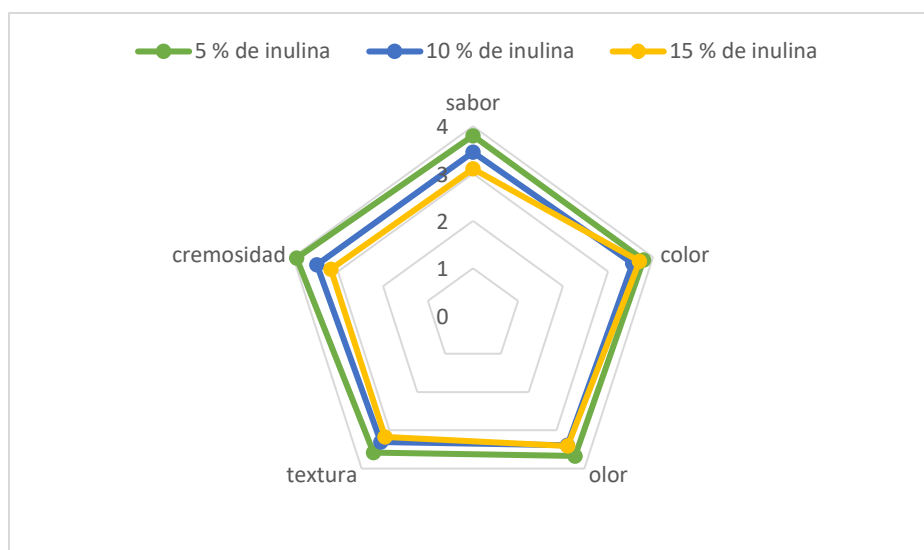


Figura 25 Perfil sensorial del queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano.

En los estudios realizados por Pastor, *et al.*, (2008), muestran que las variables más importantes en una evaluación sensorial de queso son olor y sabor, ya que determinan el agrado del producto, sin embargo, la preferencia del atributo, varía dependiendo del tipo de queso a evaluar, ya que en comparación con un queso

madurado los parámetros más importantes son el color, textura según investigaciones hechas por Bazaes (2004). Sin embargo, en el presente estudio los atributos determinantes fueron el sabor, la cremosidad y la textura donde existieron diferencias significativas entre cada muestra, siempre evaluando mejor a la muestra con 5 % de inulina con calificaciones entre 3.67 y 3.92, este comportamiento se había observado anteriormente en la evaluación de los 6 jueces entrenados, por lo que se puede apreciar una preferencia a un queso doble crema con un menor contenido de inulina.

Cuando se añade inulina a los alimentos en bajas concentraciones las propiedades reológicas y la calidad sensorial del producto no se verán afectados fuertemente, debido a el sabor ligeramente dulce y el efecto limitado sobre la viscosidad de este ingrediente. A medida que el contenido de inulina aumenta su efecto sobre la estructura del producto y la textura se hace importante, porque en niveles altos y debido a sus propiedades físico-químicas la inulina puede modificar la textura de los productos lácteos y puede influir significativamente su calidad sensorial. Para los quesos la inulina es aceptable sensorialmente en concentraciones de 5 a 10 % como lo muestra el estudio realizado por Meyer *et al;* (2011). Por dicha razón al agregarla en concentraciones mayores al 10 % no se observa una aceptación sensorial de preferencia como lo vimos en los resultados del presente estudio^{75,76,77}.

Análisis químico proximal, fisicoquímico y contenido calórico

Como objetivo particular número 4 se realizó el análisis químico proximal, fisicoquímico y el cálculo del contenido calórico a la formulación seleccionada en el objetivo particular número 3, los resultados serán presentados en 2 apartados.

- **Análisis químico proximal y fisicoquímico**

La calidad es la medida en que los niveles del conjunto de características que ofrece un producto o servicio que satisfacen unas necesidades expresadas o implícitas de los consumidores⁷⁸.

En las Tabla 32 y 33 se muestran los resultados obtenidos del análisis químico proximal y fisicoquímico del producto, así como los valores reportados en bibliografía para un queso doble crema y un queso fresco.

Tabla 32. Resultados del análisis químico proximal.

Análisis	Composición del producto (%)	Composición de un queso Doble crema (bibliográfico)⁵	Composición de un queso Fresco (bibliográfico)^{79,80}	Composición de un queso Petit suisse con xoconostle⁸¹
Humedad	54.79	49.00-51.00	-	68.00
Grasa	11.46	21.00-24.00	5.97-17.45	No reportado
Proteína	17.64	20.00-22.00	14.20-21.42	5.50
Cenizas	2.23	1.10-1.40	0.90-3.13	0.90
Carbohidratos	7.28	-	-	9.44
Fibra	6.60	-	-	1.30

Tabla 33. Resultados del análisis fisicoquímico del producto.

Análisis	Composición del producto	Composición de un queso Doble crema (bibliográfico) ⁵	Composición de un queso Fresco (bibliográfico) ^{79,80}	Composición de un queso Petit suisse con xoconostle ⁸¹
pH	6.33	-	5.42-6.90	-
Acidez g/L (ácido láctico)	0.58	-	0.11-0.85	-

De la Tabla 33 se observa que las propiedades fisicoquímicas del producto elaborado presenta valores dentro de los rangos reportados por SENA (2010), Erazo y Trujillo (2014), González (2010) y Sánchez (2007), sin embargo en cuestión del análisis químico proximal mostrados en la Tabla 32 se encuentran principalmente diferencias en el contenido de humedad, grasa, cenizas, carbohidratos y fibra, para la humedad se tiene un valor mayor que los reportados, lo cual se debe a que el prensado no pudo ser suficiente y pudo retener cierta cantidad de suero, para el contenido de grasa se logró el objetivo de reducir su contenido hasta un 52.25 % lo cual era de esperarse puesto que se estandarizó a un 10 % de contenido graso. En cuanto a las proteínas el valor obtenido fue menor dado que el queso fue realizado a partir de leche pasteurizada, la cual contenía un porcentaje proteico de 3.1% en comparación con la leche cruda tiene un valor menor, debido a que esta puede contener un valor de un 3.3 a 3.9 % según los tipos de razas utilizadas en México como se mencionó en el capítulo I. Por último, se encontró que el contenido de cenizas aumentó, esto debido a la presencia de arándano en el queso y en cuanto al contenido de carbohidratos y fibra estos están presentes por la adición de la inulina y el arándano, esto se puede comprobar con estudios realizados por Sánchez et al; (2007) en donde el estudio realizado fue el

desarrollo de un queso Petit suisse con xoconostle donde obtuvieron los siguientes valores de su composición: fibra 1.3 %, carbohidratos 9.44 % y cenizas 0.9 % en comparación con un queso Petit suisse marca comercial cuya composición es: fibra 0 %, carbohidratos 5 % y cenizas 0 % donde se ve un claro aumento en estos 3 componentes por la adición de una fruta como lo es el xoconostle^{79,80,81,10}.

- **Aporte calórico del producto**

Todos los alimentos poseen calorías en distintas cantidades. La lechuga, por ejemplo, contiene pocas calorías (una taza menos de 10 Kcal). Otros como el maní, contiene muchas calorías (media taza de maní contiene 427 Kcal). Para conocer en realidad si nuestro producto era bajo en calorías se comparó con de 4 quesos comerciales doble crema por cada 30 g de cada uno, porción de acuerdo al lineamiento de etiquetado, como se muestra en la Tabla 34, mostrando que todas las marcas tienen un aporte calórico mayor al producto obtenido, resultando el queso de la marca la Villita con el valor más alto 438.4 Kcal, en contraste con el queso de la marca Esmeralda proporcionando 118.8 Kcal, en cuanto al producto elaborado en el presente estudio su aporte calórico por porción es de 60.84 Kcal, lo que representa una reducción entre el 48.78 % y 86.12 % como se muestra en la Tabla 35⁸².

Tabla 34. Aporte calórico de los quesos comerciales y del producto.

Marca del queso	Aporte de Kcal por 30 g de queso
Duranguense	138.30
Esmeralda	118.80
Chilchota	133.80
La Villita	438.40
Queso doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano	60.84

Tabla 35. Porcentaje de reducción de calorías de quesos comerciales comparados con el queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano.

Marca del queso	Porcentaje de reducción
La Villita	86.12
Duranguense	56.00
Chilchota	54.52
Esmeralda	48.78

De acuerdo a la NOM- 086-SSA1-1994, para considerar un producto bajo en calorías, este debe presentar un aporte calórico de 40 calorías/50 g de producto cuando la porción sea menor o igual a 30 g, por lo que el producto elaborado no cae en esta categoría, pero si en la categoría de un producto reducido en calorías ya que este tiene la especificación de ser aquel donde el contenido de calorías es al menos un 25 % menor en relación al contenido de calorías del alimento original o de su similar⁴⁵.

Comparando el producto obtenido con el queso Petit suisse obtenido por Sánchez *et al*; (2007) donde el aporte calórico del producto reportado es de 157.80 Kcal, se muestra que, a pesar de ser un alimento funcional, el producto obtenido en el presente estudio tiene mayores beneficios que este ya que tiene un aporte calórico mucho menor (60.84 Kcal) haciéndolo un producto de consumo saludable, porque se pueden consumir el doble de porciones en comparación del queso Petit suisse con xoconostle, sin sobrepasar el contenido energético recomendado por la Secretaria de Salud en la Guía de Alimentos para la Población Mexicana (2010) donde recomienda un requerimiento promedio de energía de 1600 - 1800 Kcal para mujeres y 1800 - 2000 Kcal para hombres^{81,65}.

CONCLUSIONES

El estudio de mercado muestra la elaboración de un queso tipo doble crema adicionado con inulina y arándano es factible. Hubo un 78 % de aceptación de la población encuestada que estaría dispuesta a consumirlo con fruta (arándano) y un 87 % con fibra.

En cuanto a las formulaciones evaluadas sensorialmente, la de mayor agrado al consumidor fue aquella que solo contenía el 5 % de inulina. Los resultados del análisis químico proximal y microbiológico, demostraron que el producto obtuvo una reducción en cuanto al aporte calórico de más del 25 %, comparándolo con quesos comerciales.

El producto es inocuo para su consumo siempre y cuando se apliquen las buenas prácticas de manufactura en su elaboración.

Se logró la elaboración de un alimento funcional e inocuo reducido en calorías adicionado con inulina y arándano ya que los productos comerciales que existen actualmente en el mercado no contienen fibra y el producto desarrollado ofrece una ingesta de 6.6 % de fibra, así mismo tiene un poder antioxidante por la adición de arándano y un aporte calórico menor debido a su reducción en contenido de grasa del 52.25 %, ocasionado que los consumidores al momento de adquirir este producto obtengan un beneficio a su salud que va más allá del aporte nutricional.

RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo de un queso tipo doble crema bajo en calorías adicionado con inulina y arándano surgieron varias cuestiones a revisar las cuales podrían ser:

- Manejar una concentración más baja en la mermelada de arándano para ver si el producto pudiera entrar en la clasificación de un producto bajo en calorías.
- El desarrollo de otro tipo de queso con la misma adición de inulina y mermelada de arándano para determinar su aceptación.
- Desarrollar un queso doble crema reducido en calorías adicionado con inulina y adición de otros frutos como, mango o fresa ya que el estudio de mercado arroja la aceptación de estas frutas, por parte de los consumidores.
- Realizar una evaluación sensorial a formulaciones de queso tipo doble crema con concentraciones de inulina menor al 5 %
- Realizar un análisis sensorial y microbiológico en la determinación de la vida útil.
- Desarrollo de la etiqueta nutricional.
- Emplear un tiempo mayor de 20 minutos de prensado para obtener un mejor desuerado.

REFERENCIAS

1. SAGARPA- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación., (2011). “Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011-2020”. [En línea]. México, disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/estudios_economicos/escenariobase/perspectivalp_11-20.pdf [Accesado el 10 de abril de 2017].
2. Chamorro, M. y M. Losada, (2002) El análisis sensorial de los quesos. Madrid, España: Mundi Prensa,13.
3. Ramírez, C. y J. Vélez., (2012) “Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad” en Temas Selectos de Ingeniería en Alimentos, [En línea], Vol. 6, No. 2, Puebla, México, disponible en: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Ramirez-Lopez-et-al2012.pdf> [Accesado el día 21 de marzo del 2017].
4. SAGARPA-Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación., (2016). “Boletín de leche octubre-diciembre de 2016”. [En línea]. México, disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Bolet_Leche_oct-dic_2016.pdf [Accesado el 15 de marzo de 2017]
5. SENA - Servicio Nacional de Aprendizaje, (2010) Conocimiento y emprendimiento para todos los colombianos regional Tolima. Ficha técnica de producto terminado. Colombia.
6. Juan, B.; Zamora, A.; Quintana, F.; Guamis, B. y A. Trujillo, (2013). “Effect of inulin addition on the sensorial properties of reduced fat fresh cheese” en Revista Dairy technology [En línea], Vol. 66, No. 4. Noviembre, disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1471-0307.12057/abstract> [Accesado el día 4 junio de 2016].
7. Madrigal, L. y E. Sangronis, (2007). “La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales” en Revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición [En línea], Vol. 57, No. 4. Diciembre, Venezuela, disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000406222007000400012 [Accesado el 27 de mayo de 2016].
8. Rivera, I., (2012). “Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados, una revisión” en Nacameh. [En Línea], Vol. 6, No.1. Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, disponible en: http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v6n1/Nacameh_v6n1_001-014_Rivera_Ruiz.pdf [Accesado el 20 junio de 2016].
9. Vázquez, S.; Guillén, R.; Jaramillo, S.; Jiménez, A. y R. Rodríguez, (2012). “Funcionalidad de distintas variedades de arándanos” en Instituto de la grasa,

Consejo Superior de Investigaciones Científicas [En línea], Sevilla, España, disponible en: https://previa.uclm.es/area/cta/cesia2012/cd/PDF_s/4-BIO/BIO-P25T.pdf [Accesado el 14 de abril de 2016].

10. Paredes, M., (2014) Producción de leche y queso panela de vacas Jersey y sus cruza con Holstein en pastoreo orgánico. Tesis para Maestría. México, Universidad Autónoma Chapingo, 3-15.

11. Alais, C. (2003) Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. Barcelona: Editorial REVERTÉ 170, 334-338.

12. Norma Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994, Bienes y servicios. quesos: frescos, madurados y procesados. especificaciones sanitarias. Diario Oficial de la Federación. México.

13. García, R., (2000) Manual de elaboración de queso tipo Oaxaca y tipo Panela. Tesis de licenciatura. México, Universidad Nacional Autónoma de México, 56-59.

14. Fernández, M., (1987). "Principios básicos para la fabricación de quesos" en Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación [En Línea], No. 13, Madrid, disponible en: http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/01/b5_car1.pdf [Accesado el 25 de enero de 2017]

15. González, M., (2002) "Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt. Panamá" en Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. [En línea], Panamá, disponible en: http://www.argenbio.org/doc/tecnologia_para_la_elaboracion_de_queso.pdf [Accesado el 16 de junio de 2016].

16. CORPORACIÓN CATALPA-Comercializadora de alimentos y ventas al por mayor., (2014). "Manual de quesos". [En línea], Venezuela, disponible en: <http://www.catalpa.com.ve/manualqueso.pdf> [Accesado el 20 de enero de 2017].

17. MEDUCA-Ministerio de Educación., (2016) "Procedimiento para la elaboración de queso" en Educa Panamá, disponible en: <http://www.educapanama.edu.pa/?q=articulos-educativos/procedimiento-para-la-elaboracion-de-queso> [Accesado el 18 de mayo de 2017].

18. Agroindustria., (2011). "Fuentes de contaminación de la leche cruda". [En línea], disponible en: <https://agroindustriacurc.files.wordpress.com/2011/09/fuentes-de-contaminacion-de-la-leche-cruda.pdf> [Accesado el día 15 de mayo de 2017]

19. Rodríguez, R. y M. Echeverría, (2009) "Microbiología de la leche" en Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional, [En línea], Argentina, disponible en: http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem_fi_qui_micrb_09/microbiologia_leche.pdf [Accesado el 15 de mayo de 2017].

20. Villacrés, P., "La pasteurización y sus beneficios" en Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, [En línea], Ecuador, disponible en:

oldwww.esepoch.edu.ec/Descargas/facultadpub/PasteurizacionFCP_e09be.pdf [Accesado el 15 de mayo de 2017].

21. PRODAR- Programa de Desarrollo de la Agroindustria Rural para la América Latina y el Caribe, "Fichas técnicas. Procesados de lácteos" en Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [En línea], disponible en: <http://www.fao.org/3/a-au170s.pdf> [Accesado el 17 de mayo de 2017]

22. Madrid, A., (1993) Manual de Tecnología Quesera. Madrid: Mundi Prensa Libros, 19.

23. Bain, I., (2013) "Etapas del proceso de elaboración de queso" en Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, [En línea], Argentina, disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/etapas-del-proceso-de-elaboracion-dequesos-ovinos> [Accesado el 15 de mayo de 2017].

24. Contreras, M., (2005) Evaluación del rendimiento de queso panela a dos temperaturas de cuajado. Tesis de licenciatura. México, Universidad Nacional Autónoma de México, 25-27.

25. Mejía, I., (2012) Determinación del costo de producción y rendimiento de la elaboración de queso tipo botanero y requesón en el taller de lácteos de la facultad de estudios superiores Cuautitlán. Tesis de licenciatura. México, Universidad Nacional Autónoma de México, 26-29.

26. Roser, S. y J. Lagarriga., (2004) Productos lácteos: tecnología. Catalunya: Ilustrada, 143.

27. Bedolla, S. et al., (2004) Introducción a la tecnología de alimentos. 2ed. México: Limusa Noriega Editores, 37.

28. García, M.; Quintero, R. y A. López, (2004) Biotecnología Alimentaria. México: Editorial LIMUSA, 183.

29. Mahaut, M.; Jeantet, R. y G. Brulé, (2003) Introducción a la tecnología quesera. España: Acriba, 75.

30. Poméon, T. y F. Cervantes, (2010) El Sector Lechero y Quesero en México de 1990 a 2009: entre lo global y lo local. México, Universidad Autónoma Chapingo, 21.

31. Sánchez, C. (2000). "Elaboración de quesos: fallas y posibles soluciones" en Derivados Lácteos. [En línea], México, disponible en: <http://derivadoslacteos.com/calidad-de-la-leche/elaboracion-de-quesosfallas-y-posibles-soluciones> [Accesado el 2 de diciembre de 2016]

32. SENA - Servicio Nacional de Aprendizaje, (1987) "Derivados lácteos Procesamiento de quesos blancos" en Banco de la República Actividad Cultural. [En

línea], Bogotá, disponible en: [http://www.ban repcultural.org/node/28992](http://www.banrep.org/node/28992) [Accesado el 17 de abril del 2016]

33. SAGARPA-Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2014). "Elaboración de quesos tipo Panela y Oaxaca". [En línea], disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Elaboraci%C3%B3n%20de%20quesos.pdf> [Accesado el 08 de junio de 2017]

34. Ralph, E. (1998) Tecnología de los productos lácteos. Zaragoza: Acribia, 14.

35. Amaro, R. y G. Díaz, (2002). "Manual de referencia nivel I y II. Taller para productores del Estado de Morelos sobre la elaboración de quesos y subproductos lácteos" en INIFAP. [En línea], México, disponible en: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/2855/quesocompleto.pdf?sequence=1> [Accesado el 21 de junio de 2017]

36. Agrofib - Agrofinanzas bursátiles S.A. (2012) "Condiciones técnicas de producto" en Bolsa Mercantil. [En línea], Colombia, disponible en: [http://www.bolsamercantil.com.co/files/flores/CONDICIONES%20TECNICAS%20DE%20PRODUCTO%20BMC%20%20Queso%20doble%20Crema\(1\).pdf](http://www.bolsamercantil.com.co/files/flores/CONDICIONES%20TECNICAS%20DE%20PRODUCTO%20BMC%20%20Queso%20doble%20Crema(1).pdf) [Accesado el 18 de septiembre del 2016]

37. Palencia, Y., Que son los alimentos funcionales. Universidad de Zulia. Venezuela.

38. Ramírez, R., (2013) Alimentos funcionales principios y nuevos productos. México: Trillas, 58.

39. Vázquez, C.; De Cos, A. y C. López, (2005) Alimentación y Nutrición: Manual Teórico Practico. 2ed. Buenos Aires: Ediciones Díaz de Santos, 152-154.

40. Cagigas, A. y J. Blanco, (2002). "Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa" en Revista Cubana Alimentación y Nutrición. [En línea] Vol.16, No.1, Cuba, disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol16_1_02/ali_10102.pdf [Accesado el 13 de febrero de 2016]

41. Badui, S., (2006). Química de los alimentos. 4ed. México: Pearson, 48.

42. Garrindo, Ma., (2014). "Arándano rojo I (VacciniummacocarponAit.)" en Reduca (Biología). [En línea], Vol. 7, No. 2, Madrid, disponible en: <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/1736/1769> [Accesado el 23 de diciembre de 2016]

43. Anzaldúa, A., (1994) La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. España: Acribia, XIII, 45-92.

44. Coste, E., (2005). "Análisis sensorial de quesos" en Énfasis y Alimentación. [En línea], Argentina, disponible en: www.frro.utn.edu.ar/repositorio

/catedras/.../5.../descripcion_sensorial_de_quesos.pdf [Accesado el 15 de junio de 2017]

45. Norma Oficial Mexicana-NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales. Diario Oficial de la Federación. México.

46. Kotler, P. y G. Armstrong., (1996). Mercadotecnia. México, 6ed. Pearson Educación, 4,8,51,53-564.

47. Spreer, E. (1973). Lactología Industrial. Zaragoza, España: Acribia, 223.

48. CODEX STAN 296-2009

49. Norma Oficial Mexicana-NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos.

50. Norma Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994: Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico, mediante método por arena o gasa. Diario Oficial de la Federación. México.

51. Norma Oficial Mexicana-NOM-155-SCFI-2012, Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación. México.

52. Norma Mexicana NMX-f-066-s-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Foodstuffedetermination of ashes. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.

53. NMX-F-317-NORMEX-2013 Alimentos-Determinación de pH en Alimentos y Bebidas No Alcohólicas- Método Potenciométrico- Método de Prueba.FOODS-DETERMINATION OF pH IN FOODS AND BEVERAGES-POTENCIOMETRIC METHOD-TEST METHOD.

54. Norma Oficial Mexicana-NOM-051-SCFI-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados - Información comercial y sanitaria. Diario Oficial de la Federación. México.

55. COFEPRIS, (2016) "Manual de etiquetado frontal México" disponible en: http://www.cofepris.gob.mx/AS/Documents/COMISI%C3%93N%20DE%20OPERACI%C3%93N%20SANITARIA_Documentos%20para%20publicar%20en%20la%20secci%C3%B3n%20de%20MEDICAMENTOS/ALIMENTOS/ManualEtiquetado_VF.pdf [Accesado el 2 de febrero de 2017]

56. Salinas, J.; Gándara, J. y A. Alonso. (2009). Empresa e iniciativa emprendedora. España: McGraw-Hill Interamericana de España, 50.

57. INAES- Instituto Nacional de Asociativismo y Economía Social. "Guía empresarial de quesos". [En línea], disponible en: http://www.inaes.gob.mx/doctos/pdf/guia_empresarial/quesos.pdf [Accesado el 15 de mayo de 2017].

58. Chacón, L., (2014). “Los mexicanos consumen 6 Kg de queso al año” en Manufactura. [En línea], disponible en: <http://www.manufactura.mx/industria/2014/11/07/mexicanos-consumen-6-kg-de-queso-al-ano> [Accesado el 15 de mayo de 2017]
59. Alonso, F. (2015). “Descripción de la agroindustria quesera en México” en BM Editores. [En línea], disponible en: <http://bmeditores.mx/descripcion-agroindustria-quesera-en-mexico/> [Accesado el 16 de mayo de 2017]
60. Fideicomiso de Riesgo Compartido (2017). “Frutillas producidas en México con calidad exportación” en gob.mx. [En línea], disponible en: <http://www.gob.mx/firco/articulos/frutillas-producidas-en-mexicoconcalidad-exportacion> [Accesado el 16 de mayo de 2017]
61. Ramos, L. et al., (2005) “Elaboración de Queso Crema Probiótico (L. casei), Bajo en Grasa, Adicionado con Inulina y Saborizado”. [En línea], Guanajuato, México. Disponible en: www.respyn.uanl.mx/especiales/2005/ee-132005/documentos/CNA10.pdf [Accesado el 18 de mayo de 2017]
62. Beltran, M. et al., (2006) “Elaboración de queso Neufchatsaborizado” en Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (IPN). [En línea], México, disponible en: <http://www.informatica.sip.ipn.mx/colmex/congresos/morelia/MEMORIAS%202006/TRABAJOS%20LIBRES/ALIMENTOS/294.pdf> [Accesado el 05 de junio de 2017]
63. Betancur, D.; Pérez, V., Y L. Chel, (2003). “Fibra dietética y sus beneficios en la alimentación” en Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán [En línea] No. 227 Octubre, México, disponible en: <http://www.cirsociales.uady.mx/revUADY/pdf/227/ru2272.pdf> [Accesado el 15 de febrero de 2017]
64. Terrones, M. (2013). “Fibra y salud digestiva” en Revista Forbes. [En línea], México, disponible en: <https://www.forbes.com.mx/fibra-y-salud-digestiva/#gs.24mg=T4> [Accesado el 14 de febrero de 2017]
65. Secretaria de salud (2010). “Guía de Alimentos para la Población Mexicana” [En línea], disponible en: <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/salud/guia-alimentos.pdf> [Accesado el 15 de mayo de 2017]
66. Sandoval, D.; Ayón, L., Y M. Padilla, (2006). Guía de Conceptos para emprender. Jalisco, México, 4ed. Sistema Estatal de Emprendurismo e Incubación, 114-124.
67. Fierens, L., (2012). “Marketing del color”. Taller perteneciente al ciclo Open DC. [En línea], Septiembre-Octubre, disponible en: http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/opendc/archivos/4666_open.pdf [Accesado el día 07 de septiembre de 2017].

68. Alcántara, M. (2009) Estimación de los daños físicos y evaluación de la calidad de la fresa durante el manejo poscosecha y el transporte simulado. Tesis de Licenciatura. Universidad Politécnica de Valencia, España, 30.
69. Cristóbal, R. y D. Maurtua (2003). "Evaluación bacteriológica de quesos frescos artesanales comercializados en Lima, Perú y supuesta acción bacteriana de *Lactobacillus* spp." en Revista Panam Salud Pública. [En línea], Perú, disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v14n3/a02v14n3.pdf> [Accesado el 18 de mayo de 2017]
70. Palacios, S. (2006). Caracterización microbiológica de diversos tipos de quesos elaborados en el Valle de Tulancingo. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, 27.
71. NORMA Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
72. Novoa, C. y N. López. (2008) "Evaluación de la vida útil sensorial del queso doble crema con dos niveles de grasa" en Redalyc. [En línea], disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407639218004> [Accesado el 15 de mayo de 2017]
73. OCU- Organización de Consumidores y Usuarios (2001). "La contaminación microbiológica". [En línea], disponible en: https://www.ocu.org/site_images/30_fichas_alimentacion/PDF/11intoxicaciones.pdf [Accesado el 5 de junio de 2017]
74. Mondino, C. (2006). "El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad hasta el consumidor" en Revista Agromensajes de la Facultad. [En línea], Vol. 4, disponible en: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/18/7AM18.htm> [Accesado el 18 de mayo de 2017]
75. Pastor, L. et al., (2008) "Evaluación sensorial de queso de leche de cabra tipo Boursin sabor natural y cereza" en Revista electrónica de Veterinaria. [En línea], España, disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617057002> [Accesado el 10 de junio de 2017]
76. Bazaes, M. (2004). Características de calidad química y sensorial de queso Gauda. Tesis de Licenciatura. Chile, Universidad Austral de Chile, 25-55.
77. Meyer, D. et al., (2010). "Inulin as texture modifier in dairy products. Food Hydrocolloids" en Revista Sciencedirect. [En línea], Vol 2, disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X1100124X> [Accesado el día 8 de junio 2017]
78. Todolí, J. (2008). "La calidad de los alimentos" en Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante. [En línea], disponible en:

<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8537/3/control%20de%20calida%20de%20los%20alimentos.pdf> [Accesado el 17 de mayo de 2017]

79. Erazo, M. y S. Trujillo., (2014) Optimización de parámetros técnicos en el proceso de elaboración de queso doble crema. Tesis de Licenciatura. Ecuador, Universidad Técnica del Norte, 77-78.

80. González, E. (2010) Caracterización de la composición fisicoquímica del queso fresco elaborado artesanalmente en Shehuala, municipio de Minatitlán, Veracruz. Tesis de licenciatura. México, Universidad Veracruzana, 10.

81. Sánchez, et al., (2007).” Desarrollo de queso tipo Petit Suisse adicionado con xoconostle (*Opuntia joconostle*)” en Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. [En línea], disponible en: <http://pcti.mx/articulos/item/ desarrollo-de-queso-tipo-petit-suisse-adicionado-con-xoconostle-opuntia-joconostle> [Accesado el día 07 de junio de 2017]

82. SODEXO- Servicios de Calidad de Vida (2015). “Alimentación: ¿Por qué son importantes las calorías en nuestro cuerpo?”. [En línea], Chile, disponible en: <http://www.becajunaabsodexo.cl/vida-universitaria /alimentacion-por-que-son-importantes-las-calorias-para-nuestro-cuerpo/> [Accesado el 15 de mayo de 2017]

83. Gómez, A.; Cervantes, E. Y M. López, (2010). Competitividad de los queseros en Hidalgo. Reporte de Investigación Trabajo de Campo, Hidalgo: CIESTAAM, en imprenta.

ANEXO I

- **Cálculo de contenido calórico**

Para poder realizar el cálculo del contenido calórico se presenta a continuación la metodología que se llevó a cabo para poder determinar el contenido calórico de un queso comercial marca La Villita, una vez que se tienen los componentes químicos de este queso (carbohidratos, lípidos y proteínas) se realiza el cálculo mencionado en el apartado 2.3.4.2, dichos resultados se muestran en la Tabla 36.

Tabla 36. Cálculo del contenido calórico de 30 g de queso doble crema La Villita.

Componentes	Aporte de Kcal
Proteínas	$7 \times 4 = 28$
Lípidos	$44 \times 9 = 396$
Carbohidratos	$3.6 \times 4 = 14.4$
La Villita 	Aporte de Kcal por 30 g d queso La Villita 438.4

ANEXO II

- **Cálculo para la obtención del precio de venta del queso tipo doble crema.**

La metodología empleada para el cálculo del precio de venta del queso tipo doble crema es la de utilidad deseada.

A continuación, se muestra la secuencia de cálculo, donde se ha considerado un 45 % de utilidad deseada (U_t), sabiendo que una quesería hace una aportación fiscal del 30 % de impuestos y la utilidad por venta del producto sería del 15 %. El costo fijo unitario (CFU) del producto es de \$28 que incluye el costo por mano de obra y servicios. Además, se incluyen gastos por distribución que representan un 18 %⁸³.

Secuencia de cálculo para sacar el precio del producto por 150 g de producto⁸³.

1. Costo del producto (CP)

$$CP = CVU \text{ (costo variable unitario)} + CFU \text{ (costo fijo unitario)}$$

$$CP = 317.95 + 28$$

$$CP = 345.95$$

2. Precio del producto en planta (PPP)

$$PPP = CP + U_t \text{ (Utilidad)}$$

$$PPP = 345.95 + 155.67$$

$$PPP = 501.62$$

3. Precio de venta (PV)

$$PV = PPP + G_v \text{ (Gastos de venta)}$$

$$PV = 501.62 + 90.29$$

$$PV = 591.91$$

4. Precio por 150 g de producto: \$ 88.5 = \$ 89.0