



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

***“DESARROLLO DE UN ADEREZO DE QUESO TIPO
MANCHEGO, CHIPOTLE Y CEBOLLIN BAJO EN
CALORIAS “***

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN ALIMENTOS**

PRESENTA:

Gómez Pérez Gabriela Isabel
Gutiérrez Espinosa Daniela Arantxa

Asesora:

Dra. Sara Esther Valdés Martínez

Co- Asesora:

Dra. María Guadalupe López Palacios

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 2018



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

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



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

ATN: I.A. 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

Desarrollo de un aderezo de queso tipo manchego, chipotle y cebollin bajo en calorías.

Que presenta la pasante: **Gabriela Isabel Gómez Pérez**
Con número de cuenta: **411092687** 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 27 de Noviembre de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Sara Esther Valdés Martínez	
VOCAL	I.A Patricia Muñoz Aguilar	
SECRETARIO	M. en C. Sandra Margarita Rueda Enríquez	
1er. SUPLENTE	M. en C. María Guadalupe Amaya León	
2do. SUPLENTE	I.A. Alberto Solís Díaz	

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

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



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

ATN: I.A. 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

Desarrollo de un aderezo de queso tipo manchego, chipotle y cebollin bajo en calorías.

Que presenta la pasante: Daniela Arantxa Gutiérrez Espinosa
Con número de cuenta: 308573361 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 27 de Noviembre de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Sara Esther Valdés Martínez	
VOCAL	I.A Patricia Muñoz Aguilar	
SECRETARIO	M. en C. Sandra Margarita Rueda Enríquez	
1er. SUPLENTE	M. en C. María Guadalupe Amaya León	
2do. SUPLENTE	I.A. Alberto Solís Díaz	

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

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, **Matías** y **Maribel** quienes han estado conmigo y me han apoyado en cada uno de los pasos que he dado. Los amo tanto y les debo aún más. Ustedes son mis alas y mis raíces.

Al amor de mi vida, **Gustavo** quien es también mi mejor amigo, y confidente, quien siempre me ha apoyado y nunca me ha dejado sola. Te amo y te amaré siempre. Este logro es tuyo también.

A la pequeña versión de mí, **Valeria** quien se ha vuelto el pequeño motor por el que vale la pena luchar. Te amo más que a mi propia vida.

A mis hermanas, **Angélica** y **Mariana** con quienes he compartido momentos inolvidables. Se volvieron fundamentales en todas las etapas de mi vida. Las quiero muchísimo.

Al pequeño **Matías**, quien me enseñó el más puro y sincero amor que se puede sentir por un sobrino. Te quiero tanto travieso.

A mi **Angelita**, a quien doy gracias a Dios que sigue con nosotros y a quien le agradezco todo su apoyo y consejos. Te adoro con todo mi corazón, mi abu.

A mi abuelita **Lupe**, que, aunque ya no está aquí, sé que estaría muy orgullosa de verme concluir esta gran etapa.

A mi prima, **Cynthia** a quien siempre vi como mi hermana menor y con quien sé que siempre voy a contar. Te quiero mucho.

A mi compañera de tesis y amiga, **Daniela** a quien conozco desde mucho antes de preescolar. Crecimos juntas y ahora cerramos un ciclo más de la mano. Te quiero.

A mis mejores amigos, **Karla**, **Karina**, **Miguel**, **Ivett**, **Marlen**, **María José**, **Ángel**, y **Quitzia**, quienes nunca me dejaron sola ni en los peores momentos y compartimos tantos momentos inolvidables. Los quiero tanto.

A mis compañeros de trabajo y amigos **Yadir**, **Maira** y **Marisol** sin ustedes, el trabajo no sería lo mismo. Los quiero.

A nuestra asesora de tesis, la **Dra. Sara Esther** sin su apoyo no habiéramos logrado nada. Gracias por su paciencia, consejos y cariño para motivarnos a salir adelante. La quiero mucho

A nuestra co asesora de tesis, la **Dra. Lupita López** a quien gracias a sus consejos e incluso regaños, pudimos lograr tantas cosas.

Al profesor e Ingeniero en Alimentos, **Víctor Avalos** quien marcó mi trayectoria escolar y se volvió una fuente de inspiración. Su recuerdo seguirá por siempre en mi memoria.

A la **Dra. María del Carmen Valderrama**, a quien le tengo un cariño muy especial, por formar parte de mi formación académica.

A la maestra **Lupita Amaya**, por enseñarnos tantas cosas nuevas y ser un apoyo incondicional.

A la Ingeniera en Alimentos, **Ángeles** quien se volvió en una gran e inesperada aliada por su gran apoyo y consejos para la realización de este proyecto.

A la **Dra. Patricia Martínez**, quien se volvió una persona vital en la realización de este proyecto y a quien le agradezco su tiempo, dedicación y apoyo.

Gabriela Isabel Gómez Pérez

A mis adorados padres Maribel y José Luis, que me han apoyado para que culmine esta etapa de mi vida...

Amí madre: Gracias a sus consejos y su amor me ha enseñado a querer y entender a mis semejantes, ella junto con mi padre me han enseñado valores que han hecho de mí una mujer de bien y con convicciones. Una mujer que ha sido mi amiga, que siempre me escucha en todo momento, que me da ánimos en los peores momentos, la cual me ha enseñado la estabilidad deseada tanto en el hogar como en el trabajo. ¡Te amo mama!

A mí padre: Mi mayor ejemplo, el que me ha enseñado el sentido de responsabilidad, me ha enseñado también que la vida es alegre con su sentido del humor, con sus bromas, con sus ocurrencias, pero sobre todo me ha enseñado que todo se puede lograr en la vida, cuando uno se lo propone, lo logra tarde o temprano. Siempre está para mí en todo momento, mostrándome su amor incondicional y siempre ha sido mi héroe. ¡Te amo papa!

A mi hermano: José Luis, mi orgullo quien termino su carrera al igual que yo Ing. en Alimentos, quien está ahí a pesar de la diferencia de edad, siempre está ahí para cuidarme, ¡Te amo hermanito!

A mi sobrino Mateo, Mi adorado sobrino, al cual amo muchísimo, es una gran felicidad para mí, y a **mi cuñada Claudia,** a quien le tengo mucho cariño, y con quien sé que cuento con su apoyo incondicional.

A mi Abuelita: A quien quiero y admiro mucho porque ha hecho de sus hijos gentes amorosos con sus hijos y valoro sobre todo ha logrado junto con mi abuelito cuando viva mucha unión en la familia.

A mi padrino Arturo Gutiérrez: Gracias tío por estar conmigo en cada momento importante en mi vida, a pesar de no verte siempre, sabes que mi cariño por ti es muy grande. ¡Te quiero!

A mi amiga de muchos años y compañera de tesis: Gabriela Gómez, una gran persona con la cual hacer pude realizar esta tesis, nos vimos crecer por muchos años, que mejor que concluir esta etapa contigo, te quiero mucha amiga, gracias por el tiempo que invertimos y compartimos durante el proceso de nuestra titulación y todos los momentos que hemos compartido durante estos años.

A mis amigos queridos: Paulina Cruz, Daniela Bravo, Quitzia Portillo, Karla Martínez, David López, Luis Hernández. Gracias por su apoyo incondicional, de quienes he aprendido mucho, han sido mis cómplices en muchas aventuras, cada uno de ellos tiene un lugar especial en mi vida, los quiero muchísimo.

A nuestra asesora Dra. Sara Valdés y co- asesora Dra. Lupita López: Quienes nos alentado con su cariño y consejos, para que saliéramos adelante con nuestra tesis, para no darnos por vencidas y seguir adelante.

A la profesora Lupita Amaya y la Dra. Patricia Martínez: Gracias por los conocimientos que nos compartieron, los cuales nos ayudaron para el desarrollo de esta tesis, gracias por su tiempo y paciencia.

A la profesora Sandra Rueda: Quien siempre me demostró mucho cariño y apoyo durante toda la carrera.

A la I.A. Laura Cortázar y a la I.A.Dulce Oliver: Gracia spor las facilidades que nos brindaron para nuestros tramites de titulación.

Todos ellos son sin duda son mi fuente de inspiración en la vida. A quienes les doy las gracias....

Atte. Daniela Arantxa Gutiérrez Espinosa

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES	14
1.1. Alimento.....	14
1.1.1. Alimentos funcionales.....	14
1.1.2. Componentes funcionales	14
1.1.3. Alimentos bajos en calorías	15
1.1.4. Contenido energético de los alimentos	16
1.2. Leche	16
1.2.1. Propiedades generales	17
1.2.2. Componentes principales.....	18
1.3. Queso.....	21
1.3.2. Clasificación del queso	22
1.4. Queso tipo manchego	23
1.4.1. Propiedades funcionales	24
1.4.2. Proceso general de elaboración del queso	24
1.5. Aderezo	27
1.5.1. Definición de aderezo	28
1.5.2. Tipos de Aderezos	28
1.5.3. Emulsión de un aderezo	28
1.5.4. Comportamiento reológico de una emulsión	30
1.5.4.1. Reología de emulsiones	36
1.5.4.2. Reología en lácteos	36
1.5.4.3. Reología de hidrocoloides.....	37
1.5.4.4. Clasificación	37
1.5.4.5. Propiedades funcionales	37
1.6. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LOS INGREDIENTES EN UN ADEREZO	38
1.6.1. Agua.....	38
1.6.2. Crema	38
1.6.3. Yogurt	39

1.6.4. Sal	39
1.6.5. Azúcar	39
1.6.6. Chipotle	40
1.6.7. Cebollín	40
1.6.8. Pimienta negra	40
1.6.9. Glutamato Monosódico	40
1.6.10. Almidón modificado de maíz y tapioca	40
1.6.11. Benzoato de sodio.....	41
1.6.12. Inulina.....	41
1.6.13. Sorbato de potasio	41
1.6.14. Goma xantana	41
1.6.15. Goma Guar	42
CAPÍTULO 2: Metodología de la Investigación	43
2.1. Cuadro metodológico (CM)	43
2.2. Descripción del cuadro metodológico.....	44
2.2.1. General	44
2.2.2. Objetivos particulares	44
2.3. Desarrollo de Actividades Preliminares	44
2.3.1. Determinar la capacidad emulsificante	45
2.4. Objetivo Particular 1	45
2.4.1. Estudio de Mercado	45
2.5. Objetivo Particular 2	47
2.5.1. Establecer las condiciones de proceso para la elaboración del aderezo de queso tipo manchego con chipotle.....	47
2.5. Objetivo Particular 3	48
2.5.1. Pruebas de preferencia entre las dos formulaciones seleccionadas	48
2.6. Objetivo Particular 4	50
2.6.1. Metodología para el análisis químico proximal y pruebas físicoquímicas	50
2.7. Objetivo Particular 5	50
2.7.1. Contenido energético en el aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín... 50	
2.8. Objetivo Particular 6	51
2.8.1. Metodología para el análisis microbiológico.	51
2.9. Objetivo Particular 7	51

2.9.1. Metodología para determinar las propiedades reológicas	51
3.1. Capacidad emulsificante de la materia prima láctea	52
3.2. Estudio de mercado	52
3.3. Elaboración de la formulación base	56
3.4. Elaboración del diagrama de proceso.....	57
3.5. Formulaciones prototipo	59
3.5.1. Tratamiento estadístico	59
3.6. Diagrama de bloques final de la elaboración del aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín	60
3.7. Descripción del diagrama de bloques.....	62
3.8. Evaluación sensorial.....	63
3.9. Prueba hedónica y de preferencia.....	64
3.10. Análisis Químico Proximal y Pruebas fisicoquímicas	68
3.11. Resultados de Objetivo Particular 5	70
3.12. Contenido energético en el aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín.	70
3.13. Análisis Microbiológico de la materia prima y el aderezo producto.....	71
3.14. Caracterización reológica.....	72
CONCLUSIONES	76
BIBLIOGRAFIA.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes químicos de interés en los alimentos funcionales ^{13, 14, 15} .	15
Tabla 2. Principales caracteres físicos y químicos de la leche ²³ .	17
Tabla 3. Composición de la leche de las principales razas lecheras ²² .	18
Tabla 4. Composición lipídica de la leche de vaca. .	19
Tabla 5. Clasificación de algunas gomas de acuerdo a su origen ⁷⁰ .	37
Tabla 6. Porcentajes de cinco formulaciones prototipo diferentes variando porcentajes de queso, sal, azúcar y chipotle en un aderezo de 350 g y 100 g de dispersión.....	48
Tabla 7. Escala hedónica estructurada de 5 puntos. .	49
Tabla 8. Métodos para la determinación de composición química. .	50
Tabla 9. Métodos para la determinación de propiedades fisicoquímicas. .	50
Tabla 10. Factores de conversión para cálculo de contenido energético. .	50
Tabla 11. Métodos para la determinación de conteo microbiológico para materia prima láctea y producto final. .	51
Tabla 12. Resultados de la capacidad emulsificante de la crema, yogurt, huevo y queso tipo manchego. .	52
Tabla 13. Formulación inicial del aderezo de queso tipo manchego y cebollín para un aderezo de 350g/ 192.5 g agua y 100 g de dispersión en 90 g agua.....	57
Tabla 14. Resultados obtenidos del diseño completamente al azar.....	59
Tabla 15. Formulaciones utilizadas para la evaluación sensorial F1 (26) y F5 (12).....	64
Tabla 16. Composición química del aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín bajo en calorías. .	69
Tabla 17. Propiedades fisicoquímicas del aderezo del queso tipo manchego bajo en calorías.	69
Tabla 18. Contenido energético del aderezo elaborado de queso tipo manchego con base en 100g. 70	70
Tabla 19. Contenido energético del aderezo elaborado queso tipo manchego con base en 100g.	71
Tabla 20. Comparación de contenido energético del aderezo (formulación) y un aderezo comercial en base 100 g.....	71
Tabla 21. Resultados del análisis microbiano de materia prima y producto final.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de bloques general para la elaboración de queso ⁴⁴	25
Figura 2. Fluidos Newtonianos; a) Esfuerzo cortante vs velocidad de cizalla y b) Viscosidad vs velocidad de cizalla ⁶³	33
Figura 3. Curva de flujo fluidos newtonianos y no newtonianos en función del esfuerzo cortante y de la viscosidad aparente ⁶¹	33
Figura 4. Fluidos no newtonianos dependientes del tiempo en función del esfuerzo cortante y velocidad de corte ⁶² . a) Tixotrópico y b) Reopéctico.....	35
Figura 5. Cuadro metodológico de investigación.....	43
Figura 6. Formato de estudio de mercado, elaboración propia.	46
Figura 7. Formato de la evaluación sensorial (prueba hedónica y de preferencia).	49
Figura 8. Preferencia en tipos de aderezo, a) mujeres y b) hombres.....	53
Figura 9. Preferencia en tipos de aderezo, a) marcas preferidas y b) frecuencia de consumo.	53
Figura 10. a) Alimentos de consumo y b) situaciones de uso del aderezo.	54
Figura 11. a) Ingredientes favoritos en un aderezo y b) atributos preferidos.	55
Figura 12. Tipo de picante preferido.....	56
Figura 13. Proceso de elaboración del aderezo (diagrama de bloques base).	58
Figura 14. Proceso de elaboración del aderezo (diagrama de bloques base).	58
Figura 15. Diagrama de bloques final.	61
Figura 16. a) Personas encuestadas y b) muestra preferida.....	65
Figura 17. Comparación entre la muestra 071 y la muestra 092 (olor).....	65
Figura 18. Comparación entre la muestra 26 y la muestra 12 (textura).	66
Figura 19. Comparación entre la muestra 26 y la muestra 12 (cremosidad).	67
Figura 20. Comparación entre la muestra 26 y la muestra 12 (Sabor).	68
Figura 21. Viscosidad en función de la velocidad de cizalla del aderezo comercial (ascenso).	73
Figura 22. Viscosidad en función de la velocidad de cizalla del aderezo comercial (descenso).	74
Figura 23 Viscosidad en función de la velocidad de cizalla del aderezo experimental (ascenso). ...	74
Figura 24 Viscosidad en función de la velocidad de cizalla del aderezo experimental (descenso). .	75

INTRODUCCIÓN

Hoy en día los consumidores exigen alimentos con las mejores características nutricionales y sensoriales posibles. Ésta idea se enfoca en el desarrollo de las nuevas tecnologías de procesamiento que están siendo usadas en la industria láctea. Las personas que consumen leche y sus derivados, muestran que la leche es una de las bebidas que más contribuye a la ingestión energética, representa 5 % de las kilocalorías diarias consumidas por adolescentes y adultos^{1,2}.

La obesidad es una enfermedad multifactorial que ha dejado de ser exclusiva de los países industrializados, uno de los factores es que se atribuye a una ingesta calórica superior al gasto energético, en la que pueden influir hábitos alimentarios inadecuados, el estilo de vida, factores sociológicos, alteraciones metabólicas, neuroendocrinas y componentes hereditarios³. En la actualidad, al pensar en alimentos saludables como ensaladas, se suelen agregar aderezos para mejorar su sabor, es por ello que se acompañan con vinagre, aceite, sal, pimienta, limón y sal o aderezos de muy diversas formulaciones que se comercializan ya preparados, pero pueden hacer que la cantidad de calorías se dispare⁴. Se entiende por aderezo al producto alimenticio elaborado con no menos del 50 % de mayonesa o de la cantidad correspondiente de aceites vegetales comestibles y de yema de huevo líquida o equivalente en cualquiera de sus formas, pudiendo estar adicionado de otros ingredientes opcionales y aditivos alimentarios autorizados⁵.

En la industria alimentaria, la adición de inulina en la formulación de un producto lo convierte en un alimento funcional con una composición más equilibrada, la cual confiere un efecto fisiológico adicional a su valor nutrimental, debido a sus propiedades benéficas como son: mejorar la digestión del metabolismo, el aumento de la biodisponibilidad de minerales, reforzar funciones inmunológicas, así como ser utilizado como sustituto de grasa^{6, 7, 8}.

Tomando en cuenta lo anterior, se decidió desarrollar un aderezo gourmet diferente a los que se encuentran en el mercado, donde el principal objetivo es emplear inulina como sustituto de grasa en la formulación y sustituir el porcentaje máximo posible de grasa que contiene normalmente un aderezo incluyendo en su formulación yogur y crema, con los cuales se busca obtener la cremosidad característica de un aderezo comercial. Como actividad previa, se realizará un estudio de mercado para conocer la frecuencia de consumo y la aceptación que tendrá el elaborar un aderezo de queso tipo manchego, chipotle y cebollín para obtener un producto con características deseadas de un aderezo tanto sensorial como nutrimentalmente.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES

1.1. Alimento

La palabra alimento proviene del latín *alimentum*, que se asocia a la figura de la comida, así como la asistencia que se da para el sustento, los alimentos no sólo comprenden lo necesario para nutrir al cuerpo humano, sino que abarcan una serie de elementos indispensables para el sano desarrollo y armónica convivencia respecto del entorno social y económico cuantificado en dinero⁹.

1.1.1. Alimentos funcionales

La tendencia actual ha obligado a la Industria de Alimentos a enfocarse en la búsqueda de soluciones que le permitan cubrir estas necesidades y superar las expectativas del consumidor actual, estos ingredientes funcionales, poseen características aceptables que promueven beneficios específicos para la salud, al mismo tiempo que ayudan a prevenir y contrarrestar el riesgo de algunas enfermedades, como parte de una dieta saludable¹⁰.

La relación entre la dieta y la salud es hoy en día muy clara, es por ello que la alimentación es clave. Para mantener en México un crecimiento económico de consumo de este tipo de alimentos aproximadamente de 10 % al año, hay que enfrentar diversos retos que incluyen la determinación científica de la inocuidad del ingrediente, la comprobación de su actividad y beneficio, la formulación, la estabilidad del producto terminado, la aceptación del consumidor y la aprobación legal¹. Las autoridades no sólo deben establecer que un ingrediente es inocuo sino también deben considerar la veracidad de los supuestos beneficios a la salud en las dosis que se pretende usar. Muchos de otros ingredientes, legalmente, no tienen historial de uso como ingredientes, pero tampoco tienen alguna función tecnológica (conservador, estabilizador, espesante, etcétera), por lo que no se les puede considerar aditivos. En muchos países, existen procesos legales claros para la aprobación de un aditivo, pero no de un ingrediente. Sin embargo, el usuario final requiere garantías de que es un ingrediente permitido, aunque no exista un proceso legal para su aprobación^{11, 12}.

1.1.2. Componentes funcionales

Los beneficios a la salud asociados con los alimentos funcionales se deben regularmente a uno o más de los componentes del mismo. Pueden encontrarse de manera natural en el alimento, o ser adicionados como un ingrediente funcional. Los principales componentes funcionales, cuyos efectos están bien documentados, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Componentes químicos de interés en los alimentos funcionales^{13, 14, 15}.

Componente	Fuente	Beneficio
Carotenoides	Zanahoria, camote, melón (α , β carotenos)	Neutraliza radicales libres
Fibra	Salvado de trigo, avena, cereales (Inulina)	Contribuye a un tracto digestivo saludable
Ácidos grasos	Nueces, salmón, atún	Mejora la salud cardíaca
Flavonoides	Frutas del bosque, cerezas, chocolate, brócoli, arándanos (catequinas, flavonas)	Tienen actividad antioxidante
Calcio	Espinaca	Reduce el riesgo de osteoporosis
Prebióticos	Granos enteros, miel, ajo, algunas frutas (Fructooligosacáridos)	Estimulan el crecimiento o la actividad de una o varias bacterias en el colon, por lo tanto, mejoran la salud.
Probióticos	Yogur y lácteos (Lactobacilos)	Equilibran la flora intestinal ayudando a la supresión de microorganismos patógenos

Estos alimentos son de sumo interés para el desarrollo e investigación de nuevos productos ya que aportan múltiples beneficios a la salud de los consumidores. Para el desarrollo del presente trabajo, la adición en productos lácteos es el punto de partida para la elaboración de un nuevo producto funcional.

1.1.3. Alimentos bajos en calorías

Son aquellos alimentos con pocas kilocalorías, lo que significa que son saludables y adecuados nutricionalmente hablando. Para seguir una dieta equilibrada es fundamental que nuestra alimentación se base principalmente en el consumo de alimentos naturales, sanos y bajos en grasas, que nos aporten en definitiva la mayoría de los diferentes nutrientes esenciales que necesita cada día nuestro organismo¹⁶.

Los alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición han sido regulados por la Secretaría de Salud, estableciendo especificaciones nutrimentales a las que deben sujetarse dichos productos, unificando sus denominaciones y orientando al consumidor sobre sus características por medio de la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-2015, la cual establece denominaciones tales como: sin, bajos en o reducidos en grasa o calorías. Sin embargo, no incluye a la denominación "light". Esta norma se

encuentra actualmente en revisión y se espera contemple especificaciones definidas para el uso de ese término en las etiquetas.

El panorama en otras regiones del mundo, como es el caso de la Unión Europea, la legislación aplicable establece que en las declaraciones en las que se afirme que un producto es light o lite (ligero), y cualquier otra declaración que pueda tener el mismo significado para el consumidor, la reducción del contenido de uno o más nutrientes debe ser 30 % como mínimo en comparación con un producto similar. Específicamente en el caso del valor energético, esta reducción en porcentaje debe cumplirse de forma obligatoria¹⁷.

1.1.4. Contenido energético de los alimentos

El valor energético o valor calórico de un alimento es proporcional a la cantidad de energía que puede proporcionar al quemarse en presencia de oxígeno. Se mide en calorías, que es la cantidad de calor necesario para aumentar en un grado la temperatura de un gramo de agua. Como su valor resulta muy pequeño, en dietética se toma como medida la kilocaloría (1 Kcal. = 1.000 calorías). A veces –y erróneamente, por cierto–, a las kilocalorías también se las llama Calorías (con mayúscula). Cuando oigamos decir que un alimento tiene 100 Calorías, en realidad debemos interpretar que dicho alimento tiene 100 kilocalorías por cada 100 gr. de peso. Las dietas de los humanos adultos contienen entre 1.000 y 5.000 kilocalorías por día.

Cada grupo de nutrientes energéticos –glúcidos, lípidos o proteínas– tiene un valor calórico diferente y más o menos uniforme en cada grupo. Para facilitar los cálculos del valor energético de los alimentos se toman unos valores estándar para cada grupo: un gramo de glúcidos o de proteínas libera al quemarse unas cuatro calorías, mientras que un gramo de grasa produce nueve.

De ahí que los alimentos ricos en grasa tengan un contenido energético mucho mayor que los formados por glúcidos o proteínas. De hecho, toda la energía que acumulamos en el organismo como reserva a largo plazo se almacena en forma de grasas¹⁸.

1.2. Leche

Es una emulsión natural que es secretada por las glándulas mamarias, tanto del ser humano (leche de mujer), como la de los animales mamíferos, cuyo fin es servir de alimento al recién nacido. En términos lactológicos, el concepto de leche se refiere únicamente a la leche de vaca, obtenida como materia prima (leche cruda). En las explotaciones agrícolas, contribuye más que ningún otro alimento a la buena nutrición, suministra cantidades abundantes de los elementos esenciales que a veces escasean en los alimentos diarios. La leche recién ordeñada varía en su composición química.

Algunas de las causas importantes de esta variación son: la especie del mamífero, raza, edad, etapa de crianza, su salud, el peso y la estación del año^{19, 20}.

El Departamento de Salud Pública de los Estados Unidos de Norteamérica, define a la leche como la excreción láctea, prácticamente libre de calostro, obtenida por ordeño completo de vacas en buen estado de salud, dicha secreción láctea y no debe menos de 8.25 % de sólidos no grasos de la leche. La razón de fijar el mínimo de grasa es que el valor nutricional de la leche depende de la combinación de las dos^{21, 22}.

1.2.1. Propiedades generales

1.2.1.1. Propiedades físicas

La leche es un líquido blanco, opaco, más viscoso que el agua, de sabor ligeramente azucarado y de olor poco acentuado. La leche al igual que sus derivados, presentan ciertas propiedades físicas particulares, que son el reflejo de su composición y de las interacciones de sus constituyentes; el color y la viscosidad, son dos factores que el consumidor inmediatamente puede evaluar y, con base a esto, rechazar o aceptar un producto. Es importante conocer otras características físicas como el peso específico, la temperatura de congelamiento, la densidad, sobre todo cuando se conciben los procesos térmicos (pasteurización, esterilización), o los tratamientos físicos (homogeneización, transporte) a los que se somete la leche. Se puede considerar la leche como una emulsión de materia grasa en una solución acuosa que contiene numerosos elementos, unos en solución y otros en estado coloidal²³. Las principales características fisicoquímicas de la leche se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Principales caracteres físicos y químicos de la leche²³.

Característica	Valor
Densidad	1.030 -1.034
Calor específico	0.93
Punto de congelación	-0.55
pH	6.5-6.6
Acidez °D (Dornic)	16 -18
Índice de Refracción a 20 °C	1.35

Fuente: Veisseyre, R., (1988). Lactología Técnica. Zaragoza, España: Acribia. pp. 32

1.2.1.2. Propiedades sensoriales

La calidad química y sensorial de la leche varía a medida que transcurre el tiempo desde su ordeño y el cuidado con el que se maneje. La leche recién ordeñada tiene una acidez valorable de 0.1206 %, calculada como ácido láctico. Aunque este valor varía con cada animal, raza, estación, etapa de crianza y otros factores. La acidez desarrollada es la proporción de acidez valorable que excede a la acidez de una muestra de leche recién ordeñada. La acidez desarrollada tiene efectos adversos sobre el sabor y la estabilidad térmica²⁰.

La leche recién ordeñada tiene un olor dulce. Parte del olor de la leche fresca se debe a sus ácidos grasos volátiles. La leche absorberá rápidamente olores del medio ambiente en el que se produce y se maneja. Es el resultado de dos acciones: en primer lugar, conforme se ordeña a la vaca, cierta cantidad de grasas contenidas en la leche se impregnan de inmediato con aromas presentes en el aire.

1.2.1.3. Propiedades químicas

La leche es un líquido con alto contenido de sólidos, de fuerte olor y sabor amargo, abundante en inmunoglobulinas y con la siguiente composición promedio: 79 % de agua, 10 % de proteínas, 7 % de grasa, 3 % de lactosa y 1 % de cenizas; ésta por su gran proporción de inmunoglobulinas, es sumamente sensible a la desnaturalización térmica²⁴. Los constituyentes de la leche se encuentran en tres estados físicos: solución, dispersión y emulsión²². La composición aproximada de la leche de varias especies de mamíferos se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Composición de la leche de las principales razas lecheras²².

Componente	Porcentaje Medio	Rango para todas las razas (% medios)
Agua	86.6	85.4 - 87.7
Grasa	4.1	3.4 - 5.1
Proteína	3.6	3.3 - 3.9
Lactosa	5.0	4.9 - 5.0
Ceniza	0.7	0.68 - 0.7

Fuente: Revilla, A., (1982). Tecnología de la leche, procesamiento, manufactura y análisis. Costa Rica: Herreros Hermanos. pp. 14.

1.2.2. Componentes principales

1.2.2.1. Agua

El agua de la leche puede variar de 84 % a 89 %, en algunos casos, una leche normal, puede exceder estos límites. El porcentaje de agua es también afectado por la variación en contenido de cualquiera de los otros constituyentes de la leche. El agua forma parte de la leche, así como el de otros alimentos, es exactamente igual al agua común, y sirve como medio disolvente o de suspensión para los constituyentes de la leche.

El contenido de agua es relativamente alto, en la leche hace que algunas personas duden de su valor alimenticio, cabe aclarar que, gracias a esa cantidad de agua, la distribución de sus componentes es bastante uniforme y permite que pequeñas cantidades de leche contengan casi todos los nutrientes proporcionados en esta²².

1.2.2.2. Lípidos

En la leche, los triglicéridos suponen la mayor proporción de los lípidos totales, mostrados en la tabla 4, y están presentes en glóbulos de 2-3 μm , rodeados por una membrana derivada de la membrana plásmica apical celular. Durante el almacenamiento ocurre cierto grado de lipólisis, produciéndose mayores concentraciones de ácidos grasos libres y de mono y diglicéridos^{24, 27}.

Tabla 4. Composición lipídica de la leche de vaca.

Lípidos	%
Triglicéridos	97 - 98
Di glicéridos	0.03 - 0.06
Mono glicéridos	0.02 - 0.04
Ácidos grasos libres	0.1 - 0.4
Esteroles libres	0.2 - 0.4
Fosfolípidos	0.2 - 1.0

Fuente: Fennema, O., (2000). Química de Alimentos. Zaragoza, España: Acribia: pp. 500.

En la leche, se encuentran tres clases de sustancias asociadas²⁵:

- La materia grasa propiamente dicha, constituida por triglicéridos, que supone alrededor del 98 % del conjunto.
- Los fosfolípidos (grasas fosforadas); en proporción de 0.5 a 1 %.
- Otras sustancias insaponificables diferentes de las precedentes de punto de vista químico pero insoluble en el agua y solubles en las grasas; alrededor del 1 %.

1.2.2.3. Estructura fisicoquímica de la grasa

La grasa se encuentra en la leche en forma de una emulsión de pequeños glóbulos esféricos o ligeramente ovoides, cuyo diámetro varía de 2 a 10 μm según la raza de la vaca de donde procede la leche. Trabajos recientes han demostrado la existencia de una cierta correlación entre la riqueza de la materia grasa de la leche y el diámetro medio de sus glóbulos. Cuantos mayores son estos, mayor es la riqueza grasa de la leche. La estructura de los glóbulos grasos, están rodeados por una membrana proteica de la que se han obtenido dos fracciones una soluble y otra insoluble. Estas fracciones tienen una composición diferente a las otras proteínas de la leche. La cara interna de la membrana está íntimamente ligada a una segunda capa de naturaleza fosfolípida compuesta principalmente por lecitina y cefalina²³.

1.2.2.4. Triglicéridos

Los triglicéridos son ésteres del glicerol y de ácidos grasos alifáticos. Los radicales ácidos pueden ser idénticos o diferentes (glicéridos mixtos)²⁶.

1.2.2.5. Fosfolípidos

Se encuentran presentes varios grupos de fosfolípidos en la leche. Están íntimamente asociados tanto con las proteínas de la leche como con la grasa de la leche. Son termolábiles, constituyen menos del 1 % de la grasa de la leche y son responsables de una parte de los sabores oxidados en la leche y en los productos lácteos, aun cuando se ha reportado que un fosfolípido muestra un cierto efecto antioxidante sobre la grasa de la leche. Se concentran en la membrana del glóbulo graso, uno de los más concentrados es la lecitina. Cuando la leche se separa, gran parte de la lecitina se va a la crema. Durante el batido, la mayor parte de la lecitina se queda en el suero. Se adicionan a menudo preparaciones de lecitina, para mejorar el sabor de los productos lácteos²⁸.

1.2.2.6. Proteínas

Se caracterizan principalmente por tener nitrógeno. Las proteínas desempeñan una gran variedad de funciones. La proteína de la leche juega el papel más importante en la elaboración de quesos, entre ella, la caseína es la más común y representa el 80 % de las proteínas. El desdoblamiento químico de las proteínas de la leche, pueden ocurrir por: el calor, los ácidos, enzimas y otros agentes. Algunas de estas sustancias son producidas en la leche por acción de los microorganismos. La desnaturalización de las proteínas y su coagulación o cuajado, es lo que caracteriza las primeras etapas de la modificación de las proteínas. El calentamiento de la leche precipita las sales solubles de calcio, que naturalmente se encuentran presentes, esto incrementa el tiempo que se requiere para la coagulación. La adición de calcio en forma soluble disminuye el tiempo de coagulación de la leche, por calentamiento a 120 °C. Los cloruros de sodio y potasio provocan cambios similares, mientras que los iones fosfato y citrato, aumentan el tiempo de coagulación por la temperatura²⁹.

Durante las últimas etapas del desdoblamiento de las proteínas, como por ejemplo en el curado del queso, se pueden producir caseinato de calcio, lactato de calcio, fosfato mono cálcico, caseosas, peptonas, aminoácidos libres y amoníaco, dependiendo de los agentes que modifiquen a las proteínas y del tiempo que se dejen actuar. El calentamiento más allá de los 75°C puede activar al grupo sulfhidrilo haciéndolos más susceptibles a la oxidación. Esto parece ser lo que ocurre para producir el sabor peculiar a la leche cocida³⁰.

1.2.2.7. Caseína

Se considera como la proteína específica de la leche. En la caseína se encuentra presente entre el 72 % y el 79 % del nitrógeno de la leche³³. Recientemente se ha encontrado que la proteína consta de muchas fracciones: alfa, beta, gamma, kappa y depende de factores tales como la especie, la raza, y la etapa de crianza. Se encuentra una parte solubilizada y otra en forma de micelas suspendidas; las proporciones varían con la raza. Normalmente se encuentra combinada con calcio, fosfato inorgánico, magnesio y citratos^{31, 32}.

1.2.2.8. Lactosa

Es la principal azúcar presente en la leche, le confiere su sabor característico. La lactosa resulta igualmente importante en la producción de yogur y queso. Al fermentarse, derivan en ácido láctico y la leche se torna agria. El contenido en lactosa de la leche, se eleva, como cifra media, a 50 g por litro. Es un glúcido reductor que pertenece al grupo diholósidos, como resultado de la hidrólisis, se obtiene una molécula de glucosa y otra de galactosa. La lactosa se encuentra en la leche en dos formas físicas, las formas α y β . Siendo asimétrica, la molécula de la lactosa, presenta poder rotatorio. En la leche, la lactosa, se encuentra en estado de solución verdadera^{23, 24, 25,26, 27}.

1.2.2.9. Vitaminas

Los productos lácteos, son un componente clave dentro de la dieta equilibrada, y están consideradas como una fuente excelente de energía, proteínas, calcio y gran número de vitaminas. La leche figura entre los alimentos que contienen la variedad más completa de vitaminas. Sin embargo, éstas se encuentran a menudo en pequeñas cantidades²⁷.

1.2.2.10. Minerales

Cuando tiene lugar una acidificación de la leche, ya sea por adición de un ácido o como consecuencia de la acción microbiana (formación de ácido láctico por fermentación de la lactosa), proceso fundamental en la elaboración de muchos productos lácteos, el equilibrio salino y fundamentalmente los cationes divalentes (Ca^{++} y Mg^{++}) y fosfato, se afectan. Se debilitan las uniones entre minerales y caseínas dentro de las micelas y se disuelve progresivamente el fosfato cálcico micelar. El paso de minerales hacia la fase soluble por procesos de acidificación podría ser reversible, el restablecimiento del equilibrio salino es lento y preciso de un largo periodo de tiempo²⁷.

1.2.2.11. Productos de derivados lácteos

Se incluyen aquellos alimentos que se elaboran a partir de la leche: yogur, quesos, dulce de leche, helados. Dejamos a la crema de leche y a la manteca para tratarlas dentro de los alimentos ricos en grasa³³.

El sector de lácteos es reconocido mundialmente como el segundo generador de nuevos productos, después de la industria de agua y bebidas, siendo el yogur el alimento más utilizado para este propósito, incorporándole diferentes nutrientes funcionales. Sin embargo, podemos encontrar una gran variedad de productos de acuerdo al mercado al que se desea acceder como las leches digestivas, cardio-saludables, categorías de energía y crecimiento, ecológicas u orgánicas etcétera. Por lo tanto, se hace necesario conocer las tendencias en innovación de este sector a nivel global³⁴.

1.3. Queso

La palabra queso deriva del latín *caseus*. Es un producto fresco o madurado obtenido por drenaje del suero, tras la coagulación de la leche, nata, leche desnatada total o parcialmente,

grasa láctea o una combinación de estos componentes, producto obtenido de la leche cruda o pasteurizada (entera, semidescremada y descremada); constituido esencialmente por caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado. Se entiende como un producto blanco, semiduro, duro, madurado, no madurado o fresco y puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, en el que el valor de la relación suero proteínas/caseína no supera al de la leche^{35, 36, 37}.

Desde el punto de vista fisicoquímico, el queso se define como un sistema tridimensional tipo gel, formado por coagulación básicamente por la caseína integrada en un complejo caseinato fosfato cálcico, engloba glóbulos de grasa, agua, lactosa, albuminas, globulinas, minerales, vitaminas y otras sustancias menores de la leche, las cuales permanecen adsorbidas en el sistema o mantienen la fase acuosa retenida³⁸.

La gran variedad existente de quesos se explica fundamentalmente por dos hechos³⁹:

1. La naturaleza de la leche, ya que no solo influyen las diferencias entre leches de distintas especies o razas, sino que incluso pequeñas diferencias en la composición tienen efecto en las propiedades del queso.
2. Las formas de preparación, que presentan una gran diversidad. Antes venían determinadas por condiciones geográficas, climatológicas, económicas e históricas, pero actualmente estas condiciones se han modificado debido al progreso técnico y al desarrollo de los medios de comunicación. Aun así, muchos tipos de queso permanecen ligados a una región y no se fabrican en otros lugares.

1.3.1. Norma

Productos elaborados 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 o 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 procesado⁴⁰.

1.3.2. Clasificación del queso

Existe una gran variedad de quesos, por lo que se puede llevar a cabo para su clasificación la definición de varios criterios como tipo de leche con la que fueron elaborados, por el método de coagulación empleado, por su contenido de humedad o grasa, por su textura, por los microorganismos empleados y finalmente por el país o región de origen.

Los quesos pueden elaborarse con leche entera, parcialmente descremada, semidescremada, crema o doble crema y su clasificación se presenta a continuación^{41, 42}.

1.3.2.1. Fresco

Son aquellos que además de cumplir con la descripción general de queso, se caracterizan por su elevado contenido de humedad, y por no contener corteza o tener corteza muy firme, pudiendo o no adicionarles aditivos e ingredientes, y el tener sabor suave y un periodo de vida de anaquel corto, por lo que se debe estar refrigerado. Se consideran como quesos frescos: canasto, panela, fresco, ranchero, sierra, blanco, enchilado, adobado, oaxaca, asadero, mozzarella, morral, adobera, cottage, crema, doble crema, petit suisse, etcétera.

1.3.2.2. Procesado

Son aquellos que además de cumplir con la descripción general de queso, se caracterizan por ser elaborados con mezclas de quesos, fusión y emulsión con sales fundentes y a los que se les pueden agregar ingredientes y especias, son sometidos a un proceso térmico de 70 °C durante 30 segundos o pueden someterse a cualquier otra combinación equivalente mayor de tiempo y temperatura; lo que permite alargar su vida de anaquel, dentro de esta clasificación están los quesos fundidos y para untar, como el queso amarillo y la mayoría de los que se venden en rebanadas.

1.3.2.3. Suero

Son productos obtenidos a partir del suero de la leche entera, semidescremada o descremada pasteurizada de vaca, cabra u oveja, el cual es coagulado por calentamiento en medio ácido para favorecer la obtención de la cuajada, la que es salada, drenada, moldeada, empacada y etiquetada y posteriormente refrigerada para su conservación.

1.3.2.4. Madurado

Es aquel queso que se caracteriza por ser de pasta más dura, semidura o blanda y puede tener o no corteza, sometido a un proceso de maduración mediante la adición de microorganismos, mohos o bacterias bajo condiciones controladas de tiempo, temperatura y humedad para provocar en ellos cambios bioquímicos y físicos, que les confieren la consistencia y el sabor característicos. Aquí se encuentran los quesos: cheddar, chester, chihuahua, manchego, brie, edam, gouda, gruyere, emmental, cheshire, holandés, amsterdam, butterkase, cabrales, camembert, roquefort y danablu, entre otros.

1.4. Queso tipo manchego

Es el producto de pasta dura, semiduro o blando, que se obtiene a partir de leche pasteurizada entera de vaca, sometida a procesos de coagulación, cortado, desuerado, fermentado, salado, prensado y madurado, durante un periodo mínimo de 7 días a temperatura y humedad controlada.

Es un queso sometido a un proceso de maduración mediante la adición de microorganismos bajo condiciones controladas de tiempo, temperatura y humedad para

provocar en ellos cambios bioquímicos y físicos que son característicos de las diferentes denominaciones de estos productos⁴³.

1.4.1. Propiedades funcionales

Las propiedades funcionales de los quesos son aquellas que les confieren aptitudes para su almacenamiento, conservación, presentación y preparación. Se ha descrito un número elevado de propiedades funcionales en los quesos que dependen del tipo de queso considerado. Como ejemplos se puede mencionar entre las propiedades funcionales: derretibilidad, viscosidad, color, cremosidad, etc.

La composición y micro estructura del queso es responsable de las propiedades funcionales y sensoriales: Además está bien documentado que las propiedades funcionales de los quesos se ven afectadas por las condiciones de elaboración y maduración de los mismos.

El queso comparte casi las mismas propiedades nutricionales con la leche; a excepción de la lactosa, los otros componentes se encuentran más concentrados. Además de brindar un excelente aporte de proteínas de alto valor biológico, el queso se destaca por ser una fuente importante de calcio y fosforo²⁵.

1.4.2. Proceso general de elaboración del queso

El queso de forma general, se produce por coagulación de las proteínas de la leche, a partir de la acción de cultivos lácticos y cuajo. En la figura 1, se muestra un diagrama de bloques general para la elaboración de un queso.

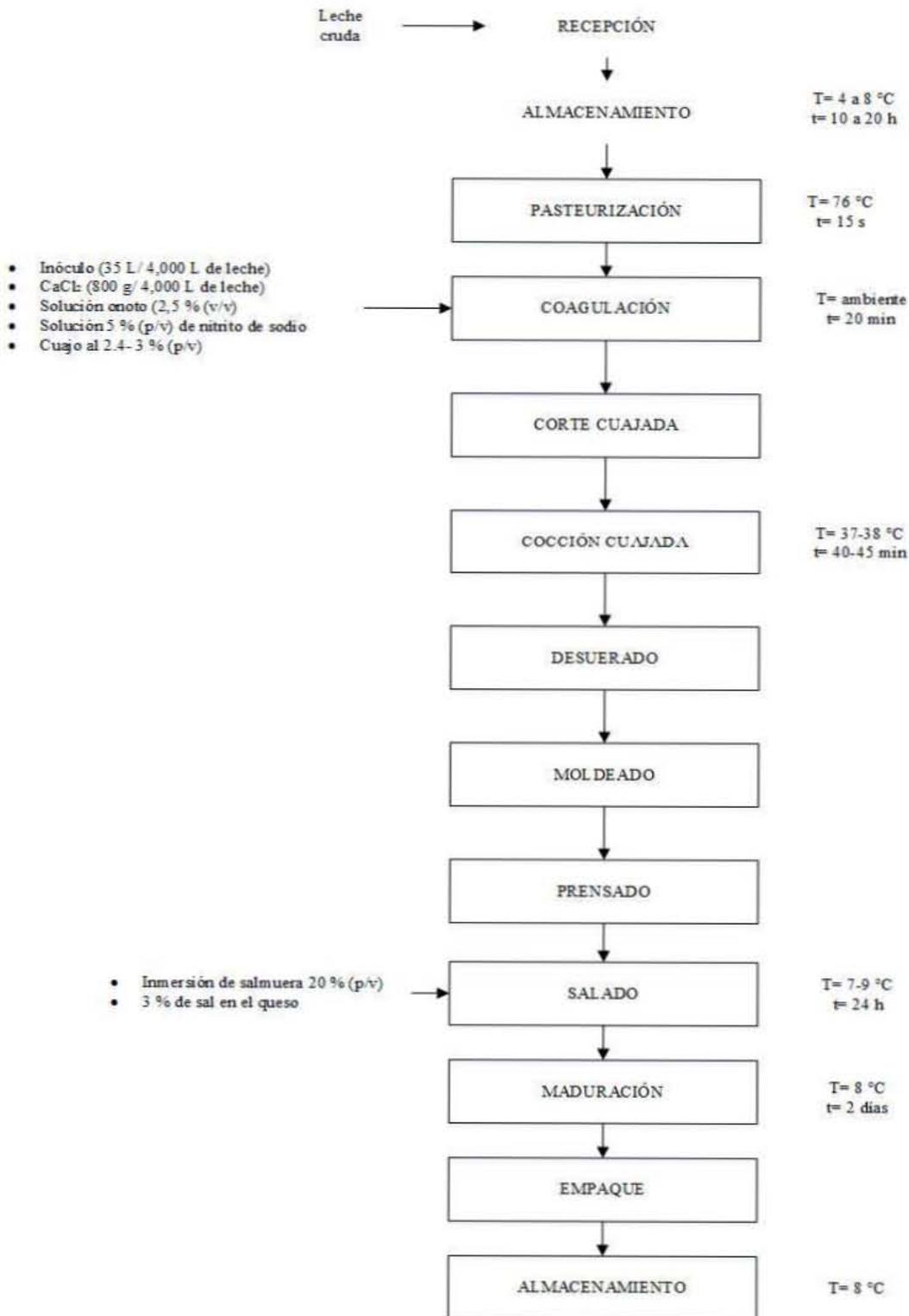


Figura 1. Diagrama de bloques general para la elaboración de queso ⁴⁴.

A continuación, se describe el diagrama de proceso general para la elaboración del queso:

- **Recepción de la materia prima:** Se debe de asegurar la calidad de todos los ingredientes y aditivos a utilizar.
- **Almacenamiento:** La leche se mantiene a temperaturas de refrigeración para mantener en óptimas condiciones el producto
- **Pasteurización:** Se lleva a cabo para reducir la carga microbiana presente en la leche de manera natural, además de destruir a todas las bacterias patógenas presentes, y de inhibir enzimas que pueden ocasionar problemas de calidad en el producto terminado, como las lipasas. La técnica empleada generalmente para quesos es High Temperature, Short Time (HTST), en la cual la leche se calienta a 72 °C durante 15 segundos. Al término de ésta, la leche normalmente se enfría a 32 - 40 °C, dependiendo del tipo de queso.

La adición de Cloruro de Calcio es importante para restituir el equilibrio de iones Ca^{2+} , que se insolubilizan de las micelas de caseína como resultado de la pasteurización. Regularmente se adiciona en solución. Por otra parte, la acidez final en la leche depende del tipo de queso que se vaya a elaborar; puede darse mediante la adición de un ácido orgánico, de un cultivo microbiano, o por la adición de ambos.

- **Coagulación o cuajado:** Se basa en provocar la desnaturalización de la caseína y su precipitación, dando lugar a una masa gelatinosa que atrapa a la mayoría de los componentes insolubles de la leche. La cual puede realizarse por acción de enzimas, ácidos orgánicos (láctico o acético), o una mezcla de estos, dependiendo del tipo de queso. Ambos agentes provocan la agregación de las caseínas de la leche, creando una red que atrapa a los glóbulos de grasa y al suero de leche. El agregado caseína-grasa-suero se conoce como cuajada.
- **Corte de la cuajada:** Es necesario para favorecer la salida del lacto suero. Las condiciones en que se efectúa influyen sobre el producto final obtenido, según el tipo de queso, el corte de la cuajada puede ser mayor o menor.
- **Cocción y agitación de la cuajada:** La cocción de los trozos de cuajada es necesaria para continuar el desuerado iniciado por la operación anterior, y la agitación que se emplea para evitar la aglomeración y sedimentación de los mismos.
- **Desuerado:** Se realiza para crear las condiciones de compactación de la pasta. Puede llevarse a cabo en diferentes etapas según el tipo de queso. En algunos tipos de cuajada muy acidificada y desmineralizada, se realiza la separación del lacto suero por centrifugación.
- **Moldeado:** Tiene como objetivo lograr dar forma y que los trozos de la cuajada se unan y formen piezas grandes de pasta; depende del tipo de prensado que se va a efectuar, así, se tiene el moldeado para auto prensado del queso (en canastillas o coladeras) y moldeado para prensado mecánico del queso.

- **Prensado:** Se aplica para favorecer la expulsión del suero intergranular de la cuajada y dar al queso su forma definitiva, además de proporcionar una mayor consistencia al producto final. La intensidad de la presión que ejerce el peso de los mismos quesos (auto prensado). Se debe realizar a bajas temperaturas (<10 °C), para evitar que la grasa del queso salga junto con el lacto suero.
- **Salado:** Es uno de los factores que influyen en darle al queso el sabor deseado, interviene en la regulación del contenido de suero y de la acidez. La sal hace que la pasta del queso se haga más suave, asegura su conservación, junto con el valor de pH, inhibe la germinación de los microorganismos causantes del hinchamiento y estimula el desarrollo de la microbiota de maduración del queso.
- **Maduración:** Después del prensado, el queso se almacena para el proceso de maduración, el cual le conferirá categoría: curado, semicurado y fresco (no madurado). Esto implica también una acción bacteriana que produce una desintegración de grasas, proteínas y carbohidratos, lo que provocará que las enzimas producidas lleven a cabo estas acciones químicas hasta la maduración del queso.
- **Empacado:** Permite la conservación del queso y facilita su manejo en el transporte y comercialización. Regularmente se lleva a cabo cubriendo las piezas con una película plástica o papel encerado, para prevenir una pérdida excesiva de agua y proteger la superficie de la contaminación.
- **Almacenamiento:** Se debe llevar a cabo a temperatura de refrigeración para optimizar la conservación del producto.

1.5. Aderezo

La mayoría de los aderezos son muy variados en su composición, textura y sabor. Su composición de estos es aceite en agua, contienen entre 30 - 80 % de aceite, este porcentaje puede variar dependiendo del tipo de aderezo. A pesar de su alta acidez y su reducida actividad acuosa, condiciones que lo convertirían en un alimento microbiológicamente estable, se incluye en su formulación, conservadores como el benzoato de sodio y/o sorbato de potasio. El deterioro microbiológico de estos productos ocurre como resultado del crecimiento de un grupo selecto de microorganismos. Los aderezos tienen altos contenidos de aceite que son considerados alimentos de humedad intermedia con A_w (0.60 - 0.85)^{45, 46}.

Fisicoquímicamente, el aderezo es un sistema disperso multifase compuesto por una emulsión. La fase continua es conformada por agua, vinagre, azúcar y sal; y la fase dispersa integrada por leche, queso, aceite, huevo entero y especias. Ambas fases son sometidas a un mezclado y a una homogenización donde las proteínas del huevo (lecitina y albumina) estabilizan la emulsión. Algunos aderezos no se separan en dos fases debido a que, adicionalmente, la emulsión ha sido estabilizada por una goma vegetal. Estos agentes actúan haciendo la fase acuosa tan viscosa, que los glóbulos de grasa son incapaces de subir

⁴⁷.

1.5.1. Definición de aderezo

Se entiende por aderezo con mayonesa el producto alimenticio elaborado con no menos del 50 % de mayonesa o de la cantidad correspondiente de aceites vegetales comestibles y de yema de huevo líquida o su equivalente en cualquiera de sus formas, pudiendo estar adicionado de otros ingredientes opcionales y aditivos alimentarios autorizados. El contenido de aceite vegetal comestible no será menor del 33.0 % en peso y de yema de huevo líquido de 4 % o su equivalente en yema de huevo deshidratada, o su equivalente de huevo entero, líquido o deshidratado⁴⁸.

1.5.2. Tipos de Aderezos

Los aderezos se dividen en dos grupos: cremosos y vinagretas⁴⁹:

Vinagretas: Como el italiano o el de tipo casero. Como su nombre lo indica, se componen de aceite y vinagre mezclados con hierbas, especias y otros ingredientes que le dan sabor. Combinan con todo tipo de ensaladas frescas y vegetales a la parrilla.

Cremosos: Como el ranch, el César y el mil islas. Por lo regular contienen huevo, aceite, e incluso lácteos. Éstos subrayan el sabor de varias verduras y se recomiendan para aquellas con sabores más fuertes. También se llevan bien con mariscos fríos, carne de res y aves.

1.5.3. Emulsión de un aderezo

Es un sistema termodinámicamente inestable, que está constituida por dos o más líquidos inmiscibles, en donde la fase continua se refiere a una dispersión coloidal de gotas de líquido en otra fase líquida, en forma de pequeñas gotitas que tienen entre 0.1 y 10 µm de diámetro distribuida en la fase continua o dispersante, son inestables, las moléculas de la fase dispersa tiende a asociarse para constituir una capa que puede precipitar o migrar a la superficie, según la diferencia de densidades entre las dos fases. La fase constituida por pequeñas gotitas se denomina fase interna o dispersa, y la matriz en la que están disueltas se denomina fase externa o continua. Si la fase dispersa es el aceite, se conoce como emulsiones de aceite en agua (oil - in water, o/w) y las emulsiones que tienen al agua como fase dispersa se conoce como emulsiones de agua en aceite (water - in-oil, w/o). En el producto a elaborar en el presente trabajo, la fase continua de la emulsión es agua y las pequeñas gotas están formadas por grasa láctica^{50, 51, 52, 53}.

1.5.3.1. Formación de la emulsión

Para obtener una emulsión, se necesita aceite, agua, un emulsionante y energía, la cual generalmente es suministrada mediante una agitación intensa. Esta agitación puede generar fuerzas de cizalla suficientemente intensas, si la fase continua, es muy poco viscosa. El proceso de formar una emulsión a partir de dos líquidos inmiscibles o de reducir de tamaño de los glóbulos presentes en la emulsión, es conocido como homogenización. Dependiendo de la naturaleza de los materiales con los que se obtendrá la emulsión es conveniente dividir el proceso de homogenización en dos etapas: la creación de una

emulsión directamente, a partir de los líquidos inmiscibles se define como una homogenización primaria, mientras que la reducción del tamaño de los glóbulos de la emulsión que ya ha sido formada se refiere a una homogenización secundaria⁵⁰.

La mayoría de las emulsiones alimenticias para que sean estables, deben convencionalmente estar constituidas por tres distintas regiones que tienen diferentes propiedades fisicoquímicas (fase continua, interfase, fase discontinua), las moléculas anilinas en la interfase (emulsificantes), en la cual se localiza la energía libre procedente de la desigualdad en la fuerza de cohesión (tensión interfacial) y cuanto mayor es esta tensión entre las fases continua y discontinua, más fácil es formar la emulsión y más inestable tiende a ser ésta^{53,54}.

1.5.3.2. Agentes emulsificadores

Los emulsionantes son agentes activos sustancias que, añadidas a los alimentos, que disminuye la tensión interface y forma una barrera física alrededor de cada glóbulo con la que evita la coalescencia de las gotas del otro líquido. Los líquidos con menor tensión superficial hacen posible la formación y/o mantenimiento de una dispersión uniforme entre dos o más sustancias inmiscibles. Al mismo tiempo, las moléculas del emulsificante se deben acumular en la interface aceite/agua, para evitar la coalescencia de la fase dispersa. Las sustancias con capacidad emulsionante presentan una estructura dipolar donde se distingue una parte hidrófila, formada por un grupo disociable o grupos disociable o grupos hidroxilo y otra lipofílica de cadena alquílica⁵⁵.

Dos de las funciones principales del emulsificante durante el proceso de homogenización: disminución de la tensión superficial entre la fase de aceite y agua, de este modo se reduce la cantidad de energía libre requerida para deformar y romper los glóbulos de la emulsión; y formación de una capa alrededor de los glóbulos, la cual previene la coalescencia entre los mismos; el tamaño de los glóbulos producidos durante la homogenización depende de las características del emulsionante: su proporción en la fase dispersa debe de ser suficientemente para cubrir toda la superficie del glóbulo recién formado, el tiempo requerido para que el emulsionante se mueva de la fase de mayor volumen a la superficie de los glóbulos debe de ser corto; entre mayor sea el tamaño del glóbulo, más rápida será la adsorción⁵⁰.

1.5.3.3. Capacidad emulsionante

Es el volumen de aceite (mL) que puede ser emulsificado por cada gramo de proteína, antes de que se produzca la inversión de fases. Para efectuar este ensayo, agitar una disolución o dispersión de la proteína en agua (o en una disolución salina), mientras se va añadiendo, a ritmo constante, aceite o grasa fundida²⁴.

1.5.3.4. Estabilidad

Se refiere a la habilidad de las emulsiones a resistir cambios en sus propiedades a través del tiempo, mientras más estable es el sistema, hay un menor cambio en sus propiedades. Una emulsión puede ser inestable debido a diferentes tipos de procesos químicos y físicos, se representa la estabilidad por el tiempo de conservación sin separación de las fases de una emulsión en condiciones normales de almacenaje.

La velocidad a la cual una emulsión se separa en fases y el mecanismo por el cual este proceso ocurre depende de la composición y micro estructura de la misma, así como de las condiciones ambientales durante su formación y almacenamiento.

Una emulsión termodinámicamente estable o inestable es aquella que se forma instantáneamente por métodos mecánicos como la agitación, sin embargo, en esta emulsión se puede dar la separación de fases con el tiempo formando una capa de aceite en la superficie. Al tener glóbulos pequeños usualmente tiene un tiempo de vida mayor que una que contiene glóbulos más grandes, incluso si ésta es termodinámicamente inestable^{50, 51, 52, 53}.

1.5.3.5. Importancia de las emulsiones en alimentos

En la industria alimentaria, las emulsiones más comunes son del tipo aceite en agua, como mayonesa, aderezos, leche y crema. Las emulsiones juegan un papel muy importante en la formulación de alimentos, estas son tradicionalmente preparadas usando mezclas coloidales. La mayoría de las emulsiones que se encuentran en los alimentos, están compuestas por aceite y agua, pero pueden contener otros compuestos que no necesariamente se encuentran emulsionados.

Generalmente las emulsiones contienen agentes emulgentes para estabilizar las dos fases inmiscibles. Sin la presencia de estos, las fases de una emulsión se separan inmediatamente^{26, 45, 51, 52, 56}.

1.5.4. Comportamiento reológico de una emulsión

1.5.4.1. Reología en alimentos

Se ha establecido como la ciencia de la deformación y el flujo de la materia, es decir, la manera en la cual los materiales responden a un esfuerzo o tensión aplicada. El término en sí mismo procede de la palabra griega *rheos* que significa flujo; por lo que, el campo de la reología se extiende desde la mecánica de fluidos newtonianos hasta la elasticidad de Hooke, la región comprendida entre ellas corresponde a la deformación y flujo de todos los materiales pastosos y suspensiones^{57, 58}.

La ciencia de la reología es importante en la industria alimentaria, debido a que tiene muchas aplicaciones en la manipulación, procesamiento y aceptabilidad de los alimentos, así como la tecnología aplicada, ya como fue mencionado es una ciencia que estudia

ladeformación y el flujo de las materias primas, intermedios y los productos finales de la industria. En cuanto al tipo de propiedades de flujo que presentan los diferentes alimentos, ciertos líquidos como leche, miel, jugos de fruta, bebidas y aceites vegetales presentan propiedades de flujo sencillas, pero en cambio, los productos más espesos como los aderezos cremosos para ensaladas y la mayonesa se comportan de forma más complicada. La mayor parte de estos productos alimenticios se transportan por medio de bombas en alguna etapa de procesamiento o el empaque, el transporte de alimentos líquidos por medio de bombas está directamente relacionado con sus propiedades, como la densidad y la viscosidad^{59, 60}.

La viscosidad, el tipo de comportamiento del flujo y la estructura del material, son aspectos básicos para el diseño del proceso y la buena calidad del producto terminado. La calidad de los alimentos depende de factores determinados por esta misma, es por ello que los datos reológicos son necesarios para la industria, ya que influyen en⁶¹:

- Cálculos necesarios de proceso que involucran una amplia gama de equipos.
- Determinación de funcionalidad de los ingredientes en el desarrollo de nuevos productos.
- Control de calidad de los productos intermedios o finales, este control se realiza en la línea de producción.

1.5.4.2. Viscosidad

Se define como la propiedad de resistencia de un flujo que da lugar a fuerzas que se oponen al movimiento de sus moléculas(fórmula 1). Su unidad es el poise (g/cm), se usa el centipoise. Es importante considerar la relación entre la viscosidad y la temperatura; es decir, la facilidad que tiene un fluido en derramarse es un indicador de su viscosidad y en particular de su temperatura, razón por la cual se debe mantener constante al hacer las mediciones para obtener resultados comprobables. La viscosidad casi no se reporta en términos de viscosidad absoluta, sino como viscosidad relativa, el valor es comparado con un líquido en referencia, el cual generalmente es el agua. Se puede expresar como:

$$\sigma = \eta \frac{dv}{dy} \dots (1)$$

El coeficiente η se llama coeficiente de viscosidad dinámica, en el caso de una viscosidad newtoniana. En general esta relación no es lineal, cuando el fluido no es newtoniano^{62, 63}.

1.5.4.3. Clasificación de fluidos

Muchos alimentos presentan propiedades de líquidos, en el sentido que no resisten esfuerzos de cizalladura, como: leche, miel, aceite, zumos e incluso la mantequilla, estos productos se transportan a menudo mediante bombeo y es necesario conocer su comportamiento en situación de fluido, y por tanto, su viscosidad. Se define como una sustancia que se deforma continuamente bajo la acción de un esfuerzo, en ausencia de éste

último, no habrá deformación. Los fluidos pueden clasificarse de manera general de acuerdo con la relación entre el esfuerzo de cizalla aplicado y la velocidad de cizalla⁶³.

Generalmente en la clasificación reológica, se consideran tres categorías de líquidos; es importante saber si un fluido es newtoniano, no newtoniano o visco elástico (presenta un comportamiento entre líquido y sólido). Se dividen en dos grandes grupos a los fluidos no newtonianos: en independientes del tiempo o dependientes de tiempo. Como su nombre lo dice los fluidos independientes de tiempo tienen una viscosidad que no varía con el tiempo, a cualquier esfuerzo cortante dado. Sin embargo, la viscosidad de los fluidos dependientes del tiempo, varía si este cambia^{62, 63}.

1.5.4.3.1. Newtonianos

Cuando se somete un fluido a una fuerza de cizalla, fluye y se deforma con una velocidad que crece al mismo tiempo que la fuerza de cizalla. Éstos son aquellos que presentan una relación lineal entre el esfuerzo de cizalla y la velocidad de cizalla, por lo que ciertos fluidos cumplen con la ley de Newton, de ahí el nombre de fluido newtoniano; de acuerdo con esta ley, se mantiene constante su viscosidad a temperatura y presión constante. A los fluidos más comunes como el agua, el aceite, gasolina, alcohol, benceno y glicerina, se les clasifica como fluidos newtonianos.

A la inversa, a un fluido que no se comporte de acuerdo a la ecuación⁶³: $\tau = (\mu)(\dot{\gamma})$, se le denomina fluido newtoniano. La viscosidad del fluido no newtoniano depende del gradiente de velocidad, además de la condición del fluido.

Muchos sistemas alimenticios incluyendo emulsiones, suspensiones, dispersiones de moléculas grandes, entre otros, pueden mostrar comportamiento newtoniano sólo a muy bajas velocidades de cizalla. A mayores velocidades de cizalla, correspondientes a las condiciones de proceso o aplicación de los productos alimenticios. En la figura 2, se muestran gráficamente dos tipos de fluidos newtonianos.

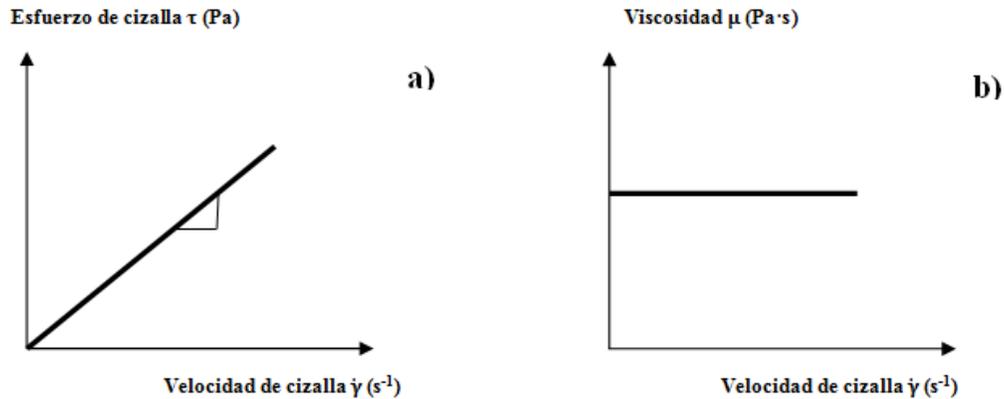


Figura 2. Fluidos Newtonianos; a) Esfuerzo cortante vs velocidad de cizalla y b) Viscosidad vs velocidad de cizalla⁶³.

τ : Es el esfuerzo de cizalla (Pa)

$\dot{\gamma}$: Es la velocidad de cizalla (s⁻¹)

μ : Es la viscosidad (Pa·s)

1.5.4.3.2. No newtonianos

Se le denomina no newtoniano a todos los líquidos que no tienen la proporcionalidad entre el esfuerzo cortante (τ) y la velocidad de cizalla ($\dot{\gamma}$), debido a que no hay una relación lineal entre ambas variables, porque no siguen el comportamiento de la ley de Newton de la viscosidad, ya que la viscosidad no es constante, y que puede variar en base con la velocidad de cizalla, y con el tiempo de aplicación del esfuerzo de cizalla o ambos simultáneamente. Son ejemplos de estos fluidos: pastas y emulsiones entre otros alimentos^{62,63,64}. Las ecuaciones más comunes que se usan al caracterizar el comportamiento de los fluidos no newtonianos son las fórmula (2) y (3):

La ecuación de la ley de potencia: Describe un fluido independiente del tiempo, está definido por la ecuación potencial(2):

$$\tau = k(\dot{\gamma})^n \dots (2)$$

Donde:

$\dot{\gamma}$: Es la velocidad de corte (s⁻¹)

n : Es el índice de comportamiento de flujo

K : Es el índice de consistencia (Pa·sⁿ)

La ecuación de plástico de Bingham: Este es un modelo lineal conocido como Herschel-Bulkley o ley de potencia con esfuerzo de corte, cuyo resultado es la combinación de los modelos plástico de Bingham y ley de la Potencia. Describe el fluido con un esfuerzo inicial, la siguiente ecuación describe el comportamiento de un fluido de dicho modelo:

$$\tau = k(\dot{\gamma})^n + \tau_0 \dots (3)$$

Donde:

$\dot{\gamma}$: Es la velocidad de corte (s^{-1})

n : Es el índice de comportamiento de flujo

K : Es el índice de consistencia ($Pa \cdot s^n$)

σ_0 : Es el esfuerzo cortante

1.5.4.3. Independientes del tiempo

Un fluido independiente del tiempo es aquel cuya viscosidad (resistencia a fluir) varía con el gradiente de tensión que se le aplica, es decir, se deforma en la dirección de la fuerza aplicada. Como resultado, un fluido no newtoniano no tiene un valor de viscosidad definido y constante, a diferencia de un fluido newtoniano. En la figura 3, se presentan dos gráficos de los diferentes tipos de fluidos independientes del tiempo.

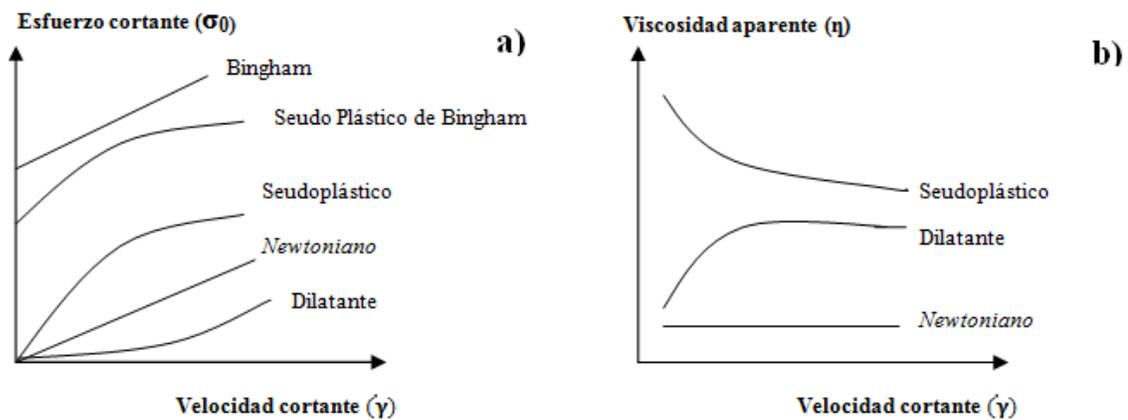


Figura 3. Curva de flujo fluidos newtonianos y no newtonianos; a) Velocidad cortante vs esfuerzo cortante y b) Velocidad cortante vs viscosidad aparente⁶¹.

A continuación, se definen los tres tipos de fluidos independientes del tiempo.

- Fluidificantes: La gráfica del esfuerzo cortante vs el gradiente velocidad, queda por arriba de la línea recta (de pendiente constante) de los fluidos newtonianos. La curva comienza con mucha potencia, lo cual indica una viscosidad aparente elevada. Después, la pendiente disminuye con el incremento del gradiente de velocidad. Como ejemplos de este tipo de fluido tenemos al plasma sanguíneo, polietileno fundido, látex, almibares, adhesivos, melazas y tintas.
- Espesantes: La gráfica del esfuerzo cortante vs el gradiente de velocidad queda por debajo de la línea recta para fluidos newtonianos. La curva comienza con poca pendiente, lo que indica viscosidad aparente baja; después, la pendiente se incrementa

conforme la gradiente de velocidad aumenta. Los compuestos acuosos con concentraciones altas de sólidos como el almidón de maíz en etilenglicol, almidona en agua y el dióxido de titanio que es un ingrediente de las pinturas, son ejemplos de este tipo de fluidos.

- **Bingham:** Requieren la aplicación de un nivel significativo de esfuerzo cortante antes de que comience el flujo. Una vez que el flujo se inicia, la pendiente de la curva es lineal, en esencia, lo que indica una viscosidad aparente constante. Algunos ejemplos de este tipo de fluidos son: chocolate, salsa cátsup, mostaza, mayonesa, pasta de dientes, pintura, asfalto, ciertas grasas y suspensiones de agua y ceniza.
- **Herschel-Bulkley:** Es un caso especial del Modelo de la Ley Potencial donde el esfuerzo cortante está relacionado con el gradiente de velocidades. Estos fluidos son una mezcla de los fluidos Bingham y los pseudoplásticos. Es decir, requieren de un esfuerzo para comenzar a fluir, pero una vez que lo hacen su comportamiento se asemeja más al de un fluido pseudoplástico.
- **Casson:** Es del tipo visco plástico, se usa para describir el comportamiento los alimentos y materiales biológicos tales como: la sangre, el yogurt, el puré de tomate, el chocolate fundido, etc. así como el comportamiento de algunas suspensiones y líquidos de formas farmacéuticas.

1.5.4.4. Dependientes del tiempo

Los fluidos que dependen del tiempo son muy difíciles de analizar, porque la viscosidad aparente varía con el tiempo, así como el gradiente de velocidad y la temperatura. Productos como petróleos crudos, tinta para impresoras, nylon, gelatinas, mezcla de harinas y varias soluciones de polímeros son ejemplos de fluidos tixotrópicos⁶².

Muchos fluidos reales no pueden ser descritos con una simple ecuación reológica en las cuales, la relación entre esfuerzo de cizalla y la velocidad de cizalla sea independiente del tiempo. La viscosidad de la mayoría de los fluidos complejos depende no únicamente de la velocidad de cizalla, sino también del tiempo de aplicación del esfuerzo. Este tipo de fluidos, se pueden subdividir en dos clases, como se muestra en la figura 4.

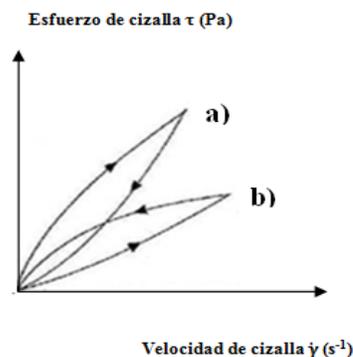


Figura 4. Fluidos no newtonianos dependientes del tiempo en función del esfuerzo cortante y velocidad de corte⁶². a) Tixotrópico y b) Reopéctico.

- Tixotrópicos: Son fluidos adelgazantes con respecto al tiempo de deformación (cizalla), es decir la viscosidad aparente (η), disminuye al aumentar la velocidad de cizalla y el tiempo de cizalla, hasta un punto en el cual la η permanece constante. La representación gráfica les corresponde es una curva similar a la de los fluidos fluidificantes. Si es sometido a un esfuerzo de cizalla a una velocidad constante después de un periodo de reposo, la estructura durante la aplicación del esfuerzo de cizalla a una velocidad dada dependerá del número de enlaces de la estructura disponibles para la disminución de la consistencia respecto al tiempo⁶⁵.
- Reopéticos: Son espesantes, dependientes del tiempo de aplicación del esfuerzo de cizalla en los que la gráfica τ vs $\dot{\gamma}$ representa un comportamiento curvilíneo y para los cuáles estos dos parámetros no están únicamente relacionados. Existen 2 valores de $\dot{\gamma}$ para cada valor de τ , y a la inversa, si se hacen pruebas clínicas. Es un fenómeno inverso a la tixotropía. Al agitar vigorosamente a la velocidad constante se hace más viscoso con el tiempo⁶⁶.

1.5.4.1. Reología de emulsiones

Las emulsiones alimenticias, muestran diferentes comportamientos reológicos dependiendo de la estructura, concentración de ingredientes, así como del proceso y condiciones de almacenamiento, su comportamiento puede ir desde líquidos de baja viscosidad hasta sólidos rígidos. Los tipos de comportamiento reológico en emulsiones varían ampliamente, desde el fluido newtoniano simple de una emulsión diluida como leche homogenizada, hasta la visco elasticidad altamente compleja que exhiben material como mayonesa, crema, etcétera.

El comportamiento reológico de un alimento en particular depende del tipo y la concentración de los ingredientes que contiene, así como el proceso y las condiciones de almacenamiento a las cuales se somete, siendo algunos de los factores como: fracción volumen de aceite, naturaleza de la capa interfacial y naturaleza de las fuerzas entre los glóbulos⁵⁰.

1.5.4.2. Reología en lácteos

Existen varias razones por las cuales es necesario conocer la reología de la leche y sus productos derivados, por ejemplo, contribuye al conocimiento de su estructura, sirven para efectuar el control de los procesos, para diseñar el equipo y los parámetros de proceso que se va a utilizar, caracterización de los atributos sensoriales del producto final. Los cambios reológicos durante el almacenamiento de la leche, son atributos que pueden afectar la preferencia del consumidor, ya que hay una relación estrecha entre las propiedades reológicas y sensoriales de un alimento. La viscosidad de los productos lácteos crea la riqueza para el consumidor, desde el punto de vista sensorial, la viscosidad contribuye a la sensación de satisfacción en la boca y la liberación de sabor^{67, 68, 69}.

1.5.4.3. Reología de hidrocoloides

Los hidrocoloides o gomas son un amplio grupo de polímeros de cadenas largas, los cuales se refieren a un grupo muy amplio de polisacáridos de alto peso molecular, que se caracterizan por su propiedad de formar dispersiones viscosas y/o geles cuando se mezclan con agua. Estos materiales tienen diferente origen, se pueden obtener a partir de exudados de árboles o arbustos, extractos de plantas o algas, harinas de semillas, limos gomosos procedentes de procesos fermentativos y de muchos otros productos naturales. La presencia de un gran número de grupos hidroxilo en su estructura aumenta notablemente su afinidad por las moléculas de agua, haciéndolos compuestos hidrófilos^{70, 71}.

1.5.4.4. Clasificación

Gran cantidad de polímeros son naturales, tienen algunas características propias de las gomas, por lo que hay autores que las incluyen en la clasificación general, por lo que tenemos que existen gomas naturales, semisintéticas, las cuales se observan en la tabla 5. Las gomas semisintéticas se elaboran a partir de un polímero natural que se somete a alguna transformación física o química; en esta categoría están los almidones modificados, al igual que los distintos derivados celulósicos. Las gomas sintéticas son polímeros vinílicos y acrílicos que hasta la fecha no están aprobadas para el consumo humano, aunque presentan muchas de las propiedades de las naturales⁷².

Tabla 5. Clasificación de algunas gomas de acuerdo a su origen⁷⁰.

Tipo	Origen	Ejemplos
Natural	Exudado de plantas	Arábiga, tragacanto, karaya, gatti, alerce, konjac
	Semillas	Algarrobo, guar
	Extractos de algas marinas	Rojas, agar, carrageninas, alginato de sodio
	Otros	Pectina, grenetina, almidón, celulosa
Semisintética	Derivados de celulosa	Carboximetilcelulosa, metilcelulosa
	Microbianas	Dextranas, xantanos, galana
	Derivadas de almidón	Almidón carboximetílico, almidón hidroxietílico
	Otros	Pectina, alginato, algarrobo, guar carboximetílico
Sintética	Polímeros vinílicos	-----

1.5.4.5. Propiedades funcionales

Los hidrocoloides tienen una amplia gama de propiedades funcionales, incluyendo entre otras el espesante, gelificante, emulsionante, estabilizante, dependen de varios factores y su capacidad de modificar la reología de los sistemas alimentarios. Esto incluye dos propiedades básicas de los alimentos, es decir, el comportamiento de flujo reológicas y sus características sólidas (textura). La modificación de la textura y/o de la viscosidad de los

sistemas alimentarios ayuda a modificar sus propiedades sensoriales; por lo tanto, los hidrocoloides se utilizan como aditivos alimentarios para la mejora general de los alimentos.

Los polisacáridos con capacidad emulsificante en alimentos son la goma arábica, almidones modificados, celulosas modificadas, algunos tipos de pectinas y algunos galactomanos. Cada goma presenta características físicas y químicas determinadas, que no pueden ser fácilmente sustituidas con el uso de otro polisacárido, la combinación de dos o más de estos compuestos genera nuevas propiedades funcionales que en lo individual no tienen, como en el caso de la emulsificación de sistemas aceite/agua, que se logra con mezclas de gomas, por lo que se utilizan principalmente en aderezos, helados, confitería, jugos de frutas, cerveza, vinos, mayonesas, quesos^{26, 45,70}.

1.5.4.6. Importancia en la industria láctea

Hay varios ejemplos de derivados de lácteos, en el caso de los postres lácteos los carragenatos son muy utilizados ya que interaccionan muy favorablemente con las proteínas de la leche, incrementando la cremosidad, mejorando textura y la sensación de la boca. A pH ácido su funcionalidad es ilimitada; la adición de goma guar confiere elasticidad, retarda el crecimiento de cristales y mejora en la sensación de la boca tras varios ciclos de congelación-descongelación. Para la preparación de yogures, flanes y natillas industriales, se utilizan principalmente gomas como: carragenatos, agar, garrofin, xantana, y almidones modificados, los cuales actúan como agentes de suspensión de sólidos insolubles, proporcionan cuerpo y textura, y evitan la separación de fases⁴⁶. ¿POR QUÉ?

1.6. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LOS INGREDIENTES EN UN ADEREZO

1.6.1. Agua

Es el solvente universal, aumenta la fuerza de cohesión, el calor de vaporización y el calor específico; todo esto tiene efecto por la capacidad que posee el agua para formar puentes de hidrógeno⁶⁷. Debido a sus propiedades y a las interacciones que es capaz de establecer, gran cantidad de sustancias pueden ser dispersas en agua. Puede constituir también la fase dispersante en las soluciones coloidales, tales como las emulsiones. En el caso de la mayonesa las gotas de aceite son dispersadas en una fase acuosa con ayuda de un emulsionante, obteniéndose un producto con una textura muy diferente de la de una solución acuosa⁷³.

1.6.2. Crema

Es un producto en el que se ha reunido una fracción determinada de grasa y sólidos no grasos de la leche, ya sea por reposo, por centrifugación o reconstitución, sometida a pasteurización o cualquier otro tratamiento térmico que asegure su inocuidad. Es utilizada para estandarizar el contenido de grasa en muchos productos alimenticios. Sin embargo, al

igual que otras emulsiones de aceite en agua, puede sufrir reacciones de oxidación, las cuales son responsables del deterioro de los alimentos, producen alteraciones en la calidad nutricional y también provocan aroma y sabor desagradables^{74, 75}. Al ser utilizada como parte de la formulación de otro producto, aporta textura, cremosidad y cuerpo.

1.6.3. Yogurt

Es un producto lácteo obtenido de la fermentación a partir de leche entera, parcial o totalmente descremada, enriquecida en extractos secos por medio de la concentración de ésta, tratada térmicamente y coagulada biológicamente por la fermentación obtenida de la siembra en simbiosis de los fermentos lácteos *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* las cuales provocan un sabor láctico y aroma típico^{76, 77}. Puede ser utilizado como sustituto de grasa en otros alimentos aportando cremosidad.

1.6.4. Sal

Producto constituido básicamente por cloruro de sodio que proviene exclusivamente de fuentes naturales. Se presenta en forma de cristales incoloros, solubles en agua y de sabor salado franco. En la industria de los alimentos tiene la función de conservar, y es considerada como agente antibacteriano debido a que limita el crecimiento de las bacterias en muchos alimentos, logrando su conservación mediante la disminución de las moléculas de agua disponibles presentes en éstos, mientras que el alimento se encuentra en estado líquido o semilíquido, se utiliza una fórmula específica de agua y sal que varía de acuerdo al alimento concreto o a la cantidad de sal que necesite. Por otra parte, aumenta la presión osmótica en los tejidos lo que va a dificultar la penetración de oxígeno. Actúa como aglutinante, controla procesos de fermentación en determinados alimentos, estabilizador, desarrolla color y es agente deshidratador, ablandador e inhibidor de enzimas; neutraliza los ácidos de los alimentos y aumenta el sabor dulce de los mismos

Otra modalidad técnica consiste en sumergir y mantener el producto a conservar en una salmuera a concentración elevada de sal.⁷⁸

1.6.5. Azúcar

Es el producto sólido derivado de la caña de azúcar, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa, en una concentración mínima de 99,40 %. La adición de azúcar ayuda a obtener un porcentaje de sólidos solubles en el cual no es posible que ocurra el desarrollo microbiológico. Normalmente a una concentración de azúcares superior al 70% son muy pocos los microorganismos que pueden crecer. Al igual que la sal, el azúcar es otro conservador natural que se utiliza mucho a la hora de evitar que las bacterias y microorganismos plaguen los alimentos y aceleren su deterioro. El azúcar es un disacárido que incrementa el dulzor, la viscosidad y el punto de ebullición.

El azúcar se utiliza principalmente para la conservación de frutas y puede utilizarse de varias formas en almíbar, en forma confitada o para concentrar diferentes productos; por ejemplo, las mermeladas se conservan a una concentración superior al 65 %. El porcentaje de azúcares se expresa normalmente como °Brix⁷⁹.

1.6.6. Chipotle

Se trata de un pimiento ahumado picante del género *Capsicum annum*, el cual pertenece a la familia de los jalapeños, muy utilizado en alimentos. Tiene un aspecto de color café oscuro, con aroma muy picante y sabor complejo. Contiene vitaminas A, B₁, B₂, B₃, B₆, y minerales (Potasio, Hierro, Magnesio, Zinc), proteínas, carbohidratos y grasas saturadas. La capsaicina que contiene es la principal responsable del sabor picante, los beneficios que se le atribuyen a esta oleoresina son: ayudar a fortalecer el sistema inmunológico, a bajar los niveles de colesterol y triglicéridos en la sangre, acelera el metabolismo, por lo que permite la pérdida de peso y estimula la circulación^{80, 81}.

1.6.7. Cebollín

Es un bulbo comestible del género *Allium schoenoprasum*, alargado y sencillo de hojas verdes y planas. El cebollín añade color, sabor y textura a los alimentos, sin que estos sean alterados en su sabor original. Su sabor es como el de la cebolla, pero es mucho más fino y delicado. Tiene un aporte proteico y lipídico muy escaso, pero es rico en vitamina A, B y C, así como en alicina que contiene agentes antibacterianos, por lo que puede usarse tópicamente como desinfectante^{82, 83}.

1.6.8. Pimienta negra

Es una de las especias más versátiles, se añade a los alimentos para brindar un sabor y olor. En alimentos como aderezos para ensaladas ayuda a la tensión superficial del alimento evitando separación de fases^{84, 85}.

1.6.9. Glutamato Monosódico

En 1909, se comenzó a producir el glutamato mono sódico de manera industrial para su comercialización y uso como sazónador. Es la sal sódica del ácido glutámico, un aditivo utilizado ampliamente en la industria alimentaria como potenciador de sabor.

Es el agente responsable del sabor umami*, referido a las notas cárnicas y saladas percibidas en los alimentos^{86, 87}.

1.6.10. Almidón modificado de maíz y tapioca

Se utilizan con un menor contenido en aceite para ajustar la viscosidad, impartir cuerpo y textura. Algunos de ellos, también pueden aportar opacidad y cremosidad necesaria a la emulsión. Los almidones se encuentran en su estado nativo o modificado. Por el calentamiento de las suspensiones de almidón y posterior desecación, se obtienen productos

solubles en agua y capaces de formar geles. Estos se utilizan como coadyuvantes de panadería, en rellenos, salsas para ensaladas y postres instantáneos^{88, 89}.

*Umami: Su investigación se basó en la existencia de un sabor que no podía ser clasificado dentro de los cuatro grupos básicos (dulce, salado, ácido y amargo), al que se llamó “umami” (sabroso, en japonés) el componente responsable de este podía encontrarse y aislarse a partir de algas.

1.6.11. Benzoato de sodio

Se obtiene de la reacción química entre el ácido benzoico y el hidróxido de sodio. Es un conservador utilizado ampliamente en la industria de alimentos por su capacidad de controlar hongos, levaduras y algunas bacterias⁹⁰.

1.6.12. Inulina

Se utiliza en alimentos por sus ventajas nutricionales o por sus propiedades tecnológicas. El uso de inulina como agregado de fibra, a menudo conduce a un mejor sabor y textura. Su solubilidad permite la incorporación de fibra en sistemas acuosos, tales como bebidas, productos lácteos, aderezos y salsas. Debido a las características de gelificación, la inulina permite el desarrollo de alimentos bajos en grasa sin comprometer el sabor o la textura. Permite la sustitución de cantidades significativas de la grasa y la estabilización de la emulsión, mientras provee una textura suave y cremosa. Se obtienen excelentes resultados en emulsiones untables de agua en aceite con un contenido de grasa que oscila entre el 20 y 60 %, así como también en formulaciones de aceite en agua conteniendo un 15 % de grasa o menos. De acuerdo a las recomendaciones de Franck, A., la cantidad agregada de inulina en aderezos para ensaladas es de 2 a 10% m/m⁹¹.

1.6.13. Sorbato de potasio

Su principal función es ser un conservador alimenticio común en la industria de alimentos, el cual alarga la vida útil del producto evitando el crecimiento microbiano, es inhibidor del crecimiento de mohos y levaduras. Las concentraciones en las que se emplea (hasta el 0.3 % en peso) apenas imparte sabor al producto. Al aumentar su actividad de agua, disminuye el pH, lo que indica que la forma asociada es más inhibidora que la disociada y es efectiva para evitar *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus* y *Clostridium botulinum*^{24, 70}.

1.6.14. Goma xantana

Es un polisacárido de peso molecular elevado y producto de una polimerización por fermentación de la dextrosa por el microorganismo (*Xanthomonas campestris*). Es soluble en agua fría o caliente, forma soluciones estables en un rango de pH de 1 a 9, y es compatible con otras gomas. Posee la capacidad de aumentar la viscosidad de una solución. Generalmente se utiliza como espesante, tiene alta viscosidad a bajas concentraciones, por lo que ayuda a estabilizar la emulsión, dando a la fase continua una mayor viscosidad evitando que se junte la fase dispersa y esta logre separarse.

Se utilizan para estabilizar emulsiones de aceite en agua como: mayonesas, aderezos para ensaladas y alimentos enlatados; así como postres instantáneos, jugos bajos en azúcar, salsas, bebidas y productos congelados^{24, 70, 89}.

Presenta un comportamiento reológico no newtoniano, caracterizado por la disminución de su viscosidad al aumentar la velocidad de cizallamiento, proporcionando una recuperación de estructura, sus propiedades dependen de gran medida de su concentración, al estar en disoluciones a concentraciones entre 0.03 y 0.1 % exhiben un comportamiento fluidificante a la cizalla, describiéndose por el modelo de Carreau, pero también presentan una viscosidad de cero a bajas velocidades de cizalla⁹³.

1.6.15. Goma Guar

La goma guar, es un carbohidrato polimerizado comestible, útil como agente espesante conagua y como reactivo de adsorción y ligador de hidrogeno con superficies minerales y celulósicas. Se han extendido sus aplicaciones con reactivos no-ionicos, aniónicos y catiónicos, por medio de la eterificación. Se utiliza primariamente para espesar soluciones acuosas y para controlar la movilidad de materiales dispersos o solubilizados.El rango de los componentes varía ligeramente dependiendo del origen de las semillas, pero la goma se considera que contiene una unidad de galactosa por cada dos de manosa

Dentro de los beneficios que tiene esta fibra es ser útil como complemento de la alimentación, ya que es conocido que el consumo de fibra es indispensable para el organismo⁹⁴. La mayor parte de la goma guar vendida para aplicaciones industriales se elabora del endospermo y es tan pura como la de grado alimenticio. Se aplican en particular como aditivos químicos, modificadores de propiedades tales como hidratación, viscosidad y estabilidad, pueden añadirse para controlar la gelación y el decremento de viscosidad.

CAPÍTULO 2: Metodología de la Investigación

2.1. Cuadro metodológico (CM)

En la figura 5 se observa la metodología seguida para cada objetivo de forma general.

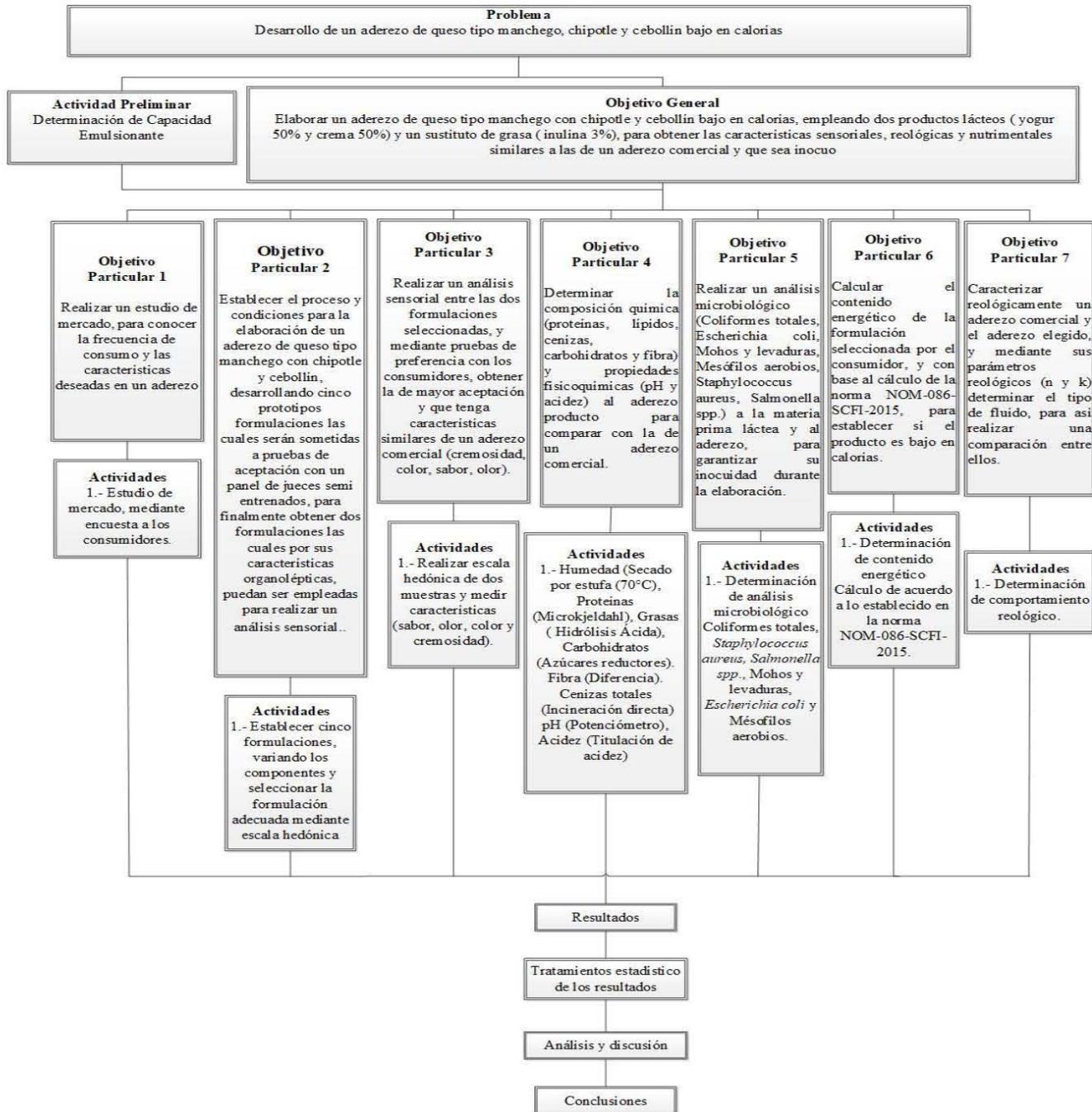


Figura 5. Cuadro metodológico de investigación.

2.2. Descripción del cuadro metodológico

Para llevar a cabo la resolución del problema de estudio, se planteó el siguiente objetivo general.

2.2.1. General

Elaborar un aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín bajo en calorías empleando dos productos lácteos (yogurt 50% y crema 50%) y un sustituto de grasa (inulina 3%) para obtener un producto con las características sensoriales y nutrimentales similares a las de un aderezo comercial y que sea inocuo.

2.2.2. Objetivos particulares

1. Realizar un estudio de mercado para conocer la frecuencia de consumo y las características deseadas en un aderezo.
2. Establecer el proceso y condiciones para la elaboración de un aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín, desarrollando cinco prototipos de formulaciones las cuales serán sometidas a pruebas de aceptación con un panel de jueces semientrenados, para obtener dos formulaciones las cuales, por sus características organolépticas, puedan ser empleadas para realizar un análisis sensorial.
3. Realizar un análisis sensorial entre las dos formulaciones seleccionadas, y mediante pruebas de preferencia con los consumidores, obtener la de mayor aceptación y la que tenga características similares de un aderezo comercial (cremosidad, color, sabor, olor).
4. Determinar la composición química (proteínas, lípidos, cenizas, carbohidratos y fibra) y propiedades fisicoquímicas (pH y acidez) al aderezo producto para comparar con la de un aderezo comercial.
5. Realizar un análisis microbiológico (Coliformes totales, *Escherichia coli*, Mohos y levaduras, Mesófilos aerobios, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*) a la materia prima láctea y al aderezo, para garantizar su inocuidad durante la elaboración.
6. Calcular el contenido energético de la formulación seleccionada por el consumidor, y con base al cálculo de la norma NOM-086-SCFI-2015, para establecer si el producto es bajo en calorías.
7. Caracterizar reológicamente un aderezo comercial y el aderezo elegido y mediante sus parámetros reológicos (n y k) determinar el tipo de fluido, para así realizar una comparación entre ellos.

2.3. Desarrollo de Actividades Preliminares

En este punto se presentan las actividades que se llevaron a cabo previo al desarrollo de los objetivos particulares, las cuales sirvieron para la resolución de mismos.

2.3.1. Determinar la capacidad emulsificante

Se sustituyó el porcentaje de grasa empleada normalmente en la elaboración de un aderezo, de acuerdo a lo que marca la norma del aderezo NMX-F-341-S-1979, la cual indica que el porcentaje de aceite puede encontrarse entre 30 y 80 %, en base a ello se utilizó materia prima láctea e inulina, para sustituir dicho porcentaje y obtener la misma cremosidad de un aderezo.

Para determinar qué componentes de la formulación del aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín poseen propiedades emulsificantes, se determinó la capacidad emulsionante de acuerdo a la metodología al: queso tipo manchego, yogur, crema y huevo, para conocer el volumen de aceite (mL) que puede ser emulsificado por cada gramo de proteína al emplearse en agua, mediante la fórmula (4) y con los resultados obtenidos realizar los prototipos de formulación del aderezo recomendada por Franck, A., (2006). La capacidad de emulsificación de los ingredientes se calculó en base a la fórmula (4).

$$\text{Capacidad de emulsificación} = \frac{\text{mL de aceite emulsificado}}{\text{mg de proteína emulsificada}} \dots (4)$$

2.4. Objetivo Particular 1

2.4.1. Estudio de Mercado

Se realizó un estudio de mercado con la finalidad de cuantificar el consumo de aderezo en cuanto a frecuencia de ingesta y sabores de preferencia. Se realizaron 100 encuestas a estudiantes universitarios y padres de familia, que son consumidores de este tipo de producto.

La encuesta fue planteada para conocer la frecuencia de consumo, atributos y principales características que se buscan en un aderezo a la hora de escogerlo en el mercado. El formato utilizado para las encuestas se muestra en la figura 6.

EDAD: _____

SEXO: M F

ENCUESTA DE MERCADO

La información que nos proporcione servirá para conocer la factibilidad del desarrollo de un aderezo. Por favor conteste verazmente las siguientes preguntas

- ¿Ha consumido aderezo?

Sí	No
----	----

Si la respuesta es Sí, pase a la pregunta 3, si la respuesta es No, pase a la siguiente pregunta
- ¿Le gustaría consumirlo

Sí	No
----	----

Si la respuesta es No, explique sus razones. _____
Gracias por su cooperación.
- ¿Qué tipos de aderezos conoce?

Ranch	Mil Islas	César	Italiano	Diosa Azteca	Otro (mayonesa, vinagreta, mostaza)
-------	-----------	-------	----------	--------------	-------------------------------------
- ¿Qué tipo le gusta más?

Ranch	Mil Islas	César	Italiano	Diosa Azteca	Otro (mayonesa, vinagreta, mostaza)
-------	-----------	-------	----------	--------------	-------------------------------------
- Seleccione las marcas de aderezo que ha consumido (puede seleccionar más de una)

McCormick	Hellmann's	Member's Marck	Clemente Jaques	Otra (especifique) _____
-----------	------------	----------------	-----------------	--------------------------
- ¿Con qué frecuencia los consume?

Diario	4 ó 5 veces por semana	3 ó 4 veces por semana	1 ó dos veces por semana
--------	------------------------	------------------------	--------------------------
- ¿En qué alimentos consume aderezo? (puede seleccionar más de uno)

Ensaladas	Carnes	Cocktail de frutas	Verduras cocidas	Snacks
-----------	--------	--------------------	------------------	--------
- ¿En qué situaciones hace uso del aderezo?

Restaurants	Reuniones familiares	Servicios de comida rápida	Casa
-------------	----------------------	----------------------------	------
- ¿Elabora sus aderezos o los compra?

Elaborados	Comprados
------------	-----------
- ¿Cuáles son sus ingredientes favoritos en un aderezo?

Queso	Picante	Vinagre	Hierbas finas	Mostaza	Mayonesa
-------	---------	---------	---------------	---------	----------
- ¿Qué características le gustan en un aderezo? (puede seleccionar más de una)

Sabor	Textura	Olor	Color
-------	---------	------	-------
- ¿Si el aderezo tuviera picante, cuál sería su favorito? (puede seleccionar más de uno)

Chipotle	Habanero	Jalapeño
----------	----------	----------

OCUPACION: _____
Gracias por su cooperación

Figura 6. Formato de estudio de mercado, elaboración propia.

2.5. Objetivo Particular 2

2.5.1. Establecer las condiciones de proceso para la elaboración del aderezo de queso tipo manchego con chipotle

2.5.1.1. Establecer la formulación base

Se estableció una formulación base, tomando en cuenta la actividad preliminar en donde se consideró aceite, huevo y vinagre, para medir su capacidad emulsificante ya que estos son las materias primas que normalmente se utilizan en la elaboración de un aderezo comercial. De acuerdo a las recomendaciones proporcionadas por Franck, A. (2002), donde indica que el nivel de dosis de inulina es de (2 - 10 % m/m) para la aplicación en aderezos en ensaladas, por lo que se adicionó inulina al 3% a la formulación del aderezo producto.

2.5.1.2. Proceso de elaboración del aderezo

Una vez establecida la formulación base (página 48) y de acuerdo con la funcionalidad de los ingredientes, se elaboraron diez formulaciones, de las cuales solo se utilizaron cinco formulaciones que se muestran en la tabla 6 con las que, posteriormente, se estableció el diagrama de proceso y las condiciones para la elaboración del aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín bajo en calorías. Mediante los resultados de la capacidad emulsionante de las materias primas del aderezo, se determinó el orden de importancia de los componentes en la elaboración del producto, teniendo diferentes rangos de variación de la materia prima láctica y el sustituto de grasa.

2.5.1.3. Elaboración de prototipos de formulaciones

En total se realizaron diez fórmulas, partiendo de la formulación base, sustituyendo el aceite y huevo por yogurt 50 % y crema 50 % e inulina al 3 %, así como también se le adicionaron aditivos como glutamato mono sódico 0,2 % (potenciador de sabor), sorbato de potasio y benzoato de sodio (como conservador) 0,12 %, y goma guar 0,2 % y goma xantana 0,1 % para darle textura y estabilidad; de estas formulaciones solo se tomaron en cuenta cinco, las que fueron más aceptables respecto a todas las características deseables en un aderezo (sabor, color, olor, cremosidad).

En la tabla 6, se muestran las cinco formulaciones prototipo, que se elaboraron experimentalmente para el aderezo de queso tipo manchego.

Tabla 6. Porcentajes de cinco formulaciones prototipo diferentes variando porcentajes de queso, sal, azúcar y chipotle en un aderezo de 350 g y 100 g de dispersión.

Componente	F= Formulación				
	F ¹	F ²	F ³	F ⁴	F ⁵
Agua	58	58	58	58	58
Queso tipo manchego	24.4	25.6	26	26	26
Crema	6	6	6	6	6
Yogurt	6	6	6	6	6
Sal	1	0.8	0.4	0.5	0.4
Azúcar	1	0.8	0.4	0.4	0.4
Chipotle	3	2	2.6	2.5	2.6
Cebollín	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Pimienta	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Glutamato mono sódico	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Dispersión	%				
Agua	90	90	90	91	90
Almidón modificado de maíz y tapioca	6.08	6.08	6	5	6
Benzoato de sodio	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Inulina	3	3	3	3	3
Sorbato de potasio	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Goma xantana	0.2	0.2	0.28	0.28	0.28
Goma guar	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Posteriormente, a través de pruebas con jueces semi entrenados, se seleccionaron las dos mejores formulaciones, en base en los resultados obtenidos en las evaluaciones del apartado anterior. (Objetivo particular 1)

2.5. Objetivo Particular 3

2.5.1. Pruebas de preferencia entre las dos formulaciones seleccionadas

A las dos formulaciones seleccionadas por el panel de jueces del apartado anterior, con las mejores características, se les asignó la codificación F“26” y F“12”, para llevar a cabo la prueba con consumidores para la cual se utilizó una escala hedónica de 5 puntos, como la mostrada en la tabla 7, para que los consumidores eligieran la muestra de su agrado.

Tabla 7. Escala hedónica estructurada de 5 puntos.

Calificación	Significado
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Ni me gusta / ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

La evaluación sensorial se realizó a 100 consumidores habituales del producto, de los cuales la mayoría fueron alumnos universitarios y padres de familia, a cada persona se le proporcionaron las muestras marcadas con la clave “26” y “12”. El formato utilizado se muestra en la figura 7.

Número de Panelista: _____ Fecha: _____ Sexo: _____
 Edad: _____

Evaluación sensorial

Enfrente de usted hay dos muestras de aderezo diferentes entre sí, favor de probar primero la muestra identificada con el número 26, posteriormente, tomar un poco de agua y morder la galleta y a continuación probar la muestra identificada con el número 12.

MUESTRA 26

ATRIBUTO	Me disgusta mucho	Me disgusta	Ni me gusta/Ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho
Color					
Olor					
Textura					
Creemosidad					
Sabor					

MUESTRA 12

ATRIBUTO	Me disgusta mucho	Me disgusta	Ni me gusta/Ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho
Color					
Olor					
Textura					
Creemosidad					
Sabor					

OBSERVACIONES: _____

Indique con una “X” la muestra que fue de su mayor preferencia

Muestra 26 _____

Muestra 12 _____

Gracias por su cooperación.

Figura 7. Formato de la evaluación sensorial (prueba hedónica y de preferencia).

2.6. Objetivo Particular 4

2.6.1. Metodología para el análisis químico proximal y pruebas fisicoquímicas

Al obtener la formulación aceptada por el consumidor, se le realizó un análisis químico proximal (humedad, proteínas, grasa, carbohidratos, fibra y cenizas totales), pruebas fisicoquímicas (pH y acidez) para obtener su composición química y compararla con las de un aderezo comercial, de acuerdo con las técnicas indicadas en las tablas 8 y 9.

Tabla 8. Métodos para la determinación de composición química.

Propiedad	Método	Fuente
Humedad	Secado por estufa (70 °C)	NOM-116-SSA1-1994
Proteína	Microkjeldahl	NOM-155-SCFI-2003
Grasa	Roese-Gottlieb (Hidrólisis ácida)	NMX-F-427-1982
Carbohidratos	Titulación Lane y Eynon	NOM-086-SSA1-1994
Fibra	Diferencia	-
Cenizas totales	Calcinación por mufla(500-550 °C)	NMX-F-284-SCFI-2011

Tabla 9. Métodos para la determinación de propiedades fisicoquímicas.

Propiedad	Método	Fuente
pH	Potenciómetro	NMX-F-317-1978
Acidez	Titulación	NMX-F-102-S-1978

2.7. Objetivo Particular 5

2.7.1. Contenido energético en el aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín.

Con los resultados obtenidos de carbohidratos, grasa y proteínas, se procedió al cálculo del contenido energético del aderezo, para comprobar que el aderezo elaborado era bajo en calorías, se aplicaron los criterios marcados por la NOM-086-SSA1-2015 y se emplearon los datos marcados en la NOM-051-SCFI-2010, en donde indica los factores de conversión a utilizar, los cuales se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Factores de conversión para cálculo de contenido energético.

Componente	Aporte energético
Carbohidratos	4 Kcal/g
Proteínas	4 Kcal/g
Grasa	9 Kcal/g

2.8. Objetivo Particular 6

2.8.1. Metodología para el análisis microbiológico.

Para garantizar la inocuidad del aderezo elaborado, se realizaron análisis microbiológicos a la materia prima láctea (queso tipo manchego y crema) así como al producto terminado (aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín) para comprobar en el caso de la materia prima, si era apta para ser empleada en la elaboración del aderezo y en el caso del producto terminado, si el aderezo se realizó cumpliendo con las buenas prácticas de manufactura así como para verificar que con los análisis aplicados acordes a la NOM-243-SSA1-2010, que se muestran en la tabla 11, cumpla con los parámetros de calidad e inocuidad.

Tabla 11. Métodos para la determinación de conteo microbiológico para materia prima láctea y producto final.

Componente	Microorganismo	Fuente
Crema (materia prima)	Coliformes totales	NOM-243-SSA1-2010
	<i>Staphylococcus aureus</i>	
	<i>Salmonella spp.</i>	
Mohos y levaduras		
Queso tipo manchego (materia prima)	<i>Staphylococcus aureus</i>	
	<i>Salmonella spp.</i>	
	<i>Escherichia coli</i>	
	Mesófilos aerobios	
Aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín	<i>Salmonella spp.</i>	
	Mohos y levaduras	
	Coliformes totales	
	<i>Escherichia coli</i>	

2.9. Objetivo Particular 7

2.9.1. Metodología para determinar las propiedades reológicas

Se realizó la caracterización reológica de la muestra de aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín, elegida por el consumidor, y se comparó con una muestra comercial del aderezo marca Golden Hills, ya que la marca comercial tenía componentes similares a los utilizados para el producto en desarrollo. Se utilizó un viscosímetro de cilindros concéntricos (Rheolab MC1), con un dispositivo de cilindros concéntricos Z3 DIN (25mm), para obtener la curva de flujo de tres replicas.

Cada muestra se sometió a un ciclo de ascenso-descenso de velocidad de cizalla, con un intervalo de 50 a 500 1/s. Las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Propiedades Reológicas y Funcionales en Alimentos, de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

CAPITULO 3: Resultados y Discusión de resultados

3.1. Capacidad emulsificante de la materia prima láctea

Debido a que las primeras formulaciones elaboradas no se mantenían en una sola fase y la emulsión se separaba, se estableció la formulación base y se consideraron los resultados de la presente prueba, con el fin de conocer para cada producto empleado (crema, yogurt, huevo y queso tipo manchego), la capacidad emulsificante de cada uno al momento de ser utilizados en la formulación, para lograr así la homogeneización de las fases. En la tabla 12, se muestran los resultados obtenidos de capacidad emulsificante.

Tabla 12. Resultados de la capacidad emulsificante de la crema, yogurt, huevo y queso tipo manchego.

Producto	Capacidad emulsificante
Crema	0,0012 ± 0.62
Yogurt	0,0010 ± 0,0043
Huevo	0,0077 ± 0,0016
Queso tipo manchego	0,0015 ± 0.58

La capacidad emulsificante del huevo fue el valor más alto siendo de 0,0077, ya que, en el huevo, la lecitina presente actúa como emulsionante y esta propiedad es la que permite formar la emulsión en mayonesas y aderezos, pero por si solo este puede ser alto en colesterol, por lo que la grasa del huevo puede ser sustituido por productos lácteos, como en la crema y el queso, que son aptos para usarlos como materia prima para realizar la emulsión del aderezo

3.2. Estudio de mercado

Los resultados obtenidos del estudio de mercado fueron satisfactorios, ya que al preguntarle al consumidor acerca de la frecuencia y qué tipo de aderezo es de su agrado, se obtuvo un diagnóstico bueno de aceptación, ya que el 94 % afirmaron haber consumido aderezo por lo menos una vez y únicamente el 6 % restante dijeron no haber probado el producto. De las 100 personas encuestadas, 58 % fueron del sexo femenino y el 43 % restante del sexo masculino. En la figura 8 a) y 8 b), se observan las respuestas obtenidas de la pregunta: ¿Qué tipo de aderezo le gusta más?, siendo a) mujeres y b) hombres.

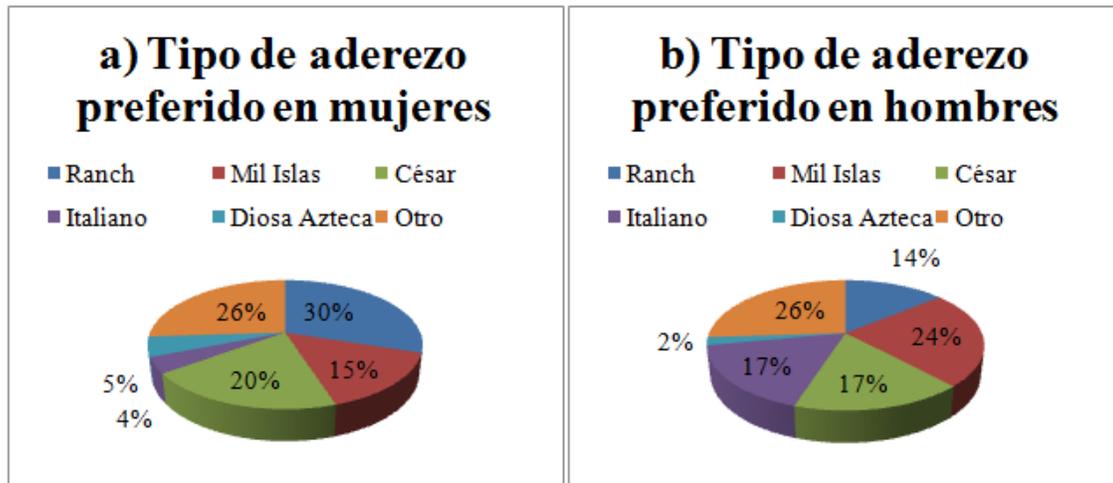


Figura 8. Preferencia en tipos de aderezo, a) mujeres y b) hombres.

En la figura 8 a) y 8 b), se observó que los hombres encuestados prefieren otro tipo de aderezo, entre los cuales mencionaron algunos como la salsa cátsup, mientras que las mujeres encuestadas prefirieron con un 30 % al aderezo tipo Ranch, esto debido a que posiblemente las mujeres prefieren ese tipo de aderezo para acompañarlo con alimentos bajos en calorías, además del 29 % de ellas prefirieron también la respuesta de otro tipo de aderezos, donde mencionaron la mayonesa o salsa tipo inglesa mayormente.

En la figura 9 a) y 9 b), se observan las respuestas de la pregunta: a) ¿Qué tipo de aderezo le gusta más? y b) ¿Con qué frecuencia los consume?

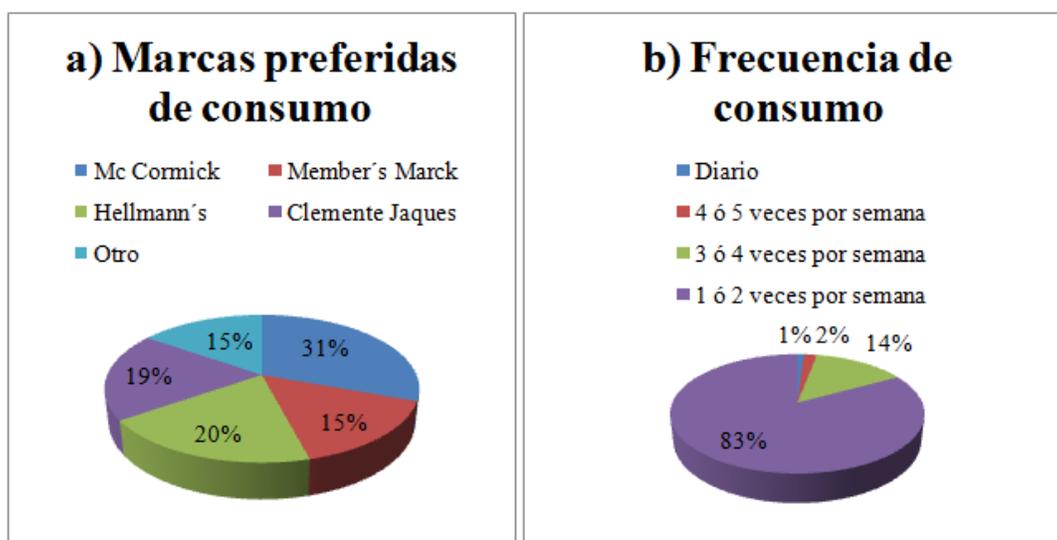


Figura 9. Preferencia en tipos de aderezo, a) marcas preferidas y b) frecuencia de consumo.

Se demostró que la marca de mayor consumo en aderezos comerciales es la marca McCormick con un 31% de las preferencias mientras que la marca menos consumida con un 15% es la Member's Mark. Esto probablemente se deba a que comercialmente es más conocida la marca McCormick ya que generalmente en supermercados, tiendas de autoservicio, medios de comunicación, etcétera., es la marca de mayor presencia en el mercado.

En la figura 10 a) y 10 b), se observan las respuestas a las preguntas: a) ¿En qué alimentos consume aderezo? Y b) ¿En qué situaciones hace uso del aderezo?

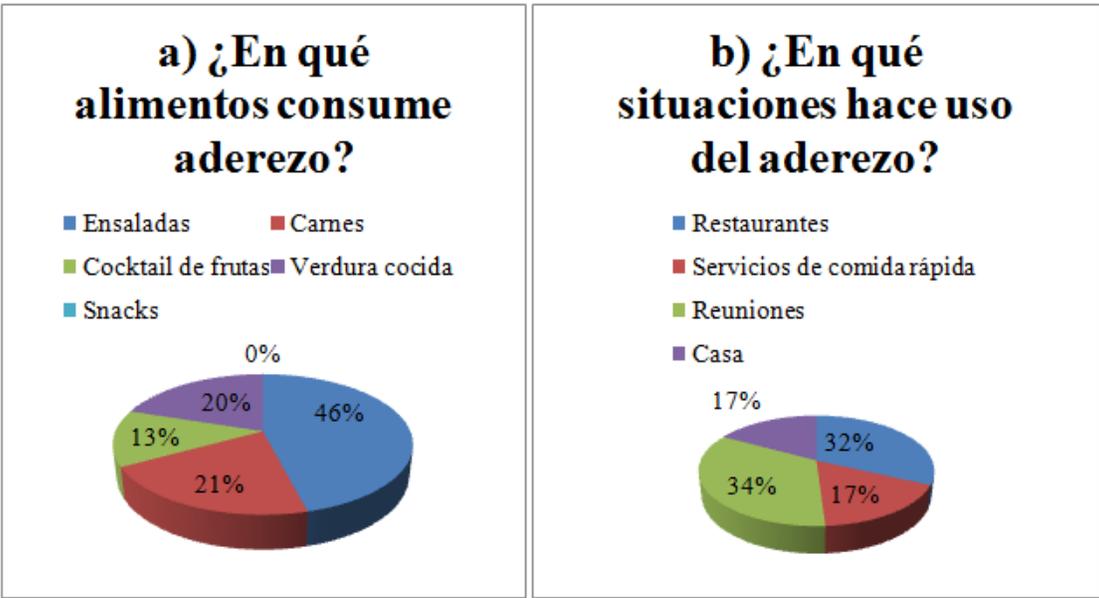


Figura 10. a) Alimentos de consumo y b) situaciones de uso del aderezo.

En la figura 10 a) y 10 b), se muestra que el 46 % de los consumidores de aderezo lo utilizan principalmente en ensaladas de las cuales el 40 % son del sexo femenino lo que puede indicar que las mujeres consumen sus ensaladas acompañadas de aderezo para cuidar su alimentación, ya que algunas marcas de aderezos comerciales son bajas en calorías. El 20 % de los encuestados mencionó que prefieren consumir este producto con verdura cocida, el cual el 18 % son mujeres lo que también demuestra que el aderezo es su preferido al momento de elegir opciones saludables, pero de buen sabor.

Por otra parte, el 28 % de los hombres prefieren consumir el aderezo en carnes lo que puede indicar que únicamente hacen uso del aderezo al comer carne en reuniones familiares o con amistades, que coincide con el 17 % de personas que afirmaron utilizar el aderezo en reuniones (pregunta 6). También se observa que el 80 % de las personas consumidoras de aderezo, únicamente lo hacen de 1 a 2 veces por semana; en contraste con el porcentaje del

1% que lo consume diario. Esto nos indica que, aunque el aderezo es un producto conocido, no se consume como un alimento habitual en la dieta de los encuestados.

En la figura 11 a) y 11 b), se observan las respuestas a las preguntas: a) ¿Cuáles son sus ingredientes favoritos en un aderezo? Y b) ¿Qué características le gusta de un aderezo?

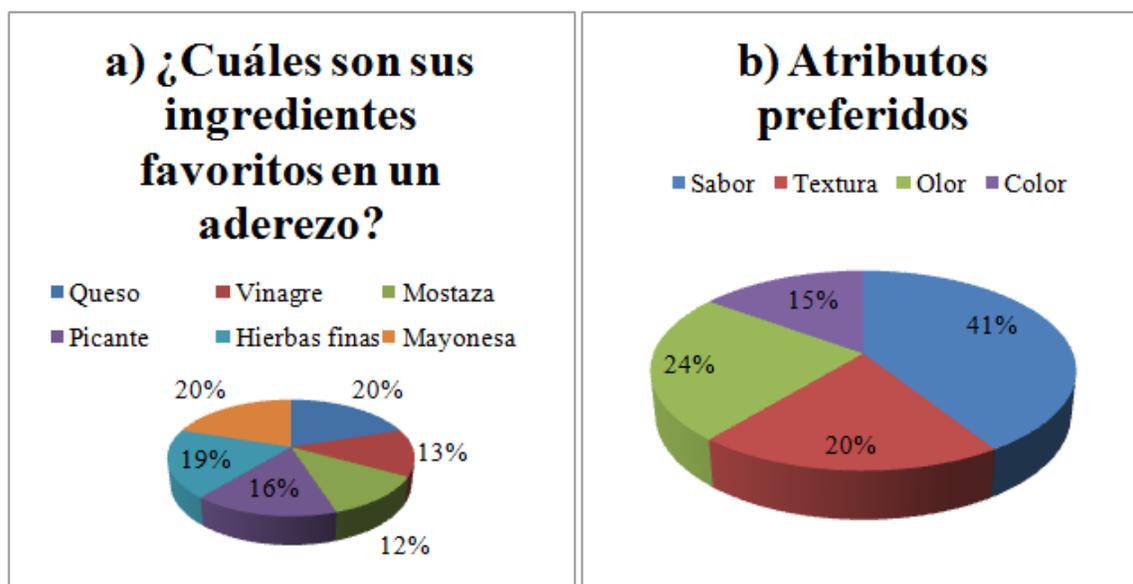


Figura 11. a) Ingredientes favoritos en un aderezo y b) atributos preferidos.

Los consumidores mencionaron a la mayonesa como ingrediente favorito en un aderezo con un 20 % de las respuestas, así como hierbas finas con el mismo porcentaje y en el 19 % siguiente de preferencia es el queso.

El atributo al que más atención le prestan los consumidores a un aderezo a la hora de comprarlo en el mercado es al sabor, con el 41 % de las preferencias de los cuales, el 30 % son hombres encuestados. Por su parte, las mujeres prefirieron a la textura como atributo favorito con el 18 %. En contraste al 15 % total de los encuestados que afirmaron que el olor es lo que les resulta menos importante de un aderezo.

En la figura 12 se observa las respuestas a la pregunta: Si el aderezo tuviera picante, ¿Cuál sería su favorito?



Figura 12. Tipo de picante preferido.

El picante también estuvo entre las respuestas elegidas mayormente con un 16% de las preferencias. Como parte de la misma pregunta, las mujeres prefirieron como ingrediente favorito al queso con un 15 % y los hombres eligieron al picante con un 13 %, esto quiere decir que la característica más importante para ellos en un aderezo es que el producto tenga un sabor muy picante, a diferencia de las mujeres que prefieren buscar productos con una cantidad menor de este ingrediente y sabores diferentes, que coincide con el porcentaje del 20 % de hierbas finas.

Finalmente, los resultados obtenidos en la pregunta 10 y 12 de la evaluación sensorial son los más importantes el picante preferido por el total de los encuestados fue el chipotle con el 47 % de las preferencias., ya que los consumidores eligieron el queso y el chipotle como materia prima preferida, lo que indica que el desarrollo de un aderezo utilizando ambos ingredientes, tendría como resultado un producto del posible gusto del consumidor.

3.3. Elaboración de la formulación base

Tomando en cuenta también los resultados obtenidos en la actividad preliminar de la capacidad emulsificante, se realizó la formulación y diagrama de bloques base, a partir de los cuales se elaboraron diez formulaciones prototipo y se estandarizaron las condiciones finales del proceso de elaboración del aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín bajo en calorías.

Para la formulación base que se muestra en la tabla 13 se utilizaron los ingredientes base de un aderezo los cuales son: vinagre, azúcar, aceite huevo y sal, y la materia prima láctea (crema, yogurt y queso tipo manchego), los cuales son los componentes más importantes en

la formulación para la elaboración del aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín.

Tabla 13. Formulación inicial del aderezo de queso tipo manchego y cebollín para un aderezo de 350g/ 192.5 g agua y 100 g de dispersión en 90 g agua.

Componente	%	g
Agua	55	192.5
Queso tipo manchego	25	87.5
Crema	10	35
Vinagre	1.2	4.2
Azúcar	0.5	1.75
Aceite	1.3	4.55
Huevo	1	3.5
Sal	0.5	1.75
Chipotle	3	10.5
Cebollín	0.5	1.75
Pimienta	0.5	1.75
Inulina	1.5	5.25
Total	100	350
Dispersión		
Agua	90	90
Goma xantana	4.5	4.5
Almidón modificado de maíz y tapioca	3.5	3.5
Benzoato de sodio	2	2
Total	100	100

3.4.Elaboración del diagrama de proceso

Se estableció el diagrama de bloques base, para la elaboración del aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín bajo en calorías, de acuerdo con la funcionalidad de los ingredientes, el cual sirvió de base para posteriormente realizar diez formulaciones, para establecer las condiciones de proceso del producto. Se agregó almidón modificado de maíz y tapioca para dar cuerpo y textura al aderezo, además de brindarle consistencia al producto. Finalmente se eligieron cinco formulaciones las cuales tenían características aceptables de color, olor, sabor y cremosidad. El diagrama de bloques base se muestra en la figura 13. Las concentraciones de los aditivos utilizados para el desarrollo del producto, se establecieron de acuerdo a la bibliografía^{14, 77}.

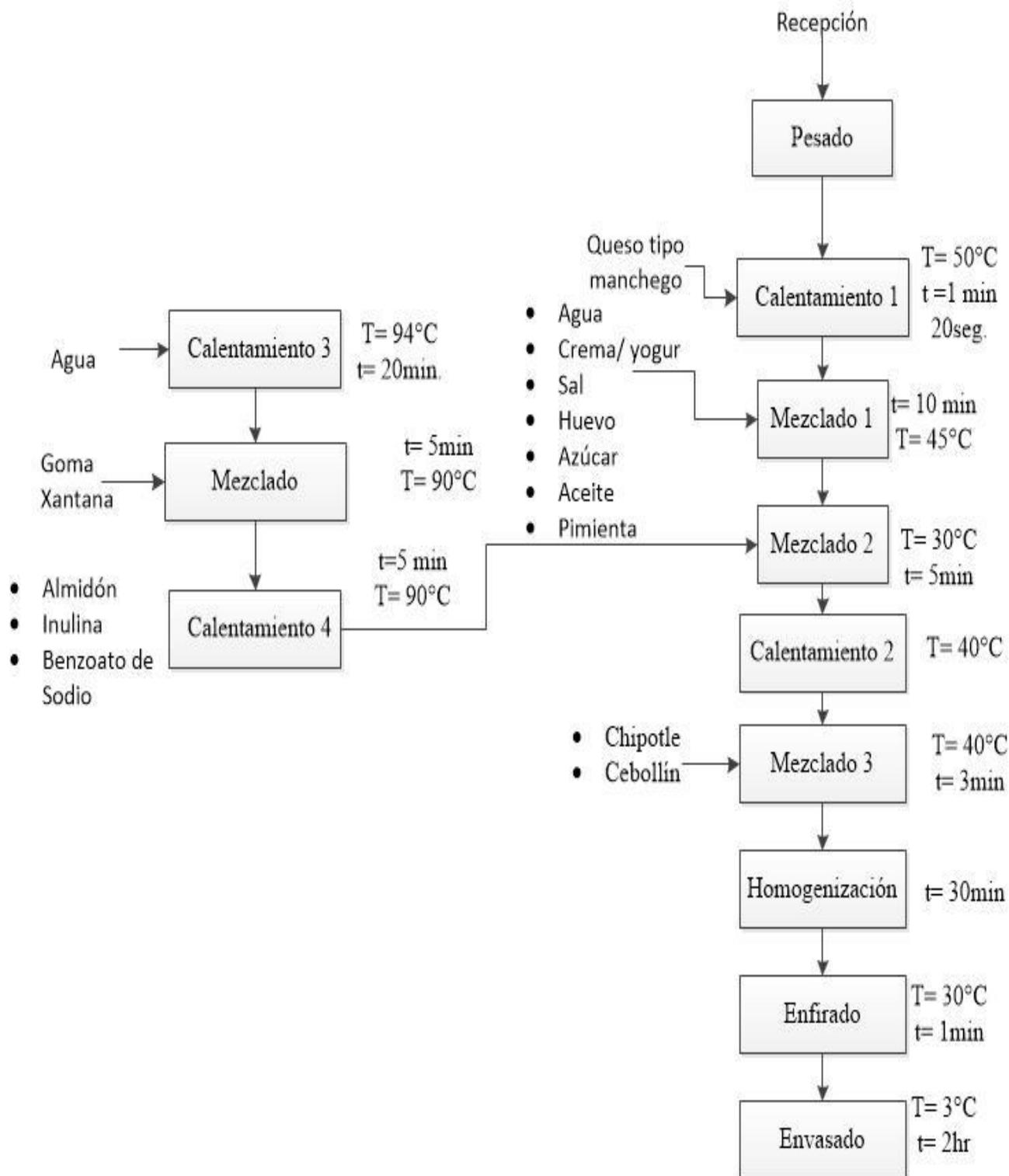


Figura 14. Proceso de elaboración del aderezo (diagrama de bloques base).

3.5. Formulaciones prototipo

En la formulación base se tuvieron problemas para la elaboración del aderezo de acuerdo al diagrama de proceso seguido, debido a que este no se mantenía en una sola fase y la emulsión deseada no se lograba por lo que se separaba de forma natural. Por lo cual, empleando la capacidad emulsificante de las materias primas del aderezo determinadas en el presente trabajo (página 36) se determinó el orden de importancia en la adición durante la elaboración del producto, en base a esto, se elaboraron diversas formulaciones prototipo, teniendo diferentes rangos de variación de la materia prima láctica y el sustituto de grasa, tomando en cuenta la formulación base.

3.5.1. Tratamiento estadístico

Para comprobar que las formulaciones eran diferentes significativamente entre ellas, se utilizó un Análisis de Varianza (ANOVA) con un diseño completamente al azar, el cual se muestra en la tabla 14. Se tomaron en cuenta las cinco formulaciones mencionadas anteriormente elegidas por cumplir con las características deseadas (olor, color, sabor y cremosidad). Los análisis de las formulaciones incluyen no sólo los ingredientes propios del aderezo, también incluyen los ingredientes utilizados para la dispersión.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la tabla ANOVA.

Tabla 14. Resultados obtenidos del diseño completamente al azar.

TABLA ANOVA					
Fuente de variación	SS	g.l	MS	F _{calculada}	F _{Tablas} (0.01)
Tratamientos	49855.89804	4	12463.9745	635917.0663	2.5033
Error	1.5723	80	0.0195		
Total	49854.4157	84			

Prueba de hipótesis para los tratamientos (Formulaciones)

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_t$ (No hay diferencia entre formulaciones)

Ha= No todas las μ_j son iguales (Si hay diferencia entre formulaciones)

Se rechaza Ho si $F_C > F_T$

Como ($F_C = 635917.0663$) > ($F_T = 2.5033$)

Se rechaza Ho; Si hay diferencia entre formulaciones.

En la tabla 15, se muestra la prueba de hipótesis de análisis de varianza (ANOVA) nos indica que sí hay diferencia significativa entre las formulaciones, por lo que además de aplicar un diseño completamente al azar, se aplicó la prueba de Tukey para comparar las medias de las formulaciones después de haber rechazado la hipótesis nula con el fin de conocer cuáles de ellas tienen diferencia significativa y cuáles no.

Tabla 15. Resultados de las medias de las cinco formulaciones aplicando prueba de Turkey.

Formulación	MEDIAS
1	11.7117± 0.0483 ^a
2	11.6764± 0.0235 ^b
3	11.3823± 0.0836 ^a
4	11.7352± 0.0248 ^b
5	11.76 ± 0.377 ^a

^{*a}: Diferencia significativa b: No diferencia significativa entre las cinco formulaciones.

La tabla anterior muestra comparaciones de todas las medias de las cinco formulaciones, sólo dos formulaciones no presentan diferencias significativas. (Formulación 2 y formulación 4).

3.6. Diagrama de bloques final de la elaboración del aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín

La realización de las formulaciones prototipo sirvió para estandarizar las condiciones del diagrama de proceso final que se muestra en la figura 14, para la elaboración del aderezo de queso tipo manchego bajo en calorías.

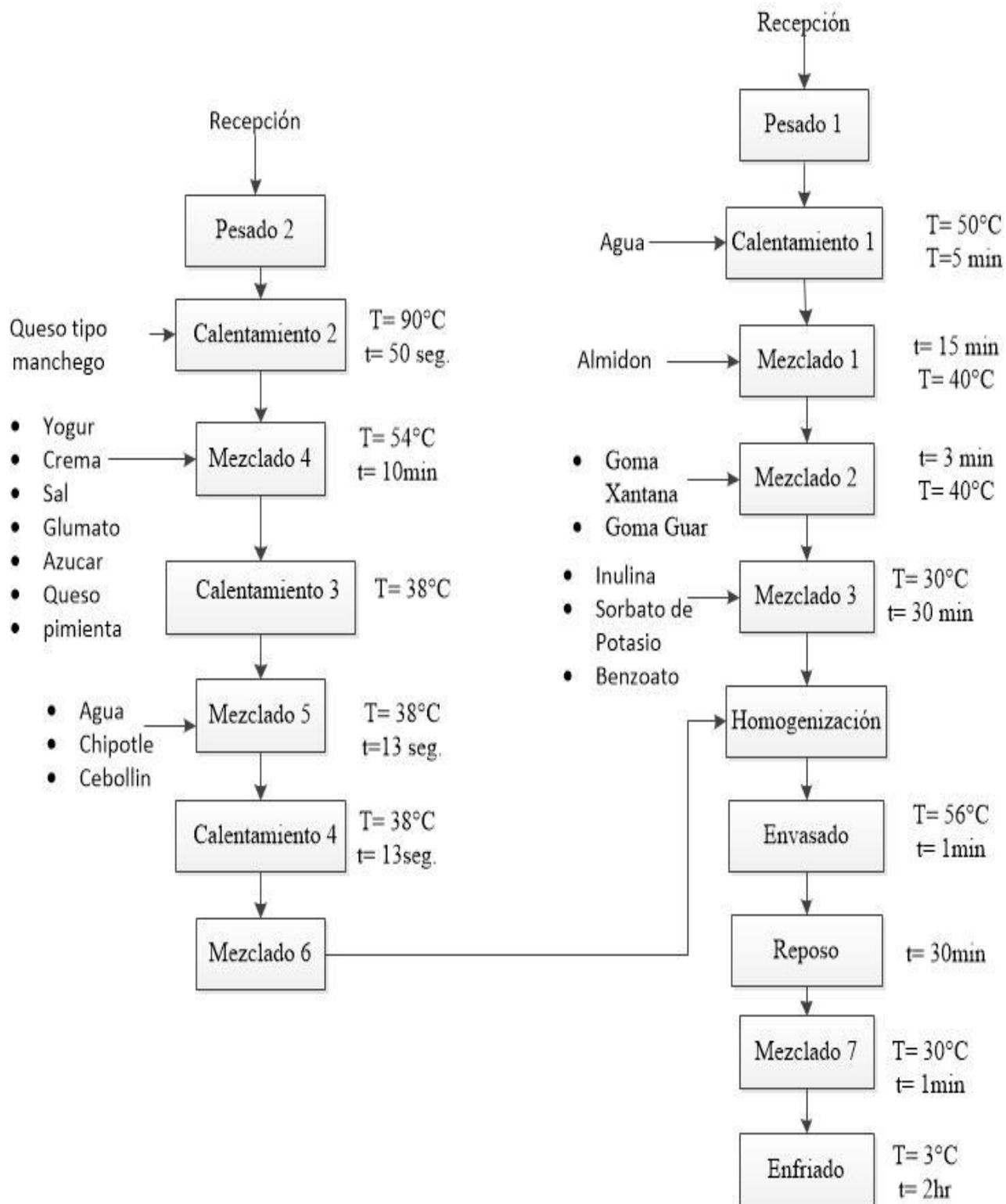


Figura 15. Diagrama de bloques final.

3.7. Descripción del diagrama de bloques

A continuación, se describe brevemente el diagrama de bloques de la formulación aceptada por el consumidor del aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín:

Recepción: Se verificó que todas las materias utilizadas se encontraran en buen estado y fueran aptas para su consumo.

Pesado 1: El pesado se realizó con la cantidad en gramos de cada uno de los ingredientes de acuerdo a las formulaciones mencionadas. En este caso, sólo se pesaron todos los ingredientes que conforman la dispersión del aderezo. (Almidón, goma xantana, goma guar, inulina, sorbato de potasio, benzoato de sodio y se midió una parte del agua)

Calentamiento 1: Se calentó el agua hasta llegar a punto de ebullición de 50 °C.

Mezclado 1: Posteriormente, al agua a punto de ebullición se le agregó el almidón modificado a 40 °C por 15 minutos, lo que le aportó a la emulsión cuerpo y textura.

Mezclado 2: Se agregó a la solución la goma xantana y la goma guar, a la misma temperatura por 3 minutos, se dispersó procurando eliminar todos los grumos presentes.

Mezclado 3: Finalmente se agregó a inulina, el sorbato de potasio y el benzoato de sodio por 3 minutos. Se dispersaron todos los ingredientes hasta obtener una mezcla homogénea y consistente.

Pesado 2: Se pesaron el resto de los ingredientes (queso tipo manchego, yogurt, crema, sal, azúcar, pimienta, glutamato mono sódico, chipotle, cebollín y se midió la cantidad restante de agua).

Calentamiento 2: Se calentó a 90 °C el queso tipo manchego por 50 segundos, para facilitar su manejo al mezclarse con los ingredientes restantes, así como para disminuir la cantidad y tamaño de trozos de queso.

Mezclado 4: Se adicionó el yogurt, crema, azúcar, sal, pimienta y glutamato mono sódico por 10 minutos, se mezcló bien hasta formar una pasta homogénea. En este mezclado se formó la fase dispersa de la emulsión.

Calentamiento 3: Se calentó la mezcla resultante anterior a 38 °C, para garantizar una vez más la disminución de partículas de queso.

Mezclado 5: Se adicionó el chipotle y cebollín al agua por 13 segundos, Se mezcló bien y se separaron los sólidos mediante un colador.

Calentamiento 4: Posteriormente la mezcla del chipotle y cebollín con agua, es sometida nuevamente a un calentamiento a 38°C.

Mezclado 6: Se adicionó la mezcla del chipotle y cebollín a la mezcla del queso con el resto de los ingredientes.

Es importante hacer notar que ambas mezclas estén calientes para evitar nuevamente la formación de gránulos de queso en el proceso de elaboración del aderezo. En este mezclado se formó la fase continua de la emulsión la cual es una suspensión. La adición de especias le confiere al aderezo una mayor aceptación por parte del consumidor. La finalidad de la adición de estabilizantes es mejorar y mantener las características deseables del aderezo.

Homogeneizado 1: Consistió en la formación de la emulsión homogénea tipo agua-aceite, en donde la fase dispersa son las gotas de grasa, y el medio continuo el agua. Para prevenir esta separación, la mezcla resultante de todas las anteriores, se sometió a un proceso a elevada velocidad de homogeneizado a 55 °C.

Reposo: Se dejó en reposo total la mezcla homogeneizada anteriormente por un tiempo de 30 minutos.

Mezclado 7: Posteriormente al reposo, nuevamente la mezcla se volvió someter a un mezclado durante 1 minuto, para evitar la formación partículas pequeñas en el aderezo.

Enfriamiento: Finalmente, el producto se enfría a temperatura ambiente para evitar la inestabilidad de la emulsión y la separación de fases.

El orden de adición y el mezclado de cada uno de los ingredientes, se consideró de acuerdo a su funcionalidad. La fase dispersa del aderezo no se formaba adecuadamente, dejando glóbulos de grasa en toda la solución. Esto es debido a que la fase dispersa no se estabilizaba ni se homogeneizaba de manera adecuada.

Así mismo, todos los calentamientos indicados en el diagrama de proceso son indispensables; principalmente los llevados a cabo para disminuir y disolver los gránulos de queso. De igual manera, son importantes los calentamientos llevados a cabo para la dispersión de las gomas y el almidón para conseguir una mezcla homogénea y evitar la formación de grumos.

3.8. Evaluación sensorial

Se realizó la evaluación sensorial a partir de dos formulaciones obtenidas en el punto anterior, las cuales se eligieron debido a que tenían características similares a las de un aderezo comercial. Para llevarla a cabo, se trabajó con un panel de jueces semi entrenados.

Las dos mejores formulaciones se identifican con el código F¹ “26” y F⁵ “12”, respectivamente. Las dos formulaciones seleccionadas se muestran a continuación en la tabla 16.

Tabla 15. Formulaciones utilizadas para la evaluación sensorial F1 (26) y F5 (12).

Componente	F1 (26) y F5 (12)	
	F1 (26)	F5 (12)
Agua	58	58
Queso tipo manchego	24.4	26
Crema	6	6
Yogurt	6	6
Sal	1	0.4
Azúcar	1	0.4
Chipotle	2.6	3
Cebollín	0.2	0.2
Pimienta	0.2	0.2
Glutamato mono sódico	0.2	0.2
Dispersión	(%)	
Agua	90	90
Almidón modificado de maíz y tapioca	6.08	6
Benzoato de sodio	0.1	0.1
Inulina	3	3
Sorbato de potasio	0.12	0.12
Goma xantana	0.2	0.28
Goma guar	0.1	0.1

3.9. Prueba hedónica y de preferencia

Las formulaciones 26 y 12 fueron sometidas a una prueba hedónica y una prueba de preferencia, para conocer entre estas dos formulaciones, la de mayor agrado por los consumidores, a la cual se le realizaron los Análisis Microbiológicos, Análisis Químico Proximal (A.Q.P) y Pruebas reológicas.

La evaluación sensorial de las dos formulaciones seleccionadas, fue realizada con 100 consumidores. Se mostrará a continuación los resultados obtenidos de la evaluación sensorial, en donde se calificaron los siguientes atributos: sabor, cremosidad, textura y olor.

En la gráfica 15 a) se observa el número de personas encuestadas y en la 15 b), la muestra preferida por los consumidores.

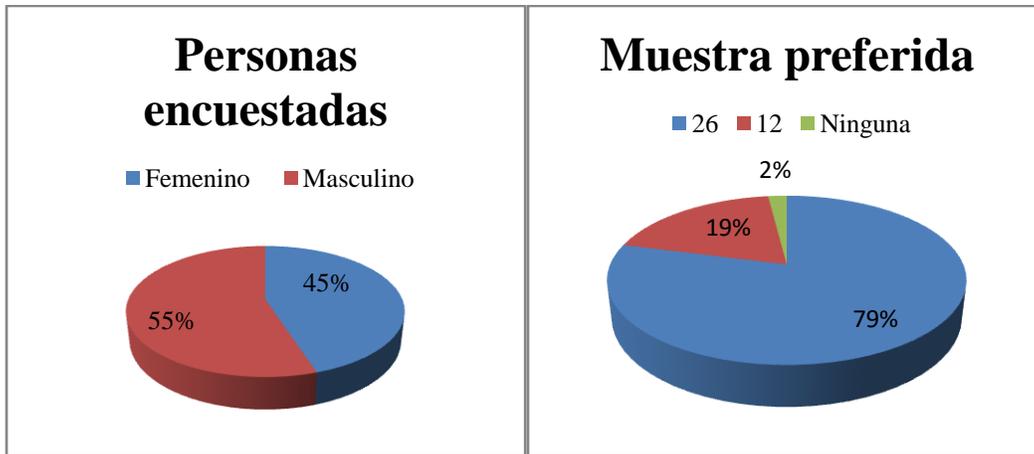


Figura 16. a) Personas encuestadas y b) muestra preferida.

Se obtuvieron los siguientes resultados de la figura 15 a) y 15 b), en donde se observa que la muestra 26 tuvo el 79 % de preferencia y aceptación de los consumidores, por lo que, en base a ello, fue la formulación seleccionada para la elaboración final del aderezo de queso tipo manchego. En la gráfica 15 a), se obtuvo que el 55% de los consumidores fueron del sexo femenino y el 45% restante del sexo masculino.

En cuanto al atributo de olor, se observa en la figura 16 la comparación entre la muestra 26 y la muestra 12.

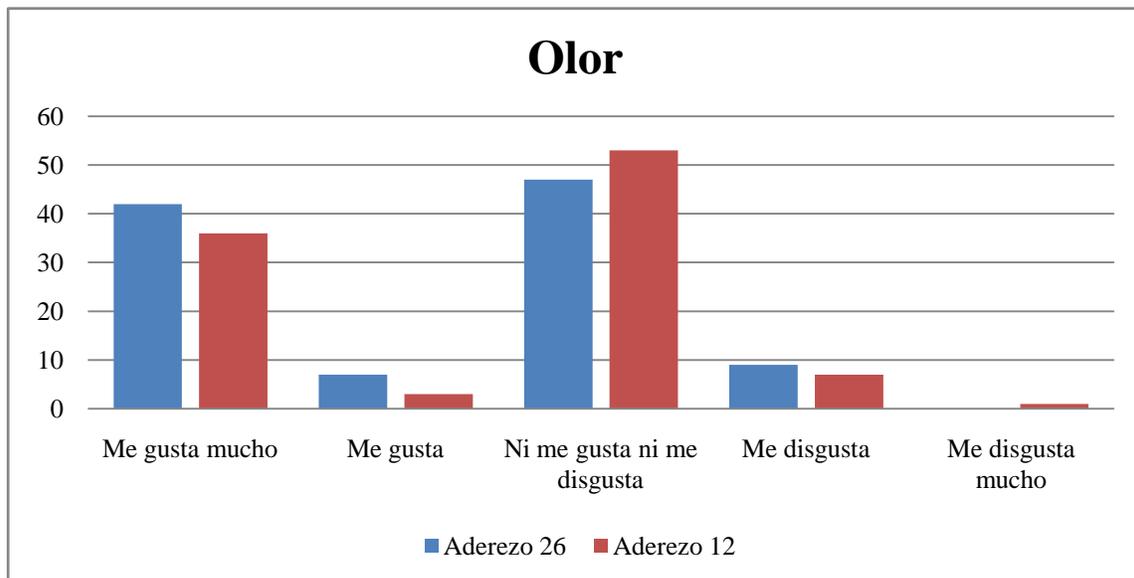


Figura 16. a) Personas encuestadas y b) muestra preferida.

Hubo preferencia de la muestra 26 del 42%, por lo que se obtuvo una aceptación mayor que fue del gusto del consumidor. En los resultados se obtuvo 53 % de preferencia de los consumidores encuestados de la muestra 12, el olor no les gustaba ni disgustaba. Para ellos, no representaba un atributo importante. Así mismo, en dicha muestra también comentaron que percibían olor entre el chipotle y el queso, siendo de su agrado.

Esto se relaciona con el resultado obtenido en el estudio de mercado, donde el 15% de los encuestados respondieron que el olor era el atributo menos importante al momento de escoger un aderezo en el mercado, lo que se comprueba en la evaluación sensorial de ambas muestras.

En canto al atributo de textura, se observa en la figura 17 la comparación entre la muestra 26 y la muestra 12.

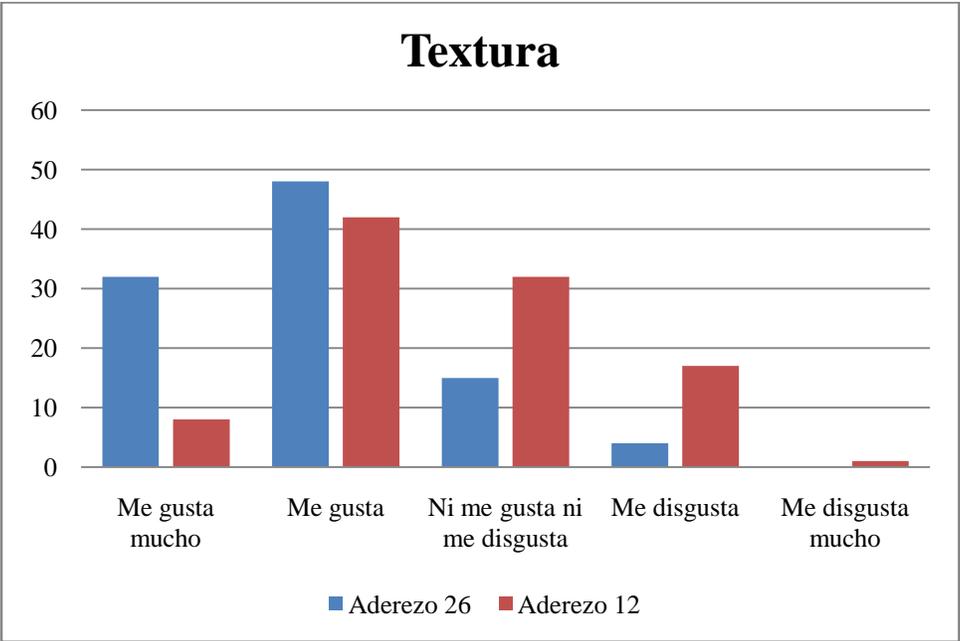


Figura 18. Comparación entre la muestra 26 y la muestra 12 (textura).

Se observa en la figura 17, que en cuanto a la textura la muestra 26, tuvo mayor aceptación por parte de los consumidores con un total del 61% de las preferencias. Comentaron que dicha muestra no tenía una consistencia tipo “gomosa”, a diferencia de la muestra 12, cuyos principales comentarios fueron que sí presentaba dicha consistencia.

Los resultados obtenidos en el estudio de mercado indicaron que el 24% de los encuestados tomaban en cuenta principalmente la textura de un aderezo, lo cual se tuvo como resultado también en la evaluación sensorial, ya que los consumidores eligieron mayormente la muestra 26, comprobando que es un atributo importante que toman en cuenta a la hora de elegirlo en el mercado, debido a que se obtuvo como respuesta a que el consumidor podía percibir partículas de queso al momento de degustarlo.

En cuanto al atributo de cremosidad, se observa en la figura 18 la comparación entre la muestra 26 y la muestra 12.

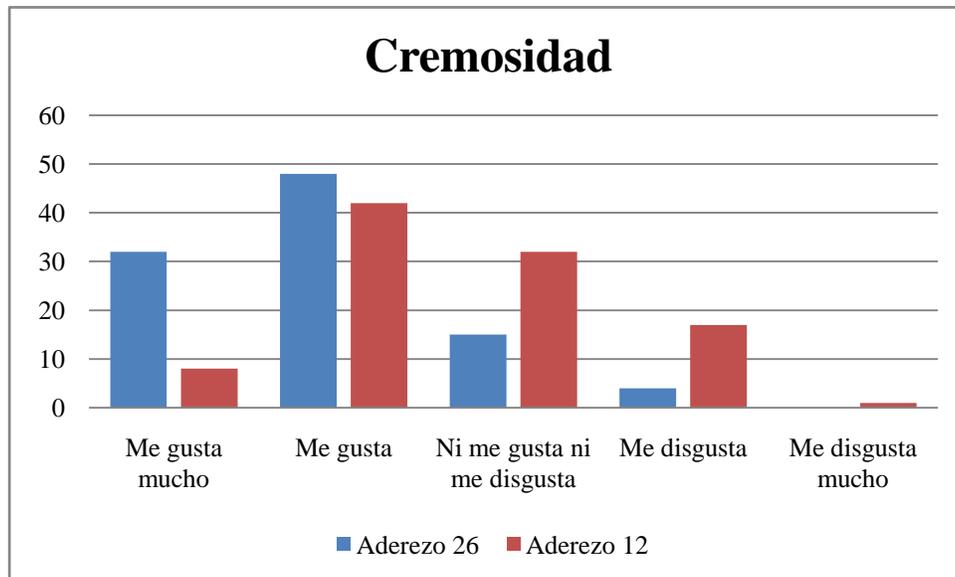


Figura 19. Comparación entre la muestra 26 y la muestra 12 (cremosidad).

En cuanto a la cremosidad, se observa en la figura 18 que la muestra 26 tuvo una buena aceptación ya que 56% de los 100 consumidores la eligieron como su preferida para dicho atributo.

En cuanto al atributo de sabor, se observa en la figura 19 la comparación entre la muestra 26 y la muestra 12.

Cabe aclarar que al ser jueces semi entrenados, podía surgir la duda entre la diferencia entre el concepto de textura y cremosidad. Se les explicó a los participantes que la textura formaba parte de la sensación al probarlo; es decir, si el aderezo tenía una textura mas líquida o ligeramente sólida. Por otra parte, la cremosidad se refería al sabor conferido a los lácteos utilizados en la formulación y principalmente el referido al queso tipo manchego.

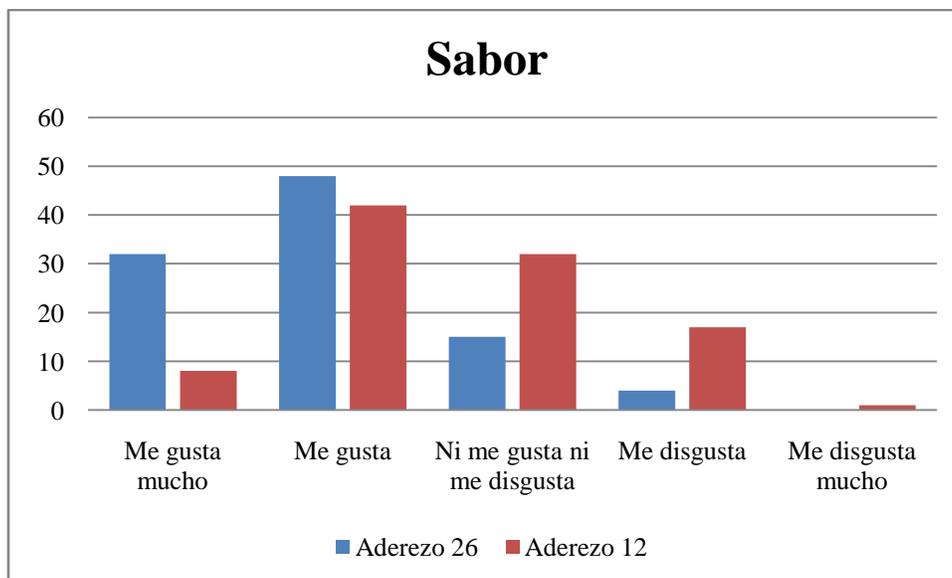


Figura 20. Comparación entre la muestra 26 y la muestra 12 (Sabor).

En cuanto al sabor, en la figura 19, la muestra 26 tuvo la mayor aceptación de ambas muestras. Nuevamente en este atributo se comprueba gran parte de lo obtenido en el estudio de mercado, recordando que el 41 % de las personas encuestadas, preferían el sabor como principal atributo más importante en un aderezo, lo que también se puede observar en la evaluación sensorial, ya que tuvo un porcentaje más grande de aceptación que de rechazo comparado con los demás atributos, cuyos resultados fueron más equilibrados. Parte de los resultados obtenidos fue que el sabor de la muestra 26, predomina el sabor a chipotle, lo cual fue agradable para el consumidor.

3.10. Análisis Químico Proximal y Pruebas fisicoquímicas

Se presentan a continuación los resultados y los análisis correspondientes a los Análisis Químico Proximal y Pruebas fisicoquímicas que se realizaron a la muestra de la formulación seleccionada por la evaluación sensorial la cual fue la F²⁶, dichas pruebas se realizaron por triplicado para cada muestra analizada. A la formulación de la muestra 26 se le realizaron A.Q.P., las cuales se determinaron de manera experimental.

Se realizaron las siguientes pruebas: cenizas, humedad, grasa, carbohidratos, proteínas y fibra; se siguió la metodología para cada técnica respectivamente, siguiendo la normatividad marcada, y se utilizó un tamaño de muestra determinado, la cual fue homogénea, suficiente y representativa. Los resultados se muestran en la tabla 17 y 18, la cual es la composición química del aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín bajo en calorías, y se compararon los resultados obtenidos con la composición química de un aderezo comercial.

Tabla 16. Composición química del aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín bajo en calorías.

Análisis	Formulación F²⁶
Cenizas	2,73 ± 0,90
Humedad	81,16 ± 0,77
Grasa	3,66 ± 0,36
Carbohidratos	2,46 ± 0,07
Proteínas	2,60 ± 1,9
Fibra	7,39 ± 0,01
Total	100

Tabla 17. Propiedades fisicoquímicas del aderezo del queso tipo manchego bajo en calorías.

Propiedad Fisicoquímica	Formulación F²⁶
Ph	4,0 ± 1,1
Acidez	0,92 ± 1,40

La determinación de la humedad en el producto es de suma importancia, ya que un elevado contenido de ésta, influye en la velocidad de multiplicación de los microorganismos, provocando su descomposición y por lo tanto la pérdida de la calidad e inocuidad. La humedad obtenida representa el contenido total de humedad en la formulación. El valor obtenido experimentalmente cumple con la norma oficial mexicana para el aderezo, al obtener 8.6% de humedad, mientras que los aderezos comerciales reportan un promedio 8.12%.

El valor obtenido en el análisis de proteínas representa claramente el uso de materias primas lácteas en la formulación del aderezo. Lo que significa que al utilizar productos como la crema, el yogurt y el queso tipo manchego que contienen altas cantidades de proteína, el contenido de proteína en el aderezo es mayor que el reportado en aderezos comerciales.

El contenido de grasa resultante de los análisis comprueba que el porcentaje se debe a la cantidad de grasa presente en el queso tipo manchego y en la crema ya que, en ambos productos, el contenido de grasa es elevado.

En cuanto a la fibra, los resultados comprueban el alto valor en dicho análisis es debido a que en la formulación se utilizó fibra soluble (inulina). Por lo que el (7.39%) de la fibra obtenida del aderezo se le atribuye a la inulina, al igual que el chile chipotle (2.6%), ya que,

al adicionarse, aportaron el contenido final dietético final en el producto. El chile chipotle (2.6%), al adicionarse al aderezo aportó al contenido de fibra dietético final en el producto.

El pH determinado fue de 4, dando cumplimiento con el valor establecido en la NMX-F-317-1978; donde se marca que el valor máximo para este parámetro es de 4. Este resultado demuestra entonces que el aderezo elaborado, es un alimento ácido debido a la cantidad adicionada de yogurt, crema y quesos tipo manchego incluidos en la formulación, ya que los tres también son productos ácidos con pH que oscilan entre 4 y 6. Por lo que el pH obtenido en el aderezo es el valor adecuado también para ayudar a la conservación del producto.

Se determinó el porcentaje de acidez titulable de acuerdo a lo propuesto por la norma mexicana NMX-F-102-S-1978, la cual se basa en la titulación ácido-base empleando como indicador fenolftaleína y se expresa como ácido acético cuyo resultado obtenido es de 0.92 que también cumple con lo establecido a dicha norma.

3.11. Resultados de Objetivo Particular 5

En este objetivo es en donde se comprobó que el producto aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín efectivamente es bajo en calorías, tomando en cuenta el concepto que un producto bajo en calorías, es aquel en el que su contenido debe ser menor o igual a 40 calorías/porción y 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.

3.12. Contenido energético en el aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín.

Para calcular el contenido energético del aderezo, se determinó utilizando los valores obtenidos de carbohidratos, proteínas y grasa de la formulación aceptada por el consumidor, los cuales son parte de los análisis químicos proximales realizados previamente, cuyos resultados se observan en la tabla 19 y 20.

Tabla 18. Contenido energético del aderezo elaborado de queso tipo manchego con base en 100g.

Componente	Aderezo comercial McCormick (%)	Aderezo comercial McCormick x factor de conversión (Kcal)
Carbohidratos	3	12
Proteínas	3	12
Grasa	4	36
Total	-	60

Tabla 19. Contenido energético del aderezo elaborado queso tipo manchego con base en 100g.

Componente	Formulación aceptada del Aderezo (%)	Formulación aceptada aderezo x factor de conversión (Kcal)
Carbohidratos	2,45	9,82
Proteínas	2,61	10,43
Grasa	3,66	32,90
Total	-	53,15

Con los valores obtenidos de la tabla 19 y 20, se obtuvieron los valores de contenido energético, los cuales se observan en la tabla 21.

Tabla 20. Comparación de contenido energético del aderezo (formulación) y un aderezo comercial en base 100 g.

Producto	Contenido energético en 100g (Kcal)
Aderezo formulación	53,16
Aderezo comercial (McCormick)	60

Recordando que para que un alimento sea bajo en calorías, su contenido debe ser menor o igual a 40 calorías/porción. Considerando una porción de 30 gramos, entonces.

$$53.1569 \text{ Kcal totales} - 100\text{g de aderezo}$$

$$x \text{ Kcal} - 30 \text{ g de aderezo}$$

$$x = 15.94 \text{ Kcal totales en } 30 \text{ g de aderezo}$$

Como se tiene un total de 15.94 Kcal totales en una porción de 30 g de aderezo, se comprueba que el aderezo de queso tipo manchego es bajo en calorías.

3.13. Análisis Microbiológico de la materia prima y el aderezo producto

El análisis microbiológico de la materia prima láctea (crema y queso tipo manchego), así como del producto final (aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín), se muestran en la tabla 22.

Tabla 21. Resultados del análisis microbiano de materia prima y producto final.

Componente	Microorganismo	Resultado	Límites máximos permitidos de acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010
	Coliformes totales	0 UFC	≤10 UFC/ g o mL
Crema (materia prima)	<i>Staphylococcus Aureus</i>	0 UFC	≤100 UFC/g o mL
	<i>Salmonella spp.</i>	Ausente	Ausente en 25 g o mL
	Mohos y levaduras	0 UFC	500 UFC/ g o mL
Queso tipo manchego (materia prima)	<i>Staphylococcus</i>	0 UFC	1000 UFC/ g
	<i>Salmonella spp.</i>	Ausente	Ausente en 25 g o mL
	<i>Escherichia Coli</i> Mesófilos aerobios	Ausente	Ausente 200 000 UFC/g o mL
	Coliformes totales	0 UFC	≤10 UFC/g o mL
Aderezo de queso tipo manchego	Mohos y levaduras	0 UFC	500 UFC/g o mL
	<i>Salmonella spp.</i>	Ausente	Ausente

Los resultados indican que el aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín como producto final fue elaborado tomando en cuenta y aplicando las Buenas Prácticas de Manufactura, es un producto inocuo y no representa un riesgo para la salud de los consumidores.

3.14. Caracterización reológica

Las muestras analizadas fueron las elaboradas a partir de la formulación elegida por el consumidor en la evaluación sensorial (formulación codificada con el número 26) y un aderezo de marca comercial “McCormick”. Se trazaron los gráficos de la viscosidad en función de la velocidad de cizalla, en donde se realizaron tres replicas, tanto para el aderezo comercial (Comercial A1, A2 y A3) y el aderezo elegido (Lab 1, Lab B1 y Lab C1).

Dado que el producto final presentaba partículas pequeñas provenientes del chipotle y cebollín, se separó el producto utilizando un colador tradicional con el fin de que las diminutas partículas no interfirieran en el resultado final de la caracterización reológica.

En la figura 20 y 21 se presentan las curvas de viscosidad en función de la velocidad de cizalla en muestras del aderezo comercial, obtenidas en puntos de ascenso-descenso de velocidad de cizalla

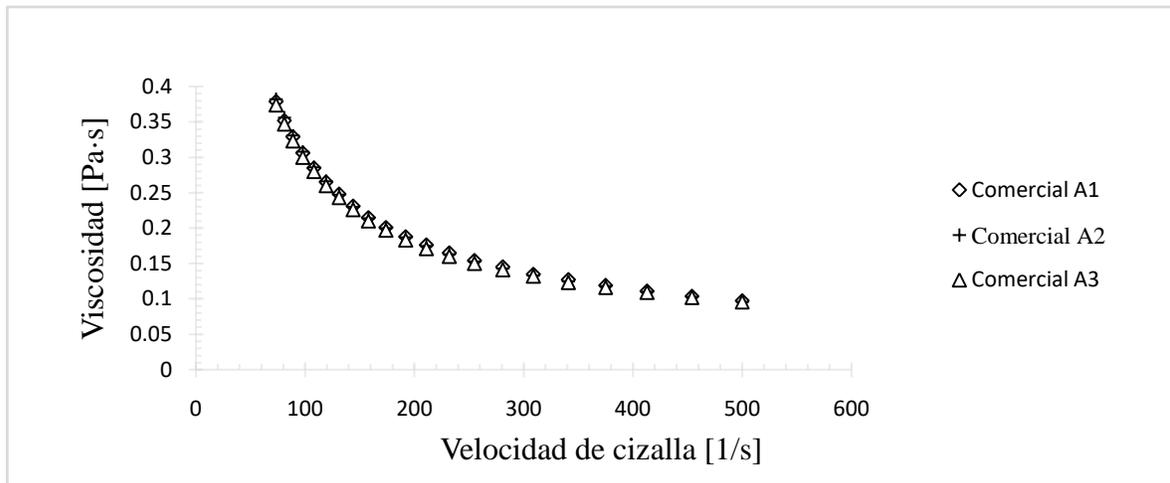


Figura 21. Viscosidad en función de la velocidad de cizalla del aderezo comercial (ascenso).

En la figura 20, se observa que la viscosidad va disminuyendo conforme va aumentando la velocidad de cizalla.

A continuación, en la figura 21 se muestra la gráfica de la viscosidad cuando se aplica el programa de descenso de la velocidad de cizalla del aderezo comercial y se observa que la viscosidad va aumentando conforme va disminuyendo la velocidad de cizalla.

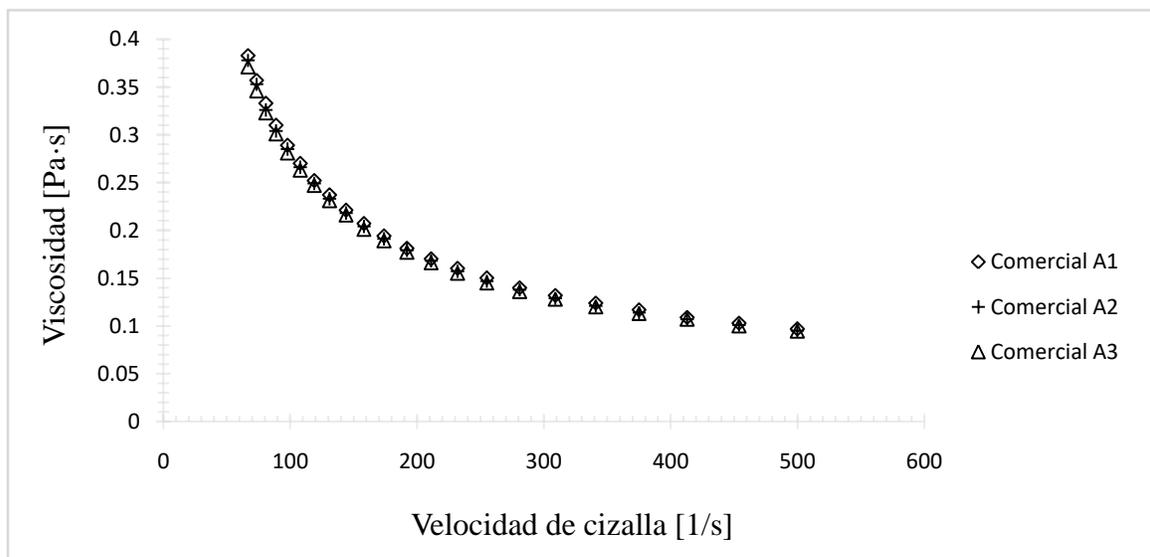


Figura 22. Viscosidad en función de la velocidad de cizalla del aderezo comercial (descenso).

En ambas gráficas obtenidas de la muestra comercial, se observan curvas características de comportamiento fluidificante a la cizalla (antiguamente denominado pseudoplástico). En estos materiales, la viscosidad (relación del esfuerzo de cizalla entre la velocidad de cizalla), decrece cuando aumenta la velocidad de cizalla.

Por otra parte, las curvas de descenso no coinciden con las curvas de ascenso, esto confirma que el aderezo elaborado también presenta un comportamiento dependiente del tiempo de cizallamiento (tixotrópico). Este comportamiento indica una modificación de la estructura macromolecular y/o de los glóbulos agregados, dando como resultado una menor resistencia al flujo. Se puede constatar que las curvas de las réplicas se superponen, lo que implica una muestra homogénea.

Ahora se muestran las gráficas obtenidas de la viscosidad en función de la velocidad de cizalla (curva de ascenso) en el aderezo elaborado a partir de la formulación elegida por el consumidor (figura 22). Las gráficas de viscosidad en función de la velocidad de cizalla del aderezo elaborado también evidenciaron el comportamiento de un fluido tixotrópico.

Este aderezo se caracteriza por tener un cambio en la estructura interna al aplicar un cizallamiento. Una vez que al aderezo experimental se le aplicó un cizallamiento, sólo recupera su viscosidad inicial tras un tiempo prolongado de reposo.

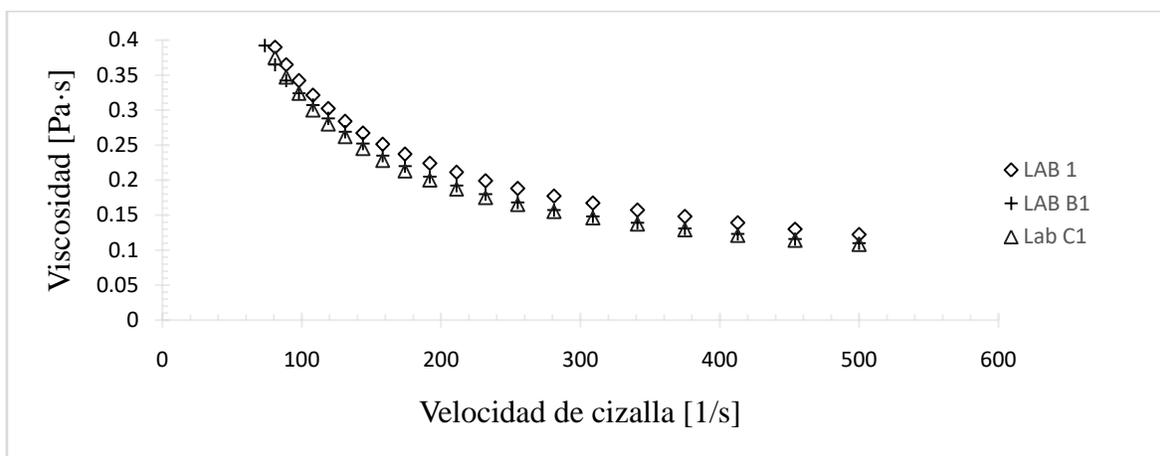


Figura 23 Viscosidad en función de la velocidad de cizalla del aderezo experimental (ascenso).

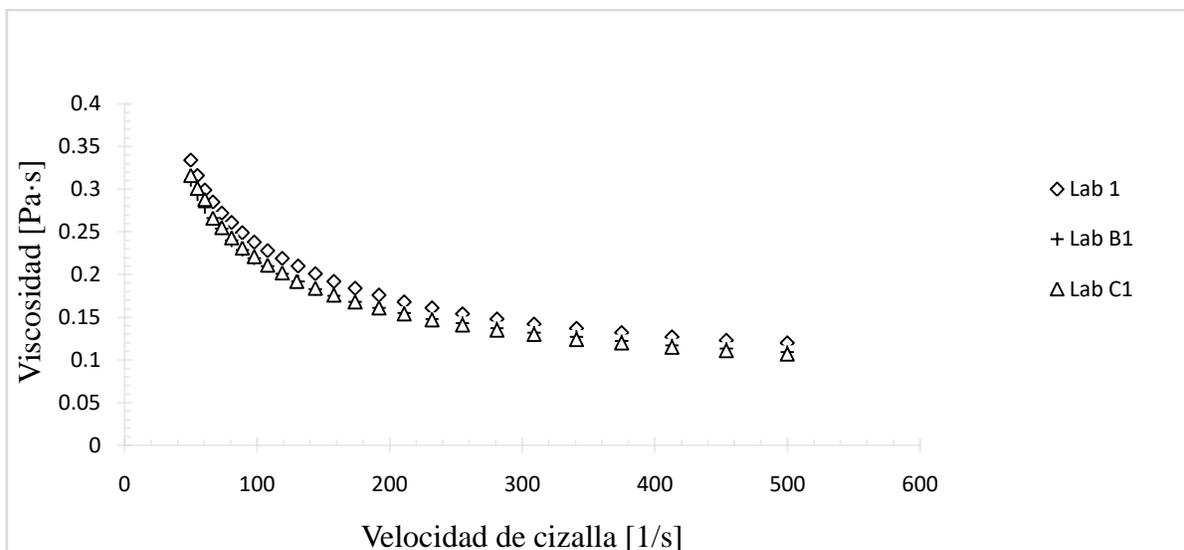


Figura 24 Viscosidad en función de la velocidad de cizalla del aderezo experimental (descenso).

Una vez obtenidas las gráficas del esfuerzo de cizalla en función de la viscosidad de ambos aderezos, se realizó un ajuste de las curvas obtenidas al modelo de la ley de la potencia (Ostwald-de-Waele) y se determinaron sus respectivos parámetros reológicos que las definen: el índice de consistencia (k), el índice del comportamiento del flujo (n) y el coeficiente de determinación (r^2). En todas las curvas, el coeficiente de determinación fue superior a 0.99.

Así mismo, se calcularon las desviaciones estándar para saber qué tan dispersos están los datos obtenidos de los parámetros reológicos. La tabla con los resultados obtenidos se muestra a continuación (Tabla 23).

Tabla 23. Parámetros reológicos del modelo de Ostwald-de Waele del aderezo comercial y el elaborado.

Muestra	Corrida	Valor exponente	Índice de comportamiento al flujo (-)	Índice de consistencia ($Pa \cdot s^n$)
Comercial	<i>Ascenso</i>	-0.73	0.27 ± 0.0086	8.76 ± 0.43
	<i>Descenso</i>	-0.69	0.31 ± 0.00014	6.90 ± 0.10
Experimental	<i>Ascenso</i>	-0.68	0.32 ± 0.046	8.11 ± 1.38
	<i>Descenso</i>	-0.45	0.55 ± 0.049	1.85 ± 1.19

En los resultados obtenidos a partir de las muestras de ambos aderezos, el índice de comportamiento de flujo (n) fue menor que la unidad confirmando un comportamiento fluidificante a la cizalla.

Por otra parte, los valores del índice de consistencia de las curvas ascenso-descenso son diferentes, y en la muestra experimental la diferencia es mayor, esto confirma que el aderezo elaborado presenta un comportamiento altamente dependiente del tiempo de cizallamiento (tixotrópico).

CONCLUSIONES

- El estudio de mercado sirvió como punto de partida para el desarrollo del presente proyecto, ya que, a partir de él, se pudo obtener un panorama general acerca de la percepción de los consumidores hacia el producto.
- El aderezo de queso de tipo manchego no existe comercialmente, por lo que no es muy consumido, pero sí es un producto conocido por los consumidores y de acuerdo a los resultados obtenidos, el desarrollo de un producto cuya formulación sea cambiada por ingredientes lácteos sería aceptado por la mayoría de los consumidores.
- La evaluación sensorial fue de suma importancia, para la evaluación de la aceptación del aderezo y a partir de ella, la formulación preferida por los consumidores, Los resultados obtenidos en dicha evaluación sensorial fueron importantes para la selección de la formulación final, los cuales mostraron que el aderezo con el código 26, tuvo mayor preferencia en la mayoría de los resultados de los atributos analizados individualmente. Los consumidores lo prefirieron ampliamente en todos los atributos evaluados, por lo que posteriormente fue al aderezo al cual se le realizaron las pruebas descritas anteriormente: propiedades fisicoquímicas, análisis químico proximal, análisis microbiológicos y pruebas reológicas.
- Al término de este proyecto se logró elaborar un aderezo de queso tipo manchego con chipotle y cebollín bajo en calorías.
- El aderezo cumplió con lo establecido en las diferentes normas oficiales mexicanas en cuanto a la composición química, lo cual demuestra que el aderezo desarrollado es nutricionalmente sano para el consumo humano.
- Los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos demuestran que el aderezo se elaboró siguiendo todas las condiciones de higiene a partir de las buenas prácticas de manufactura.
- La formulación del aderezo elegido por el consumidor estudiada, es un fluido pseudoplástico el cual presenta un comportamiento tixotrópico. La medición de la viscosidad resultó de suma importancia debido a que es una de las características más importantes de los aderezos, ya que es usada como parámetro por los consumidores para determinar la calidad del producto.

BIBLIOGRAFIA

1. Food and Agriculture Organization. (2013). Dairy production and products. Milk and milk products, de FAO. Available in: <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/milk-and-milk>. [Access in 18 January 2016].
2. Barquera S. (2008). Energy Intake from Beverages is Increasing among mexican adolescents and adults. J. of Nutrition. Available in: <http://jn.nutrition.org/content/138/12/2454?citedby=yes&legid=nutrition;138/12/2454>. [Access in 18 January 2016].
3. Fábrega, Rubio et al. (1994,1998-2000). La información al consumidor en los productos dietéticos. Madrid, España: Díaz de Santos:pp. 186.
4. Procuraduría Federal del Consumidor. (2014). Aderezos de PROFECO. Disponible en: http://www.consumidor.gob.mx/wordpress/wpcontent/uploads/2014/05/Aderezos_Feb_14.pdf. [Accesado el día 18 de 01 de 2016].
5. Dirección General de Normas Mexicanas. (1979). NMX-F-341-S-1979. Aderezo con Mayonesa. Dressing with Mayonaise. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-341-S-1979.pdf>. [Accesado el día 07 de 10 de 2015].
6. Roberfroid, M., (2005). Inulyn Type Fructans: Functional Food Ingredients. New York, U.SA.: Boca Raton:pp. 370.
7. Silveira, M., (2003). Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿Cerca o Lejos? Madrid, España: Revista Española de Salud Pública: pp. 77.
8. Franck, A., (2006). Inulin, In biopolymers and their applications. New York, USA: Wiley-VCH: pp. 733.
9. Universidad Nacional Autónoma de México. (2014). Los alimentos. Instituto de Investigaciones Jurídica. Disponible en: <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/5/2478/4.pdf>. [Accesado el día 07 de 10 de 2015].
10. Servicio Nacional del Consumidor. (2004). Alimentos Funcionales, de SERNAC. Disponible en: <http://www.sernac.cl/76905>. [Accesado el día 07 de 10 de 2015].
11. Bourgeois, C., Le Roux, P. (1986). Proteínas animales, de El Manual Moderno.

- Disponible en:
<http://www.scielo.sa.cr/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S00347744201300010003500007&pid=S0034-77442013000100035&lng=es>. [Accesado el día 07 de 10 de 2015].
12. United States Department of Agriculture. (2009). Market Snapshot: Health Food. E.U.A.: Development Reports.pp. 33-43.
 13. Ramírez, R. Pérez B. (2010). Alimentos Funcionales. México, D.F.: Trillas. pp. 53-87.
 14. Sedó, P., (2002). Alimentos funcionales: Analisis general acerca de las características químico-nutrimientales, desarrollo industrial y legislación alimentaria. Revista Costarricense de Salud Pública. pp. 18-25.
 15. Marti, M., Moreno M. et al. (2003). Efecto de los prebióticos sobre el metabolismo lipídico. Madrid, España: Nutrición Hospitalaria. pp. 61-67.
 16. Natursan. (2016). Alimentos bajos en calorías, de NATURSAN. Disponible en: <http://www.natursan.net/alimentos-bajos-en-calorias>. [Accesado el día 12 de 04 de 2016].
 17. Procuraduría Federal del Consumidor. (2016). Productos que se dicen light, de PROFECO. Disponible en: http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_08/38-61%20lightOKMM.pdf. [Accesado el día 12 de 04 de 2016].
 18. Universidad Nacional de Educación a Distancia. (2016). Guía Nutricional, principios básicos sobre nutrición y salud, de UNED. Disponible en: <http://www2.uned.es/peanutricionydieteticaI/guia/PDF/Guia%20de%20Alimentacion%20y%20Salud%20-%20Guia%20Nutricional.pdf>. [Accesado el día 12 de 04 de 2016].
 19. Spreer, E., (1991). Lactología Industrial.Zaragoza, España: Acribia. pp. 84
 20. Warner, J., (1989). Unpublished data on the acidity of freshly drawn milk. México, D.F: Wiley Eastern. pp. 15-18.
 21. Secretaría de Salud (1994). Norma Oficial Mexicana-091-SSA1-1994. Bienes y servicios. Leche pasteurizada de vaca. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/091ssa14.html>. [Accesado el día 18 de 01 de 2016]
 22. Revilla, A., (1982). Tecnología de la leche, procesamiento, manufactura y análisis. Costa Rica: Herreros Hermanos. pp. 14.

23. Veisseyre, R., (1988). *Lactologia Tecnica*. Zaragoza, España: Acribia. pp. 2, 32 , 39, 40.
24. Fennema, O., (2000). *Quimica de Alimentos*. Zaragoza, España: Acribia: pp. 500, 894-903.
25. Alais, C., (1996). *Ciencia de la Leche*. México, D.F.: Continental S.A. de C.V. pp.54-55.
26. Webb, N., (1970). *Products from Milk*. Westport, Conn.: A.V.I. Pub. Co. Vol. pp. 35.
27. Aranceta, J., (2004). *Leche, Lacteos y Salud*. Madrid, España: Panamericano.pp.28-34,143-148.
28. Pruthi, T., (1971). The role of milk phospholipids in the autoxidation at butterfat. *Indian J. Dairy Sci.* pp.185.
29. Puri, B., (1968). Studies in stability of protein dispersion in milk. Determination of freezing point of milk. *Indian J. Dairy Sci.*pp.22,85.
30. Jenness, R. Patton, S. (1959). *Principles of Dairy Chemistry*. New York, U.S.A.: John Wiley and Sons, Inc.: pp.164.
31. Majumdar, G., (1973). An appraisal of caseins from different species of animals by starch gel. *Indian J. Dairy Sci.*pp. 23, 179.
32. Sabharwal, P., (1972). Variation in major casein fractions of various milch animals. *Indian J. Dairy Sci.* pp. 27, 94.
33. Sociedad Argentina de Nutrición. (2016.). *Lacteos y derivados*. Disponible en: http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/lacteos_y_derivados.pdf. [Accesado el día 18 de 01 de 2016].
34. Pineda, D., (2016). *Tendencias de inovación en el sector lacteo*. Disponible en : <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/3169/Tendencias%20de%20innovacion%20en%20el%20sector%20lacteo.pdf>. [Accesado el día 18 de 01 de 2016].
35. Scott, R., (1998). *Cheesemaking Practice*. Nueva York, U.S.A.: Kluwer Academic/Plenum Publishers. pp 449.
36. Eck, A., (2000). What is a cheese?. *Cheesemaking. From Science to Quality Assurance*.Lavoisier Publishing. pp.661-662

37. Food and Agriculture Organization. (1978). Norma General del Codex para el queso, de FAO. Disponible en: www.fao.org/input/download/standards/175/CXS_283s.pdf. [Accesado el día el 18 de 01 de 2016].
38. Walstra, P., (2006). On the Stability of Casein Micelles. New York, EE.UU: J. Dairy Sci. pp. 140-155.
39. Chamorro, C., (2002). El Analisis Sensorial de los Quesos. Madrid , España: Mundi-Prensa. pp. 235.
40. Beau, M., (1926). L'Industrie Fromagere. Paris, Francia: J. B. Balliére. pp. 206.
41. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. (2010). NOM 243-SSA1-2010. Productos y Servicios. Leche. Formula Lactea. Producto Lacteo combinado y derivados lacteos. Disposiciones y Especificaciones Sanitarias. Metodos de prueba. Disponible en : <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Documents/Normas/243ssa1.pdf>. [Accesado el día 18 de 01 de 2016].
42. Revista del Consumidor. (2000). Calidad de los Quesos. Disponible en : http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_00/quesos.pdf. [Accesado el día 18 de 01 de 2016].
43. Normas Mexicanas.Direccion General de Normas . (1984). NMX-F-462-1984. Obtenido de Alimentos. Lacteos. Queso Tipo Manchego. Disponible en: www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-462-1984.PDF. [Accesado el día 18 de 01 de 2016].
44. Centro de Actividad Regional Para la Producción Limpia. (2002). Prevención de la contaminación en la industria láctea. Madrid, España: Ministerio del Medio Ambiente de España.
45. Friberg, S., (1997). Emulsion Stabilit. Emulsions and Emulsion Stability. New York, U.S. A. pp. 1-40.
46. Castro, E., (2000). Estabilidad de aderezos para ensaladas.U.S.A.: International Union of Pure and Applied Chemistry. pp.1-4.
47. Charley, H., (2005). Tecnologia de los alimentos. Procesos quimicos y fisicos de los alimentos en la preparación de alimentos. Mexico, D.F: Limusa. pp. 355-368; 435-440.
48. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. (1979). NMX-F-341-S-1979. Obtenido de Aderezo con mayonesa. Dressing with Mayonnaise.

49. Procuraduría Federal del Consumidor. (2014). Aderezos. Disponible en: http://www.consumidor.gob.mx/wordpress/wpcontent/uploads/2014/05/Aderezos_Feb_14.pdf. [Accesado el día 18 de 01 de 2016].
50. McClements, D., (2005). Food Emulsions: Principles, Practices and Techiques. E.U.A.:CRC Press. pp. 56.
51. Dickinson, E. Stainsby, G. (1988). Advances in Food Emulsions and Foams. Londres and New York, E.U: Elsevier Applied Science. pp. 23; 1473-1482.
52. Lissant, K., (1984). Emulsions and Emulsion technology. New York , U.S.A.: Marcel Dekker, Inc. pp- 20, 167.
53. Damoran, S. Paraf, A. (1997). Food Proteins and Their applications. E.U.: CRC Press. pp.168-220.
54. Fellows, P., (2008). Tecnología del Procesado de los Alimentos: Principios y prácticas. Zaragoza, España. Acribia. pp. 549.
55. Cubrero, N., (2002). Aditivos Alimenticios. Madrid, España: Mundi-Prensa. pp.65-78.
56. Samavati, V. et. al. (2011). Influence of Tragacanth Gum Exudates From Specie of Astragalus Gossypinus on Rheological and Physical Properties of Whey Protein Isolate Stabilished Emulsions. International Journal of Food Science and Technology.. Available in: https://www.researchgate.net/publication/230292737_Influence_of_tragacanth_gum_exudates_from_specie_of_Astragalus_gossypinus_on_rheological_and_physical_pproperties_of_whey_protein_isolate_stabilised_emulsions. [Access in 19 April 2106
57. Bird, R. Stewart, W. et al. (1998). Fenomenos de transporte. New York, U.S.A: Reverte. pp. 1-10.
58. White, G., (1970). Rheology in Food Research. J. Food Technol. pp. 132.
59. Sharma et al. (2003). Operaciones Unitarias y Prácticas de Laboratorio. México, D.F.: Limusa.
60. Géosta, M. López, A. (2003). Manual de Industrias Lacteas. Madrid, España: Mundi-Prensa Libros. pp. 436.
61. Mott, R., (2006). Mecanica de Fluidos Aplicada. México, D.F.: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. pp. 25.
62. Ramírez, N. (2006). Introducción a la Reologia de los Alimentos. Cali, Colombia: Revista ReCiTeIA.

63. Sochi, T., (2010). Non-newtonian Flow in Porus Media. *Polymer*. pp. 5007-5023.
64. Roudot, A., (2004). *Reologia y Analisis de la Textura de los Alimentos*. España, Zaragoza: Acribia. pp. 135
65. Schramm, G., (1994). En *Practical Approach to Rheology and Rheometry*. Alemania: Haake.
66. Tanner, R., (1998). *Engineering Rheology*. Oxford, USA: Clarendon Press.
67. Chandan, R., (2006). *Milk Composition, Physical and Processing Characteristics*. Oxford, Inglaterra: Blackwell Publishing. pp. 17-40.
68. Telcioglu, A. (2007). The Effect of Sweeteners and Milk Type on the Rheological Properties of Reduced Calorie Salep Drink. *African Journal of Biotechnology*. pp. 465- 469.
69. Zavala, M. (2005). Aspectos Nutrimientales y Tecnológicos de la leche. Dirección General de Promoción Agraria Ministerio de Agricultura y Dirección de Crianzas. Disponible en: <http://vaca.agro.uncor.edu>. [Accesado el día 01 de Enero del 2016].
70. Badui, S. (2006). *Química de Alimentos*. Mexico, D.F.: Pearson Educación. pp.98, 462-463, 511-518 , 591-602, 617-628, 603,604.
71. Ibarz, A. Barbosa G. (2005). *Operaciones unitarias en la Ingeniería de Alimentos*. Inc, E.U.: Technomic Publishing. pp. 72
72. EPSA. Aditivos Alimentarios, S.A. (2013). Los Hidrocoloides, Aditivos de Alta Funcionalidad. Disponible en: http://www.aditivosalimentarios.es/php_back/noticias/archivos/EPSAempresasTF90.pdf. [Accesado el día 11 de enero del 2016].
73. Rodríguez R., V. Magro E. (2008). *Bases de la alimentación humana*. Mexico, D.F.: Netbiblo.
74. Secretaría de Salud. (2002). NOM-185-SSA1-2002. Disponible en: *Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche*. [Accesado el día el 11 de enero del 2016].
75. Bandyopadhyay M. Chakraborty R, et al. (2008). Antioxidant activity of natural plant sources in dairy dessert under thermal treatment *LWT-Food Sci Tech*. pp. 816-25.
76. Vélez, J. (2004) *Apuntes de Procedimiento de Productos Lácteos*. Puebla: Universidad de las Américas.

77. Dirección General de Normas. (1983). NMX-F-444-1983. Disponible en: www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-444-1983.PDF. [Accesado el día el 18 de abril del 2016].
78. Gonzalez, A. (2009). Instalaciones subterráneas para la producción artificial de salmuera en las salinas de poza .
79. Coprobamex. (2004). NMX-F-084-SCFI-2004. Industria azucarera – Azúcar estándar. Disponible: <http://www.coprobamex.com/public/normas/azucar-estandar.pdf>. [Accesado el día 18 de 04 del 2016].
80. Frutaseladio. (2016). . Disponible en: <http://www.frutaseladio.com/index.php?page=es%2Fpdf%2F130>. [Accesado el día el 18 de 04 del 2016].
81. Sagarpa. (2007). NMX-FF-108-SCFI-2007. Obtenido de Productos Alimenticios-Chile chipotle o Chipotle (*Capsicum annum*)-Especificaciones y métodos de prueba. Disponible en : http://20062012.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Lists/Instrumentos%20Tcnicos%20Normalizacin%20y%20Marcas%20Colecti/Attachments/81/NMX_CHILE_CHIPO TLE.pdf. [Accesado el día el 18 de 04 del 2016].
82. Venelogia. (2016). Propiedades y Funciones del Cebollín. Disponible en: <http://www.venelogia.com/archivos/6438/>. [Accesado el día 18 de 04 del 2016].
83. Galimberti, J. (2001). Oxford Spanish Dictionary. E.U.: Oxford.
84. Alimentos. (2016). Pimienta negra. Disponible en: <http://alimentos.org.es/pimienta-negra>. [Accesado el día 18 de 04 del 2016]:
85. Ulrich, G., (1975). Especies y Condimentos. Zaragoza, España. Acribia.
86. Sano, C., (2009). History of Glutamate Production. The American Journal of Clinical Nutrition.
87. Codex Alimentarius. (1989). Class names and the international numbering system for food additives. Available in : http://www.codexalimentarius.org/input/download/standards/13341/CXG_036e.pdf&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ei=fC4HVJXiLcKXgwSYxIHgDA&ved=0CBcQFjAA&usg=AFQjCNHR_q8C4l6DKB5s1AX8uPut4y9LkQ. [Access in 18 of April del 2016].
88. Cheftel J. C, Cheftel H. (1992). Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Volumen I. Editorial Acribia. España.

89. Belitz, H., Grosch W, (2012). *Química de los Alimentos*. España, Zaragoza: Acribia.
90. Normas, N. M. (1979). NMX-F-337-S-1979. Obtenido de Aditivos Alimentarios. Conservadores. Benzoato de Sodio . Disponible en: www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-337-S-1979.PDF. [Accesado el día 18 de 04 del 2016].
91. Franck, A., (2002). Technological functionality of Inulin and Oligofructose. New York: *British J. Nutr.* pp. 87, 287-291.
92. Lasenor . (2012). Food Emulsifiers. Disponible en : <http://www.lasenor.com/es/productos-y-mercados/productos-lasenor/esteres>. Accesado el día el 18 de 04 del 2016].
93. Dolz, M. Hernández, M. et al. (2006). Oscillatory measurements for salad dressings stabilized with modified starch, xanthan gum and locust vean gum. *Journal of Applied Polymer Science*. pp. 102, 897-903.
94. Guía de las vitaminas. (2016). Usos y beneficios de la goma xantana. Disponible en: <http://laguiadelasvitaminas.com/usos-y-beneficios-de-la-goma-guar/#sthash.QiJDysKt.dpuf>. [Accesado el día 18 de 04 del 2016].
95. Sancho, J. Bota, E et al. (2002). *Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos*. México: Alfaomega Grupo editor, S.A de C.V. pp. 43-100.
96. Watts, B., (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Canada: Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo.
97. Anzaldúa, A., (1994). *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la teoría y practica*. Chihuahua, México: Acribia S.A. pp. 198.
98. Larmond, E., (1977). Physical requirements for sensory testng. *Food Technology*. pp. 27,28 .
99. Ackerman, D., (1990). *A natural history of senses*. New York, U.S.A.: Random House.
100. Hernández, M., (2005). *Evaluación Sensorial de Productos Agroalimentarios*. México , D.F. Universidad Nacional de Chapingo.