



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“QUESO TIPO MANCHEGO CON FRESA CON ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE
Y ENRIQUECIDO CON VITAMINA D DIRIGIDO AL PÚBLICO INFANTIL.”**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de:

Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial

Presenta:

Eyiceth Valentina Bejarano Rincón

Dirigido por:

Dra. Margarita Contreras Padilla

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Septiembre, 2021



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

“Queso Tipo Manchego con fresa con actividad antioxidante y enriquecido con vitamina D dirigido al público infantil.”

Opción de titulación
Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Título de
Ingeniera Agroindustrial

Presenta:

Eyiceth Valentina Bejarano Rincón.

Dirigido por:

Dra. Margarita Contreras Padilla

Dra. Margarita Contreras Padilla
Presidente

Firma

Dra. Ana Angélica Feregrino Pérez.
Secretario

Firma

Dra. Juan Fernando García Trejo
Vocal

Firma

Dra. Rosario Guzmán Cruz
Suplente

Firma

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Septiembre, 2021

RESUMEN

En México uno de los quesos más consumidos y nutritivos es el queso tipo Manchego, considerando esta situación, se realizaron pruebas de adición de fresa para generar un producto innovador para el mercado infantil que aportará contenido de calcio, principalmente por el queso y antioxidantes por parte de la fresa. Para la selección de la fresa y la cantidad a agregar se realizaron experimentos previos con otros ingredientes y se hicieron formulaciones de la cuajada con mermelada de fresa, el mejor fue el que contenía el 22%. Sin embargo, no se conservaba el color de la fresa, por lo que se realizaron varios métodos de conservación como lo fueron: el escaldado con deshidratación de fresas y fresas con conservadores, un recubrimiento a base de alginato, la cristalización de fresa y la combinación de ambos. El experimento con la fresa cristalizada obtuvo mejores resultados, por lo que se probaron diferentes técnicas de cristalizado. En los experimentos se midieron los parámetros fisicoquímicos de la leche y el queso junto con la dureza del queso y la actividad antioxidante del producto final para conocer la calidad nutrimental del producto. Además, se realizó un análisis sensorial con un grupo de niños para determinar la aceptación del producto en este sector del mercado. Los resultados indican que se obtuvo un producto funcional que presenta actividad antioxidante por la adición de la fresa, que cumple con las características nutrimentales y de dureza esperadas en un queso manchego que tiene otros ingredientes añadidos. Además, el producto tuvo una alta aceptación en las pruebas sensoriales realizadas. Adicionalmente el costo de elaboración del queso indica que puede competir con productos similares que existen en el mercado.

Palabras clave: Queso tipo Manchego, fresa, actividad antioxidante

ABSTRACT

In México one of the most consumed and nutritious cheeses is the Manchego-type cheese; considering the previous, strawberry addition tests were carried out to create an innovative product for the children's market that will provide calcium content, mainly from the cheese and antioxidants from the strawberry. For selecting of the strawberry and the amount to be added, previous experiments were carried out with other ingredients and formulations of the curd with strawberry jam were made. The best treatment was the one containing 22%. However, the color of the strawberry was not preserved, so several preservation methods were used, such as blanching with strawberry dehydration, strawberries with preservatives, and alginate-based coating, strawberry crystallization, and the combination of both. The experiment with crystallized strawberries obtained better results, so different crystallization techniques were tested. In the experiments, the physicochemical parameters of the milk and cheese were measured along with the hardness of the cheese and the antioxidant activity of the final product to determine the nutritional quality of the product. In addition, a sensory analysis was performed with a group of children to determine the acceptance of the product in this market sector. The results indicate that a functional product was obtained that presents antioxidant activity due to the addition of strawberries, that complies with the nutritional and hardness characteristics expected in a Manchego-type cheese that has other added ingredients. Also, the product had a high acceptance in the sensory tests carried out. Besides, the cost of making the cheese indicates that it can compete with similar products on the market.

Keywords: Manchego type cheese, strawberry, antioxidant activity

AGRADECIMIENTOS

A mi hermana Alejandra y a mi novio Luis por su apoyo, consejos, por estar conmigo en los momentos más difíciles e impulsarme siempre a seguir adelante y creer en mí. Gracias por ser mi soporte y mi más fuerte red de apoyo.

A Robertita por sus consejos y por estar siempre dispuesta a ayudarme.

A la Dra. Margarita Contreras Padilla por apoyarme desde el principio con este proyecto y por confiar en que lo podía lograr. Por estar siempre dispuesta a ayudarme y por creer en mí. Muchas gracias es una gran líder y maestra.

Al Ingeniero Esaú por el apoyo en el Laboratorio de Lácteos, tiempo y enseñanza, y la amistad que me ofreció.

A la Dra. Angélica Feregrino, por ser una gran maestra en la carrera, por el tiempo y el apoyo en este proyecto.

A la Dra. Rosario Guzmán por aceptar ser mis sinodal, tomarse el tiempo para guiarme en la escritura de la Tesis y por haber sido una gran maestra en la carrera y apoyarme.

Al Dr. Fernando García Trejo por haber estado siempre apoyándome desde el inicio de la carrera muchas gracias por su humanidad y por haber aceptado ser mi sinodal

A la Dra. Rosalía Ocampo por haberme apoyado durante la carrera y haberme dado seguimiento. Gracias por tomar de su tiempo para escucharme.

A Robin Reyes Ortega, Katya Estrada, Jann Alonso por su disposición para ayudarme. Muchas Gracias.

INDICE

RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
INDICE.....	VI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	4
2.1 GENERALIDADES DE LA LECHE DE VACA Y PRODUCTOS LÁCTEOS.....	4
2.1.1 DEFINICIÓN LECHE.....	4
2.1.2 COMPOSICIÓN DE LA LECHE.....	4
2.1.2.1 SÓLIDOS GRASOS.....	6
2.1.2.2 PROTEÍNA.....	6
2.1.2.3 CARBOHIDRATOS.....	7
2.1.2.4 MINERALES.....	7
2.1.2.5 VITAMINAS.....	11
2.1.3 PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS.....	14
2.2 PRODUCTOS LÁCTEOS Y DERIVADOS.....	14
2.2.1 QUESO.....	15
2.2.1.1 DEFINICIÓN DE QUESO.....	15
2.2.1.2 HISTORIA Y ORIGEN DEL QUESO.....	16
2.2.1.3 INFORMACIÓN ECONÓMICA DE LECHE Y QUESO.....	18
2.2.1.4 IMPORTANCIA NUTRICIONAL DEL QUESO.....	19
2.2.1.5 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO.....	20
2.2.1.6 TIPOS DE QUESOS.....	24
2.2.1.7 QUESO TIPO MANCHEGO.....	25
2.2.1.8 QUESOS SABORIZADOS.....	27
2.3 FRESA.....	28
2.3.1 ANTIOXIDANTES DE LA FRESA.....	29
2.3.1.1 VITAMINA C.....	30
2.3.1.2 VITAMINA E.....	31

2.3.1.3	SELENIO.....	31
2.3.1.4	COBRE.....	32
2.4	TENDENCIAS DE LOS ALIMENTOS.....	32
2.5	SITUACIÓN PROBLEMÁTICA EN EL PAÍS.....	33
	JUSTIFICACIÓN.....	35
III.	HIPOTESIS Y OBJETIVOS.....	36
3.1	HIPÓTESIS.....	36
3.2	OBJETIVOS.....	36
3.2.1	OBJETIVO GENERAL.....	36
3.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	36
IV.	METODOLOGÍA.....	38
4.1	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	38
4.2	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA LECHE.....	38
4.2.1	LACTOSCAN.....	38
4.2.2	ACIDEZ.....	38
4.3	SELECCIÓN DE INGREDIENTE PARA ADICIONAR AL QUESO TIPO MANCHEGO (PRUEBAS PRELIMINARES).....	39
4.3.1	MERMELADAS.....	39
4.3.2	ESCALDADO EN HORTALIZAS.....	42
4.4	QUESO TIPO MANCHEGO CON LA FRUTA U HORTALIZA.....	43
4.4.1	COMPUESTOS E INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA PREPARACIÓN DEL QUESO.....	43
4.4.2	EQUIPOS Y MATERIALES:.....	43
4.4.3	ELABORACIÓN DEL QUESO CON MERMELADA.....	44
4.5	ELABORACIÓN DEL QUESO TIPO MANCHEGO CON FRESA.....	46
4.5.1	PREPARACIÓN DEL CONCENTRADO DE FRESA.....	47
4.6	FORMULACIONES PARA DETERMINAR LA PROPORCIÓN DE QUESO Y MERMELADA.....	48
4.7	DIVERSOS TRATAMIENTOS APLICADOS EN LA FRESA.....	49
4.7.1	FORMULACIONES DE GRUPO CONTROL CON MERMELADA Y FRESA ESCALDADA.....	49

4.7.2	TRATAMIENTO CON FRESA ESCALDADA DESHIDRATADA.....	50
4.7.3	FRESAS DE ALTA HUMEDAD ESTABLES A TEMPERATURA AMBIENTE.....	53
4.7.4	RECUBRIMIENTO A BASE DE ALGINATO PARA FRESA ESCALDADA Y FRESA CRISTALIZADA.....	53
4.7.5	FORMULACIONES PARA LA CRISTALIZACIÓN DE FRESA.....	54
4.8	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.....	56
4.8.1	MEDICIÓN DE GRADOS BRIX EN MERMELADA Y JARABE.....	56
4.8.2	MEDICIÓN DE GRASA.....	57
4.8.3	ANÁLISIS DE HUMEDAD.....	58
4.8.4	MEDICIÓN DE PH.....	60
4.8.5	ANÁLISIS DE PROTEÍNA.....	60
4.8.6	DETERMINACIÓN DE CENIZA.....	62
4.8.7	DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS.....	62
4.8.8	DETERMINACIÓN DE DUREZA.....	63
4.8.9	DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....	64
4.8.10	DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS.....	66
4.8.11	MEDICIÓN DE COLOR.....	66
4.9	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	66
4.9.1	MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS MESÓFILAS AEROBIAS. 67	
4.9.2	MÉTODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS.....	67
4.9.3	MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES. 68	
4.9.4	MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE ESCHERICHIA COLI.....	69
4.9.5	MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE <i>STAPHYLOCOCCUS</i> <i>AUREUS</i> . 70	
4.9.6	DETERMINACIÓN DE <i>SALMONELLA</i> SPP.....	71
4.10	ANÁLISIS SENSORIAL.....	72
4.11	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	72
4.12	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	72
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	73

5.1	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA LECHE.....	73
5.2	SELECCIÓN DE LA FRUTA Y HORTALIZA.....	73
5.3	MEDICIÓN DE GRADOS BRUX Y HUMEDAD EN MERMELADA.....	76
5.4	FORMULACIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL QUESO TIPO MANCHEGO CON FRESA.....	77
5.5	DIVERSOS TRATAMIENTOS APLICADOS EN LA FRESA.....	78
5.5.1	FORMULACIONES DE GRUPO CONTROL CON MERMELADA Y FRESA ESCALDADA.....	78
5.5.2	QUESO CON FRESA ESCALDADA DESHIDRATADA.....	80
5.5.3	FRESAS DE ALTA HUMEDAD ESTABLES A TEMPERATURA AMBIENTE.....	81
5.5.4	RECUBRIMIENTO A BASE DE ALGINATO PARA FRESA.....	82
5.5.5	FORMULACIONES PARA LA CRISTALIZACIÓN DE FRESA.....	84
5.6	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE QUESO.....	85
5.6.1	ANÁLISIS DE GRASA.....	85
5.6.2	ANÁLISIS DE HUMEDAD.....	88
5.6.3	MEDICIÓN DE PH.....	91
5.6.4	ANÁLISIS DE PROTEÍNA.....	94
5.6.5	DETERMINACIÓN DE CENIZA.....	96
5.6.6	DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS.....	96
5.6.7	MEDICIÓN DE DUREZA DEL QUESO.....	96
5.6.8	DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....	100
5.6.9	DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS.....	102
5.6.10	MEDICIÓN DE COLOR.....	103
5.7	RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS.....	105
5.8	RESULTADOS SENSORIALES.....	106
VI.	CONCLUSIONES.....	109
VII.	REFERENCIAS.....	110
VIII.	ANEXOS.....	126
8.6	ENCUESTA DATOS PERSONALES.....	126
8.7	TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL.....	127

Dirección General de Bibliotecas UAQ

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición de la leche en diferentes especies vacunas.....	5
Tabla 2 Recomendación diaria de productos lácteos en mililitros y gramos.....	20
Tabla 3 Composición proximal (%) y nutritivo (kcal/100g) de distintos quesos...27	
Tabla 4 Composición en vitaminas y minerales de la fresa.	29
Tabla 5 Cantidades de mermelada adicionada en las pruebas preliminares.....	46
Tabla 6 Ingredientes de la mermelada por 1 Kg de fruta.....	48
Tabla 7 Experimento 1.....	49
Tabla 8 Formulaciones del grupo control con mermelada y fresa escaldada.	50
Tabla 9 Análisis fisicoquímicos de la leche.	73
Tabla 10 Análisis de grasa en porcentajes.....	86
Tabla 11 Medición de humedad.....	91
Tabla 12 Medición de pH del experimento 1.	92
Tabla 13 Medición de pH del experimento 5.....	93
Tabla 14 Análisis de proteína.....	94
Tabla 15 Medición de dureza.....	97
Tabla 16 Resultados estadísticos de la medición de dureza del queso.....	97
Tabla 17 Medición de dureza de experimentos finales.....	99
Tabla 18 Medición de color en las muestras de queso.....	103
Tabla 19 Elaboración de 2250 g de queso tipo manchego.....	107
Tabla 20 Elaboración de 2300 g de fresa cristalizada.....	107

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mermeladas de frutas. a) Piña. b) Calabaza. c) Naranja. d) Chabacano. e) Fresa. f) Zanahoria.	42
Figura 2 Mezclado de la mermelada, sal y el queso.....	45
Figura 3 Procedimiento de limpieza, desinfección y escaldado de fresa.	51
Figura 4 Deshidratación de fresa	52
Figura 5 Refractómetro marca ATAGO DR-A1	57
Figura 6 Calentamiento de la muestra en butirómetros junto con los reactivos ..	58
Figura 7 Balanza digital Sartorius LP626	59
Figura 8 Medición de pH en el queso.....	60
Figura 9 Muestras en biodigestor y sistema de destilación para Kjeldahl Gunning.	61
Figura 10 Muestra en el texturómetro.	64
Figura 11 Quesos con frutas. a) Durazno b) Kiwi.....	74
Figura 12 Queso con pimiento y epazote.....	75
Figura 13 Quesos con fresa del experimento preliminar a) 100 gramos de mermelada. b) 150 gramos.	76
Figura 14 Quesos con diferentes porcentajes de mermeladas.....	77
Figura 15 Grupo control con mermelada y fresa escaldada.	79
Figura 16 Proceso de escaldado. a) Fresas escaldándose. b) Fresas con la prueba de guayacol.	80

Figura 17 a) Fresa escaldada deshidrata b) Queso al primer día de elaborado. c) Queso a los ocho días de elaboración.	81
Figura 18 Fresa sumergida en conservadores a los 6 días.....	82
Figura 19 Fresa escaldada encapsulada	83
Figura 20 Fresa cristalizada encapsulada	83
Figura 21 Fresa cristalizada	84
Figura 22 Contenido de grasa en el experimento 1 y 2.	86
Figura 23 Contenido de humedad en el experimento 1 y 2.	89
Figura 24 Resultados de la evaluación sensorial	106

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente se encuentran en tendencia los productos alimenticios naturales sin conservadores, en los que se experimenten nuevas sensaciones, que impacten en campos como la nutrición de la población, alimentos funcionales que además de nutrirnos permiten evitar enfermedades a largo plazo (Urquiza & Méndez, 2014; Balderas, 2013; Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología [COMECYT] & Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia [FUMEC, 2009]). Estos productos nacen de la necesidad de cubrir una nutrición deficiente en una sociedad que cada vez tiene menos tiempo para preparar sus alimentos (COMECYT & FUMEC, 2009).

En México, se tienen grandes retos que enfrentar con respecto a la malnutrición, la cual es un problema que afecta a los niños, niñas y adolescentes (Centro de Estudios para el Logro de la Igualdad de Género [CELIG], 2018; Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2018; Shamah, Amaya & Cuevas, 2015). Por un lado se tiene el problema del sobrepeso y la obesidad en el que México es actualmente el primer país a nivel mundial en obesidad infantil y el segundo en obesidad en adultos después de Estados Unidos (UNICEF, 2018; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE], 2017). Esta condición favorecen el desarrollo de problemas del corazón, circulatorios, diabetes, entre otros los cuales afectan la esperanza y calidad de vida (Instituto Nacional De Salud Pública [INSP], 2018; UNICEF, 2018).

Por otro lado se tiene la desnutrición durante la infancia la cual tiene impactos negativos por el resto de la vida como las tallas bajas y el desarrollo deficiente del sistema inmunológico (UNICEF, 2018; Shamah, et al., 2015). Según la UNICEF en México uno de cada 8 niños menores de 5 años padece desnutrición crónica, lo cual representa un 12%, la desnutrición se presenta mayoritariamente en el sur del país y en las comunidades rurales, las más afectadas son las comunidades indígenas (UNICEF, 2018; Shamah, et al., 2015).

Se ha encontrado deficiencia nutrimental en niños y adolescentes mexicanos en cuanto al consumo de hierro, ácido fólico, calcio, folatos, zinc y vitaminas A y D, esto debido a que en los hábitos alimenticios el consumo de frutas, verduras y pescado es bajo, y consumen mayormente alimentos de alta densidad energética y poco nutritivos (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición [ENSANUT], 2012; Rivera, 2012; Ortíz & Ramos, 2008).

Estas deficiencias se hallan por falta de minerales como el calcio y la vitamina D, los cuales se han correlacionado con el crecimiento y fortalecimiento de los huesos, y también pueden ser causadas por la baja ingesta de productos lácteos debido a que para gran parte de la población no tienen recursos económicos para ello (CELIQ, 2018; (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018; Hervás et al., 2018). Lo cual genera deficiencia de estos nutrientes en edades tempranas, cuando el cuerpo requiere estos compuestos mayormente y los asimila de una mejor manera, contribuyan a la disminución del crecimiento de los niños (Brun, Brance, Lupo & Rigalli, 2012). Posteriormente, la falta de absorción de estos, puede causar en etapas de la adultez la descalcificación de los huesos reflejada en enfermedades que actualmente son un problema para México como la osteoporosis; la cual es sufrida tanto por hombres como por mujeres (Flores, Macías & Rivera, 2012; Ortíz & Ramos, 2008)

El queso es uno de los principales lácteos que se consumen en todo el mundo y en México (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP] & Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER], 2018). Se considera un alimento muy nutritivo al ser prácticamente una concentración de los nutrientes de la leche, debida a la alta perdida de agua que sufre durante su procesamiento, tiene una alta concentración de los nutrientes como calcio, proteínas, vitaminas, carbohidratos, los cuales son requeridos en la dieta diaria (Bonet et al., 2014).

El objetivo en este proyecto es el desarrollo de un queso, enfocado en el desarrollo de un producto innovador y de acuerdo a las tendencias marcadas en la

producción de lácteos con adición de ingredientes funcionales, que presente actividad antioxidante por la fruta añadida y vitamina D adicionada, además que sea atractivo (agradable organolépticamente) para la población infantil, etapa donde es de mayor importancia el consumo de nutrientes (Leite et al., 2016; Santillán, Méndez & Vélez, 2014; Chordi, 2013).

Dirección General de Bibliotecas UAQ

II. ANTECEDENTES

2.1 Generalidades de la Leche de vaca y productos lácteos.

2.1.1 Definición leche.

La FAO y la Norma Oficial Mexicana NOM-184-SSA1-2002 definen a la leche como el producto destinado para consumo humano o elaboración ulterior, proveniente de la secreción natural de las glándulas mamarias de animales lecheros (FAO, 2017b). Además, en la norma NOM-155-SCFI-2012 se especifica que la leche para consumo humano debe ser sometida a procesos térmicos u otros procesos que garanticen la inocuidad del producto (NOM-155-SCFI-2012, 2012).

Así que, químicamente, la leche se puede describir como un sistema en donde la grasa se encuentra emulsionada en forma de pequeños glóbulos, las proteínas están dispersas formando un coloide en forma de micelas y la lactosa que es el carbohidrato mayoritario y principal se encuentra disuelto (Santillán, et al., 2014).

2.1.2 Composición de la leche.

La leche contribuye significativamente a los requerimientos de vitamina A y B1 (tiamina) y en cuanto al aporte energético las mayores fuentes de energía son la lactosa, proteína y grasa, que son en promedio 134 kcal de energía/per cápita por día, 8 g de proteína/per cápita por día, y 7.3 g de grasa/per cápita por día a nivel mundial (Muehlhoff, Bennett, MacMahon & FAO, 2013) Los sólidos totales son todos los componentes, a excepción del agua, la cual constituye el 88% de la leche, como grasa, lactosa, proteínas y minerales (Montero, Tabera & Stefañuk, 2018). Estos sólidos alcanzan, generalmente, de un 12 a 13%, de los cuales las proteínas son del 3-4%, la lactosa constituye un 5%, las grasas son alrededor del 3 al 4% (Montero, et al., 2018; García, Montiel & Borderas, 2014). En la tabla 1 se muestra la composición general de la leche de diferentes especies vacunas.

Tabla 1 Composición de la leche en diferentes especies vacunas

	Holstein Alemana	Jersey	Parda suiza
Agua	87.0	85.4	87.1
Grasa	4.2	5.3	3.9
Proteína	3.4	3.9	3.5
Lactosa	1.7	1.7	4.6
Cenizas	0.75	0.75	0.75

Fuente: (García, Chambillo & Rivas, 2014b)

La cantidad de los sólidos totales está relacionada con el rendimiento de la leche al ser procesada para la obtención de queso u otros productos, es decir a mayor contenido de sólidos totales mayor rendimiento en los productos (García, et al., 2014b; Ramírez & Vélez, 2012). Esta composición varía según la especie del animal, raza, edad, estado de lactancia, número de pariciones, entorno físico, estación del año y demás factores que puedan influir (Laureano, 2017; García, et al., 2014b).

Se han identificado más de 100 diferentes componentes en la leche que resultan relevantes para la nutrición humana entre ellos la caseína, los aminoácidos esenciales y también se ha caracterizado los minerales y vitaminas como fuentes de calcio (Arias, 2018). En los minerales que contiene la leche se tienen calcio, fósforo, magnesio, selenio, fósforo y en las vitaminas riboflavina (vitamina B12), ácido pantoténico (B5), las vitaminas liposolubles (A, D, E, K), el grupo de las vitaminas B (complejo B), el ácido fólico (vitamina B9), la vitamina C, los cuales son esenciales para la formación de los huesos (Muehlhoff, et al., 2013). Estos nutrientes son importantes pues se ha encontrado que la baja ingesta de minerales y vitaminas está relacionada directamente con el desarrollo de la osteoporosis en humanos (Hervás et al., 2018; Martín, J. A, Consuegra, Martín, M.T, 2015). La ingesta diaria recomendada de leche es de 2-3 tazas tanto para niños como para adultos, esta

cantidad cubre la mayor parte de las necesidades de calcio (110 mg/100 ml) (Fernández et al., 2015).

2.1.2.1 Sólidos Grasos.

La grasa está compuesta por diferentes lípidos que se presentan en pequeños glóbulos microscópicos en una fase de emulsión, el diámetro de estos es de 0.1-0.22 micrones, en su interior hay triglicéridos los cuales constituyen la mayor composición y se encuentran rodeados de una capa de otros lípidos llamados fosfolípidos (evitan que la grasa se junte y pueda separarse de la parte acuosa), lipoproteínas, glicoproteínas y enzimas (García, et al., 2014b; Agudelo Gómez & Mejía Bedoya, 2005). Esta membrana también es rica en calcio, fósforo, manganeso, magnesio, fósforo, zinc y aporta notables cantidades de vitaminas (Cegido, 2016). El tamaño de los glóbulos es importante en la manufactura de quesos pues confiere textura y firmeza al igual que el contenido de humedad de ellos mismos (Avendaño, Haack, Newman, Puerta & Rosales, 2013).

Los lípidos son importantes pues confieren valor nutricional, aporte energético y las propiedades organolépticas características de la leche y derivados (crema, quesos, mantequilla) (García, et al., 2014b). El 98% de estos lípidos son triglicéridos o triacilgliceroles, del 0.5 al 1% son fosfolípidos y el 0.2-0.5% son esteroides. Los triglicéridos son ésteres formados por un alcohol como el glicerol (o glicerina) y distintos ácidos grasos (Avendaño, et al., 2013).

2.1.2.2 Proteína.

La leche de vaca tiene un porcentaje de proteínas del 3 al 4% entre los que se distinguen tres diferentes tipos: 1) las caseínas, las cuales dan el color blanco en la leche, 2) las proteínas del lacto-suero como las albúminas que son el 5% y globulinas 12% y 3) las proteínas de la membrana del glóbulo graso menormente

nombradas pues ocupan solo el 2% del total (García, et al., 2014a; McSweeney & Fox, 2013). Las caseínas son el 78% están unidas principalmente por fosfato de calcio en una estructura sólida en forma de complejos esféricos conformando una micela, se precipitan a pH bajo favoreciendo que haya coagulación en la leche para el proceso del queso (García, et al., 2014a; Farrell et al., 2004). Por otro lado las proteínas del suero lácteo constituyen el 20% en vez de fósforo tienen sulfuro y permanecen en un pH de 4.6 (McSweeney & Fox, 2013).

2.1.2.3 Carbohidratos.

El azúcar principal es la lactosa, la cual confiere su sabor dulce característico en la leche, es muy importante porque puede convertirse en ácido láctico por medio de los microorganismos tiene un papel fundamental en la coagulación, pues permite generar las condiciones para la precipitación de la caseína, y maduración de los quesos, pues los compuestos derivados del ácido láctico están relacionados con el sabor y aroma característicos de los queso (García, et al., 2014b).

2.1.2.4 Minerales.

La forma química en la cual los macrominerales y los elementos trazas se encuentran en la leche o en otros alimentos y suplementos es importante pues esta influencia en la absorción, utilización intestinal, transporte, asimilación celular y conversión en formas biológicamente activas, y por lo tanto biodisponibilidad. (Insel, Ross, McMahon & Bernstein, 2017). La leche contiene elementos traza como molibdeno, zinc, cobalto, cobre, manganeso, los cuales en la industria quesera estimulan el desarrollo de las bacterias ácido lácticas (Avendaño, et al., 2013).

- **Calcio:** De los 20 minerales esenciales este es el más asociado con la salud de los huesos y es que constituye el 99% del sistema óseo (

Fundación Española de Nutrición [FEN] & Fundación Iberoamericana de Nutrición [FINUT], 2016). El calcio es muy importante para el crecimiento normal y desarrollo del sistema óseo así también necesario para el mantenimiento de este durante y después de que la vida ya está establecida (Hervás et al., 2018; Martín, et al., 2015). Las investigaciones han reportado efectos positivos del calcio en la estructura de los huesos, el contenido mineral y densidad en niños, adolescentes, adultos y personas mayores (Castro, 2019; Muehlhoff, et al., 2013). En un vaso de 200 ml de leche contiene un 22% aproximadamente (224 mg) del actual consumo recomendado diario R.D.A el cual es de 900 mg en México (Medhammar et al., 2012; NOM-247-SSA1, 2008). Un número de individuales componentes en la leche , como la lactosa, lactulosa, fosfatos de caseína, y vitamina D están relacionados con la absorción del calcio (Díaz-Rizo et al., 2018). La deficiencia de este nutriente no afecta los mecanismos celulares, el cuerpo se encarga siempre de tener este nutriente para las funciones biológicas aunque esto cueste la pérdida del calcio en los huesos (Castro, 2019; Quesada & Sosa, 2011).

- **Fosforo:** La actual recomendación de fosforo (P), ingesta diaria recomendada es de 664 mg (NOM-247-SSA1, 2008). La leche contiene significativos niveles de fosforo (200 ml pueden darte el 25% de la actual recomendación RDA, 184 mg aprox) (FEN & FINUT, 2016; Varela Moreiras, 2018), como ya se había mencionado anteriormente este mineral se encuentra en la membrana de los glóbulos grasos también (Cegido, 2016). El fósforo es uno de los principales nutrientes relacionados con la formación del hueso, puesto que constituye el 80% de la formación del hueso (Muehlhoff, et al., 2013), a su vez ayuda también a mantener los niveles adecuados de calcio, una baja ingesta de este nutriente podría ocasionar osteoporosis por lo que se ha

sugerido como un factor nutricional importante para evitar esta enfermedad o también para ayudar en el tratamiento de esta (Díaz-Rizo et al., 2018; Quesada & Sosa, 2011).

- **Magnesio:** La cantidad de magnesio en un vaso de leche de 200 ml tiene el 9% (23.2 mg) de la ingesta recomendada diaria de 250 mg (FEN & FINUT, 2016; NOM-247-SSA1, 2008), este mineral también se halla en la membrana de los glóbulos grasos de la leche junto con el fósforo y otros más (Cegido, 2016). Este es uno de los nutrientes también recomendados para la prevención de la osteoporosis y es que en los huesos constituye el 60% está relacionado con la absorción intestinal del calcio también, la deficiencia de magnesio es un factor de riesgo para la osteoporosis en los humanos (Muehlhoff, et al., 2013).
- **Sodio:** Un vaso de 200 ml de leche, contiene 100 mg de sodio contribuye con 5% de la ingesta recomendada recomendada diaria de 2 gramos por la Organización Mundial de la Salud, lo que no representa un riesgo para las enfermedades cardiovasculares y de hipertensión o los accidentes cerebro vasculares causados por el exceso de sodio (FEN & FINUT, 2016; Muehlhoff, et al., 2013; Organización Mundial de la Salud (OMS), 2016). A pesar de que se ha recomendado disminuir la ingesta de sodio para prevenir las enfermedades anteriormente mencionadas se debe de tener en cuenta que el sodio es un nutriente esencial y no excediendo su consumo presenta por otro lado también beneficios para la salud ayuda en la regulación de los fluidos del cuerpo, actúa junto con el potasio para la apropiada distribución del agua en el cuerpo y la presión sanguínea, también es requerida para las transmisiones nerviosas y el funcionamiento de los músculos, ayuda con el control de la acidez del cuerpo y la absorción de algunos nutrientes como la glucosa (Insel, et al., 2017).

- **Potasio:** La leche (200 ml) puede aportar aproximadamente el 9% del valor de ingesta adecuado actual de los cuales son para K (3510 mg / día) (FEN & FINUT, 2016; OMS, 2012). Existe interés en el incremento de consumo de potasio debido a los efectos beneficiosos que tiene sobre los huesos, pues mejora la densidad ósea además reduce la tensión arterial y el riesgo de enfermedades cardiovasculares y ayuda en los efectos negativos causados por un elevado consumo de sodio (OMS, 2012). Por lo contrario la baja ingesta de este mineral está asociado con la hipertensión, enfermedades cardiovasculares y otras (OMS, 2012).
- **Zinc:** Aunque el zinc (Zn) es un oligoelemento y está presente en niveles bajos en comparación con los macro minerales, 200 ml de leche pueden aportar alrededor del 8% de la dosis diaria recomendada (10mg / día) (FEN & FINUT, 2016; Medhammar et al., 2012; NOM-247-SSA1, 2008) . Zn es un elemento esencial desempeña un papel importante sobre el ADN, ARN, el crecimiento y división celular, promueve la salud del sistema inmune, es útil para la cicatrización de las heridas, ayuda a equilibrar las concentración adecuada de vitamina E, está relacionado con la absorción de vitamina A y participa en una amplia gama de actividades metabólicas en los huesos (Henao, García, Villada & Marín, 2012; Medhammar et al., 2012).

2.1.2.5 Vitaminas.

A diferencia de otros nutrientes estos solo se necesitan en cantidades mínimas, para su aporte en las funciones del organismo como el control del crecimiento y desarrollo entre otros, pues la carencia de estos puede generar enfermedades (Vásquez, 2016; FEN & FINUT, 2016). La leche es una fuente importante de vitaminas pues contiene vitaminas liposolubles (A, D, E y K) e hidrosolubles (B1, B2, B6) (Juárez, Fuente Layos & Fontecha, 2015).

Vitaminas Liposolubles.

Son vitaminas que son insolubles en agua pero solubles en grasas, aceites, éter, cloroformo y acetona (Castrillón & Serpa, 2013)

- **Vitamina A:** Una taza de leche de 200 ml provee 8% (46 µg) de los 570 µg de cantidad recomendada diaria de vitamina A (FEN & FINUT, 2016; NOM-247-SSA1, 2008). Si las personas bebieran tres tazas de leche por día obtendrían un tercio de vitamina A. lo cual sería una buena noticia pues la vitamina A no es fácil de obtener. (Insel, et al., 2017). La vitamina A es importante en el crecimiento, desarrollo, inmunidad y la salud ocular, la deficiencia de esta vitamina está relacionada con el riesgo de ceguera nocturna y mortalidad (Salas et al., 2019; Castro, 2019).
- **Vitamina D:** es necesaria porque esta ayuda a la absorción del calcio y el fósforo ambos necesarios para la salud de los huesos (Castro, 2019; Díaz-Rizo et al., 2018; Quesada & Sosa, 2011). En una taza de leche de 200 ml se consume el 16% de Vitamina D de la ingesta diaria recomendada, es decir 2.5 microgramos de 15 microgramos de vitamina D (Salas, et al., 2019; Insel, et al., 2017). Sin embargo, es un nutriente que la gente no está consumiendo lo suficientemente, lo que los pone en riesgo de enfermedades crónicas y de enfermedades

relacionadas con los huesos como la osteoporosis. (Castro, 2019; Díaz-Rizo et al., 2018; Insel, et al., 2017)

- **Vitamina E:** La ingesta diaria recomendada de vitamina E es de 11 mg Equivalentes de tocoferol (NOM-247-SSA1, 2008) en un vaso de leche se consume el 1% de los 11 mg recomendados (FEN & FINUT, 2016; Muehlhoff, et al., 2013). Esta vitamina es importante debido a la actividad antioxidante ayuda a prevenir cáncer, Alzheimer, artritis reumatoide, cataratas, sin embargo el exceso de esta vitamina puede tener un efecto contrario siendo pro oxidante (Salas, et al., 2019; Insel, et al., 2017; Cortés, Chiralt , & Puente, 2005).
- **Vitamina K:** Aunque no está listada en las etiquetas de los envases, la leche es una buena fuente de esta vitamina liposoluble (cada taza de leche (200 mL) tiene 10 microgramos de vitamina K, el cual es el 12.5% de la ingesta recomendada diaria) (Insel, et al., 2017). La vitamina K debe su nombre debido al importante rol que juega en la coagulación de la sangre en alemán Koagulation, también es importante en la formación de los huesos (Salas, et al., 2019; Insel, et al., 2017). Por lo tanto, un bajo consumo de esta vitamina K está involucrada tanto con riesgo de fracturas o pérdida de calcio en los huesos como con el riesgo de morir con un simple corte en la piel debido a la gran pérdida de sangre que tendría al no poder coagularse (Díaz, 2015; Insel, et al., 2017)

Vitaminas Hidrosolubles

Son vitaminas solubles en agua e insolubles en disolventes orgánicos (Castrillón & Serpa, 2013)

- **Vitamina B1 Tiamina:** La ingesta recomendada de esta vitamina es de 800 microgramos, un vaso de leche (200 mL) contiene 0.038 mg siendo el contenido muy poco relacionado con la ingesta requerida no llegando a alcanzar si quiera el 0% neto (Muehlhoff, et al., 2013; NOM-247-SSA1, 2008)
- **Vitamina B2 Rivo flavina:** La ingesta recomendada de esta vitamina es de 840 microgramos y en un vaso de leche se consumen el 19.16% (161 microgramos) de la ingesta diaria recomendada (IDR) recomendada de 840 microgramos (Muehlhoff, et al., 2013; NOM-247-SSA1, 2008)
- **Vitamina B6 Piridoxina:** En una taza de leche de 200 ml se pueden obtener 80 microgramos, lo cual es el 8.6% de la ingesta recomendada diaria (930 microgramos) (FEN & FINUT, 2016; NOM-247-SSA1, 2008)
- **Vitamina B12 Cobalamina:** Es una de las vitaminas destacables de la leche pues en 200 ml de leche se consumen 0.6 microgramos los cuales equivalen a casi una tercera parte (28.57%) de la ingesta recomendada diaria que es de 2.1 microgramos, si se consumieran tres vasos de leche al día se cubriría la ingesta diaria (FEN & FINUT, 2016; NOM-247-SSA1, 2008). Esta vitamina es necesaria para prevenir la anemia, también se relaciona con el ácido fólico para regular el desarrollo de glóbulos rojos en la sangre y favorece la absorción del hierro, la deficiencia de este nutriente causa anemia, desconcentración, fallas de memoria y depresión (Henao, et al., 2012).

2.1.3 Propiedades organolépticas.

La definición física, señala que la leche es un líquido de color blanco opalescente característico relacionada con el contenido de grasa que se encuentra en suspensión y demás componentes, el color varía desde blanco azulado hasta blanco amarillento por ejemplo la leche descremada tiene un ligero tinte azulado y cuando la leche es muy rica en grasa presenta un coloración cremosa debido al caroteno que contiene; por otro lado el color se debe a la refracción que sufren los rayos luminosos que inciden en ella al chocar con los coloidales en suspensión (Santillán, et al., 2014).

La lactosa es el carbohidrato mayoritario y principal y es debido a esta que el sabor de la leche no es ácido ni amargo en cambio tiende a ser ligeramente dulce (Montero, et al., 2018; Santillán, et al., 2014). El olor es característico de los compuestos orgánicos volátiles que contiene como lo son los ácidos, aldehídos, cetonas y trazas de sulfatos (León & Proaño, 2015).

2.2 Productos Lácteos y derivados.

La leche es un alimento básico para la dieta humana y para otras especies de mamíferos en los primeros años de vida, por lo que es muy importante para los niños que no tienen acceso a otros alimentos de origen animal (FEN & FINUT, 2016; Fernández et al., 2015; Muehlhoff, et al., 2013).

El hombre ha usado la leche para elaborar productos derivados de esta como yogurt, queso, mantequilla entre otros, por lo que con la industrialización de esta se puede obtener gran variedad de productos ideales para la nutrición humana (García et al., 2014b). Son, entonces, los productos lácteos muy importantes para la población infantil con baja ingestión de grasas, ocasionada por el acceso limitado a otros alimentos de origen animal, diversificando así esta dieta a base principalmente del consumo de vegetales (Muehlhoff, et al., 2013).

- **Crema:** Es el producto en el que se ha reunido una cantidad determinada de grasa y sólidos no grasos de la leche, ya sea por reposo, centrifugación o reconstitución sometida a pasteurización y cualquier otro tratamiento térmico que asegure su inocuidad (NOM-243-SSA1, 2010)
- **Leche condensada azucarada:** Es el producto que ha sido obtenido mediante la evaporación del agua de la leche a través de presión reducida, a la que se le ha agregado sacarosa y/o dextrosa u otro edulcorante natural, hasta alcanzar una determinada concentración de grasa butírica y sólidos totales (NOM-243-SSA1, 2010).
- **Leche evaporada:** Es el producto obtenido mediante eliminación parcial del agua de la leche, por el calor o por cualquier otro procedimiento que permita obtener un producto con la misma composición y características de la leche sin modificación en la proporción entre la caseína y la proteína de la leche (NOM-243-SSA1, 2010).
- **Mantequilla:** Producto obtenido a partir de la grasa de la leche o de la crema la cual ha sido pasteurizada sometida a maduración, fermentación, batido, pudiendo ser o no adicionada de sal, el contenido de grasa butírica debe ser mínimo del 80% (NOM-243-SSA1, 2010).

2.2.1 Queso.

2.2.1.1 Definición de queso.

El queso es el producto obtenido por coagulación 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 (Ramírez & Vélez, 2012; Eck & Gillis, 2000). Mediante dicho proceso la mayoría de los nutrientes de la leche se conservan incluidas grasas, proteínas y demás constituyentes los

cuales generan un sabor definido en cada queso y una consistencia sólida o semisólida en el producto final (Ramírez & Vélez, 2012).

Desde otro punto de vista químico, el queso es un lácteo o material compuesto por proteínas sólidos grasos y demás minerales y carbohidratos en donde la caseína es la principal estructura formando una red que puede ser dividida por los gránulos que se forman, por los glóbulos de grasa, agua y en algunos quesos madurados burbujas de gas (Hernández & Velásquez, 2007). La caseína forma una red en donde la rigidez de esta depende finalmente de la cantidad de agua que se enlaza a caseína haciendo que el queso y la presencia de grasa y agua libre. Con el incremento de agua se incrementará la plasticidad del producto y los glóbulos grasos se encuentran dispersos en los espacios vacíos de la red (Hernández & Velásquez, 2007).

De acuerdo al Codex Alimentarius de la FAO (2013), el queso es el producto sólido o semisólido, madurado o fresco en el que el valor de la relación suero proteínas/caseína no supera al de la leche, y que es obtenido por coagulación (total o parcial) de la leche por medio de la acción del cuajo o de otros agentes coagulantes adecuados, con un escurrido parcial del lacto-suero (FAO, 2013).

2.2.1.2 Historia y origen del queso.

El queso históricamente puede decirse que tiene su origen desde la domesticación de las vacas pues la leche ha sido parte de la dieta de los humanos desde la prehistoria (Bonet et al., 2014; Instituto Nacional de la Economía Social [INAES], 2002). Existen evidencias arqueológicas de hace 6000 años como jarras utilizadas para el ordeño, indicándose que probablemente la leche fuese usada desde mucho tiempo antes y al igual el queso se hubiese obtenido por accidente, puesto que también se ha encontrado que la leche se conservaba en recipientes de piel, cerámica porosa o madera, pero como era difícil mantenerlos limpios la leche fermentaba con rapidez, y debido a que se transportaba la leche en los estómagos y tripas de animales y por acción de las enzimas coagulantes del estómago, se

convirtiera la leche acidificada en una masa sólida (Bonet, et al., 2014; Camara Nacional de Industriales de la Leche [CANILEC], 2011; INAES, 2002)

Puede afirmarse con certeza que los climas cálidos provocaron que la leche se acidificara siendo el queso uno de los primeros derivados lácteos, aunque no se conoce con certeza el origen del queso se sabe que milenios antes de nuestra era fue consumido en Asia, e influyo demasiado en las culturas puesto que se usaba en ofrendas a Dioses por lo cual posteriormente fue nombrado en escritos importantes como la biblia y escritos de Homero (García, et al., 2014b; INAES, 2002). Fue conocido posteriormente por los antiguos egipcios, griegos y romanos (Gante, 2015). Los romanos lograron grandes avances en cuanto a mejorar el sabor del queso pues al estar ya incluido en su dieta lo condimentaron con tomillo, pimienta, piñones y otros frutos secos. Con el auge del comercio y el aumento de la población urbana, el queso se convirtió en producto importante para la economía, empezó a comercializarse con queso, fuera de las zonas de producción y más allá de las fronteras y cuando se colonizó el Nuevo mundo se llevaron sus tradiciones queseras (Bonet et al., 2014; INAES, 2002).

En el siglo XVI la conquista española dio origen al desarrollo de los derivados lácteos en México, los españoles comenzaron a transportar los hatos de ovejas, cabras y vaca (CANILEC, 2011). Los primeros lácteos en desarrollarse fueron el queso fresco, jocoque, mantequilla y requesón. Posteriormente durante el siglo XVIII y XIX se elaboraron también algunos quesos añejados, nata, crema y dulces de leche, elaborados a partir de leche cruda. Los primeros quesos fueron inspirados en los españoles, paulatinamente sufrieron un proceso de mestizaje el cual se incorporaron procesos como el molido fino (a mano o con metate), el salado en masa, el moldeado en cestos y el prensado con piedras o mecanismos rústicos, también se comenzó a adicionar chiles en la pasta (Gante, 2015).

Actualmente en México existen más de 20 variedades de queso, la mayor parte de ellos son elaborados con leche sin tratamientos principalmente a nivel artesanal como el queso molido, sierra, Oaxaca, etc., y otros como el Chihuahua,

manchego, etc., son elaborados con leche pasteurizada utilizando tecnología (Ramírez & Vélez, 2012). Los principales quesos producidos son los de consumo más difundido en todo el país, de los quesos frescos: Panela, Oaxaca y madurados como: el Cotija, tipo Chihuahua y el tipo manchego (Gante, 2015; Ramírez & Vélez, 2012).

2.2.1.3 Información económica de Leche y Queso.

En 2017, México ocupó el 14° lugar en el ranking mundial produciendo 11,422593 toneladas de leche, dicho volumen representó el 1.8% del total de la producción mundial, esta cifra también represento un crecimiento de una tasa media anual del 1.6% con respecto al 2012 (SIAP, 2018). Del 2012-2017 en México el 75% de la leche que se consumió tuvo su origen en la producción lechera nacional, el 25% restante se importó de 22 naciones (SIAP, 2018). Al cierre de 2018, la producción acumulada de leche de bovino alcanzó 12 mil 008 millones de litros, es decir 2.0% más que en 2017 (SIAP & SADER, 2018). A nivel nacional, en el 2018, la producción de leche de bovino aumentó 240 millones 683 mil litros, en relación con el mismo periodo de 2017, se destacaron los incrementos en Jalisco, Guanajuato, Chihuahua y Chiapas (SIAP & SADER, 2018).

Aunque se ha tenido un crecimiento moderado en la producción de la leche en los últimos 10 años, el consumo diario per cápita en 2015 fue de 370 ml de leche fluida al día por debajo de los 500 ml recomendado por la FAO (Instituto Español del Comercio Exterior [ICEX], 2015; Muehlhoff, et al., 2013). El país, a pesar de ser uno de los mayores productores de leche en el mundo, es uno de los importadores principales de productos lácteos, importando anualmente 2,085 mdd (CANILEC, 2018). En 2018 ocupó el quintó lugar para compra de leche líquida y se mantuvo siendo el primero en importaciones de leche en polvo, estas representaron la tercera parte del total de las importaciones de productos lácteos (SIAP & SADER, 2018).

En el 2017 ocupó el sexto lugar en compra de leche en sus diferentes transformaciones como leche evaporada, líquida, condensada, en polvo, sólidos

lácteos, preparaciones y otros, importando el 3.4% de la producción global (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SAGARPA] & SIAP, 2017). En cuanto a queso, México produce únicamente el 1% de la producción internacional de quesos siendo por otro lado los mayores productores Estados Unidos con 4,595 mil toneladas y la Unión Europea con 6,870 mil toneladas (Cesín, 2014). En el país se tiene un consumo per cápita de 2.1 kg menor al global que es de 2.5 kg por otro lado los países con mayor consumo son Grecia, seguido de Francia, donde un habitante promedio consume 20 kg al año (Cesín, 2014).

En general, el consumo de queso es elevado promovido por la gran variedad de quesos autóctonos y por el uso masivo en los platillos típicos como: quesadillas, sopes, tostadas, enchiladas. Los quesos más consumidos por los mexicanos suelen tener una textura suave, blanda y deben de gratinar un ejemplo de es el queso tipo manchego (ICEX, 2012).

2.2.1.4 Importancia nutricional del queso.

Por estar fabricados obligatoriamente con leche, los quesos forman parte del grupo de alimentos que aporta proteínas, calcio, las vitaminas y las grasas, las cuales participan en la construcción, mantenimiento y reparación de los órganos que integran el cuerpo humano, así como en el crecimiento y desarrollo de todo ser vivo (Ramírez & Vélez, 2012; García, 2006). Considerándose una fuente equilibrada de nutrimentos que cubre la mayor parte de las necesidades en el hombre. Además de que en forma práctica puede sustituir la leche según el estado del queso ya sea madurado, fresco o descremado y de acuerdo a la edad de la persona el consumo de queso cambiara (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA], 2020; Muehlhoff, et al., 2013; INAES, 2002). Véase la Tabla 2.

Tabla 2 Recomendación diaria de productos lácteos en mililitros y gramos.

Edad (años)	Leche (ml)	Queso (g)
2 a 3	500	85
4-8	625	106
9-18	750	127
19-50	750	127

USDA, 2020

Entre los alimentos más ricos en calcio se encuentran en orden de importancia leche, yogur y queso, este último tiene casi las mismas propiedades nutricionales que la leche; con excepción de la lactosa, mientras que los otros componentes se encuentran más concentrados (Ramírez & Vélez, 2012).

Además de brindar un excelente aporte de proteínas de alto valor biológico, el queso se destaca por ser una importante fuente de calcio y fósforo (Ramírez & Vélez, 2012). Sin embargo el queso solo tiene trazas de Vitamina D siendo el contenido en la leche de 2 UI/100 ml, lo cual hace que el calcio de la leche no esté disponible para el ser humano (Urquiza & Méndez, 2014).

2.2.1.5 Proceso de elaboración del queso

Los pasos para la elaboración del queso son generales pudiendo variar de un país a otro o de una región a otra. Los pasos esenciales son los siguientes

1. **Recepción de la leche.** La leche para la elaboración de queso debe ser de buena calidad tanto desde el punto de vista químico como microbiológico. No se debe usar una leche con antibióticos pues inhibe la presencia de las

bacterias lácticas, tampoco calostro ni leche de animales enfermos (Orozco, 2004).

Al recibir la leche se deben tomar muestras de la misma realizar los análisis de pH, acidez, fosfatasa alcalina, prueba de alcohol, densidad y porcentaje de grasa cuyos resultados deben cumplir con los parámetros establecidos para su aceptación, así mismo se deben revisar también las características organolépticas de la leche, color, olor, sabor y no debe presentar grumos (FAO, 2017c; Galván, 2005).

2. **Filtrado y Medición:** La leche se hace pasar por un filtro de tela fina, en ese momento puede ser medida. Este proceso consiste en remover todas las impurezas mayores que pudieron haber tenido acceso a la leche de forma involuntaria (FAO, 2017c).
3. **Pasteurización (63°C/30 min).** Se usa para reducir la cantidad de bacterias y destruir en su totalidad los gérmenes patógenos (Sánchez, 2013). La pasteurización se realiza calentando la leche a 63°C durante 30 minutos, no se aconseja una temperatura mayor pues puede causar una disminución en la aptitud de la leche para coagular con el cuajo (FAO, 2017c; Nolivos, 2011; Orozco, 2004).
4. **Enfriamiento.** La leche se enfría a una temperatura de 40°C, esta temperatura es en la cual actúa el cuajo (Nolivos, 2011). También en caso de que el queso requiera de algún cultivo en este paso se agrega el cultivo primero, se deja madurar la leche (acidificación del medio, se transforma la lactosa en ácido láctico y se prepara el medio para una rápida coagulación por parte del cuajo) según el queso y posteriormente se agrega el cuajo (Sánchez, 2013).

5. **Adición de cloruro de calcio** (0.38ml/ L): Este aditivo se usa para reponer la pérdida de calcio que hay durante la pasteurización y con el objetivo de reducir el tiempo de cuajado para producir una cuajada más firme y compacta (Paniagua, 2008). El aditivo se debe de disolver primero en una pequeña cantidad de agua y posteriormente agregarla a la leche (García ,et al., 2011).
6. **Adición de cuajo:** La coagulación es la fase en la que la leche pasa de ser líquida a sólida y se produce por la acción de enzimas proteolíticas (distintos tipos de cuajo) las cuales rompen los enlaces en la cadena de aminoácidos de la K- caseína, produciendo la separación de la para-K-caseína y el macroglicopeptido soluble, a causa del desequilibrio en las cargas eléctricas que sucede los agregados de para-k-caseína se unen formando el coagulo (Sánchez, 2013). Se agrega el cuajo de acuerdo con la fuerza de cuajo reportada por fabricante (0.16ml/L). Al agregar el cuajo se agita la leche durante un minuto para disolver el cuajo y luego se deja la mezcla en reposo lo cual toma entre 30-40 minutos para coagular totalmente (Nolivos, 2011).
7. **Corte de la cuajada:** En el proceso anterior se forma el coagulo y se permite que este se vuelva lo suficientemente firme para realizar un corte limpio. Muchos productores utilizan métodos empíricos como sumergir un cuchillo y revisar que este salga limpio lo cual les indica que el cuajo está perfecto para hacer el corte, pues un corte prematuro puede causar bajas en el rendimiento (contenido de humedad bajo) y uno posterior al buen desarrollo del gel quesos con secciones heterogéneas (humedad alta) (Sánchez, 2013). El gel se corta en cuadros de 1cm por cada lado aproximadamente realizándose trazos horizontales y verticales con cuchillas o liras, este proceso favorece la liberación del suero (García, et al., 2011).
8. **Trabajo de grano o desuerado.** Una vez cortado el grano este se debe de trabajar o agitar durante 10 minutos, primero se debe de hacer delicadamente

para evitar su ruptura y por con siguiente la disminución del rendimiento, cuando el grano tenga una membrana resistente se puede trabajar más rápido (Sánchez, 2013). Este proceso consiste en la liberación del suero del grano o también llamado sinéresis la cual es favorecida por la agitación (García, et al., 2011).

9. **Reposo:** Al terminar el agitado se deja reposar aproximadamente de 5-10 minutos a 32 °C, en este tiempo los granos de la cuajada se van al fondo y es posible separar el suero del grano (Nolivos, 2011; INAES, 2002).
10. **Agitación y cocinado.** Este proceso consiste en aumentar la temperatura de 32-38 °C durante 20 minutos y realizar una agitación más fuerte para que el grano libere más suero, se acelera el metabolismo de las bacterias y estas a su vez producen más ácido láctico, ayudando a que el grano suelte más suero (Sánchez, 2013).
11. **Desuerado total y Texturizado.** Consiste en separar el suero de la cuajada dejándolo escurrir a través de un colador, se debe separar entre el 70-80% del suero y se presiona la cuajada con las manos quitándose totalmente el suero (García, et al., 2011).
12. **Moldeado/ prensado:** Este paso tiene como finalidad dar forma al queso, y ayudar a los granos a que se aglomeren eliminando el suero sobrante y haciendo una masa más dura. Los moldes pueden ser cilíndricos, cuadrados o alargados, algunos quesos frescos como el queso panela no requieren ser prensados pues con su mismo peso se auto prensan (Ramírez & Vélez, 2012).
13. **Salado:** Algunos quesos son salados en una salmuera (18-28%) en temperaturas que varían de 8-16 °C y tiempos desde 15 minutos hasta 5 días dependiendo del queso, pueden ser salados una vez moldeado o antes. La

función del salado es además de dar sabor, un obstáculo para que las bacterias ácido-lácticas dejen de producir ácido láctico manteniendo el pH a un nivel constante en el producto final, y también actúa como inhibidor ante bacterias ajenas al queso (Sánchez, 2013).

2.2.1.6 Tipos de quesos.

El queso es un producto de amplio consumo en todo el mundo habiéndose recopilado en catálogos más de 2000 variedades con diversos sabores, formas y texturas. La mayoría de quesos que se consumen en México son frescos, es decir al terminar su elaboración ya se pueden consumir obteniéndose un producto con una duración baja o tienen un corto periodo de maduración (Ramírez & Vélez, 2012). Los quesos se clasifican generalmente de acuerdo con las características de sus procesos, la Norma Mexicana NOM-243-SSA1-2010 los clasifica como:

a) Quesos frescos, los cuales tienen un alto contenido de humedad, sabor suave, no tienen corteza, vida de anaquel corta y requieren refrigeración como lo son: Panela, Canasto, Sierra, Ranchero, Fresco, Blanco, Enchilado, Adobado, Oaxaca, Asadero, Mozzarella, Del Morral, Adobera, Cottage, Crema, Doble crema, Petit Suisse, Nuefchatel, Cottage, Crema, Doble crema, Petit Suisse, Nuefchatel, Broccio, Broccotle, Cerrase, Geitmysost, Gyetost, Mejetle, Mysost, Recuit, Requesón, Ricotta, Picotón, Schottenezinger, Zinder (NOM-243-SSA1, 2010).

b) Quesos madurados, en general se caracterizan por que pueden o no tener corteza, sometidos a un proceso de maduración mediante la adición de cultivos controlandose la temperatura, tiempo y humedad con el objetivo de que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos necesarios característicos del queso en cuestión, lo que le permite prolongar la vida de anaquel, requiriendose en estos

quesos o no la refrigeración posterior (FAO, 2013; NOM-243-SSA1, 2010). A su vez se pueden dividir según el porcentaje de humedad en quesos de pasta blanda (aprox 55%), semi dura(44-55%) o dura (20-42%) (Ramírez & Vélez, 2012), esta pérdida de agua va aumentando con el tiempo de maduración y se ve relacionada tanto como con la consistencia como con el contenido de sólidos siendo los quesos semiduros y duros los que tienen más contenido de calcio pues a más consistencia, mayor contenido de minerales, proteínas, grasas, calorías y sodio (Martínez, et al., 2005). Algunos de los quesos madurados de acuerdo a su clasificación son:

- **Madurados prensados de pasta dura:** Añejo, Parmesano, Cotija, Reggianito. Madurados prensados: Manchego, Cheddar, Chester, Chihuahua, Brick, Edam, Gouda, Gruyere, Emmental, Cheshire, Holandés, Amsterdam, Butterkase, Coulomiers, Dambo, Erom, Friese, Fynbo, Havarti, Harzer-Kase, Herrgardsost, Huskallsost, Leidse, Maribo, Norvergia, Provolone, Port Salut, Romadur, Saint Paulin, Samsoe, Svecia, Tilsiter, Bola, Jack.
- **De maduración con mohos:** Azul, Cabrales, Camembert, Roquefort, Danablu, Limburgo, Brie.

2.2.1.7 Queso Tipo Manchego.

El queso Tipo Manchego es uno de los principales consumidos en México con mayor difusión nacional. Sin embargo es importante mencionar que el antenombre Tipo es debido a que el queso Manchego es originalmente de España del lugar de “La Mancha”, y entre otras diferencias se encuentra que la leche usada es de oveja a diferencia de México que es de bovino, además de que el tiempo de maduración es más largo, siendo meses para el Manchego, y las ovejas deben de ser criadas en la

Mancha (ICEX, 2016). En el queso Tipo Manchego elaborado en México el tiempo de maduración es de 7 días como lo indica la norma (NMX-F-462, 1984) .

Es también el producto obtenido de la leche pasteurizada de vaca que ha sido sometida a procesos de coagulación, cortado, desuerado, fermentado, salado, prensado y madurado por un tiempo mínimo de 7 días, controlándose la temperatura y humedad, sin que se hayan agregado en su elaboración grasas o proteínas no provenientes de la leche (NMX-F-462, 1984).

Físicamente es un queso de color amarillo crema, de pasta prensada, de consistencia semidura cremosa, debe gratinar y puede presentar orificios con distribución regular o irregular. Nutricionalmente es uno de los quesos a nivel nacional que muestra un alto contenido en sólidos y grasa en comparación a los principales quesos consumidos en México como: Panela, Chihuahua, Oaxaca, Tenate, Manchego Botanero, Morral (García, 2006). Véase la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 3 Composición proximal (%) y nutritivo (kcal/100g) de distintos quesos

Queso	Humedad	Grasa	Proteína	Cenizas	Lactosa	Valor Nutritivo
Panela	53.2 ±51 ^a	18.8 ±3.3 ^d	18.4 ±2.1 ^c	2.5 ±0.2 ^c	3.4 ±0.8 ^a	255 ±37 ^d
Manchego	41.7 ±3.7 ^{cd}	28.2 ±3.4 ^{ab}	25.8 ±1.7 ^a	3.3 ±0.4 ^{ab}	0.2 ±0.3 ^b	360 ±31 ^{ab}
Tenate	40.2 ±2.9 ^d	31.7 ±3.5 ^a	22.4 ±1.0 ^b	3.9 ±0.5 ^a	0.2 ±0.1 ^b	367 ±29 ^a
Morral	43.8 ±3.2 ^{cd}	29.0 ±0.7 ^{ab}	22.1 ±2.8 ^b	2.9 ±0.2 ^{bc}	0.2 ±0.4 ^b	350 ±13 ^{ab}
Botanero	46.3 ±3.5 ^{bc}	25.9 ±3.0 ^{bc}	22.2 ±1.8 ^b	3.7 ±0.6 ^a	0.1 ±0.1 ^b	323 ±28 ^{bc}
Oaxaca	50.8 ±2.15 ^{ab}	22.4 ±2.5 ^d	21.3 ±1.4 ^b	3.6 ±0.3 ^{ab}	0.1 ±0.2	288 ±22 ^{cd}

Columnas con ninguna letra (subíndice) en común presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) con la prueba post hoc de Tukey. García, 2006

2.2.1.8 Quesos Saborizados.

Actualmente en México se pueden encontrar tendencias a quesos saborizados como los quesos panela con pimientos, jalapeños, chile jalapeño picado, también quesos añejos enchilados, que son recubiertos por una capa roja de chile y especias en polvo, los quesos tipo manchegos que pueden tener chiles o diferentes especias, o desarrolladas las combinaciones en regiones del país como los quesos manchegos botanero los que se les puede agregar epazote, chiles y en algunos casos cilantro y jamón (Pérez, 2011; García, 2006). Sin embargo en mayor parte se ha encontrado que los quesos cremas o también los quesos de cabra tienen una investigación más amplia en cuanto a la saborización de estos, por lo tanto a la venta en supermercados ya se pueden encontrar con una amplia gama de sabores como ahumados, con especias y con frutos (Avendaño, et al., 2013).

2.3 Fresa.

Pertenece a la familia Rosáceas, la fresa (*Fragaria x ananassa*) es muy apreciada por su agradable aroma y efecto estimulante del apetito. Cabe mencionar que México se destaca como el tercer productor mundial de fresa con una producción anual que supera 392 mil toneladas (SIAP, 2017). Siendo uno de los principales exportadores a nivel mundial ocupando el tercer lugar con una participación del 14.38% del valor de las exportaciones mundiales en el año 2017. Estados Unidos es el principal importador de fresa para México las exportaciones mexicanas representaron el 87.79% de las importaciones de Estados Unidos (SAGARPA, 2017).

La fresa es muy popular por su sabor característico por lo que ha sido una fruta utilizada como materia prima en alimentos o bebidas generalmente dulces para jugos, licuados, soufflés, mermeladas, flanes, pasteles, yogures, helados, aguas frescas postres, etc, (SAGARPA, 2017).

Debido a esto ha tenido una gran investigación en cuanto a su composición nutrimental y a la actividad antioxidante que esta tiene. La fresa es rica en flavonoides específicamente en antocianinas que son los compuestos que le dan sus colores característicos como los rojos, purpuras, azules, también es rica en vitamina C, ácidos fenólicos como el ácido elágico (Chordi, 2013).

La composición química de la fresa es de 89.6% de agua, 7% de carbohidratos, 0.7% de proteínas, 0.5% de lípidos y 2.2% de fibra. El contenido de azúcares en la fresa (de la porción comestible) es de 2,6% de glucosa, 2,3% de fructosa y 1,3% de sacarosa (Huillca, 2019; Chordi, 2013). La vitamina mayoritaria es la vitamina C siendo su contenido es más alto que algunos cítricos, de hecho, 100 gramos de fresas cubren la cantidad diaria recomendada de vitamina C que requiere el cuerpo

(60 miligramos) véase **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** También están provistas de vitamina E (0.23 miligramos por 100 g.), la vitamina C y E, son muy importantes por la capacidad antioxidantes que tienen, vitamina A (5 microgramos por 100 g.) y menores cantidades de otras vitaminas como las B1, B2, B3 y B6 (Chordi, 2013).

Entre sus minerales, las fresas aportan fundamentalmente potasio y magnesio, aunque también hierro, fósforo, yodo y calcio además tiene 2.2 gramos de fibra por 100 gramos de producto. La presencia de estos compuestos le ha atribuido características benéficas para el ser humano como por ejemplo ayuda purificar y revitalizar la sangre además de mantener la piel sana, así como a prevenir o tratar la anemia (SIAP, 2017). Véase la tabla 4

Tabla 4 Composición en vitaminas y minerales de la fresa.

B1 (mg)		B2 (mg)		B3 (mg)		B6 (mg)		B9 (µg)		B12 (µg)	
0.02		0.04		0.6		0.06		20		0	
C (mg)		Equivalente Retinol (µg)		Retinol (µg)		Carotenos (µg)		D (µg)		E (mg)	
60		1		0		4		0		0.2	
Ca (mg)	Fe (mg)	I (µg)		Mg (mg)	Zn (mg)	Na (mg)	K (mg)	P (mg)	Se (µg)		
25	0.8	8		12	0.1	2	190	26	Tr		

Fuente: Tomada de (Chordi, 2013).

2.3.1 Antioxidantes de la Fresa.

Los antioxidantes se pueden encontrar en forma de vitaminas, minerales y polifenoles. Como se explicará a continuación en la vitamina C, y E y en los minerales selenio y cobre, en los cuales su capacidad antioxidante está relacionada con la capacidad de atrapar radicales de oxígeno, de nitrógeno y radicales orgánicos (Ramírez, 2014; Franco & Moure, 2010). Estos radicales libres tienen en su estructura química electrones desapareados, siendo estos compuestos muy inestables, altamente reactivos que forman otros radicales libres, dañando las estructuras celulares (Ramírez, 2014; Franco & Moure, 2010).

2.3.1.1 Vitamina C.

Es una de las vitaminas que tiene función antioxidante, se le denomina también ácido ascórbico. Fisiológicamente debido a su alto poder reductor, está involucrada como un cofactor en las enzimas relacionadas con la biosíntesis del colágeno, carnitina y neurotransmisores *in vitro*, también logra reducir compuestos oxidantes en ambientes acuosos (Ramírez, 2014; Chordi, 2013).

La vitamina C es esencial en la dieta de los humanos la ingesta diaria recomendada es de 90 mg/día para los hombres adultos y 75 mg/día para las mujeres adultas. La cantidad necesaria para las personas que fuman es de 125 mg/día aumentándose en una diferencia de 35 mg, puesto que el estrés oxidativo aumenta se necesita mayor cantidad de vitamina C (Insel, et al., 2017; Chordi, 2013).

La deficiencia de esta vitamina produce enfermedades como el escorbuto, gingivitis hemorrágica (inflamación de las encías con sangrado) y en cuanto al su consumo en exceso no se han hallado efectos inmediatos; sin embargo, un consumo prolongado mayor a 2,000 mg puede ocasionar daños en el hígado y estimular los radicales libres, siendo este el efecto contrario al inicial de la vitamina C (Insel, et al., 2017; Chordi, 2013; Franco & Moure, 2010).

2.3.1.2 Vitamina E.

La vitamina E funciona como un antioxidante evita la sucesiva propagación de radicales libres, permite captar lo radicales libres tóxicos que se producen y metabolizarlos, protegiendo las membranas celulares y los ácidos grasos que se encuentran en estas (Ramírez, 2014; Chordi, 2013; Franco & Moure, 2010) .

La dosis diaria recomendada en hombres y mujeres es de 15 mg/día, su deficiencia, aunque no es habitual pues se encuentra en amplia variedad de alimentos, puede causar problemas neurológicos y hemolíticos. Se han encontrado estudios que demuestran la relación en un elevado consumo de vitamina E con la baja incidencia del cáncer de colon, mama y enfermedades cardiovasculares, sin embargo, cantidades en excesivas se asocian con hemorragias, especialmente en personas con deficiencia de vitamina K (Insel, et al., 2017; Chordi, 2013).

2.3.1.3 Selenio.

El selenio protege a los tejidos corporales de la oxidación teniendo también una defensa contra el estrés oxidativo, se ha comprobado que protege frente a infecciones y determinadas patologías (National Institutes of Health [NIH], 2016; Franco & Moure, 2010). Es un mineral que se encuentra altamente biodisponible en los alimentos que lo contienen, la ingesta diaria recomendada para hombres y mujeres es de 70 µg/día, para mujeres embarazadas se incrementa a 85 µg en periodo de lactancia (Salas, et al., 2019; Chordi, 2013).

La deficiencia de selenio es poco común debido a la gran cantidad de alimentos que lo contienen, sin embargo esta deficiencia podría causar problemas de fertilidad en los hombres, problemas del corazón y artritis (NIH, 2016). A su vez se ha relacionado el bajo consumo de este nutriente con un mayor riesgo de distintos tipos de canceres como: colon y recto, próstata, pulmón, vejiga, piel, esófago y

estomago (NIH, 2016). El consumo en exceso de 400 µg para los adultos puede causar irritabilidad, uñas quebradizas, diarrea, decoloración en los dientes, náuseas, erupciones en la piel, caída del cabello y problemas en el sistema nervioso (NIH, 2016).

2.3.1.4 Cobre.

Se halla asociado a otros minerales como el hierro y el zinc, tiene beneficios para la formación de glóbulos rojos, contribuyendo al transporte y almacenamiento de hierro, también interviene en el sistema cardiovascular, esquelético y nervioso. Además está relacionado en la formación de colágeno y melanina, también contiene actividad antioxidante y antiinflamatoria, la ingesta diaria requerida para un adulto es de 2 mg (Chordi, 2013; Lazarchick, 2012).

La deficiencia de cobre es una causa de la anemia, leucopenia, neuropatía, osteoporosis, neutropenia, esta última es producida por un aumento de los radicales libres (Salas, et al., 2019; Bustos et al., 2013; Lazarchick, 2012). El consumo en exceso de 10 mg para adultos puede causar náuseas, dolores epigástricos, vómito y diarrea, los cuales son síntomas que previenen de una intoxicación, problemas más serios pueden ser coma, necrosis hepática, colapso vascular y muerte (Insel, et al., 2017; Shils & Shike, 2006).

2.4 Tendencias de los alimentos.

La industria de los alimentos está sufriendo grandes transformaciones debido a las nuevas tendencias que buscan impactar en aspectos como la nutrición de la población, calidad e inocuidad de los alimentos, adaptación a poblaciones específicas (niños y mujeres) y demandas por nuevas sensaciones. Las tendencias reflejan a su vez las corrientes ideológicas de los consumidores, las cuales apuntan a productos que ya se encuentran en el mercado como los platos tradicionales (slow

food), comidas rápidas (fast food), alimentos nutraceuticos y funcionales (COMECYT & FUMEC, 2009).

Esta investigación se guía en las tendencias que van hacia el bienestar y la salud, pues son consideradas de mayor importancia para esta investigación. Esta tendencia se caracteriza por alimentos en los que prevalecen por el origen natural, es decir, sin uso de aditivos químicos en cualquiera de los procesos. También se caracteriza por los alimentos funcionales, considerados como la mega tendencia con mayor impacto y permanencia en el tiempo, su importancia debida a que son alimentos que se han modificado y que aportan compuestos benéficos con el fin de mejorar las condiciones físicas y mentales de las personas que los ingieren como parte de una dieta normal. Nacen de la necesidad de lograr compensar una nutrición deficiente de una sociedad que cada vez tiene menos tiempo para comer sanamente o bien impactada por la cantidad de mujeres que cada vez más se integran a la vida laboral COMECYT & FUMEC, 2009. Los productos funcionales tienen como objetivo elevar la calidad nutricional, prevenir la aparición de enfermedades o bien reducir el riesgo de adquirirlas (Sanchez León, 2012).

2.5 Situación problemática en el país.

En México es importante vigilar la alimentación y nutrición de los infantes y adolescentes, este sector son quienes se encuentran en una etapa evolutiva que de acuerdo a su nutrición y alimentación les permitirá desarrollarse tanto física como mentalmente para después insertarse a la sociedad (CELIG, 2018; UNICEF, 2018; Shamah, et al., 2015) . Se ha encontrado deficiencia nutrimental en esta población en cuanto al consumo de hierro, calcio, folatos y vitaminas A y D, esto debido a que en los hábitos alimenticios el consumo de frutas, verduras y pescado es bajo, y consumen mayormente alimentos de alta densidad energética y poco nutritivos (Ortíz & Ramos, 2008).

Como ya se mencionó anteriormente entre los nutrientes que se presentan en deficiencia son el calcio y la vitamina D, los cuales son importantes para la formación y fortalecimiento de la masa ósea pues el 95% de calcio de nuestro cuerpo se halla en la formación de huesos y dientes y a su vez la vitamina D se encarga de la acumulación y absorción del calcio, el pico más alto de absorción se observaba hasta la segunda década de la vida después la densidad ósea se va perdiendo (Quesada & Sosa, 2011). La deficiencia de alguno de estos nutrientes en edades tempranas contribuye a atrasar el crecimiento de los niños, además de disminuir la densidad ósea, aumentar el índice de fracturas y generar en la etapa adulta osteoporosis (Flores, et al., 2012).

En 2006 se realizó un estudio en el que se relacionó el crecimiento de niños de 5-11 años con la ingesta de calcio recomendada y se encontró que los niños de 7-11 años apenas cubrían el 51% de la ingesta recomendada de este nutriente. (Ortíz & Ramos, 2008). Otro estudio realizado por ENSANUT en 2006 encontró que existen también deficiencias de Vitamina D en el 39% de la muestra representativa de los niños mexicanos entre 2-12 años siendo el 16% quienes presentaron deficiencia y el 23% insuficiencia de esta vitamina. Además de que la deficiencia fue mayor en los niños de 2-5 años que en los de 6-12 años. Y en términos de zonas fue mayor la deficiencia en zonas urbanas que en rurales (Flores, et al., 2012).

JUSTIFICACIÓN

Los alimentos funcionales enriquecidos permiten evitar o prevenir enfermedades cubriendo las deficiencias en nutrientes para una sociedad donde cada vez se tiene menos tiempo para la ingesta de alimentos nutritivos. Por otro lado, los productos lácteos son recomendados como vehículos adecuados para ser fortificados y enriquecidos, permitiéndose que el enriquecimiento con vitamina D de un queso tipo manchego, muy consumido por la población mexicana, ayude a disminuir las deficiencias de calcio en los menores, y les aporte al mismo tiempo los minerales y antioxidantes que contiene la fresa, además de explorar con esta investigación un nuevo mercado dispuesto a probar nuevos sabores.

III. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

3.1 Hipótesis.

El Queso desarrollado mantendrá los antioxidantes presentes en la fresa, además tendrá una alta aceptación sensorial entre el público infantil y tendrá un costo accesible.

3.2 Objetivos.

3.2.1 Objetivo General.

Desarrollar un Queso tipo manchego adicionado con fresa que conserve los antioxidantes de la fruta, que tenga una apariencia y sabor agradable para el mercado infantil y que tenga un costo accesible al público.

3.2.2 Objetivos Específicos.

- a) Seleccionar el ingrediente (fruta u hortaliza) que al ser adicionado al queso presenta las mejores características organolépticas en cuanto a sabor, textura, apariencia y olor. Además de ser accesible en cuanto a costo y a disponibilidad para el proceso.
- b) Hacer las formulaciones para obtener un producto con características organolépticas aceptables por el consumidor.
- c) Determinar el proceso tecnológico para agregar la fresa al queso sin afectar los nutrientes y la actividad antioxidante que esta aporta.

- d) Realizar los análisis microbiológicos de acuerdo a la Norma de especificaciones sanitarias para quesos NOM-121-SSA1-1994, (1994) que existe para asegurar la inocuidad del producto.
- e) Hacer estudios sensoriales para determinar si el producto es aceptado por el mercado infantil.
- f) Realizar análisis bromatológicos para determinar las propiedades nutrimentales del producto, comprobándose que se conserven los minerales y propiedades antioxidantes aportadas por la fresa y que el producto tenga las cantidades de vitamina D establecidas en la NOM-243-SSA1, (2010) para los productos lácteos.
- g) Realizar un análisis financiero para determinar si el producto es económicamente factible.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Ubicación del área de estudio.

Esta investigación se hizo durante el periodo de noviembre del 2016 a octubre del 2017, en los diferentes campus de la Universidad Autónoma de Querétaro. La elaboración de las pruebas preliminares tuvo lugar en el laboratorio de Lácteos Bovino del Campus Amazcala y posteriormente en la Planta de Productos lácteos del Parque Biotecnológico de la facultad de química y en el Centro Académico de Desarrollo e Innovación de productos UAQ. Los análisis fisicoquímicos se realizaron en los Laboratorios de estandarización de fórmulas (CAIDEP), el Laboratorio de posgrado de Alimentos, y el Laboratorio de Productos lácteos. El análisis de antioxidantes se realizó en el Laboratorio de Metabolitos secundarios y Nanocompositos, Campus aeropuerto, UAQ.

4.2 Análisis Fisicoquímicos de la leche.

4.2.1 Lactoscan

Los análisis fisicoquímicos se deben realizar al llegar la leche para asegurar la calidad de la materia prima que se está usando. Se tomaron 20 ml de la leche recibida no pasteurizada del Campus Amazcala y se analizaron por triplicado en el Lactoscan MILK ANALYSER 14-9057. Los análisis Fisicoquímicos medidos fueron las grasas, proteína, densidad, sólidos no grasos, agua adicionada, y lactosa.

4.2.2 Acidez

La acidez se midió con base a la titulación alcalimétrica con hidróxido de sodio 0.1 N utilizando fenolftaleína como indicador. De acuerdo a como lo indica el método de Acidez Total por Volumetría la Norma Oficial Mexicana (NOM-183-SCFI, 2012).

4.3 Selección de ingrediente para adicionar al Queso Tipo Manchego (Pruebas preliminares).

Para definir qué fruta u hortaliza se adicionaría al queso, se hicieron pruebas con diferentes tipos de frutas (durazno, ciruela, xoconostle, kiwi, granada china, fresa) y hortalizas (calabaza, zanahoria, pimiento, epazote, hierba buena), se obtuvieron con los productores locales de Amazcala y de Querétaro. También se realizaron pruebas con mermelada comercial de naranja marca SMUCKERS sin azúcar y de chabacano de marca La Costeña y únicamente el primer experimento con fresa se realizó con mermelada de marca La Costeña. Buscando en primer lugar que la estructura del queso fuera continua y que presentara las características organolépticas deseadas en cuanto a color, olor, textura y sabor. Además, se consideró para la selección, el costo de producción total diferente en cada uno de los ingredientes dada la accesibilidad en la zona de cada uno de estos. Se realizaron mermeladas de cada una de las frutas y las hortalizas fueron adicionadas tras un proceso de escaldado a excepción de la zanahoria y calabaza la cual se adiciono con el mismo proceso que las frutas. Para la elaboración de estas pruebas se llevó a cabo el siguiente procedimiento para cada fruta (mermelada) y hortaliza (escaldado).

4.3.1 Mermeladas.

La mermelada es el producto preparado por cocimiento de fruta(s) entera(s), en trozos o machacadas mezcladas con productos alimentarios que confieren un sabor dulce (azúcar, jarabe, miel entre otros) hasta obtener un producto semilíquido o espeso/viscoso (CODEX STAN 296, 2009).

La elaboración de mermeladas sigue siendo uno de los métodos más populares de conservación de pulpas de fruta, el cual funciona debido a la acción de ácidos y azúcares (glucosa, fructosa, sacarosa) que contiene. Los azúcares tienen propiedades antimicrobianas pues retienen el agua inhibiendo el desarrollo de microorganismos causantes de alteración y descomposición además de que en el

producto final se obtiene un pH de 3-3.5, en el que la mayoría de microorganismos no se pueden desarrollar (Daza & Ruth, 2014).

a. Materia Prima.

- Frutas frescas: Durazno *Prunus pérsica* (L.), ciruela *Spondias Purpurea* (L), Kiwi *Actinidiadeliciosa* (Chev), chabacano *Armeniaca Vulgaris*, granada china *Pasiflora Ligularis*, fresa *Fragaria vesca* L.)
- Azúcar blanca: Desempeña un papel importante en la gelificación e impide la fermentación y cristalización de la mermelada. Es importante usar azúcar blanca pues permite mantener las características propias del color y sabor de la fruta.

b. Equipos y Utensilios.

- Licuadora International LI5A
- Refrigerador Torrey VRD42
- Estufa de gas Coriat
- Balanza Ohaus SCOT sr 1.02
- Encendedor
- Tabla
- Cuchillo
- Olla de acero inoxidable Vasconia

Para la elaboración de las mermeladas se llevó a cabo como lo propone (Coronado & Rosales, 2001), que consistió en el siguiente procedimiento.

- a) Selección:** Se desechan las frutas que se encuentren en estado de podredumbre o defectuosas con el fin de que tener una buena calidad de la mermelada.

- b) Lavado:** Consiste en remover la suciedad lavando las frutas por separado con abundante agua y jabón para alimentos usando una esponja de fibra. Posteriormente se dejó en una solución de hipoclorito con 2.5 litros de agua por cada 6.25 ml de hipoclorito para alimentos durante 15 minutos.
- c) Pulpeado:** Remover cáscaras, hojas y semillas.
- d) Pesado y licuado:** Pesar la pulpa y con relación a este pesar el azúcar en una proporción 1:1, después pesar el 20% de la fruta o pulpa, separar y cortar en trozos pequeños. El 80% de la fruta restante se licua y se procede a cocer este extracto.
- e) Precocción:** La fruta o el extracto se cuecen suavemente y es posible que se tenga que agregar 20 ml de agua como mínimo dependiendo de la fruta para evitar que el producto se queme. Este proceso de cocción sirve para que la fruta libere la pectina contenida.
- f) Cocción:** Se agrega el azúcar y se está removiendo continuamente a fuego lento permitiendo la concentración de sólidos hasta alcanzar el punto de gelificación.
- g) Adición de fruta en trozos:** Antes de llegar al punto de gelificación se agrega la fruta picada.
- h) Punto de Gelificación:** Se determinó con la prueba de gota en el vaso con agua la cual consiste en tomar muestras de la mermelada hasta que la gota caiga firmemente sin desintegrarse, siendo esta prueba un indicador. En la Figura 1 se pueden observar las algunas de las mermeladas finales.

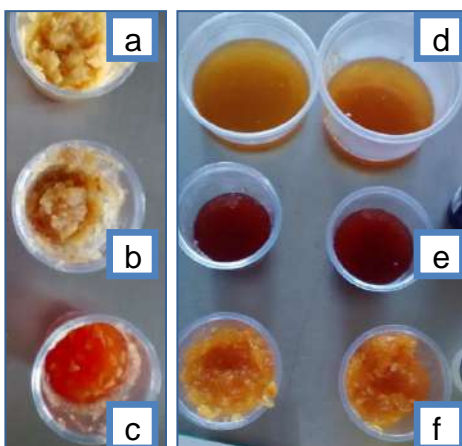


Figura 1 Mermeladas de frutas. a) Piña. b) Calabaza. c) Naranja. d) Chabacano. e) Fresa. f) Zanahoria.

4.3.2 Escaldado en Hortalizas.

Este método de conservación es un proceso térmico aplicado a frutas y hortalizas que consiste en inactivar enzimas que aceleran ciertos procesos de pardeamiento u de oxidación, además de eliminar microorganismos superficiales del producto tratado. Se usa generalmente como un pretratamiento para frutas y hortalizas antes de ser congelados, deshidratados o enlatadas. Los alimentos pueden ser escaldados poniéndoles en contacto ya sea con agua, vapor, aire caliente o con microondas, por aproximadamente de 1 a 3 minutos, dependiendo de la naturaleza y el tamaño del producto concerniente (Cortijo-Mendoza et al., 2017).

Se lavaron los pimientos de diferentes colores amarillo, rojo y verde y epazote, se quitaron las semillas y el tallo. Posteriormente se pesaron 414.3 gramos de pimientos y 2.5 gramos de hojas de epazote. Se cortaron los pimientos en cuadros de 1 cm² y se colocó hojas del epazote. Se sumergieron en agua caliente hirviendo durante tres minutos y después se sumergió en agua con hielo durante el mismo tiempo (Venema, 2013).

4.4 Queso tipo Manchego con la fruta u hortaliza.

4.4.1 Compuestos e ingredientes utilizados en la preparación del queso.

1. **Cultivos Lácticos:** La marca comercial es Bioprox y el cultivo usado fue MTR, tiene la siguiente asociación de bacterias: *Lactococcus lactis* spp, *Lactococcus lactis cremoris*, *Streptococcus salivarius* spp *thermophilus*.
2. **Cloruro de Calcio:** Fórmula química es $CaCl_2$, peso molecular 110,99g/mol.
3. **Cuajo Microbiano:** Nombre comercial Provelac, cuajo líquido para la elaboración de quesos, aditivo para alimentos. Potencia 1:30,000, es decir 1 litro del cuajo usado cuaja 30,000 litros de leche a 35°C en 45 minutos.
4. **Cloruro de Sodio:** Fórmula química NaCl, peso molecular 58,4 g/mol marca La Fina.
5. **Leche:** De origen bovino, con un contenido de grasa promedio de 4%, procedente de ganado Holstein extraída mediante ordeño mecánico en el Campus Amazcala UAQ.
6. **Mermelada de fruta:** Las pruebas preliminares se elaboraron en el laboratorio de lácteos bovino del campus Amazcala y seleccionada la fruta se realizó la mermelada en la Planta de Lácteos de la Facultad de Química.

4.4.2 Equipos y Materiales:

1. Refrigerador Torrey VRD42
2. Estufa de gas Coriat

3. Prensa manual Vigusa
4. Botes de leche
5. Olla de acero inoxidable Vasconia
6. Pala de plástico
7. Cucharones
8. Colador
9. Probeta
10. Termómetro
11. Recipientes de aluminio de diferentes tamaños
12. Moldes

4.4.3 Elaboración del Queso con Mermelada.

1. Recepción de la leche. (Análisis: pH, acidez, densidad y % de grasa). Se midieron en el Lactoscan MILK ANALYSER 14-9057 y la acidez se midió utilizando los reactivos de fenolftaleína e Hidróxido de Sodio NaOH 0.1 N.
2. Pasteurización (63°C/30 min). Se calienta la leche en una olla de acero inoxidable sobre una estufa de gas y se controla la temperatura con un termómetro.
3. Fijar temperatura a 40 °C.
4. Adición directa de cultivo mesófilo mixto de acuerdo con especificaciones del fabricante. (0.01 g/ L)
5. Maduración de la leche de 20 minutos: Se deja madurar la leche en la olla controlándose la temperatura a 40°C.
6. Adición de cloruro de calcio (0.38ml/ L)
7. Adición de cuajo de acuerdo con fuerza de cuajo reportada por fabricante (0.16ml / L)
8. Reposar 30-40 min a 35 °C
9. Cortado de la cuajada en cuadros de 1cm por cada lado aproximadamente.
10. Trabajo de grano. Agitación 10 minutos

11. Reposar 10 minutos a 32 °C.
12. Agitación y cocinado de 32-38 °C en 20 minutos.
13. Desuerado total: Se hace pasar la cuajada sobre un filtro o colador para separarla del suero, en este paso antes de retirar totalmente el suero se agregó vitamina D por medio de la técnica incorporación a granel y de acuerdo a la norma NOM-243-SSA1-2010 Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos (Ramírez-Navas & Stouvenel, 2011; NOM-243-SSA1, 2010).
14. Texturizado: Se presiona con las manos quitándose totalmente el suero.
15. Pesado: Se pesa la cuajada, la sal y la mermelada u hortalizas escaldadas
16. Desmenuzado y moldeado: Se mezclan la cuajada, la sal, la mermelada como se muestra en la Figura 2.



Figura 2 Mezclado de la mermelada, sal y el queso.

17. Prensado durante 1 día a temperatura ambiente.
18. Empacado al vacío
20. Maduración en refrigeración (8° C por 7 días)

Para la elaboración de los quesos saborizados se colocaron diferentes cantidades de las mermeladas en moldes para queso de 190 gramos como se muestra en la siguiente tabla siendo el restante la cantidad de cuajada a

excepción del queso con pimiento y epazote en el cual se colocó la mezcla con la cuajada en un molde para 1 kilogramo. Véase **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 5 Cantidades de mermelada adicionada en las pruebas preliminares

Fruta	Mermelada (g) u hortaliza.	Sal (g)
Durazno	50	20
Kiwi	50	20
Ciruela	50	20
Zanahoria	70	20
Calabaza	70	20
Granada China	70	20
Durazno	100	30
Kiwi	100	30
Ciruela	100	30
Xoconostle	100	20
Fresa	100	20
Naranja	150	20
Naranja	115	20
Piña	110	20
Chabacano	150	20
Chabacano	115	20
Ciruela	75	20
Fresa	75	20
Fresa	150	20
Fresa	115	20

4.5 Elaboración del Queso Tipo Manchego con Fresa.

Una vez seleccionada la fruta, se realizaron cambios en la elaboración de la mermelada en cuanto a la adición y el proceso de los ingredientes con fines de mejorar la calidad del producto final, de tener un sabor más concentrado de la fresa y una mejor textura final en el queso. El proceso de la elaboración del queso con la

mermelada continuó siendo el mismo de acuerdo con el proceso descrito en el inciso 4.4.3.

4.5.1 Preparación del concentrado de Fresa.

Para la realización del concentrado de fresa se utilizaron los siguientes materiales.

a) Materiales.

- **Azúcar:** Se usó azúcar blanca de marca Zulka es importante pues desempeña un papel importante en la gelificación e impide la fermentación y cristalización de la mermelada, además de que permite mantener las características propias del color y sabor de la fruta (Sánchez, 2016; Guato, 2006; Coronado & Rosales, 2001).
- **Ácido cítrico:** Se obtuvo de la empresa MPPD de materias primas de México, fabricado por la empresa RZBC. La presentación fue en forma granulada, el ácido cítrico es importante para la gelificación, confiere brillo a la mermelada, mejora el sabor, ayuda a evitar la cristalización y prolonga su tiempo útil (Sánchez, 2016; Guato, 2006; Coronado & Rosales, 2001).
- **Pectina:** Es un gelificante el cual se encuentra en las frutas dependiendo de su estado de madurez, se extrae con mayor facilidad en un medio ácido (Sánchez, 2016; Guato, 2006; Coronado & Rosales, 2001).

b) Procedimiento.

1. **Pesado:** De acuerdo con el peso de la pulpa de la fresa, se pesaron por cada kilogramo. Como lo muestra la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 6 Ingredientes de la mermelada por 1 Kg de fruta.

Ingrediente	Cantidad/1 Kg
Azúcar	25%
Á. Cítrico	0.2%
Pectina	0.5%

2. La fresa fue picada y después procesada con un procesador de alimentos. Se colocó a baño María y se dejó que llegara a 85°C por 15 minutos.
3. Una vez que se observó el producto reducido en 1/3 parte se bajó la temperatura de la mermelada a 60-70°C y se agregó la mitad del azúcar mezclado con el ácido cítrico disuelto y se removió la mezcla rápidamente.
4. Se agregó la pectina mezclada con la otra mitad del azúcar removiendo muy lentamente, solo para disolver el azúcar.
5. Finalmente se realiza la prueba de gota en el vaso con agua.

4.6 Formulaciones para determinar la proporción de queso y mermelada.

Se hicieron diferentes formulaciones de quesos tipo manchego con fresa variándose la cantidad del concentrado de fresa. En la tabla 7 se muestran variables del experimento 1.

Tabla 7 Experimento 1.

Tratamientos	Queso (g)	Mermelada de fresa (g)	Sal directa (g)
T1	133.3 (66.6%)	66.6 (33.3%)	15
T2	166.6 (83.3%)	33.3 (16.5%)	15
T3	150 (75%)	50 (25%)	15
T4	116.6 (58.33%)	83.3 (41.6%)	15
C1	200	No contiene.	15
T5	133.3 (66.6%)	66.6 (33%)	10
T6	142.3 (71%)	57.7 (28.8%)	10
C2	200	No contiene.	10
T7	138.4 (69.2%)	61.5 (30.7%)	12.5
T8	153.8 (76.9%)	46.1 (23%)	12.5
C3	200 g	No contiene.	12.5

4.7 Diversos tratamientos aplicados en la fresa.

4.7.1 Formulaciones de grupo control con mermelada y fresa escaldada.

Debido a que en el anterior experimento con diferentes cantidades de concentrado de fresa no se observó buenas características en cuanto a la coloración de la fresa, se optó por realizar un segundo experimento comparándose un queso con mermelada, TMF, y otro con fresa escaldada, TFE (ver tabla 8). El escaldado se realizó al vapor durante 4 minutos y se sumergieron las fresas en agua fría con hielo por el mismo tiempo.

Para garantizar la inactivación de la enzima peroxidasa oxidasa en la fresa se realizó un aprueba con guayacol a los 2 minutos de estar la fresa escaldada como lo sugiere la FAO, al dar el resultado positivo se realizó una siguiente prueba con 4 minutos en donde al no mostrar coloración se observó la ausencia de la enzima (Alzamora, Guerrero, Nieto, & FAO, 2004).

Tabla 8 Formulaciones del grupo control con mermelada y fresa escaldada.

Experimento 2.

Tratamientos	Queso (g)	Mermelada de fresa (g)/ Fresa escaldada (g)	Sal directa (g)
TMF	155.5 (77.77%)	44.4 (22.22% MF)	12.5 g
TFE	155.5 (77.77%)	44.4 (22.22% FE)	12.5 g
Control	200	No contiene.	12.5 g

TMF: Tratamiento con mermelada de Fresa. TFE: Tratamiento con fresa escaldada

4.7.2 Tratamiento con Fresa escaldada deshidratada.

Se realizó un tercer experimento debido a que, en el tratamiento anterior, el cual fue con fresa escaldada, se observó un cambio de color en la fruta que no es agradable al consumidor. Por lo anterior se optó por escaldar y deshidratar la fresa para evitar el cambio de color como lo menciona Ruiz, Castro, & Quicazán, (2015). La determinación de humedad inicial de la fresa se hizo con el método gravimétrico según la norma NMX-F-083, (1986), este procedimiento se puede ver en el punto 4.8.3, únicamente las muestras se colocaron a una temperatura de 105°C durante dos horas, posteriormente se dejaron en el desecador por 15 minutos y de nuevo se repitió este procedimiento 2 veces más y se hicieron los cálculos respectivos ya mencionados en el punto 4.8.3 . Posteriormente se continuó con el procedimiento para la fresa escaldada deshidratada de acuerdo con la descripción indicada en las figuras 3 y 4.

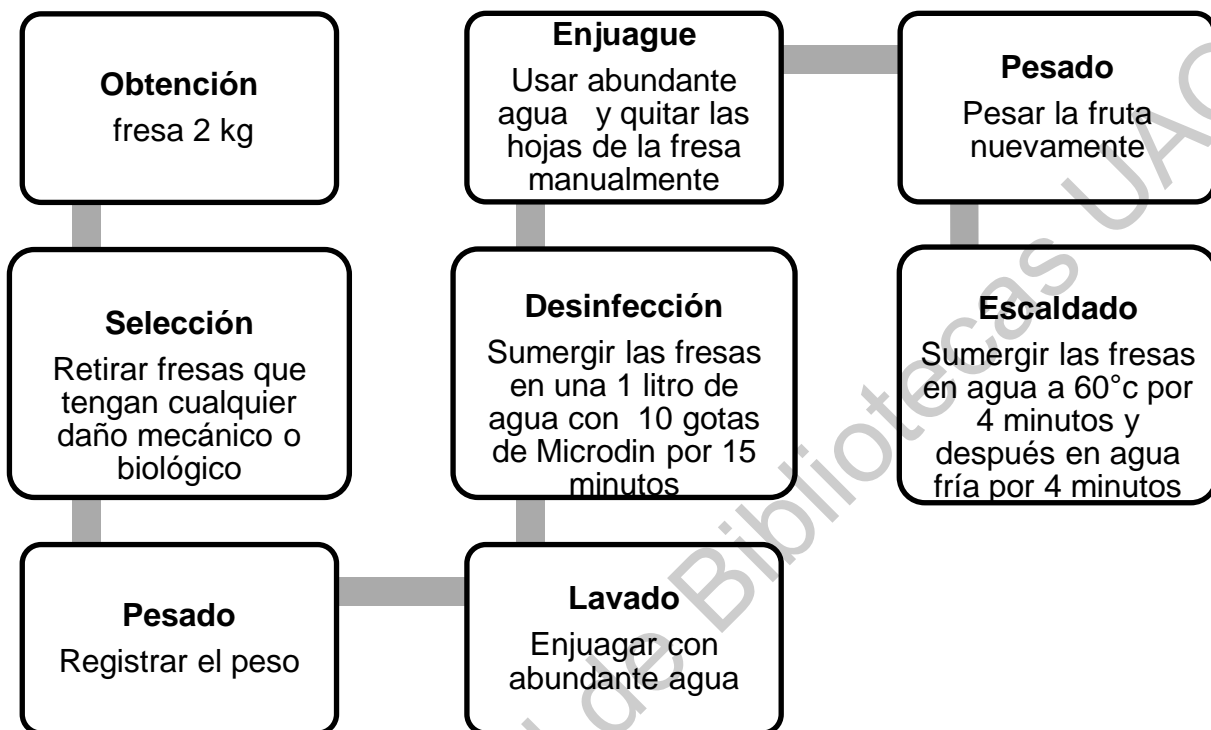


Figura 3 Procedimiento de limpieza, desinfección y escaldado de fresa.

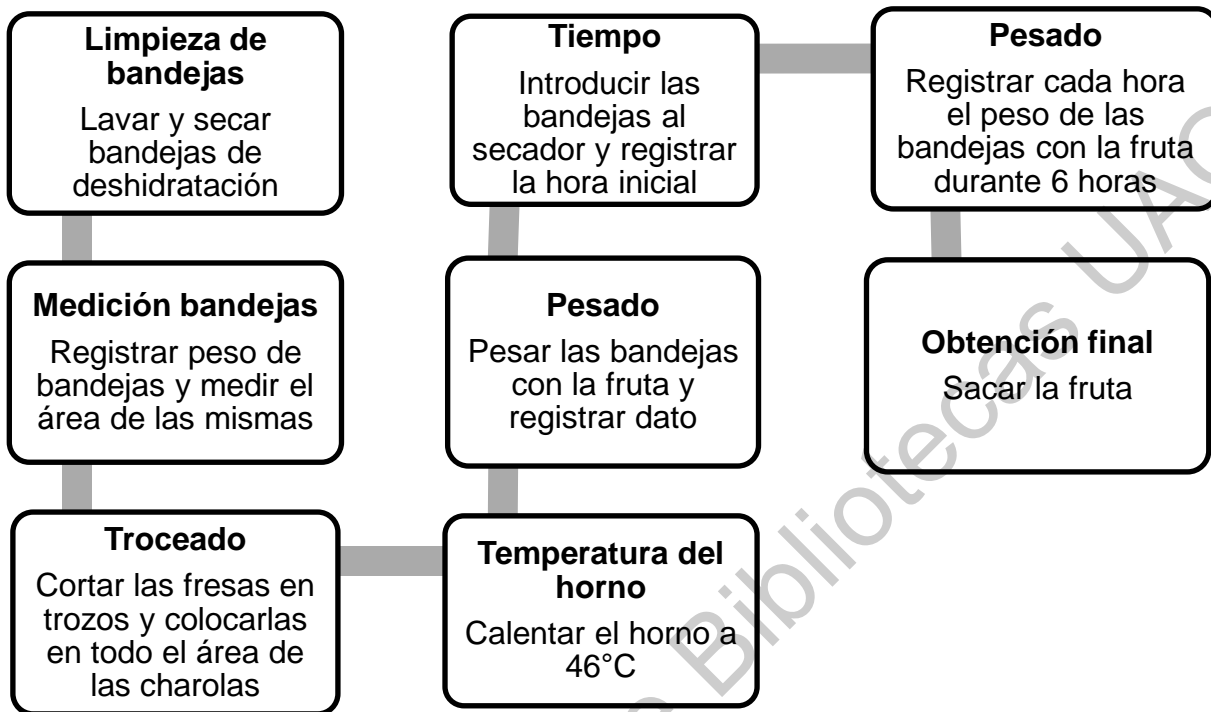


Figura 4 Deshidratación de fresa

El procedimiento para la elaboración del queso y adición de la fresa continuó siendo de la misma manera, se elaboraron 4 quesos (3 con fresa y un control), para esto se usaron 8 litros de leche. Posteriormente se agregaron 12.5 gramos de sal y 40 gramos de fresa escaldada deshidratada por cada 200 gramos de cuajada es decir el 20% de fresa en relación con la cuajada. Lo anterior se realizó debido a que se concluyó en los experimentos anteriores que el rango de fresa para agregar está entre el 16-22% con respecto al total de la cuajada para así no afectar la textura del queso.

4.7.3 Fresas de alta humedad estables a temperatura ambiente.

Debido a que la fresa antes de ser incorporada con el queso ya presentaba un cambio de color amarillento mínimo y al agregarse al queso también se presentó una mayor coloración a tonos cafés y ciertas partes amarillosas. Se optó por seguir el procedimiento que menciona la FAO para fresas a utilizar con lácteos (Alzamora, et al 2004)

En este procedimiento los primeros pasos son los mismos que en la figura 4 respecto a la limpieza, desinfección y escaldado de fresa. A excepción que el escaldado de fresa se realizó al vapor durante 2 minutos y se enfriaron por 2 minutos.

Posteriormente se pesaron para 300 gramos de fresas:

- 132 g de sacarosa o glucosa (44%)
- 0.42 g de sorbato de potasio (0.14 %)
- 5.04 g de ácido cítrico (1.68%)
- 0.06 g de bisulfito de sodio (0.022%)
- 0.10 g de ácido ascórbico (0.035%)

Se mezclan todos los conservadores y se colocan en un recipiente cerrado junto con las fresas, se dejan durante 6 días y se agitan dos veces al día y posteriormente ya está listo para su consumo, sin embargo, a los días siguientes se observó el blanqueamiento de la fresa, por lo que se optó por un recubrimiento a la fresa y el cristalizado de ésta.

4.7.4 Recubrimiento a base de Alginato para Fresa escaldada y Fresa cristalizada.

Se optó por un recubrimiento a base de alginato con el objetivo de aislar la fresa del queso y poderlos tener en el mismo producto. La primera parte para este

procedimiento en cuanto a limpieza y desinfección se hizo igual que en la figura 4, únicamente el escaldado se siguió haciendo al vapor durante 2 minutos.

Posteriormente se sumergieron las fresas en la solución de alginato (2 g/100 ml de agua) durante dos minutos, se dejó escurrir y se sumergió en la solución de cloruro de calcio (2g/100 ml) (Ayola & Hernandez, 2010). Principalmente se decidió preparar una muestra de estas fresas escaldadas, usar el recubrimiento y probarlas en un queso tipo manchego ya madurado, esto con el fin de observar el resultado facilitándose el trabajo. Al observarse que el color se conservaba pero que la textura aún podría mejorarse se decidió combinar esta técnica con la fresa cristalizada añadiéndose a la cuajada de las siguientes maneras:

- Fresa escaldada encapsulada
- Fresa cristalizada encapsulada
- Fresa cristalizada

Cabe mencionar que el escaldado se realizó al vapor por 2 minutos. Al observarse que la fresa cristalizada con la cuajada fue la que obtuvo mejor resultado se decidió por elaborarse la fresa cristalizada encontrándose la mejor técnica de cristalizadas basadas en la FAO y Procuraduría Federal del Consumidor PROFECO (FAO & Proyecto de Capacitación para el Fomento de la Agroindustria Rural [PRODAR], 2017a; PROFECO, 2011). Para este procedimiento se continuó agregando la fresa según el tratamiento y la sal en las cantidades especificadas de 40 gramos y 12.5 gramos respectivamente por cada 200 gramos de cuajada.

4.7.5 Formulaciones para la cristalización de fresa

Debido a los resultados anteriores, se procedió a encontrar la formulación de cristalización de fresa que se adaptara al producto como se indica posteriormente.

Se realizó un jarabe a 75°Brix (150 gramos de azúcar y 50 ml de agua) y se sumergieron en este 50 g de fresas debidamente desinfectadas; durante el resto del día en refrigeración. Al día siguiente, las fresas pesaron 20 gramos debido a la deshidratación osmótica generada en el jarabe, estas se sacaron del jarabe deshidrataron durante 7 horas a 46°C en un deshidratador de alimentos industrial marca Yescom hasta llegar a 12.4 gramos el peso, entonces se apartaron 5.5 gramos de fresa y se dejaron deshidratando los 6.9 gramos restantes durante 6 horas más hasta que llegaron a peso constante.

Se preparó un jarabe de 90° Brix, el cual se elaboró con 180 g de azúcar diluidos en 20 ml de agua, 0.3 gramos de ácido cítrico y una cucharadita de glucosa (16.6 gramos). Cuando el jarabe hirvió se sumergió una pequeña parte de la fresa totalmente deshidratada (la de los 6.9 gramos restantes) y se mezcló durante medio minuto, se sacaron y se dejaron enfriar a temperatura ambiente para el tratamiento de fresas cristalizadas C (TCC). También se añadió a este jarabe caliente la mitad de los 5.5 gramos de fresa (deshidratada parcialmente por 7 horas) y se dejaron durante el resto del día en el jarabe en refrigeración en el tratamiento para fresas cristalizadas A (TCA) la otra mitad se agregó cuando el jarabe ya estaba tibio y se dejó durante el resto del día a temperatura ambiente para el tratamiento de fresas cristalizadas B (TCB). Entonces para dejar claro cada uno de los tratamientos fue:

TCA: Fresas en trozos sumergidas en jarabe a 75°Brix durante 1 día en refrigeración, sacadas del jarabe y deshidratadas parcialmente a 46°C por 7 horas. Posteriormente sumergidas en un jarabe a 90° Brix cuando este estaba hirviendo hasta enfriarse en refrigeración durante 1 día.

TCB: Fresas en trozos sumergidas en jarabe a 75°Brix durante 1 día en refrigeración, sacadas del jarabe y deshidratadas parcialmente a 46°C por 7 horas. Posteriormente sumergidas en un jarabe a 90° Brix cuando este estaba a temperatura ambiente se dejaron en este jarabe durante 1 día a temperatura ambiente.

TCC: Fresas sumergidas en jarabe a 75°Brix durante 1 día en refrigeración, sacadas del jarabe y deshidratadas totalmente a 46°C por 13 horas. Después sumergidas en un jarabe a 90° Brix al hervor de este durante medio minuto y sacadas de este, después se dejaron enfriar a temperatura ambiente durante 3 horas y colocadas en el horno por 4 horas a 46°C.

4.8 Análisis fisicoquímicos.

Se hicieron los siguientes análisis fisicoquímicos.

4.8.1 Medición de Grados Brix en Mermelada y jarabe.

Los grados Brix se determinaron para la mermelada y para los demás experimentos con ayuda del refractómetro marca ATAGO DR-A1 (ver figura 5), se procedió a calibrar el equipo, colocar una gota de la muestra y registrar el dato mostrado digitalmente (Rivadeneria, 2013; Ayola & Hernandez, 2010). La medición de los sólidos solubles se basa en que al colocar una muestra en el prisma un rayo de luz incide sobre está generándose una desviación del rayo de luz proporcional a la cantidad de sólidos solubles, la cual es leída como °Brix (Sánchez, 2005; NMX-FF-015, 1982).



Figura 5 Refractómetro marca ATAGO DR-A1

4.8.2 Medición de Grasa.

Se realizó utilizando el método Gerber, el cual se basa en la ruptura de la emulsión por la adición de ácido sulfúrico concentrado.

Fundamento: “La grasa libre puede separarse por centrifugación por la adición de una pequeña cantidad de alcohol amílico, el cual actúa como un agente tenso activo que permite la separación nítida de las capas de grasa y la capa ácido-acuosa.” (NMX-F-100, 1984).

Se colocaron 3 gramos de queso por triplicado en la copa ajustada con el tapón del butirómetro, el cual es un instrumento que permite medir la grasa. Posteriormente se inserta la copa dentro del butirómetro para queso 40%, se vierte 10 ml de ácido sulfúrico 63% hasta cubrir la superficie del queso. Se tapa la parte superior del butirómetro y se sumerge a baño maría a 65°C por 30 minutos (ver Figura 6), se agita levemente por tres veces durante este lapso hasta que se disuelvan las partículas del queso. Se agregó 1 ml de alcohol isoamílico y se adicionó

acidó sulfúrico hasta que cubriera tres cuartas partes de la columna graduada. Se taparon y se colocaron a baño María por 5 minutos se agitó previamente y se centrifugaron a 1200 rpm durante 5 minutos. Nuevamente se colocaron en baño María por 10 minutos y se leyó el resultado de acuerdo con lo mostrado en la columna graduada.



Figura 6 Calentamiento de la muestra en butirómetros junto con los reactivos

4.8.3 Análisis de Humedad.

Se determinó por deshidratación de la muestra como lo indica la Norma oficial Mexicana NMX-F-083, (1986) y la AOAC 925.09B, (1990). Este análisis se realizó en el concentrado de la fresa, en los diferentes tratamientos de queso con fresa y el queso control. Se colocaron los crisoles en la estufa a 110°C hasta peso constante durante 24 horas para este procedimiento se usó una balanza digital de 4 decimales.

Después se pesaron los crisoles con las muestras (véase la Figura 7), se introdujeron nuevamente a la estufa (Horno de Calentamiento con conexión forzada BINDER), con temperaturas de 60°C y de 50°C para el queso y el extracto de fresa respectivamente, a excepción del experimento final y del control los cuales se secaron a 105°C. Se obtuvo el nuevo peso con la muestra deshidratada después de 24 horas.



Figura 7 Balanza digital Sartorius LP626

Posteriormente se realizaron los cálculos necesarios indicados en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{P - P_1}{P_2} \times 100$$

P = Peso del recipiente con la muestra húmeda, en gramos.

P1 = Peso del recipiente con la muestra seca.

P2 = Peso de la muestra en gramos.

4.8.4 Medición de pH.

Se utilizó un potenciómetro portátil digital impermeable para alimentación Hannah-HI 99161, se calibró previamente con buffer y posteriormente se colocó en agua destilada, se secó, el procedimiento se realizó como lo menciona Martínez & Narváez, (2013): se introdujo en diferentes puntos (centro, extremos, bordes) del queso para que se obtuviera una buena representación de los datos (véase Figura 8).



Figura 8 Medición de pH en el queso.

4.8.5 Análisis de proteína.

Se realizó en cada una de las muestras de los quesos por micro Kjeldahl Gunning basado en la descomposición de los compuestos de nitrógeno (ver figura 9). Se utilizó el biodigestor Fisher Hamilton y el procedimiento se realizó como lo

explica la Norma Mexicana para determinación de proteínas y la AOAC 954.01 (AOAC 954.01, 1990; NMX-F-068-S, 1980).

Los reactivos utilizados fueron:

- Ácido sulfúrico concentrado
- Sulfato de cobre pentahidratado
- Zinc granulado
- Hidróxido de sodio
- Sulfato de sodio anhidro
- Ácido bórico al 2%
- Solución de ácido clorhídrico 0.1 N
- Rojo de metilo
- Alcohol
- Azul de metileno



Figura 9 Muestras en biodigestor y sistema de destilación para Kjeldahl Gunning.

Posteriormente para obtener el porcentaje de proteínas se realizaron los cálculos a partir del volumen de ácido clorhídrico que se usó para la titulación como lo indica la norma ya mencionada.

El nitrógeno presente en la muestra, expresado en por ciento se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Proteína} = \frac{V \times N \times 0.014 \times 100 \times 6.38}{m}$$

En donde:

V = Volumen de ácido clorhídrico empleado en la titulación, en cm^3

N = Normalidad del ácido clorhídrico.

m = Masa de la muestra en g.

0.014 = Miliequivalente del nitrógeno.

6.38= Factor para convertir el nitrógeno a proteína de la leche

4.8.6 Determinación de Ceniza

Se realizó por el método gravimétrico AOAC 923.03, por calcinación a 550°C hasta la obtención de cenizas blancas (AOAC 923.03, 1990). Se colocaron los crisoles limpios y secos durante 1 hora en un horno de Mufla a 550°C, se sacaron y se llevaron al desecador hasta enfriar. Se pesaron los crisoles en balanza analítica y se registró el peso 1, se pesaron 3 gramos de la muestra previamente homogenizada y se registró el peso 2. Se pre calcinó la muestra en mechero, evitando que se inflamara luego se colocó en la mufla a 550° C hasta cenizas, se dejó enfriar en la mufla apagada y se colocó en el desecador hasta enfriar y por último se registró el peso 3.

4.8.7 Determinación de Carbohidratos

Se realizó el cálculo por diferencia como lo realizó Zuleta et al., (2012). Se restó a 100 la suma de todos los macronutrientes incluidos la humedad, lípidos, proteína total y cenizas.

4.8.8 Determinación de Dureza.

Se realizó de acuerdo a García, (2006) con algunas modificaciones, se midió con el Texturometro Universal (Stable Micro Sistemas, Uk), equipado con una celda de 50 kg y una sonda de 30 mm de altura y 25 mm de diámetro, ver figura 10. Los datos fueron obtenidos del programa Texture Expert. Las muestras analizadas se hicieron por duplicado y fueron de 2x2x2 cm cada una, se colocaron en la base se ejerció una fuerza de deformación del 50% en el primer experimento sin embargo debido a que los quesos con mermelada se desquebrajaban muy fácil dificultando su medición para la siguiente medición en el Experimento 3 se usó una fuerza de deformación menor del 25% y la distancia usada fue del 30%. Esta medición también se realizó en las pruebas finales del queso con fresa cristalizada encapsulada y escaldada encapsulada, los controles y el queso final con el tratamiento seleccionado de la cristalización y deshidratación de la fresa. Para estas mediciones finales se utilizó una distancia de 40 mm y una fuerza de deformación del 15% debido a la facilidad con que las muestras se podían romper. Además, se midieron las muestras de acuerdo con su forma original de media esfera con diámetros de 7 cm y alturas de 3.2 cm para mejor tratamiento de los datos. Únicamente la muestra del queso con fresa cristalizada, deshidratada y el respectivo control fueron las muestras que tenían forma rectangular de 12 cm de largo por 8 cm de ancho y de altura de 2.8 cm.



Figura 10 Muestra en el texturómetro.

4.8.9 Determinación de capacidad antioxidante

El análisis se realizó mediante los ensayos DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo) y ABTS (ácido 2, 2'-azino-bis -3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico), basados en la determinación espectrofotométrica de la decoloración de la solución de un compuesto cromógeno oxidado en presencia de antioxidantes (Teixeira et al., 2013).

El ensayo DPPH y ABTS consisten en la cuantificación de la actividad antioxidante determinada por el descenso de la absorbancia a 520 nm para el radical DPPH y a 734 nm para el radical ABTS en presencia del extracto de la muestra usándose la solución del radical respectivo DPPH o ABTS como blanco. A mayor capacidad antioxidante del extracto, habrá una mayor pérdida de color, proporcional al grado de captura del radical oxidado (Boligon, 2014)

Las mediciones se realizaron en el queso control final, y el tratamiento seleccionado del queso con fresa cristalizada deshidratada, la fresa natural y la fresa cristalizada deshidratada seleccionada.

Para este análisis se prepararon las soluciones de DPPH y Stock de Trolox. Posteriormente se hicieron las concentraciones de Trolox desde 50 hasta 800 μm a partir de la solución stock y del metanol concentrado. Se realizó la preparación de la placa, se llenó con el blanco, el control, 20 μl de cada una de las concentraciones de Trolox. El blanco se preparó con 20 μl de BHT y posteriormente se le adicionaron 200 μl de agua destilada, para el control se colocaron 200 μl de metanol y 200 μl de DPPH, finalmente en las concentraciones de Trolox se agregaron 200 μl de DPPH. Se midió la placa a 520 nm en el Multiskan Ascent.

Se realizó la cinética de inhibición con periodos de tiempo de medición de 0, 4, 10, 30, 60, 90 y 120 minutos. Posteriormente, se graficaron las concentraciones de Trolox (en el eje de las x) contra el porcentaje de inhibición (en el eje de las y). Para el porcentaje (%) de inhibición se usó siguiente fórmula:

$$\%I = [(Abs\ Ctrl - Abs\ muestra)/(AbsCtrl)] * 100$$

Donde:

Abs Ctrl: Absorbancia control a 520 nm

Abs muestra: Absorbancia muestra a 520 nm

Al obtener esta cinética se seleccionó el tiempo en el cual la muestra se pudo leer, con las observancias de cada concentración se realizó la recta de regresión con una $R^2 = 0.99$. Al obtener la curva de antioxidantes se repitió el procedimiento para preparar la placa y se agregaron por triplicado 20 μl de la muestra y 200 μl de DPPH en menos de 1 minuto y se leyó a 520 nm.

4.8.10 Determinación de Compuestos fenólicos.

La cuantificación de Fenoles se determinó por el método Folin Ciocateu (Singleton et al., 1999), el cual se basa en la oxidación de los compuestos por el reactivo Ciocateu, el reactivo contiene ácido fosfotungstico y ácido fosfomolibdico, los cuales reaccionan con los fenoles, en una mezcla de óxidos azules de tungsteno y de molibdeno. Esta coloración azul producida absorbe una longitud de onda a 760 nm. Para llevar a cabo el procedimiento se tomó una alícuota (40 ml) del sobrenadante obtenido de la extracción, se agregaron 460µl de agua destilada, 250µl de Folin y 1250µl de Carbonato de sodio y se dejó reposar durante 2 horas en la oscuridad. Se midió la absorbancia a 760 nm en un espectrofotómetro (Thermo Multiskan GO). La cuantificación se realizó colocando los resultados en una curva estándar de ácido gálico, los resultados se expresan como mg equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra.

4.8.11 Medición de Color

El color de los quesos se determinó como lo indica García, (2006), se utilizó un colorímetro HIGH-QUALITY COLORIMETER, modelo NH310, las mediciones que se hicieron fueron L*(luminosidad) , a* (rojo y verde), b*(amarillo y azul) C*(croma o saturación), h° (ángulo de matiz) (García, 2006). El instrumento se calibró usando una superficie blanca, las mediciones se hicieron por triplicado. Esta medición se realizó en las pruebas finales del queso con fresa cristalizada encapsulada y escaldada encapsulado, los controles y el queso final con el tratamiento seleccionado de la cristalización y deshidratación de la fresa.

4.9 Análisis Microbiológicos

Se realizaron los análisis microbiológicos en el tratamiento final seleccionado, el control y la fresa fresca de acuerdo con las especificaciones sanitarias que indica

la Norma Mexicana NOM-243-SSA1-2010 Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba (NOM-243-SSA1, 2010).

4.9.1 Método para la cuenta de bacterias mesófilas aerobias.

Esta técnica permite dar una aproximación de las colonias contadas reflejando si el manejo sanitario ha sido o no el adecuado. El fundamento de esta técnica consiste en contar las colonias que se desarrollan en el medio elegido después de un cierto tiempo y temperatura de incubación. El procedimiento se realizó como lo indica la norma NOM-092-SSA1-1994 método para la cuenta de bacterias aerobias en placa, se elaboró el medio de cultivo con Agar Triptona-Extracto de Levadura y se esterilizó (NOM-092-SSA1, 1994). Posteriormente, se preparó e inoculó la muestra en las cajas de Petri como lo indica la Norma Mexicana NOM-110-SSA1-1994, Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico y se inoculó (NOM-110-SSA1, 1994). Al haber inoculado la dilución de la muestra se vertió 15 ml del medio, se mezcló con ligeros movimientos y se dejó solidificar. Se incubaron las cajas en posición invertida a 35°C durante 48 horas y se contaron las colonias.

4.9.2 Método para la cuenta de mohos y levaduras.

Los mohos y levaduras se encuentran ampliamente en la naturaleza y se pueden encontrar formando parte de la flora normal de un alimento o como agente contaminante. Es de gran importancia cuantificar estos organismos puesto que al establecer la cuenta de estos se permite su utilización como indicador de prácticas sanitarias inadecuadas durante la producción y el almacenamiento de los productos (NOM-111-SSA1, 1994). El método se basa en inocular una cantidad de muestra de prueba conocida en un medio selectivo específico, acidificado a un pH de 3.5 e incubado a una temperatura de 25°C, dando como resultado el crecimiento de

colonias características para este tipo de microorganismos. El procedimiento se realizó como lo indica la Norma Mexicana NOM-111-SSA1-1994 Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos (NOM-111-SSA1, 1994). Se preparó el medio Agar papa – dextrosa, la solución reguladora de fosfatos (solución concentrada), la solución estéril de ácido tartárico al 10% y la muestra se preparó de acuerdo a lo establecido Norma Mexicana NOM-110-SSA1-1994, Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico (NOM-110-SSA1, 1994). Se inoculó 1 ml de la muestra líquida en la caja Petri y se vertieron 15 ml del medio, se mezcló con ligeros movimientos y se dejó solidificar. Se invirtieron las placas y se incubaron a 25°C, durante 5 días, se realizó el conteo al tercer, cuarto y quinto día. En el quinto día se seleccionaron las placas que tuvieran entre 10 y 150 colonias. En caso de que fuera difícil contar las colonias al quinto día debido al crecimiento extendido se pueden usar los datos del cuarto e incluso del tercer día.

4.9.3 Método para la cuenta de bacterias coliformes totales.

El grupo de los microorganismos coliformes es importante debido a que son indicadores de prácticas higiénicas inadecuadas (NOM-113-SSA1, 1994). El fundamento de esta técnica permite determinar el número de organismos coliformes presentes en una muestra utilizando el medio selectivo agar rojo violeta bilis en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24 h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos los cuales modifican el pH y precipitan las sales biliares. El procedimiento se realizó como lo indica la Norma Mexicana NOM-113-SSA1-1994 Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa (NOM-113-SSA1, 1994). Se preparó y se esterilizó la solución reguladora de fosfatos (solución concentrada) de esta solución concentrada se tomaron 1.25 ml y se llevaron 1 litro de agua (solución de trabajo), se dividió en porciones de 99, 90 y 9 ml y se esterilizó. También se preparó el agua peptonada y el medio de cultivo Agar-rojo-violeta-bilis-lactosa (RVBA). Posteriormente se preparó

la muestra como lo indica la Norma Mexicana NOM-110-SSA1-1994, Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico (NOM-110-SSA1, 1994). Se inoculó 1 ml de la muestra líquida en la caja Petri y se vertieron 15 ml del RVBA, se mezcló con ligeros movimientos y se dejó solidificar. Después de estar solidificado se vertieron 4 ml del medio RVBA en la superficie del medio inoculado y se dejó solidificar. Se invirtieron las placas y se incubaron a 35°C durante 24 horas, después de este tiempo se procedió al conteo.

4.9.4 Método para la determinación de *Escherichia coli*.

La detección de bacterias del grupo coliforme se usa como indicador de las condiciones sanitarias en el proceso de los alimentos. Los coliformes totales, fecales y *E. coli* continúan siendo el indicador de elección que manifiesta contaminación fecal o condiciones higiénicas inadecuadas (NOM-210-SSA1, 2014). El método del NMP consiste en una prueba presuntiva y confirmativa, se basa en la dilución de la muestra en diferentes tubos, de tal forma que todos los tubos de la menor dilución sean positivos. El principio de la técnica se basa en la dilución de la muestra en tubos múltiples, de tal forma que todos los tubos de la menor dilución sean positivos y todos los tubos de la dilución mayor sean negativos. El resultado positivo se demuestra por la presencia de gas y crecimiento microbiano propiedad de los microorganismos coliformes para producir gas a partir de la fermentación de lactosa a $45.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (para alimentos) dentro de las 48h de incubación (coliformes fecales y *E. coli*). El procedimiento se realizó como lo indica la Norma Mexicana Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Apéndice H (NOM-210-SSA1, 2014). Se pesaron 25g del alimento en 225mL de regulador de fosfatos y se molieron por 2 min en vaso de licuadora. Se prepararon las diluciones decimales con regulador de fosfatos, se agitaron y se transfirieron volúmenes de 1 ml a tubos con caldo lauril con MUG y se incubaron a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se observaron los tubos cada 24 horas durante 72 horas para ver si había formación de gas. Así mismo, se inoculó un tubo con una cepa de *E. coli* GUD positiva como control (ATCC 25922). Además, inocular otro tubo con una cepa de

Enterobacter aerogenes (ATCC13048) como control negativo, para facilitar la diferenciación entre los tubos que presentaran sólo crecimiento y crecimiento con fluorescencia. Al inocular los tubos por 24h a 48h a 35 °C, se examinó cada tubo con crecimiento (turbiedad y gas), después, se observaron los tubos en la oscuridad con una lámpara de luz UV. Una prueba positiva para *E. coli* es la presencia de fluorescencia en el tubo. La lectura a las 24h de incubación identifica a *E. coli* en un 83%-95%, mientras que a las 48 h de incubación la identifica en un 96%-100%.

4.9.5 Método para la determinación de *Staphylococcus aureus*.

Staphylococcus aureus es una bacteria altamente vulnerable a tratamiento s térmicos y a varios agentes sanitizantes. La presencia de esta bacteria en los alimentos o en los equipos donde se procesan es generalmente un indicador de sanitización o manejo inadecuados de los alimentos. *Staphylococcus aureus* produce toxinas que al ingerirse pueden causar intoxicaciones (NOM-210-SSA1, 2014). Es, actualmente, responsable de los brotes de intoxicación alimentaria a nivel mundial. El método para la determinación de esta bacteria se realizó como lo indica la Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014 (NOM-210-SSA1, 2014). Se tomaron diferentes porciones del alimento, se pasaron 25g a frascos de dilución con 225mL de solución reguladora de fosfatos, fosfatos, para preparar una dilución 1:10. Se homogeneizó por 2 min en licuadora. Se midió 0.1ml de la muestra y se vertió en la caja de agar Baird Parker y se distribuyó sobre la superficie del Agar. Después de que el Agar absorbió el cultivo se procedió a invertir e incubar las cajas por 44 h a 36°C, se buscaron colonias con morfología típica y se contaron. Para la confirmación se realizaron las pruebas de coagulasa, termonucleasa y las pruebas auxiliares como lo indica la norma.

4.9.6 Determinación de *Salmonella* spp.

Este método es aplicable para la detección de *Salmonella* spp en productos de consumo humano, así como áreas de producción y manejo de alimentos en donde las condiciones ambientales permiten la contaminación por estos microorganismos de la familia *Enterobacteriaceae*. Los miembros de *Salmonella* spp han sido estudiados como patógenos cuando se encuentran en los alimentos, el control de estos microorganismos depende del método utilizado para su detección (NOM-210-SSA1, 2014). La determinación de la presencia o ausencia de *Salmonella* Spp se lleva a cabo de acuerdo con las siguientes etapas como lo menciona Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Apéndice A. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores-patógenos (NOM-210-SSA1, 2014).

-Etapa de pre-enriquecimiento; Se utilizó como medio de pre-enriquecimiento agua peptonada amortiguada incubada la dilución inicial a $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por $18\text{h} \pm 2\text{h}$. La preparación de la suspensión inicial requirió 25 g de la muestra en 225 ml de medio de pre-enriquecimiento para obtener una dilución 1:10.

-Enriquecimiento selectivo; Se transfirió 0.1mL del cultivo de pre-enriquecimiento a un tubo del 10ml de caldo RVS y 1mL a un tubo conteniendo 10mL de caldo MKTTn. Se incubó el caldo RVS a $41.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por $24\text{h} \pm 3\text{h}$ y el caldo MKTTn a $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por $24\text{h} \pm 3\text{h}$.

-Aislamiento en medios de cultivos selectivos y diferenciales: Para el aislamiento se inoculó a partir de los cultivos obtenidos en el punto anterior. Agar XLD para el aislamiento de colonias típicas y ASB para aislamiento de colonias lactosa positivas. El agar XLD se incubó a $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante $24\text{h} \pm 3\text{h}$, el segundo y tercer agar selectivo incubar de acuerdo con las recomendaciones contenidas en los manuales de medios de cultivo de los fabricantes.

-Identificación bioquímica y confirmación serológica de los microorganismos: Se seleccionaron las colonias de acuerdo con sus características, en cada agar selectivo y se re incubaron en las placas para observar si había reacción, Se aislaron y se sembraron las colonias en tubos de TSI y LIA y se incubaron a 36°C por 24 h,

dejándose los tapones flojos para mantener las condiciones de aerobiosis. Dependiendo de la coloración final se interpretaron los resultados como lo indica la norma.

4.10 Análisis Sensorial

Se aplicó el análisis sensorial a 39 niños de la escuela primaria de Amazcala a los cuales se les pidió la autorización de los padres a través de un consentimiento informado donde se explicaba del procedimiento de prueba del producto.

Se prepararon muestras de 7 gramos para cada niño y el test de evaluación fue presentado mediante una escala hedónica facial de siete caras (Cunha et al., 2013). Los formatos de autorización de los padres, encuesta y test de evaluación sensorial se pueden encontrar en los anexos 1, 2 y 3.

4.11 Análisis Económico

Se realizó el análisis económico del queso final seleccionado con fresa para observar si el producto era accesible por la población, por lo que se calcularon los costos de producción.

4.12 Análisis estadístico.

Todas las muestras se realizaron por triplicado y se calculó la media y desviación estándar para los análisis realizados se utilizó el programa Excel 2007. También se realizó una prueba de ANOVA, con un 95% de confianza, para los tratamientos más relevantes del proyecto con la finalidad de determinar si había diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados y se utilizó una prueba de rango multiple LSD para saber en dónde estaban las diferencias encontradas, se utilizó el programa statgraphics XVIII.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis Físicoquímicos de la leche.

En la tabla 9 se muestran los datos obtenidos en el Lactoscan MILKANALISER. Se observa que la leche utilizada cumple con los requerimientos de la norma mexicana Leches, Formula Láctea y producto lácteo combinado-denominación, especificaciones físicoquímicas, información comercial y métodos de prueba excepto por la proteína la cual puede variar según el estado de lactancia, número de pariciones, entorno físico, estación del año y demás factores que puedan influir (Laureano, 2017; García, et al., 2014b). Los datos presentados en esta tabla fueron muy similares a las mediciones subsecuentes, por lo que se optó por presentar solo una tabla. Véase la Tabla 9

Tabla 9 Análisis físicoquímicos de la leche.
Experimento 1.

F. Físicoquímicos	Media	D. E	NOM
Grasa	3.6733	0.0814	3.0 mínimo.
Proteína	2.7567	0.0115	3.0 mínimo.
Densidad	1.0297	0.0001	1.029 mínimo.
S.N. Grasos	8.3033	0.0321	8.2-8.9
Agua Adicionada	0	0.0000	0
Lactosa	4.56	0.0173	4.3-5.0
Acidez	15	0.0000	13-17
pH	6.7767	0.0306	6.5-6.8

M: Medición. DE: Desviación Estándar. NOM: Norma mexicana

5.2 Selección de la fruta y hortaliza.

Se realizaron quesos con durazno, kiwi, ciruela, zanahoria, calabaza, granada china con cantidades menores a 100 gramos de mermelada, es decir se usaron 50

g de mermelada de durazno, kiwi y ciruela, 70 g de mermelada de zanahoria, calabaza y granada china mezclados en una totalidad de la mezcla de 190 gramos, de la cual la restante era la cuajada o la masa del queso antes de moldear. A los quesos mencionados anteriormente se les agregó 20 gramos de sal por molde. Las muestras mencionadas no obtuvieron un sabor notorio de la fruta o incluso la visibilidad de esta en el exterior del queso. En el caso de la calabaza, zanahoria junto con el queso no fue de gran agrado sensorialmente.

Se realizó otro experimento preliminar con 100 gramos de mermelada en la mezcla con la cuajada y 30 gramos de sal en cada molde. Se usaron las frutas que mostraron mejor resultado en el anterior experimento como lo fueron durazno, kiwi y ciruela ver Figura 11. Como era de esperarse en estos quesos la fruta fue más notable que en los anteriores experimentos sin embargo predominó el sabor salado a juicio del investigador. Con la misma cantidad de mermelada de cada fruta, de 100 gramos en la mezcla, se hicieron también otros quesos con diferentes frutas como lo fueron Xoconostle y fresa. A estos últimos, solo se les añadió 20 gramos de sal a cada molde por lo que su sabor fue más agradable.



Figura 11 Quesos con frutas. a) Durazno b) Kiwi

Al notarse que la fruta era más visible con la cantidad de 100 g de mermelada y generaba un buen sabor se decidió probar con naranja así que se añadió más de 100 gramos de mermelada de naranja a la mezcla y se agregó 20 gramos de sal por molde aun así se obtuvo un sabor desagradable esto pudo haber sido debido a los aditivos que ya venían con la mermelada de naranja de manera comercial. Se realizó otro experimento con mermelada de piña, la cual se procesó en el laboratorio, la cantidad agregada a la cuajada fue de 110 g y el contenido de sal de 20 gramos, se observó que el sabor no era muy notorio por lo que podría depender de las características propias de la fruta también.

También se realizaron otros experimentos con chabacano y con ciruela los cuales obtuvieron buenas características en cuanto a sabor y textura, sin embargo, estas frutas solo se obtienen en ciertas temporadas por lo que no se consideró darle seguimiento. Se realizó como prueba también queso con pimientos y epazote obtuvo buenas características, pero el sabor en general del queso no es dulce y no se consideró que fuera llamativo al público infantil ver Figura 12.



Figura 12 Queso con pimiento y epazote.

Al haber obtenido buenos resultados con la fresa en uno de los experimentos, se decidió por continuar con esta fruta y se realizó un primer experimento preliminar para la fresa con cantidades de mermelada de 115 y 150 g las cuales mostraron buenas características en cuanto al sabor, pero no se presentó una textura con estructura firme, pues fácilmente se desmoronaba. Ver Figura 13

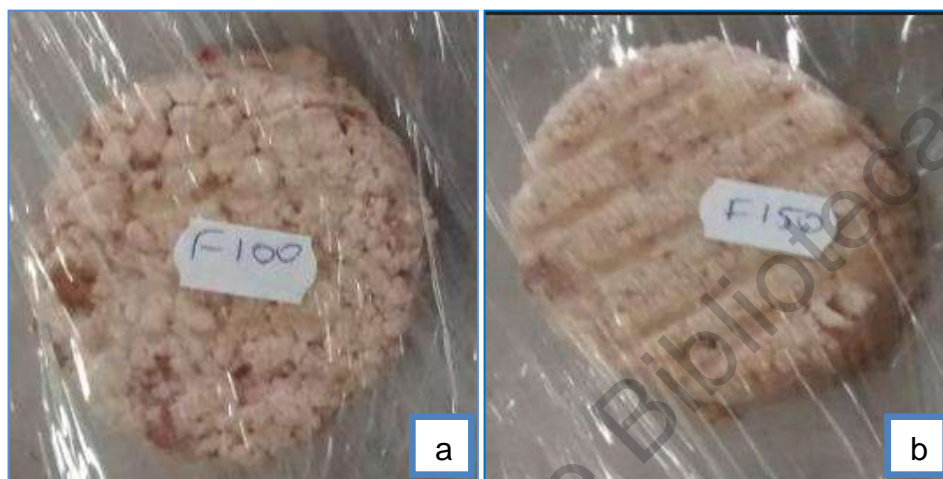


Figura 13 Quesos con fresa del experimento preliminar a) 100 gramos de mermelada. b) 150 gramos.

5.3 Medición de Grados Brix y Humedad en Mermelada.

Se obtuvo un porcentaje promedio de humedad del $33.76\% \pm 0.67$ el cual es muy similar al reflejado en literatura en donde se elaboró un queso crema con un concentrado de fruta del 30% (Avendaño, et al., 2013). El valor promedio de ° Brix fue de 59.47 ± 0.05 indicando que como tal se eliminó una cantidad suficiente de agua para elevar el nivel de °Brix, pues el contenido de azúcar agregado fue del 25% y para estos experimentos lo que se quería lograr era un concentrado de fruta que fuera óptimo en el producto final. Se realizó la comparación con el queso crema saborizado debido a que no se encontró información respecto a quesos tipo manchegos saborizados con frutas.

5.4 Formulaciones para la elaboración del Queso Tipo Manchego con Fresa.

En los tratamientos 1, 2, 3 y 4, (33.33, 16.57, 25, 41.66% de mermelada y el restante de cuajada), en general los quesos tuvieron un sabor salado y en cuanto a textura todos los tratamientos no obtuvieron una buena fase continua. A excepción del tratamiento 3 (con el 25% de mermelada) que mostró mejores características en cuanto a la estructura y al sabor, en el tratamiento 1 (33.33% de mermelada) no se obtuvo una buena estructura, pero si un sabor notorio de la fruta, el tratamiento 2 (16.57%) no mostró un sabor muy notorio de la fruta y el 4 (41.66%) no obtuvo una estructura continua propia del queso. Véase Figura 14.



Figura 14 Quesos con diferentes porcentajes de mermeladas.

a) T1 33.3% b) T2 16.57% c) T3 25% d) T4 41.66%

Debido a estos resultados se decidió realizar los tratamientos 5 y 6, manteniendo la cantidad de mermelada de fresa en el tratamiento 5 en 33% y el tratamiento 6 en 28%. En estos tratamientos, incluido el control se disminuyó la cantidad de sal en un 33% es decir en 5 gramos. Véase la tabla 7

En los tratamientos 5 y 6 no se apreció una estructura muy firme del queso, esto pudo haber sido debido a fallas en el proceso de grano del queso, como un agitado muy rápido haciendo que el grano fuera muy pequeño. Se decidió realizar los tratamientos 7 y 8 disminuyendo la cantidad de mermelada para quedar en el tratamiento 7 (30%) y en el tratamiento 8 (23%). Se disminuyó la cantidad de sal en un 17% para estos tratamientos incluido el control con respecto a la cantidad de sal de los tratamientos 1 y 3, esto buscando el rango de sal en el cual no se afectara el sabor del queso. Sin embargo, los anteriores tratamientos 7 y 8 no presentaron las características deseadas en cuanto a las estructura y tampoco se observaron buenas características visualmente.

5.5 Diversos tratamientos aplicados en la fresa.

5.5.1 Formulaciones de grupo control con mermelada y fresa escaldada.

En los tratamientos 7 y 8 en general no fue muy agradable a la vista tanto el color, como la textura del queso, no se conservaron las cualidades de un Queso Tipo Manchego, por lo que se optó por hacer un segundo experimento en donde se formularon dos tratamientos y el control. El tratamiento TMF con mermelada de fresa, el tratamiento TFE con fresa escaldada y el control como se puede observar en la Figura 15.



Figura 15 Grupo control con mermelada y fresa escaldada.

En el experimento 2 con respecto al tratamiento TMF con mermelada el cual contenía el 22.22% del concentrado de fresa siendo una de las menores cantidades colocada en todos los experimentos y con esta cantidad la cual se consideraba que aún se percibía el sabor de la fresa, se observó que afectaba en la estructura del queso manchego mostrándose características en cuanto a textura no deseadas.

Por otro lado, en el mismo experimento 2 en el tratamiento TFE realizado con la fresa escaldada, mostró mejores características en cuanto a textura y en cuanto a preservar las características de un queso tipo manchego. Sin embargo, a pesar de que en el escaldado se inactivó la presencia de la enzima peroxidasa, se observó decoloración en las partes donde se encontraban los trozos de la fresa. Lo cual pudo haber sido debido a que las antocianinas, las cuales son pigmentos naturales de la fresa, son susceptibles a cambios de pH, como en el medio donde se encontraba, el cual era de 6.08 y 5.29, estos compuestos tienden a cambiar el color a una forma amarillenta modificando su estructura (Devi, Saravanakumar, & Mohandas, 2012; Aguilera-Otíz, Reza-Vargas, Chew-Madinaveita, & Meza-Velázquez, 2011) . Algunos autores como Alzamora, et al (2004) y Ayola & Hernández (2010) recomiendan el uso de ácido ascórbico o tratamientos con bisulfitos como conservadores del color y para procesamiento de la fruta en lácteos.

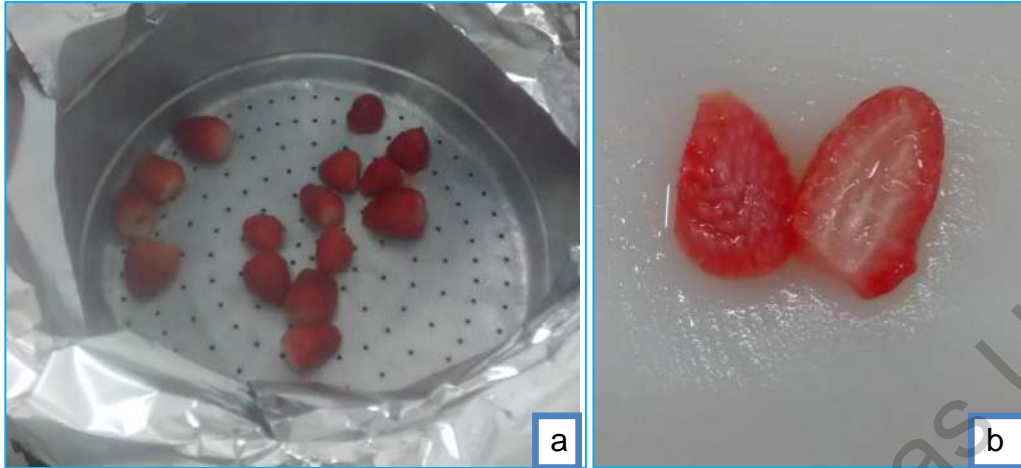


Figura 16 Proceso de escaldado. a) Fresas escaldándose. b) Fresas con la prueba de guayacol.

5.5.2 Queso con Fresa escaldada deshidratada.

Se realizó un tercer experimento escaldándose y deshidratándose la fresa con el objetivo de evitar la pérdida de color de acuerdo a como lo mencionan Ruiz, Castro, & Quicazán, (2015). Sin embargo, al día posterior de llevar a cabo el procedimiento para la fresa se observó una ligera coloración amarillenta en esta como se puede observar en la imagen a de la Figura 17a. Se decidió continuar con el experimento y se observó que elaborado el queso con la fresa el color de la fresa a los ocho días de empacados se tornó a tonos cafés no aceptables por el consumidor ver imagen c de la Figura 17c. En cuanto a la textura si se mantuvo de acuerdo con la de un queso tipo manchego.

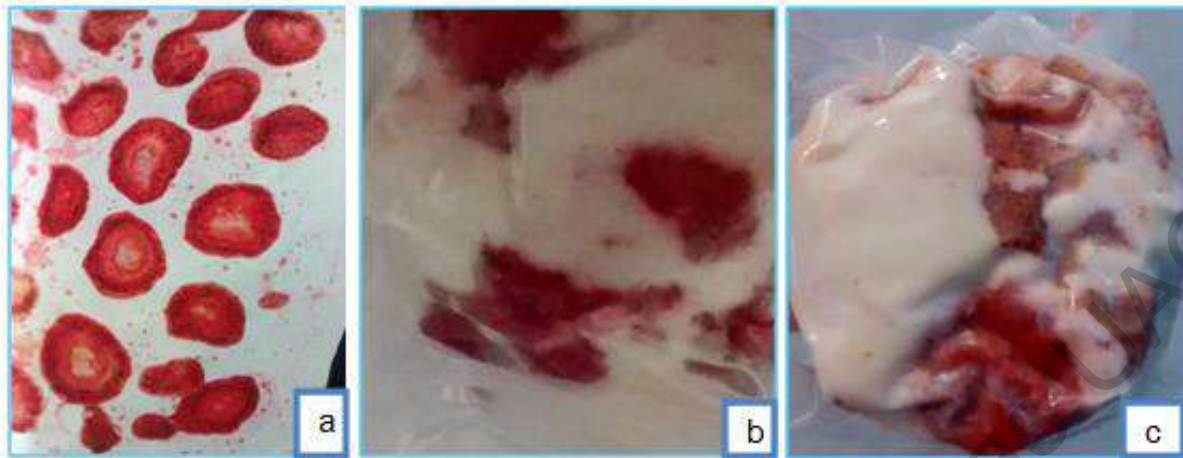


Figura 17 a) Fresa escaldada deshidrata b) Queso al primer día de elaborado. c) Queso a los ocho días de elaboración.

Debido a estos resultados y a que la coloración café pudo haber sido causada por la susceptibilidad de las antocianinas de la fresa con el pH del queso como se mencionó anteriormente en el inciso 5.5.1 se decidió continuar con el procedimiento que indica la FAO para fresas a utilizar con lácteos (FAO, 2004).

5.5.3 Fresas de alta humedad estables a temperatura ambiente

El procedimiento se realizó como lo indica la (FAO, 2004) sin embargo se presentó blanqueamiento de la fresa, esto pudo haber sido debido a que aunque se le agregó 0.02% de bisulfito y la cantidad que indican algunos autores es de 0.1% a 0.2% de bisulfito de sodio disuelto, esta cantidad al no estar diluida más el tiempo de 6 días fue suficiente para que actuara como agente blanqueador (Pérez, 2015).

Debido a este resultado se decidió no incorporar la fresa al queso y elaborar un nuevo experimento con un recubrimiento a base de alginato para la fresa como lo indica el siguiente inciso.



Figura 18 Fresa sumergida en conservadores a los 6 días

5.5.4 Recubrimiento a base de Alginato para Fresa.

Se observó que al combinarse la fresa con el recubrimiento y un queso tipo manchego madurado esta conservaba el color debido al aislamiento que se realizó con el alginato. Para fines de mejorar la textura de la fresa se decidió agregar a las variables el cristalizado y combinarla como en los procedimientos anteriores realizando el queso desde el inicio. Los experimentos fueron los siguientes:

- **Fresa escaldada encapsulada**

Como se puede observar en la Figura 19 la fresa no conservo un color agradable para el consumidor a pesar de que la textura si se presentó acorde con la de un queso tipo manchego.



Figura 19 Fresa escaldada encapsulada

- **Fresa Cristalizada Encapsulada**

Se puede observar en la Figura 20 que no se conservó una textura adecuada y el recubrimiento no se mantuvo firme en la superficie de la fresa, sino que parte de este se mezcló incorrectamente con el queso.



Figura 20 Fresa cristalizada encapsulada

- **Fresa cristalizada.**

Se puede observar en la figura 21 que la fresa conservó un color adecuado debido a la cristalización; y la textura del queso como la fresa si fue la indicada, por lo que se decidió continuar con este experimento y encontrar la mejor técnica de cristalización que se adaptara a los resultados esperados.



Figura 21 Fresa cristalizada

5.5.5 Formulaciones para la cristalización de Fresa

Las fresas del tratamiento TCC presentaron mejor sabor esto pudo haber sido debido a que se deshidrataron totalmente cuando se sumergieron al jarabe de 75°B y en la estufa de secado lo cual favoreció la concentración de azúcares como la fructosa relacionada con el sabor de la fresa (Ortiz, 2012).

Así mismo no se observó diferencia en el sabor, color y textura, de forma visual, si se sumergían las fresas en el segundo jarabe de 90°Bx por medio minuto al hervor como en el tratamiento TCC o hasta enfriarse en este jarabe. Lo anterior debido a que mayor temperatura se relaciona con mayor velocidad de la pérdida de agua; y por lo tanto en la transferencia de los solutos hacía el producto, en este caso

temperaturas altas favorecen la cristalización espontánea de la fresa sin requerir tiempos largos de cristalización (Carbajal & Torres, 2018; Solano & Mestra, 2016). Así el tiempo corto de medio minuto también ayudo a que no se afectaran las características visuales como el color del cual se encargan las antocianinas (Aguilera-Otíz, et al., 2011; Devi, et al., 2012). También la concentración de 90°Bx favoreció que se formara una capa en los trozos de la fresa evitando la transferencia de agua cuando esta se mezclara con la cuajada (Carbajal & Torres, 2018).

Respecto a los tratamientos TCA y TCB no se observó diferencia visual en el color con relación a si se dejaban las fresas en el segundo jarabe a temperatura ambiente o en refrigeración debido a que ambos tratamientos estuvieron sumergidos en este jarabe durante 24 horas y es durante la primera hora donde ocurre un mayor intercambio de solido-soluto desde y hacia el producto; además de que al estar ya las fresas parcialmente deshidratadas se facilitó que fuera más rápida la absorción de solutos (Carbajal & Torres, 2018; Melo, 2018). Considerando esto se optó por el tratamiento TCC pues era más eficiente y presentó un mejor sabor.

5.6 Análisis Físicoquímicos de queso

Se realizaron los respectivos análisis de grasa, humedad, pH, proteína para tener datos científicos de las características del queso y poder compararlo con los reportados y con la Norma Mexicana.

5.6.1 Análisis de Grasa

El análisis estadístico indica diferencia estadísticamente significativa entre todos los tratamientos excepto entre E1T7 y E1T8, con un nivel del 95 % de confianza, como se puede observar en la figura Figura 22

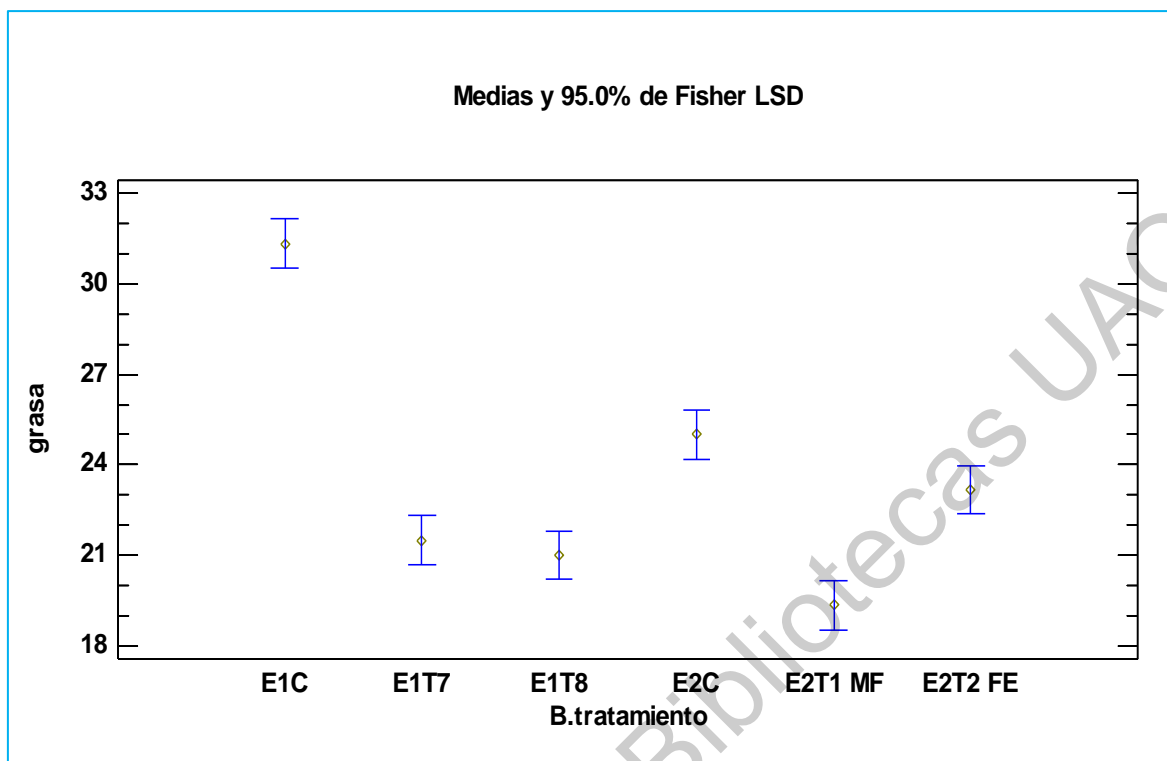


Figura 22 Contenido de grasa en el experimento 1 y 2.

Se observaron porcentajes similares o muy cercanos en cuanto a la cantidad de grasa entre los tratamientos 7 y 8 del experimento 1. Véase la Tabla 10.

Tabla 10 Análisis de grasa en porcentajes.
Experimento 1 y 2.

Tratamiento	Media	D. Estándar
E1T7	21.50	0.87
E1T8	21.00	0.00
E1C	31.33	0.58
E2TMF	19.33	1.26
E2TFE	23.17	1.53
C	25.00	0.00

T.M.F Tratamiento con mermelada de Fresa. TFE Tratamiento con fresa escaldada

Es importante mencionar que los análisis de grasa para el experimento 1 se realizaron hasta aproximadamente dos meses posteriores a la elaboración, lo cual pudo haber favorecido la concentración de nutrientes en el experimento 1, a diferencia de que los análisis en el experimento 2 se realizaron 8 días posteriores a la elaboración (Guzmán, Tejada, Ossa & Rivera., 2015). También se puede observar por los valores que nos indican la media en los tratamientos del experimento 2 están muy lejanos entre ellos, debido a que como en un tratamiento la muestra está inmersa en un concentrado de fruta y en el otro a pesar de que tiene la misma cantidad de fruta esta se encuentra distribuida en toda la muestra, esta diferencia significativa entre los porcentajes de grasa pudo deberse a que en la toma de la muestra del tratamiento TMF la distribución de fresa es mayor en el producto por lo que la porción tomada tiene menos grasa. También es de observar que en el tratamiento TFE con la fresa escaldada el valor tiende a ser más cercano al control, puesto que se permite mantener mejor la estructura y las propiedades de los glóbulos grasos al agregarse tras este procedimiento.

La media obtenida del porcentaje de grasa en el experimento 1 y 2 de los tratamientos a los cuales se les adiciono fresa coincide aproximadamente con lo reportado en literatura de acuerdo a los quesos manchegos botanero a los cuales se les agrega epazote, chiles y en algunos casos cilantro y jamón (Perez, 2011; García, 2006). La media reportada para los quesos manchego botaneros es de 25.9 ± 3.0 y la media obtenida en general de ambos experimentos en los tratamientos a los que se les agrego fresa fue de 21.25 ± 1.7 .

Respecto a los siguientes experimentos se decidió por realizarse el análisis de grasa solo al tratamiento seleccionado final, es decir al tratamiento TCC del experimento de Formulaciones para la cristalización de Fresa y a su respectivo control para fines prácticos. El control obtuvo 21.15 ± 0.02 y el tratamiento final con fresa cristalizada obtuvo 15.21 ± 0.56 , se observó que tanto el tratamiento como el

control tuvieron una disminución de grasa mayor con respecto a los anteriores experimentos lo cual pudo haberse influenciado a una baja cantidad de grasa en la leche usada puesto que tanto el experimento como el control obtuvieron una disminución de grasa también es claro que el queso con fresa obtuvo una menor cantidad de grasa que el control debido a que en la misma muestra se tenía añadida la fresa cristalizada. Además en estas muestras finales también se observó una baja cantidad de proteína la cual tiene relación directa con la grasa pues la proteína tiene una gran capacidad emulsificante para retener grasa (Molina, 2014).

La variación en la grasa, humedad y otras variables fisicoquímicas de la leche como se indicó anteriormente puede verse influenciada según la edad del animal, el estado de lactancia, el número de pariciones, entorno físico, estación del año y demás factores (Laureano, 2017; García, et al., 2014b).

De acuerdo a la NMX-F-462-1984 para el queso tipo manchego los tratamientos medidos están por debajo del porcentaje mínimo de grasa el cual es 25% (NMX-F-462, 1984). Lo cual es de esperarse debido a que al agregar fruta ya sea en concentrado o de forma cristalizada en proporción del queso la cantidad de grasa será menor. Sin embargo, los controles medidos para el tratamiento 7 y 8 del experimento 1 y el control del experimento 2 si cumplen con lo mínimo establecido por la norma.

5.6.2 Análisis de Humedad

El análisis estadístico muestra diferencia estadísticamente significativa entre todos los tratamientos, excepto entre E2T1 MF y E2T2 FE, con un nivel del 95% de confianza, como se puede observar en la Figura 23.

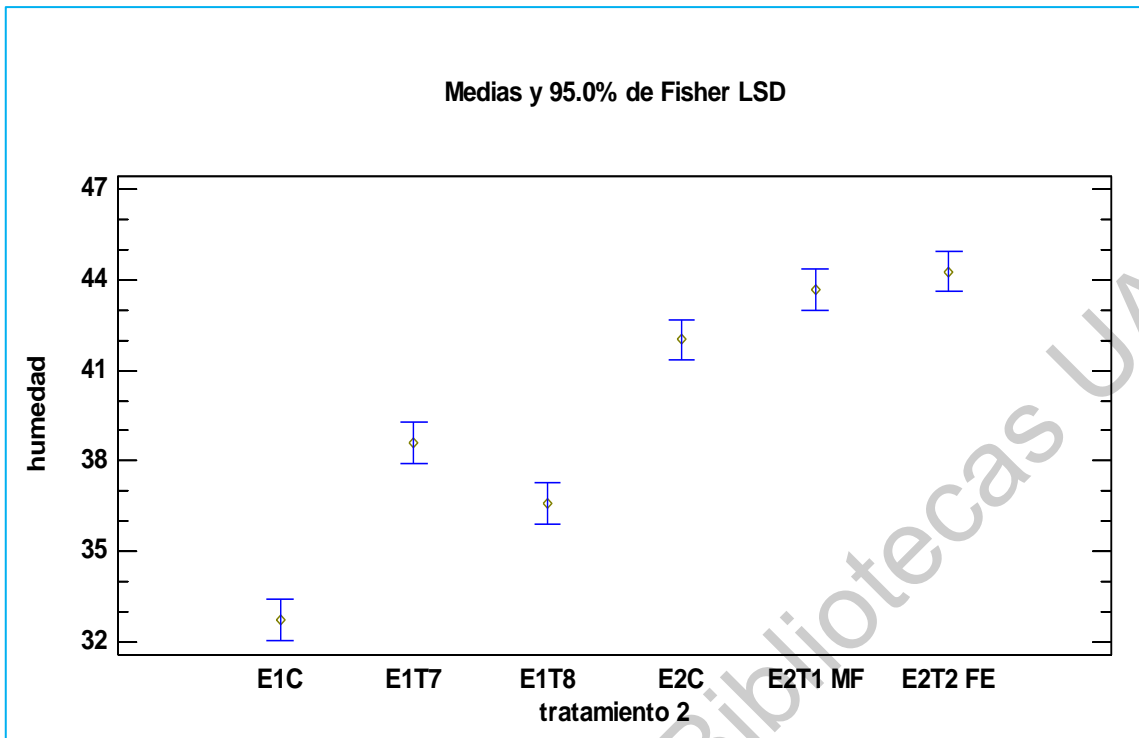


Figura 23 Contenido de humedad en el experimento 1 y 2.

Los tratamientos 7 y 8 del experimento 1 con 30.7% y 23% de mermelada obtuvieron respectivamente 37.93 y 36.60 % de humedad. Se observa que hay una amplia diferencia del 7.7% en la mermelada entre estos dos tratamientos y por lo tanto el porcentaje de humedad tiene un rango de diferencia del 1.33%, lo cual es estadísticamente significativo. Lo anterior se puede ver relacionado con la cantidad de mermelada debido a que el tratamiento 1 con 30.7% de mermelada obtuvo un porcentaje mayor de humedad al tratamiento 2 con menor cantidad de mermelada. También se observó que el control de estos tratamientos también presentó un porcentaje de humedad del 32.74% menor a los respectivos tratamientos debido a que no se le adiciona mermelada.

El segundo experimento, con 22% de fresa en ambas muestras de queso y 77% de cuajada, obtuvo mayor porcentaje de humedad en los dos tratamientos

(43.66±0.29 TMF y 44.29±0.66 TFE) y en el control de 42.02±0.30% con respecto a los tratamientos 7 y 8 del experimento 1, véase la tabla 11. El amplio rango de diferencia en la humedad pudo haber sido influenciada por la precipitación presentada en Qro, los tratamientos 7 y 8 del experimento 1 se realizaron a finales de junio donde según datos de INIFAP en Querétaro se presentó una precipitación de 55 mm y finales agosto mes donde se realizó el segundo experimento se presentó una precipitación de 122.40 permitiéndose que estas temporadas de lluvias afectaran en la humedad del ambiente y por lo tanto variara la composición del queso en el mismo tiempo de prensado (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales [INIFAP], 2017) . Entre las muestras del segundo experimento no hubo diferencia estadísticamente significativa debido a que contenían la misma cantidad de fresa añadida.

La literatura nos indica que un queso botanero puede tener hasta un 46.3 ± 3.5 % de humedad siendo estos valores muy cercanos al experimento 2 y comparándose con quesos manchegos la literatura nos indica que la humedad es 41.7 ± 3.7 % encontrándose ambos experimentos cercanos al rango deseado (García, 2006). Sin embargo, el control 3 del experimento 1 presenta una baja cantidad de humedad. Con respecto a la norma NMX-F-462-1984 la cual indica que el porcentaje máximo para un queso tipo manchego debe ser del 48% estas muestras se encuentran en el rango óptimo (NMX-F-462, 1984).

Tabla 11 Medición de humedad
Experimento 1 y 2

Tratamiento	Media (%)	D. Estándar
E1T7	37.93	1.4
E1T8	36.60	1.55
E1C3	32.74	0.56
E2TMF	43.66	0.29
E2TFE	44.29	0.66
E2C	42.02	0.30

M.F Mermelada de Fresa. FE Fresa Escaldada

De igual manera para los siguientes experimentos se decidió realizar el análisis de humedad solo al tratamiento seleccionado final, es decir al tratamiento TCC del experimento de Formulaciones para la cristalización de Fresa y a su respectivo control para fines prácticos. El control obtuvo 50.68 ± 1.23 % de humedad y el queso con la fresa cristalizada final obtuvo 55.18 ± 0.01 % de humedad lo cual se puede atribuir al 20 % de fresa que se agregó debido a que a pesar de estar cristalizada esta conserva la humedad higroscópica. También estas muestras se realizaron en noviembre época de lluvias en México, el hecho de que el queso se hubiera dejado prensando 24 horas a temperatura ambiente permite este tipo de cambios por lo que se recomienda usar una cámara fría para el apropiado control de la temperatura, lo cual es requerido para los quesos.

5.6.3 Medición de pH

El pH de los experimentos fue medido a los 4 días posteriores a la elaboración del queso. Véase la Tabla 12.

Tabla 12 Medición de pH del experimento 1.

Tratamiento	Media	D. Estándar
T5	5.62	0.021
T6	5.67	0.025
C2	6.08	0.017
T7	4.87	0.000
T8	4.81	0.006
C3	5.29	0.021

El pH de los tratamientos 5, 6 y el control de estos tratamientos están en los rangos óptimos de acuerdo a los establecidos en la norma, la cual indica que deben de estar en un rango pH de 5-6 (NMX-F-462, 1984). En los tratamientos 7, 8 y su respectivo control se observa una disminución del pH con respecto a los tratamientos previos. Es importante mencionar que el pH no es un valor constante puede variar como consecuencia de la alimentación, estado de lactancia de la vaca y otros factores que intervienen en la elaboración del queso como una temperatura elevada o la cantidad en la adición del cultivo entre otros (Abarca, 2018). Además la fresa presenta un pH ácido entre 3.2-3.5 lo cual pudo haber contribuido a acidificar el medio en los tratamientos 7 y 8 junto con las cultivos adicionados para la elaboración del queso (García & Pinzón, 2016).

Comparado con la literatura se encontró que en otros quesos saborizados también se observó una disminución de pH en comparación con el control, esto debido a que la fruta ayuda a acidificar el medio en comparación con los quesos sin fruta los cuales deben su pH a los cultivos agregados únicamente (Leite et al., 2017; Parra & Fonseca, 2012).

Se realizó también la medición de pH a los 6 días posteriores en el tercer experimento Queso con Fresa escaldada deshidratada, el queso con la fresa tuvo un

pH de 5.04 y su control 5.17, ambos cumplieron también con lo establecido por la norma mexicana. Sin embargo, se observa un pH similarmente bajo al experimento anterior, como ya se ha mencionado anteriormente existen varios factores que pueden afectar el pH y estos experimentos se realizaron ambos en agosto uno de los meses más cálidos a diferencia de los demás experimentos que se realizaron en meses más fríos (Abarca, 2018; Avendaño, et al., 2013) .

Se midió el pH de los experimentos agrupados en el inciso Recubrimiento a base de Alginato para Fresa, Tabla 13.

Tabla 13 Medición de pH del experimento 5

Experimento	pH
Queso con fresa escaldada encapsulada	5.07
Queso con fresa cristalizada encapsulada	4.97
Queso con fresa cristalizada	4.98
Control	6.62

Se observó que hubo una disminución del pH con respecto al control, los resultados entre los tratamientos son muy similares entre ellos y cercanos al pH 5. Es importante mencionar que estas muestras se midieron hasta aproximadamente 2 meses y medio después y el pH tiende a disminuir con el tiempo en los quesos aún más los quesos que contienen la fresa (Leite et al., 2017; Parra & Fonseca, 2012). De acuerdo a todos los resultados anteriores se observa la necesidad de la estandarización de la leche y del control del estado de madurez de la fresa para evitar variaciones en los resultados (Molina, 2014).

Los resultados de pH para el queso final con el tratamiento de cristalizado para la fresa seleccionado y el control fueron respectivamente 6.34 para el queso con la fresa cristalizada y 6.60 para el queso control. De esta manera se muestra que estos quesos cumplieron con lo requerido en la norma NMX-F-462-1984 (NMX-

F-462, 1984). Se observó que los controles son similares en comparación con el anterior experimento medido. Sin embargo, en este experimento la medición se realizó 15 días después a su elaboración lo cual pudo haber afectado las diferencias de pH entre los quesos con fresa cristalizada de este y el anterior experimento medido. Además, es importante mencionar que el tratamiento con fresa cristalizada final es diferente al tratamiento del experimento anterior por lo que no sería posible su comparación.

5.6.4 Análisis de proteína

Los análisis de proteínas se hicieron para el tratamiento 8 y el control pues eran los que presentaban mejores características visualmente. Véase la Tabla 14.

Tabla 14 Análisis de proteína.

Experimento 1

Tratamiento	Media (%)	D. Estándar
T8	20.4557	0.6552
Control	24.0064	0.1896

Se observó que tratamiento 8 obtuvo un porcentaje de proteínas por debajo del requerido en la norma NMX-F-462-1984 para los quesos tipo manchego el cual es de 22% como mínimo (NMX-F-462, 1984). Se obtuvo un rango en el tratamiento 8 del experimento 1 del 20-21% de proteínas aproximadamente. Sin embargo comparándose con los quesos tipo manchego botanero a los cuales también se les adiciona otros ingredientes se encontró que la media de proteínas de estos es de $22.2 \pm 1.8\%$ y que el queso elaborado en esta investigación se encuentra dentro del rango especificado (García, 2006).

Es importante considerar que al estar mezclado el queso con un 23% del concentrado de fresa aproximadamente del total del producto es de esperarse que por tener una menor cantidad de queso o cuajada en la misma muestra se tenga menor cantidad de proteínas. Debido a que, en comparación con el control, este si se encontró en el rango óptimo determinado por la norma.

También se muestran los resultados para el queso con fresa cristalizada final y el control los cuales fueron de 15.38 ± 0.32 % para el queso con fresa y 21.62 ± 0.87 % para el control. El queso control se encuentra muy cercano a lo indicado por la norma e incluyéndose el rango de los resultados este si alcanza el 22%. El queso seleccionado final con la fresa tiene una baja cantidad de proteína lo cual se puede presentar debido a la cantidad de fresa que tenía agregada en la misma muestra. También la variación de proteína puede ser debido a la alimentación de las vacas, e estrés, el entorno (García et al., 2014a). Es importante mencionar que en los análisis mostrados en la Tabla 9 para la leche también se observa una baja cantidad de proteína en la leche usada lo cual se ve reflejado en el queso.

5.6.5 Determinación de Ceniza

El queso control final obtuvo 3.03 ± 0.04 % y el queso con la fresa seleccionado final con la fresa cristalizada obtuvo 2.63 ± 0.12 %. La norma mexicana indica que las muestras deben de tener como máximo un porcentaje de cenizas totales de 6.5 por lo que se observa que los quesos cumplieron con el requerimiento (NMX-F-462, 1984).

5.6.6 Determinación de Carbohidratos

El queso control final obtuvo 3.51 ± 0.27 % y el queso con la fresa seleccionado final con la fresa cristalizada obtuvo 11.75 ± 0.27 %. Al ser comparados con la información nutricional que muestran respecto a los carbohidratos, 20 quesos manchegos vendidos en México, se observa que el resultado en carbohidratos es un promedio de 2.47 por cada 100 gramos con una desviación estándar de 1.41 (PROFECO, 2014). Por lo anterior se observa que el queso control si se encuentra en el rango de los quesos manchegos que se elaboran en México.

El queso con fresa cristalizada tiene una cantidad más elevada de carbohidratos con respecto al control debido a que la fresa contiene sacarosa, glucosa y fructosa, además de la sacarosa añadida para la cristalización de esta (Huillca, 2019).

5.6.7 Medición de dureza del queso.

En el tratamiento 7 con el 30% de mermelada se obtuvo una media de 564.33 ± 194.55 g mostrando la menor fuerza necesaria para romper la muestra, esto es claro puesto que este tratamiento tuvo una mayor cantidad de mermelada en comparación al tratamiento 8 que tuvo el 23% de mermelada por lo tanto aunque la diferencia fuera aproximadamente del 7% se puede observar que afecta en una gran

diferencia para la dureza del queso, triplicando prácticamente la dureza del queso con un 7% menos de mermelada en las cantidades formuladas de 30.77% Tratamiento 1 y 23.08% en el tratamiento 2. Lo cual está de acuerdo a lo encontrado en literatura “Un contenido alto de humedad o grasa debilita la firmeza de la estructura dado que, necesariamente, las proteínas deben estar más alejadas entre ellas” (Guzmán, et al., 2015). Véase la Tabla 15.

Tabla 15 Medición de dureza

Experimento 1

Tratamiento	Fuerza (g)	Área
T71	778.4	2,938
T72	398.3	373.6
T73	516.3	1,273
T81	2,572.5	6,870
T82	2,123.9	3,954
T83	758.9	1,064
C31	4,087.8	1,168
C32	3,685.2	8,305
C33	4,338.5	9,314

Para mejor tratamiento de los datos se realizó la siguiente tabla en la cual se puede observar la media y la desviación estándar. Véase la Tabla 16.

Tabla 16 Resultados estadísticos de la medición de dureza del queso

Tratamiento	Media (g)	D. E
T7	564.33	194.55
T8	1818.43	944.60
Control	4037.17	329.58

Comparándose con la literatura otros quesos tipo manchego tienen en promedio una dureza de 4257 ± 2355 g la cual está en el rango que se encontraba el control, Otros quesos manchego botanero, los cuales tienen otros ingredientes tienen una dureza de 4085 ± 1732 g siendo esta similar al control, se puede observar que su dureza es menor debido a que los ingredientes naturales (epazote y chiles cuaresmeños) que actúan como saborizantes disminuyen la dureza, muy probablemente por la cantidad de agua que contengan (García, 2006). En este caso se puede observar que los tratamientos también obtuvieron una diferencia en cuanto a la dureza en referencia con el control, esto por lo anteriormente explicado y también por el contenido de agua del concentrado y por la proporción realizada.

Se realizó también la medición de dureza para los diferentes tratamientos del experimento Recubrimiento a base de alginato para Fresa escaldada y Fresa cristalizada descrito en el inciso 4.7.4 así mismo para el queso con la fresa seleccionado final y el control de este.

Es importante recordar que estas muestras tuvieron el 20% de fresa con los diferentes tratamientos que se le hicieron. Analizando los tratamientos del experimento Recubrimiento a base de alginato para fresa escaldada y fresa cristalizada, el queso con fresa cristalizada encapsulada presentó la mayor dureza comparada con los demás experimentos medidos, al compararse con el queso con fresa cristalizada esta muestra presenta una menor dureza que el queso con fresa cristalizada encapsulada, y el queso con fresa escaldada encapsulada presenta la menor dureza entre estas tres muestras. Por lo que estas dos variables juntas el cristalizado y el recubrimiento pudieron haberle afectado para tener una mayor dureza debido a que tanto el cristalizado como el recubrimiento permitieron una disminución de la actividad de agua. También se observó que estas muestras presentaron una baja dureza representada mayormente en el control de estas y en el queso con fresa escaldada encapsulada. Sin embargo, el queso con fresa

cristalizada se encuentra muy cercano a la media reportada en literatura mencionada anteriormente para los quesos manchegos botaneros de 4085 ± 1732 g.

Por otro lado, el queso final con el tratamiento de la fresa cristalizada seleccionada final presenta una dureza casi 6 veces menor comparado con la prueba piloto del queso con fresa cristalizada, lo cual pudo haber sido debido a que el cristalizado fue distinto y a que este como el respectivo control presentaron humedades altas para quesos tipo manchego lo cual se observa en una dureza baja como ya se explicó anteriormente (Guzmán, et al., 2015; Lluís, 2012). También se encontró otro artículo en literatura en el que se obtuvo una baja dureza para el queso tipo manchego de 884.09 gramos (Lluís, 2012).

Tabla 17 Medición de dureza de experimentos finales

Experimento	Dureza (g)
Queso con fresa cristalizada encapsulada	6,842.295
Queso con fresa escaldada encapsulada	2,020.057
Queso con fresa cristalizada	3,927.946
Control	1,618.289
Queso final con fresa cristalizada	2742.016
Control final	655.677

Se observó que los tratamientos con mermelada de fresa obtuvieron una menor dureza en comparación con el experimento y las muestras seleccionadas finales de Recubrimiento a base de alginato para Fresa escaldada y Fresa cristalizada. Lo anterior posiblemente al diferente procesamiento de la fresa puesto que la mermelada tiende a ser una sustancia espesa a diferencia de las fresas cristalizadas las cuales tienen una textura más dura. El tratamiento 8 con el 23% de mermelada de fresa presentó mayor similitud con los tratamientos del experimento en comparación en especial con la muestra con fresa escaldada encapsulada. Esto debido a que este tratamiento contenía el 23% de mermelada y los tratamientos del

otro experimento contenían el 20% de la fresa y la muestra con la fresa escaldada encapsulada por el tratamiento de esta obtuvo una textura más suave.

5.6.8 Determinación de capacidad antioxidante

Los resultados obtenidos están expresados en mili moles equivalentes de Trolox por gramo (mM TE) para DPPH y ABTS. En el ensayo DPPH la fresa fresca obtuvo 1,487 mM TE /g al compararse con otros estudios se encuentran valores de 0,01287 mM a 4,40 mM, Dzhanfezova menciona que valores altos de la capacidad antioxidante en fresas no comerciales no habían sido reportados antes lo cual puede ser relevante para el resultado obtenido debido a que la fresa es cultivada en los invernaderos de la universidad (Dzhanfezova et al., 2020; Nowicka, Kucharska, Sokół-Łętowska & Fecka ., 2019). El resultado obtenido en este estudio se encuentra en el rango encontrado de las publicaciones citadas. En ABTS la fresa fresca obtuvo 79,183 mM, Preciado-Rangel reportó 60,90 mM ET para fresa cultivada en condiciones sin suelo y con nutrición controlada como la reportada en este estudio, lo cual explica la influencia de los nutrientes en la capacidad antioxidante (Preciado, 2020).

La capacidad antioxidante en la fresa cristalizada fue de 2.098mM ET en DPPH y en ABTS de 82.0916 mM ET lo cual puede ser justificado por que el análisis de ABTS mide la capacidad de los componentes hidrofílicos y lipofílicos, mientras que el radical DPPH mide solamente los componentes hidrofóbicos, por lo que se puede decir que el radical ABTS una mayor sensibilidad en este análisis (Minutti-López, Gallardo-Velázquez, Osorio-Revilla & Meza-Márquez., 2019; Lopez, 2017; Tarín, 2015) . La capacidad antioxidante fue mayor en la fresa cristalizada que en la fresa fresca esto probablemente debido a la deshidratación de las muestras como se observa en el estudio citado en el que las muestras de fresa y mora secadas obtuvieron mayor capacidad antioxidante que la reportada en las frutas frescas

(Tarín, 2015). Es importante mencionar que el resultado anterior se observó también debido a que se utilizó una temperatura de 46°C diferente a la obtenida por López donde se vio una reducción de la capacidad antioxidante sin embargo la temperatura empleada fue de 70°C, además de que la temperatura de secado usada en esta investigación es también la mejor en las conclusiones de Ruiz para la conservación de la fresa (López, 2017; Ruiz, Castro, & Quicazán, 2015)

El queso control obtuvo un valor de 3.48 mM TE /g en el análisis de DPPH el cual es mayor a lo reportado por Rashidinejad para un queso bajo en grasa con valores entre 0.5-0.7 mM TE /g (Rashidinejad, Birch, Sun-Waterhouse & Everett, 2015). Lo anterior puede ser explicado debido a la disminución de grasa y por lo tanto a los antioxidantes liposolubles como lo observó Unal donde las muestras de leche con más grasa obtuvieron un mayor valor en la capacidad antioxidante (Fardet & Rock, 2018; Unal, 2012). En el análisis de ABTS se observó un valor de 143.51 mM TE el cual se encuentra en el rango reportado encontrado en los estudios citados que varía desde 0.0047 hasta 5000mM/g (Tapuy, 2019; Flores, 2018; Silva et al., 2012). El rango es amplio debido a las variables que pueden intervenir como el tipo de queso, la leche, el procedimiento, las temperaturas, la temporada en la que se hace el grado de maduración etc (Tapuy, 2019; Alenisan, Alqattan, Tolbah & Shori., 2017; Revilla et al., 2016). También es importante considerar que hay pocas investigaciones y gran variedad de metodologías usadas al respecto de los antioxidantes en quesos como lo mencionan varios autores (Alenisan, et al., 2017; Qureshi, Amjad, Nadeem, Murtaza, & Munir., 2019; Revilla et al., 2016)

El queso con la fresa cristalizada obtuvo un valor en DPPH de 0.0288 mM ET /g y en ABTS de 89.4861 mM ET/g los cuales son menores al queso control lo cual pudo haber sido debido a la variación de pH la cual limita la capacidad antioxidante (Lee, 2016). El valor en ABTS puede ser mayor debido a que como se explicó anteriormente estos análisis miden la capacidad antioxidante de diferentes

compuestos y se concuerda con López en cuanto a que el análisis de ABTS tiene mayor sensibilidad además de que se obtienen resultados más altos en este análisis (Minutti, et al., 2019; López, 2017).

5.6.9 Determinación de Compuestos Fenólicos

La fresa fresca obtuvo un valor 0,0302 mg/g Equivalente de ácido gálico (Eq AG) en el contenido de fenoles totales cuyo valor es cercano al obtenido por Nowicka el cual obtuvo un valor de 0.0845 mg/g Eq AG sin embargo al compararse con otros estudios como el de Minutti que obtuvo un valor de 0.4630 mg/g Eq AG el valor es bajo (Minutti, et al., 2019; Nowicka, et al., 2019). La fresa fresca obtuvo un valor bajo en compuestos fenólicos y una alta capacidad antioxidante Dzhanezova explica que esto puede ser debido a la prevalencia de los polifenoles individuales (Dzhanezova et al., 2020).

La fresa cristalizada obtuvo un valor de 24.95 mg/g Eq AG significativamente mayor al de la fresa fresca este resultado puede explicarse también debido a la eliminación de agua de la fresa por los azúcares presentes en la solución osmótica y por la deshidratación en horno (Tarín, 2015; Valeriano, 2014)

En el queso control se observó un valor de 5.3531 mg Eq AG este valor se encuentra dentro de los valores encontrados en literatura que son de 2.0 mg a 44.43 mg Eq AG para los diferentes quesos controles de los estudios citados (Lee, 2016; Rashidinejad, et al., 2015; 2013). Si bien no hay un límite establecido o valores recomendados de compuestos fenólicos si es sabido que estos compuestos confieren actividad antioxidante natural la cual varía con el tipo de queso y el grado de maduración (Tapuy, 2019; Rashidinejad, et al., 2015).

El queso con la fresa cristalizada tuvo un valor de 14.77 mg AG Eq el cual es mayor al queso control coincidiendo con otros autores quienes al agregarle un

ingrediente funcional observaron el aumento de este con respecto al control (Lee, 2016; Carochó et al., 2015; Rashidinejad, et al., 2015).

5.6.10 Medición de Color

Se midieron los parámetros a, b, L, C y el ángulo h para los tratamientos que contenían fresa escaldada encapsulada, fresa cristalizada encapsulada, el control, el queso con la fresa seleccionada final y el control de esta. Véase la Tabla 18.

Tabla 18 Medición de color en las muestras de queso

Tratamiento /Parámetros	a	b	L	C	h
FEE	13.02± 0.24	8.61 ±0.20	26.28 ±0.78	15.61 ±0.07	33.45 ±1.18
FCE	13.10± 0.28	8.99 ±0.12	26.38 ±0.91	15.88 ±0.30	34.46 ±0.17
Control	12.40± 0.04	9.69 ±0.34	26.24 ±0.45	15.74 ±0.28	38.00 ±1.08
F Final	14.55± 0.65	5.18 ±0.10	21.16 ±0.96	15.45 ±0.60	19.62 ±1.03
C Final	12.37± 0.62	7.85 ±0.50	24.17 ±0.52	14.66 ±0.14	32.43 ±3.62

FEE Fresa escaldada encapsulada, FCE Fresa cristalizada encapsulada, F Final Fresa Final, C Final Control Final.

Las muestras de queso con fresa escaldada y cristalizada encapsulada tuvieron valores similares en las variables de a*, b*, L*, C y h°. Estos valores se pueden observar en la Tabla 18. También se observó que en todas las variables la muestra de queso con fresa escaldada encapsulada fue ligeramente menor a los valores reportados para la fresa cristalizada encapsulada, es decir esta última mencionada fue ligeramente más roja lo cual tiene sentido debido a que la fresa escaldada se oxidaba y el color era más claro, también el queso con fresa cristalizada encapsulada fue ligeramente más amarillo, este resultado si bien no es significativo si se observa que se conservó mejor las características incluidas la luminosidad, el

valor C y h. Véase la Tabla 18. Estos valores tienen sentido debido a que al control no contener fresa el valor a^* rojizo es menor, así mismo el valor b^* para la medición del amarillo es mayor, por último, el valor L^* y C^* fueron similares y el valor h aumentó, esta última diferencia del ángulo hue (tono) también se observó en literatura en un queso manchego adicionado de quitosan, lo cual es claro debido a que ángulos más altos de 40 a 90 o cercanos son la transición de naranja a amarillo en cambio menores son transiciones de rojo a naranja (Ortiz de Elguea-Culebras et al., 2019; Wadhwani, 2012).

En la muestra con la fresa seleccionada final se observó el valor en a^* más alto comparado con las demás muestras medidas lo cual es claro debido a que en este procedimiento se conservó mejor el color de la fresa, debido a esta misma razón el valor b^* y L fueron los menores observados. El valor de C no fue significativamente diferente con las demás muestras incluidas los controles sin embargo el ángulo h si disminuyó como se observó en el tratamiento anterior con respecto al control (Ortiz de Elguea-Culebras et al., 2019). Véase la Tabla 18. Al comparar los valores del control con el queso con fresa cristalizada seleccionada final se encontraron algunas similitudes en cuanto al control anterior y la muestra con fresa correspondiente por ejemplo el valor a^* también es menor, el valor b fue más alto; el valor C fue ligeramente menor pero no significativo de 0.79, y el ángulo h mayor. Estos últimos comportamientos en el valor C y h° también se observaron en literatura junto con la relación obtenida de L en cuanto al control y la muestra final, el cual fue mayor en el control que en el queso con la fresa cristalizada final (Ortiz de Elguea-Culebras et al., 2019).

Los valores de a^* , b^* y C de todas las muestras a excepción de la muestra con fresa cristalizada final coinciden con los rangos reportados en literatura para a^* de 7.7-13.7, b^* 7.3 -29.7 y C cercanos a 16.2 (el promedio del valor croma en todas las muestras fue de 15.473) (Gómez-Torres, 2015; Wadhwani, 2012). La muestra final no coincidió debido a que era más roja y menos amarilla que un queso normal debido a la adición de la fresa. La disminución de L pudo haberse visto afectada debido a la

baja cantidad de grasa en el queso final y en el control. El ángulo hue fue menor a los reportados de 40.1- 51.6 debido a que los quesos contenían fresa, lo cual les da un tono rojizo y por lo tanto un ángulo menor y a que los controles no contenían colorantes, sin embargo, el primer control medido alcanzó un valor de 38 cercano a lo reportado. El rango anterior para el ángulo hue se observó en un estudio sobre la influencia del color en quesos bajos en grasa donde los quesos sin colorantes tuvieron valores menores a los quesos comerciales (Wadhvani, 2012).

5.7 Resultados Microbiológicos

En todos los análisis microbiológicos solicitados por la norma para quesos los resultados se encontraron dentro del rango especificado (NOM-243-SSA1, 2010). Para las bacterias mesófilas aerobias las tres muestras se encuentran por debajo del límite máximo el cual es de 200,000 UFC, el queso control tuvo 150 Unidades Formadoras de Colonias, el queso con fresa 180 UFC y la fresa fresca 120 UFC. En los requerimientos para mohos y levaduras el límite máximo es de 500 UFC, en los resultados del análisis de mohos las tres muestras fueron menores a 10 UFC y en el análisis para levaduras, el resultado del queso control fue 60 UFC, la muestra del queso con fresa 120 UFC y la fresa 40 UFC. Para coliformes totales se obtuvieron resultados en las tres muestras menores a 10 UFC lo cual es igual al límite requerido por la norma.

En el análisis de *Escherichia Coli* las tres muestras fueron menor a 3 NMP/g lo cual cumple con el requerimiento de la norma. Igualmente, para *Staphylococcus Aureus* se pide que sean menor a 10 UFC, los resultados de las muestras fueron menor a 1 UFC/g. Finalmente para el análisis de *Salmonella Spp* las 3 muestras tuvieron resultados satisfactoriamente negativos o ausentes.

Estas pruebas microbiológicas se realizaron a 20 días de la prueba de almacenamiento y antes del análisis sensorial para garantizar la inocuidad del producto ofrecido a los participantes en la prueba sensorial.

5.8 Resultados Sensoriales

Se obtuvo una aceptación satisfactoria del producto del 81% entre los que se encuentran quien les gusta muchísimo, bastante, ligeramente y les es indiferente. Únicamente al 6% del público estudiado les disgustó y la categoría de me disgusta bastante fue nula.

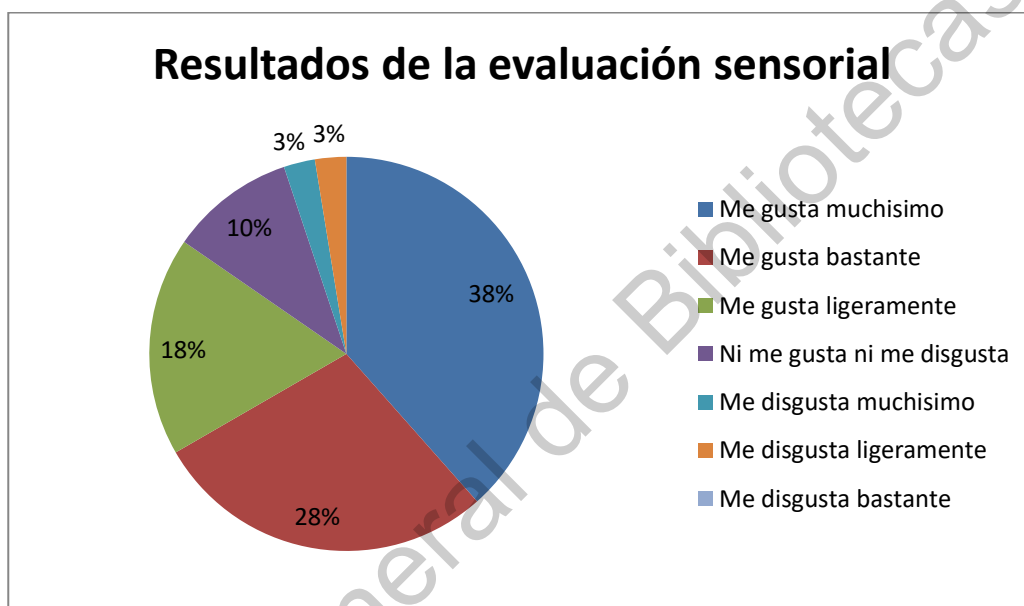


Figura 24 Resultados de la evaluación sensorial

5.9 Tiempo de almacenamiento

Se realizó un seguimiento del tiempo de almacenamiento del producto en refrigeración (5 -8 °C) por un mes en dos lotes diferentes de producto. Después de este tiempo, el producto mostró características organolépticas similares a las del producto recién elaborado y los análisis microbiológicos realizados a los 20 días de almacenamiento indican que el producto cumple con la norma oficial mexicana. (NOM-243-SSA1, 2010).

5.10 Análisis Económico

En la siguiente tabla se puede observar el costo de la elaboración del queso con fresas cristalizadas con el procedimiento seleccionado

Tabla 19 Elaboración de 2250 g de queso tipo manchego (costo en pesos m.n.)

Materia Prima	Cantidad	Costo unitario (\$)	Total (\$)
Leche	20 l	8	160
CaCl ₂	8 ml	0.54	4.3
Cultivo	0.08 g	9.05	0.7
Cuajo	3.33 ml	0.09	0.3
Sal	35 g	0.0096	0.26
Vitamina D	6 tab	2.99	17.9
Mano de Obra	60 min	0.33	20
SUMA			203.46

En la siguiente tabla se puede observar el costo de la elaboración de las fresas cristalizadas con el procedimiento seleccionado.

Tabla 20 Elaboración de 2300 g de fresa cristalizada (costo en pesos m.n.)

Materia Prima	Cantidad	Costo unitario (\$)	Total (\$)
Azúcar	3400 g	0.0076	25.8
Agua	600 ml	0.002	1.2
Glucosa	30 g	0.105	3.15
Fresa	2000 g	0.01	20
Gas	60 min	0.062	3.72
Mano de Obra	60 min	0.33	20
Suma			73.87

Para 2250 g de queso, se ocupan el 20% de fresas es decir 450 g las cuales tendrían un costo de \$14.77. El costo total de 2250 g de queso es de \$203.96 incluido el empaque de \$0.50, es decir 1 Kg equivale \$90.64 más el 25 % de utilidad equivale a \$113 el precio mínimo de venta. En el mercado se encuentra la marca Babybel de quesos dirigidos a niños, con adición de calcio, tiene un costo de \$51.00 por 5 piezas de 20 g (100 g), el costo de producción de 100 g de queso tipo manchego con fresa adicionado de vitamina D es de \$9.00 pesos más el 25% de utilidad, el costo mínimo de venta es de \$11.33 pesos m.n. En la anterior comparación se observa que el queso ofrecido en el mercado es 4 veces más alto al desarrollado en esta investigación. Por lo que, el costo estimado del producto es viable y competitivo.

VI. CONCLUSIONES

En los experimentos previos se encontró el rango de mermelada para agregar al queso sin afectar significativamente el sabor y la estructura de este el cual fue del 16-22%.

Se encontró que el método para conservar el color de la fresa al estar mezclada con el queso es el cristalizado, entre estos métodos se seleccionó el tratamiento TCC (el cual consiste en sumergir las fresas en un jarabe a 75°Brix durante 1 día en refrigeración, deshidratarlas a 46°C por 13 horas, sumergirlas en un jarabe a 90° Brix al hervor de este durante medio minuto, después enfriarlas a temperatura ambiente durante 3 horas y colocarlas en el horno por 4 horas a 46°C) que mantenía el color y sabor de la fresa, además de que este procedimiento se realizó en menor tiempo.

El queso con la fresa cristalizada presentó variaciones en los parámetros fisicoquímicos relacionado con la adición de la fruta y las condiciones del proceso, por lo que se recomienda estandarizar la leche y usar cámaras de maduración frías para controlar estas variables. En cuanto a la fresa cristalizada se usó el 20%, y se conservó la estructura del queso y el sabor de la fruta.

Se logró obtener un producto nuevo en el mercado, adicionado de vitamina D con antioxidantes, con una aceptación del 81% por el público infantil y con un precio mínimo a la venta de \$11.33 pesos m.n. para 100 g de producto, siendo 4 veces menor que el precio de los productos existentes. También el producto cumplió con las normas microbiológicas establecidas y conservo las características organolépticas durante los 30 días de la prueba de almacenamiento a temperatura de 5-8 °C.

VII. REFERENCIAS

- Abarca, D. L. (2018). Elaboración de queso saborizado dulce y tipo snack en el centro agronómico k'ayra-cusco. Recuperado de http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/3599/253T20180192_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Agudelo Gómez, D.A., & Bedoya Mejía, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1),38-42. ISSN: 1794-4449. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107>
- Aguilera-Otíz, M., Reza-Vargas, M. del C., Chew-Madinaveita, R. G., & Meza-Velázquez, J. A. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Biotecnía*, 13(2), 16. Recuperado de: <https://doi.org/10.18633/bt.v13i2.81>
- Alenisan, M. A., Alqattan, H. H., Tolbah, L. S., & Shori, A. B. (2017). Antioxidant properties of dairy products fortified with natural additives: A review. *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, 24(1), 101-106. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jaubas.2017.05.001>
- Alzamora, S. M., Guerrero, S. N., Nieto, A. B., Vidales, S. L., & FAO. (2004). Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas. 76.
- Arias, M. (2018). Evaluación del uso de botón de oro (*tithonia diversifolia*) como suplemento de vacas jersey en etapa productiva.
- Avendaño, J. L., Haack, I. M., Newman, R., Puerta, C. A., & Rosales, D. J. (2013). Elaboracion de un queso crema saborizado utilizando los principios de formulacion fisicoquimica. 79.
- Ayola, Y., & Hernandez, M. (2010). Uso de recubrimiento a base de alginato y su efecto en la calidad de la fresa (*fragaria ananasa*) cv. Camarosa. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 9(1). Recuperado de: <https://doi.org/10.24054/16927125.v1.n1.2011.481>
- Balderas. (2013). *Alimentos Procesados 2013.pdf* (N.º 1). Secretaría de Economía.
- Boligon, A. A. (2014). Technical Evaluation of Antioxidant Activity. *Medicinal Chemistry*, 4(7).

Recuperado de: <https://doi.org/10.4172/2161-0444.1000188>

Bonet, B., Dalmau, J., Gil, I., Gil, P., Juárez, M., Matía, P., & Ortega, R. M. (2014). Libro blanco de los lácteos.

Brun, L. R., Brance, M. L., Lupo, M., & Rigalli, A. (2012). Relevamiento del contenido de calcio en lácteos de uso masivo. 8, 6.

Bustos, R. I., Jensen, E. L., Ruiz, L. M., Rivera, S., Ruiz, S., Simon, F., Riedel, C., Ferrick, D., & Elorza, A. A. (2013). Copper deficiency alters cell bioenergetics and induces mitochondrial fusion through up-regulation of MFN2 and OPA1 in erythropoietic cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 437(3), 426-432. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2013.06.095>

Camara Nacional de Industriales de la Leche [CANILEC] (2011). El Libro blanco de la leche y los productos lácteos. 1ra ed. [Libro digital] Ciudad de México. Recuperado de: https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro_blanco_de_la_leche.pdf

Camara Nacional de Industriales de la Leche [CANILEC] (2018). Estadísticas del sector lácteo 2010-2017.pdf. Recuperado de: <http://www.canilec.org.mx/estadisticas-lacteos-2010-2017.pdf>

Carbajal, M. E., & Torres, M. M. (2018). Deshidratación osmótica de fresas (*fragaria vesca l.*) con aplicación de presión reducida. 269. Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7570>

Carocho, M., Barreira, J. C. M., Antonio, A. L., Bento, A., Morales, P., & Ferreira, I. C. F. R. (2015). The incorporation of plant materials in "Serra da Estrela" cheese improves antioxidant activity without changing the fatty acid profile and visual appearance: Functionalization of 'Serra da Estrela' cheese. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117(10), 1607-1614. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201500018>

Castrillón Martínez, D. & Serpa Guerra, A., (2013). Adición de vitaminas A, B, C, D y de los minerales hierro y calcio en productos lácteos para niños entre 1 y 4 años. Especialidad. Corporación Universitaria Lasallista.

Castro Ruiz, R. M. (2019). Diseño y desarrollo de producto fortificado con vitamina A para adultos

- mayores (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito.
- Cegido, J. C. (2016). Calidad físico-química y organoléptica de la leche en bovinos de doble propósito en cuatro cantones de la provincia de manabí.
- Centro de Estudios para el Logro de la Igualdad de Género [CELIG] (2018). Alimentación: obesidad vs. Desnutrición en mujeres, niñas y adolescentes en México.
- Cesín, A. (2014). La leche y los quesos artesanales en México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 11(2), 243-248.
- Chordi, S. (2013). Contenido fenólico y capacidad antioxidante de fresa mínimamente procesada sometida a tratamientos de conservación por pulsos de luz de alta intensidad.pdf. Universidad de Lleida.
- CODEX STAN 296-2009. (2009). Norma del Codex para las confituras, jaleas y mermeladas (Codex stan 296-2009).
- Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología [COMECYT] & Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia [FUMEC] (2009). Estudio de tendencias y oportunidades para el sector de alimentos procesados del estado de México. COMECYT.
- Coronado, M., & Rosales, R. H. (2001). Procesamiento de alimentos para pequeñas y micro empresas agroindustriales. 20.
- Cortijo-Mendoza, P., Haro, R., Cerna, M., Arana-Fu, L., Gutiérrez, A., Espinoza, M., & Sánchez-González, J. (2017). Effect of the blanching and freezing methods prior to lyophilization on weight loss of vitamin C content in aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). *Agroindustrial science*, 7(1), 33-40. Recuperado de: <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2017.01.03>
- Da Cunha, D. T., Assunção Botelho, R. B., Ribeiro de Brito, R., de Oliveira Pineli, L. de L., & Stedefeldt, E. (2013). Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: Validación de la tarjeta lúdica. *Revista chilena de nutrición*, 40(4), 357-363. Recuperado de: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182013000400005>
- Daza, J., & Ruth, N. (2014). Elaboración y evaluación reológica de mermelada de piña (*Ananás comosus*). 100.
- Devi, P. S., Saravanakumar, M., & Mohandas, S. (2012). The effects of temperature and pH on stability

of anthocyanins from red sorghum (*Sorghum bicolor*) bran. *Afr. J. Food Sci.*, 6, 7. Recuperado de: <https://doi.org/10.5897/AJFS12.052>

Díaz Curiel M. (2015). Acción de la vitamina K sobre la salud ósea.

Díaz-Rizo, V., Guzmán-Aguayo, A. K., Araujo-Guirado, V., Ramírez-Villafaña, M., Nava-Zavala, A. H., Gámez-Nava, J. I., Cardona-Müller, D., Totsuka-Sutto, S. E., & Cardona-Muñoz, E. G. (2018). Factores nutricionales relacionados con osteoporosis.

Dzhanfezova, T., Barba-Espín, G., Müller, R., Joernsgaard, B., Hegelund, J. N., Madsen, B., Larsen, D. H., Martínez Vega, M., & Toldam-Andersen, T. B. (2020). Anthocyanin profile, antioxidant activity and total phenolic content of a strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch) genetic resource collection. *Food Bioscience*, 36, 100620. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100620>

Eck, A., & Gillis, J.-C. (Eds.). (2000). *Cheesemaking: From science to quality assurance* (2., rev.enl). Intercept [u.a.].

El-Din, M. F., Ghita, I., Badran, M. A., Gad, A. S., & El-Said, M. (2010). *Manufacture of Low Fat UF-Soft Cheese Supplemented with Rosemary Extract (as Natural Antioxidant)*. 11.

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición [ENSANUT] (2012). Recuperado de: <https://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2013). *Norma general del codex para el queso*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] & Proyecto de Capacitación para el Fomento de la Agroindustria Rural[PRODAR] (2017a). *Fichas Técnicas Procesado de Frutas*.pdf. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-au168s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2017b). *Informe de la segunda reunion del comite del codex sobre la leche y los productos lacteos Roma, Italia 27—31 de mayo de 1996*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/w2198s/W2198S11.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2017c). *Procesado de Lácteos*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-au170s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2018). *La*

desigualdad agrava el hambre, la desnutrición y la obesidad en América Latina y el Caribe |
FAO. Recuperado de: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/1161238/>

Fardet, A., & Rock, E. (2018). In vitro and in vivo antioxidant potential of milks, yoghurts, fermented milks and cheeses: A narrative review of evidence. *Nutrition Research Reviews*, 31(1), 52-70. Recuperado de: <https://doi.org/10.1017/S0954422417000191>

Farrell, H. M., Jimenez-Flores, R., Bleck, G. T., Brown, E. M., Butler, J. E., Creamer, L. K., Hicks, C. L., Hollar, C. M., Ng-Kwai-Hang, K. F., & Swaisgood, H. E. (2004). Nomenclature of the Proteins of Cows' Milk—Sixth Revision. *Journal of Dairy Science*, 87(6), 1641-1674. Recuperado de: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73319-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73319-6)

Fundación Española de Nutrición [FEN] & Fundación Iberoamericana de Nutrición [FINUT] (2016). La leche como vehículo de salud para la población. Recuperado de: http://sennutricion.org/media/Libro_El_valor_de_la_leche_A4_-_3edicion_v1.pdf

Fernández Fernández, E., Martínez Hernández, J. A., Martínez Suárez, V., Moreno Villares, J. M., Collado Yurrita, L. R., Hernández Cabria, M., & Morán Rey, F. J. (2014). Documento de consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche [Consensus document: nutritional and metabolic importance of cow's milk]. *Nutricion hospitalaria*, 31(1), 92–101. Recuperado de: <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.8253>

Flores. (2018). Evaluación de la capacidad antimicrobiana, antioxidante y propiedades físicas, del aceite esencial de chachacoma (*senecio nutans sch*) en queso fresco tipo paria. 125.

Flores, M. E., Macías, N., & Rivera, M. (2012). Efectos de la vitamina D sobre la salud, y la respuesta inmune y el neurodesarrollo en niños. Recuperado de: https://www.insp.mx/images/stories/Produccion/pdf/130530_efectos_vitaminaD.pdf

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF]. (2018). Salud y nutrición. Recuperado de: <https://www.unicef.org/mexico/salud-y-nutrici%C3%B3n>

Franco, D., & Moure, A. (2010). Antioxidantes naturales. Aspectos saludables, toxicológicos y aplicaciones industriales.

Galván, M. (2005). Proceso básico de la leche y el queso.pdf. 6. Recuperado de: http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art87/sep_art87.pdf

Gante, A. V. (2015). Naturaleza, evolución, contrastes e implicaciones de las imitaciones de quesos mexicanos genuinos. 25.

García Islas, B. (2021). Caracterización físico química de diversos tipos de quesos elaborados en el valle de Tulancingo Hgo con el fin de proponer normas de calidad (Licenciatura). Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.

García, C. A. C., Montiel, R. L. A., & Borderas, T. F. (2014a). Grasa y proteína de la leche de vaca: Componentes, síntesis y modificación. Archivos de Zootecnia, 63(241), 85. Recuperado de: <https://doi.org/10.21071/az.v63i241.592>

García, V., Chambillo, J., Rivas, D. I., Rivas & Marquez, N. (2014b). Saborizado con orégano (*Origanum vulgare*) y ají (*Capsicum baccatum*)".

García, J. C. L., Berlanga, V. H. F., González, J. F., Gutiérrez, R. A. S., Pérez, A. S., Rivera, J. I. R., Cháirez, E., & González, H. S. (2011). Técnicas para la transformación de leche de cabra en zonas marginales. 176.

García, O., & Pinzón, M. (2016). Efecto de recubrimientos de almidón de plátano guayabo. 24(39), 11.

Gómez-Torres. (2015). Impact of *Clostridium* spp. On cheese characteristics: Microbiology, color, formation of volatile compounds and off-flavors.

Guato, E. (2006). Utilización de cáscaras de cítricos en la elaboración de mermelada de guayaba. Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3367/1/P101%20Ref.3030.pdf>

Guzman C., I. E, Tejada T, C., Ossa M., Y. J., & Rivera R, C. A. (2015). Análisis comparativo de perfiles de textura de quesos frescos de leche de cabra y vaca. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 13(1), 139-147. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612015000100016&lng=en&lng=es.

Henao, M. V. Á., García, S. I. S., Villada, M. E., & Marín, B. E. L. (2012). Papilla de arroz instantánea para niños de 12 a 36 meses fortificada con micronutrientes: Una alternativa para la alimentación infantil1. Journal of Engineering and Technology, 34.

Hernández, L. A. Z., & Velásquez, H. J. C. (2007). Estudio de la dureza del queso edam por medio de

análisis de perfil de textura y penetrometría por esfera. 15.

Hervás, G., Ruiz-Litago, F., Irazusta, J., Fernández-Atutxa, A., Fraile-Bermúdez, A., & Zarrazquin, I. (2018). Physical Activity, Physical Fitness, Body Composition, and Nutrition Are Associated with Bone Status in University Students. *Nutrients*, 10(1), 61. Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/nu10010061>

Huillca quintanilla, L. (2019). Elaboración de granolas de avena con relleno de mermelada de fruta, enriquecidas con harina de papa (*Dosidicus gigas*) (Licenciatura). Universidad nacional de san agustín de arequipa.

Insel, P. M., Ross, D., McMahon, K., & Bernstein, M. (2017). *Nutrition*. 6ta ed. Recuperado de: Nutrition - Paul M. Insel, Don Ross, Kimberley McMahon, Melissa Bernstein - Google Libros

Instituto Español del Comercio Exterior [ICEX] (2012). El mercado del queso en México.

Instituto Español del Comercio Exterior [ICEX] (2015). México, segundo país latinoamericano con mayor consumo de lácteos. Recuperado de: <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/paises/navegacion-principal/noticias/NEW2015418280.html?idPais=MX>

Instituto Español del Comercio Exterior [ICEX] (2016). El mercado del queso en México.pdf.

Instituto Nacional de la Economía Social [INAES] (2002). Quesos. Recuperado de: http://www.inaes.gob.mx/doctos/pdf/guia_empresa/quesos.pdf

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales [INIFAP] (2017). Climatología presentada en Querétaro. INIFAP. Recuperado de: <http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/est.aspx?est=26473>

Instituto Nacional de Salud Pública [INSP]. (2018). Sobrepeso y obesidad en México. Recuperado de: <https://www.insp.mx/avisos/4737-sobrepeso-obesidad-mexico.html>

Juárez, M., de la Fuente Layos, & Fontecha. (2015). Los nutrientes de la leche en la salud cardiovascular. *Nutrición hospitalaria*, 2, 26-32. Recuperado de: <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup2.8679>

Laureano, N. A. (2017). "Evaluación de la producción y composición de la leche de vacas holstein y jersey de primer parto, alimentadas con una ración totalmente mezclada (tmr)". Universidad autónoma del estado de México.

- Lazarchick, J. (2012). Update on anemia and neutropenia in copper deficiency: Current Opinion in Hematology, 19(1), 58-60. Recuperado de: <https://doi.org/10.1097/MOH.0b013e32834da9d2>
- Lee. (2016). Short communication: Physicochemical and antioxidant properties of Cheddar-type cheese fortified with Inula britannica extract. Journal of Dairy Science. Recuperado de: [doi:10.3168/jds.2015-9935](https://doi.org/10.3168/jds.2015-9935)
- Leite, D. G., Ferreira, I. C., Ferreira, D.O., Liniewicz, E. S., Klososki, S. J., & Pimentel, T. C. (2017). Effect of the addition of guava, apple, mango, or banana on the physical, chemical and microbiological characteristics and on the acceptance of Minas Frescal cheese during cold storage. Journal of Food Processing and Preservation, 41(6), e13296. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13296>
- León, & Proaño. (2015). Elaboración del yogurt a partir de diferentes materias primas, como leche de vaca y de cabra para su caracterización.
- Lluis, D. (2012). Efecto de los exopolisacáridos producidos por streptococcus thermophilus en la textura sensorial e instrumental de queso tipo manchego.
- López. (2017). Estudio comparativo de la actividad antioxidante en fresas de cultivos de origen tradicional versus ecológico.
- Martín Jiménez, J. A, Consuegra, B, Martín Jiménez, M. T (2015). Factores nutricionales en la prevención de la osteoporosis. Nutricion hospitalaria, 1, 49-55. Recuperado de: <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.sup1.9480>
- Martínez, C. V., Blanco, A. I. D. C., & Nomdedeu, C. L. (2005). Alimentación y nutrición: Manual teórico-práctico. Ediciones Díaz de Santos.
- Martínez, F., & Narváez, R. (2013). Utilización de 3 variedades de pimiento (*Capsicum annum* var. *Annum*, *Capsicum sinense*, *Capsicum baccatum* L) y 3 variedades de ají (*Capsicum frutescens*, *Capsicum pubescens*, *Capsicum chinense*), fresco y deshidratado para la elaboración de queso fresco prensado.
- McSweeney, P. L. H., & Fox, P. F. (2013). Advanced Dairy Chemistry: Volume 1A: Proteins: Basic Aspects, 4th Edition. Boston, MA: Springer.
- Medhammar, E., Wijesinha-Bettoni, R., Stadlmayr, B., Nilsson, E., Charrondiere, U. R., & Burlingame,

- B. (2012). Composition of milk from minor dairy animals and buffalo breeds: A biodiversity perspective. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(3), 445-474. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4690>
- Melo, S. (2018). Guía 3. Conceptos de deshidratación osmótica.
- Minutti-López Sierra, P., Gallardo-Velázquez, T., Osorio-Revilla, G., & Meza-Márquez, O. G. (2019). Chemical composition and antioxidant capacity in strawberry cultivars (*Fragaria ananassa* Duch.) by FT-MIR spectroscopy and chemometrics. *CyTA - Journal of Food*, 17(1), 724-732. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1645211>
- Misael Cortés R, Amparo Chiralt B, & Luís Puente D. (2005). Alimentos funcionales: una historia con mucho presente y futuro.
- Molina R, H. M. (2014). Evaluación de factores que afectan el rendimiento del queso crema y Zamorella en la Planta de Lácteos de la EAP. 29. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3364/1/AGI-2014-T030.pdf>
- Montero, A., Tabera, A., & Stefañuk, F. (2018). Caracterización de la calidad de leche en pequeñas explotaciones lecheras en la cuenca Mar y Sierras.pdf.
- Muehlhoff, E., Bennett, A., MacMahon, D., & Food and Agriculture Organization of the United Nations (Eds.). (2013). Milk and dairy products in human nutrition. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- National Institute of Health [NIH]. (2016). Datos sobre el selenio.pdf. Recuperado de: <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Selenium-DatosEnEspañol.pdf>
- Nolivos, M. (2011). "Uso de cuajo vegetal (leche de higo verde—*ficus carica* linnaeus) para la elaboración de queso fresco". 131.
- Norma Oficial Mexicana NMX-F-068-S-1980 (1980). NMX-F-068-S-1980. Alimentos. Determinación de proteínas. Recuperado de: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-068-S-1980.PDF>
- Norma Oficial Mexicana NMX-F-083-1986 (1986). Alimentos. Determinación de humedad en productos alimenticios. Recuperado de: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-083-1986.PDF>

Norma Oficial Mexicana NMX-F-100-1984 (1984). Alimentos. Lácteos. Determinación de grasa butírica en quesos. Recuperado de: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-100-1984.PDF>

Norma Oficial Mexicana NMX-F-462-1984 (1984). Alimentos-lácteos-queso tipo manchego. Recuperado de: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-462-1984.PDF>

Norma Oficial Mexicana NMX-FF-015-1982 (1982). Productos alimenticios no industrializados, para uso humano. Fruta fresca. Determinación de sólidos solubles totales. Recuperado de: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-015-1982.PDF>

Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994 (1994). Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/092ssa14.html>

Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994 (1994). Bienes y servicios. Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/110ssa14.html>

Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994 (1994). Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en placa. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/111ssa14.html>

Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994 (1994). Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/113ssa14.html>

Norma Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994 (1994). Bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/121ssa14.html>

Norma Oficial Mexicana NOM-183-SCFI-2012 (2012). Producto lácteo y producto lácteo combinado- Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Recuperado de: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4693/seeco1/seeco1.htm>

Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014 (2014). Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de

- microorganismos patógenos. Recuperado de:
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5398468&fecha=26/06/2015
- Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010 (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. www.dof.gob.mx.
Recuperado de: <http://dof.gob.mx/normasOficiales/4156/salud2a/salud2a.htm>
- Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008. (2008). Recuperado de:
<http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3770/SALUD2a/SALUD2a.htm>
- Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012 (2012). Leche-Denominaciones, especificaciones físicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Recuperado de:
<http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4692/seeco/seeco.htm>
- Nowicka, A., Kucharska, A. Z., Sokół-Łętowska, A., & Fecka, I. (2019). Comparison of polyphenol content and antioxidant capacity of strawberry fruit from 90 cultivars of *Fragaria × ananassa* Duch. Food Chemistry, 270, 32-46. Recuperado de:
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.015>
- Official methods of analysis of the AOAC (1990), 15th ed. Methods 925.09, 954.01, 923.03. Association of official analytical chemists. Arlington, VA, USA.
- Organización mundial de la salud [OMS] (2012). World Health Organization (2012). Guideline. Potassium intake for adults and children. Recuperado de:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK132470/>
- Organización mundial de la salud [OMS] (2016). Guideline. Sodium intake for adults and children. World Health Organization.
- Organization for Economic Co-operation and Development [OCDE] (2017). Obesity Update 2017. Recuperado de: <https://www.oecd.org/health/obesity-update.htm>
- Orozco, M. L. (2004). Mejoramiento de vida de anaquel en queso tradicional Ranchero y queso de pasta hilada Oaxaca. 108.
- Ortíz & Ramos (Eds.). (2008). Nutrición y alimentación de los niños y adolescentes mexicanos. Primera parte: Deficiencias nutrimentales. 75(4), 175-180.

Ortiz, D. (2012). "Proceso de deshidratación en Kiwi, Fresas, y Mango para la respectiva diversificación de sus usos".

Ortiz de Elguea-Culebras, G., Bourbon, A. I., Costa, M. J., Muñoz-Tebar, N., Carmona, M., Molina, A., Sánchez-Vioque, R., Berruga, M. I., & Vicente, A. A. (2019). Optimization of a chitosan solution as potential carrier for the incorporation of Santolina chamaecyparissus L. solid by-product in an edible vegetal coating on 'Manchego' cheese. Food Hydrocolloids, 89, 272-282. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.10.054>

Paniagua, H. (2008). Manual de elaboración de los productos lácteos en la empresa chelmar s.a. de c. V. En saltillo, coahuila. Recuperado de: <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/714.a>

Parra, & Fonseca. (2012). Características físicoquímica, proximal y sensorial de un queso tipo crema saborizado. 19. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914063.pdf>

Pérez, D. A. G. (2015). Elaboración de pulpas, zumos, néctares, deshidratados, osmodeshidratados y fruta confitada. 61.

Perez, L. (2011). Técnicas para la elaboración de productos lácteos. 10.

Preciado. (2020). Interactive Effects of the Potassium and Nitrogen Relationship on Yield and Quality of Strawberry Grown Under Soilless Conditions. Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/plants9040441>

Procuraduría Federal del Consumidor [PROFECO]. (2011). Tecnología doméstica Profeco. Fresas Cristalizadas. Scribd. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/118356703/cristalizacion>

Procuraduría Federal del Consumidor [PROFECO]. (2014). Quesos chihuahua y tipo manchego. Revista del consumidor.

Quesada & Sosa. (2011). Nutrición y osteoporosis. Calcio y vitamina D.

Qureshi, T. M., Amjad, A., Nadeem, M., Murtaza, M. A., & Munir, M. (2019). Antioxidant potential of a soft cheese (paneer) supplemented with the extracts of date (Phoenix dactylifera L.) cultivars and its whey. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 32(10), 1591-1602. Recuperado

de: <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0750>

Ramírez, C., & Vélez, J. F. (2012). Quesos frescos: Propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. 18.

Ramírez, J. del P. (2014). Influencia de las técnicas culinarias sobre el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante en hortalizas de la dieta mediterránea: Memoria que presenta Jessica del Pilar Ramírez Anaya para optar al grado de Doctor por la Universidad de Granada. Editorial de la Universidad de Granada.

Ramírez-Navas, J. S., & de Stouvenel, A. R. (2011). Fortificación de leche y derivados lácteos. 67, 11.

Rashidinejad, A., Birch, E. J., Sun-Waterhouse, D., & Everett, D. W. (2015). Total phenolic content and antioxidant properties of hard low-fat cheese fortified with catechin as affected by in vitro gastrointestinal digestion. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 393-399. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.12.058>

Rashidinejad, Ali, Birch, E. J., Sun-Waterhouse, D., & Everett, D. W. (2013). Effects of catechin on the phenolic content and antioxidant properties of low-fat cheese. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(12), 2448-2455. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/ijfs.12234>

Revilla, I., González-Martín, M. I., Vivar-Quintana, A. M., Blanco-López, M. A., Lobos-Ortega, I. A., & Hernández-Hierro, J. M. (2016). Antioxidant capacity of different cheeses: Affecting factors and prediction by near infrared spectroscopy. *Journal of Dairy Science*, 99(7), 5074-5082. Recuperado de: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10564>

Rivadeneria, A. V. V. (2013). Estudio de la utilización de Stevia como sustituto de la Sacarosa en la fabricación de mermelada de piña (*Ananas comosus*).

Rivera, J. A. (2012). Deficiencias de micronutrientes en México: Un problema invisible de salud pública. *Salud Pública de México*, 54(2), 101-102.

Ruiz, L., Castro, L., & Quicazán, M. (2015). Influencia de las condiciones de secado en el color de fresas variedad Chandler. 4.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SAGARPA] (2017). Fresa Mexicana. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257075/Potencial-Fresa.pdf>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SAGARPA] & Servicio de Información Agroalimentaria y

- Pesquera [SIAP] (2017). Panorama de la leche en México.
- Salas, J., Anna Bonada i Sanjaume, Roser Trallero Casañas, M. Engràcia Saló i Solà, & Roser Burgos Peláez (Eds.). (2019). Nutrición y dietética clínica—Google Libros. GEA Consultoria Editorial SL.
- Sánchez, I. C. (2016). "Utilización de yafri (*artocarpus heterophyllus*) para la elaboración de mermelada y su aplicación en postres. 2015". 125.
- Sánchez, J. F. A. (2013). Caracterización del fundido y textura de queso oaxaca y queso oaxaca de imitación comercial. 53.
- Sánchez León, D. (2012). Estudio del potencial antioxidante de la mora (*rubus glaucus benth*) y sus cambios en función del proceso de maduración y bajo diferentes temperaturas de almacenamiento (Maestría). Universidad Nacional de Colombia.
- Sánchez, J. R. B. (2005). Refractómetros e interferómetros. Universidad de Valencia CSIC 2.
- Santillán, E., Méndez, M.A, & Vélez, J. F. (2014). Productos lácteos funcionales, fortificados y sus beneficios en la salud humana.pdf. 8(1), 5-14.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP] (2017). Fresa, delicia mundial. gob.mx. Recuperado de: <http://www.gob.mx/busqueda?utf8=%E2%9C%93&site=sagarpa&q=fresa>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP] (2018). Publicaciones SIAP 2018. Recuperado de: https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2018/Atlas-Agroalimentario-2018
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP & SADER. (2018). Panorama de Leche octubre-diciembre 2018.
- Shamah, Amaya, & Cuevas. (2015). Desnutrición y obesidad: Doble carga en México. 16(5). Recuperado de: <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num5/art34/>
- Shils, M. E., & Shike, M. (2006). Modern Nutrition in Health and Disease. Lippincott Williams & Wilkins.
- Silva, R. A., Lima, M. S. F., Viana, J. B. M., Bezerra, V. S., Pimentel, M. C. B., Porto, A. L. F., Cavalcanti, M. T. H., & Lima Filho, J. L. (2012). Can artisanal "Coalho" cheese from Northeastern Brazil be used as a functional food? Food Chemistry, 135(3), 1533-1538. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.058>

- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. En *Methods in Enzymology* (Vol. 299, pp. 152-178). Elsevier. Recuperado de: [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Solano, P. A. A., & Mestra, A. C. R. (2016). Determinación de las condiciones óptimas de encapsulamiento por co-cristalización de pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.). 63.
- Tapuy. (2019). "Elaboración de queso andino con la adición de una mezcla de aceites esenciales microencapsulados de plantas aromáticas comestibles". 49.
- Tarín. (2015). Evaluación de la calidad funcional de extractos de mora y fresa liofilizada. Recuperado de: <http://polipapers.upv.es/index.php/IA/article/view/3293>
- Teixeira, J., Gaspar, A., Garrido, E. M., Garrido, J., & Borges, F. (2013). Hydroxycinnamic Acid Antioxidants: An Electrochemical Overview. *BioMed Research International*, 2013, 1-11. Recuperado de: <https://doi.org/10.1155/2013/251754>
- Unal, G. (2012). Antioxidant activity of commercial dairy products. 23(1), 4. Recuperado de: https://www.teknoscienze.com/tks_article/antioxidant-activity-of-commercial-dairy-products/
- Urquiza, E. S.-, & Méndez, M. A. (2014). Productos lácteos funcionales, fortificados y sus beneficios en la salud humana. 10.
- U.S. Department of Agriculture [USDA] (2020) Dietary Guidelines for Americans. 8th Edition. Recuperado de: <http://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/>
- Valeriano. (2014). Pre-tratamiento osmótico en el color, contenido de compuestos fenólicos totales y antocianinas en mermelada de fresa (*Fragaria vesca* L.)".
- Varela Moreiras, G. (2018). La leche como vehículo de salud para la población. *Nutrición Hospitalaria*, 35(6). Recuperado de: <https://doi.org/10.20960/nh.2288>
- Vásquez, L. Y. M. (2016). Diseño de una guía para la elaboración de alimentos enriquecidos o fortificados con vitaminas y minerales. 93.
- Venema, C. (2013). El uso, almacenamiento y conservación de Pimientos. 2.
- Wadhvani. (2012). Color of low-fat cheese influences flavor perception and consumer liking.

Recuperado de: 10.3168/jds.2011-5142

Zuleta, Á., Binaghi, M. J., Greco, C. B., Aguirre, C., De la Casa, L., Tadini, C., & Ronayne de Ferrer, P. A. (2012). Diseño de panes funcionales a base de harinas no tradicionales. Revista chilena de nutrición, 39(3), 58-64. Recuperado de: <https://doi.org/10.4067/S0717-75182012000300009>

Dirección General de Bibliotecas UAQ

VIII. ANEXOS

8.6 Encuesta datos personales

Nombre: _____

Edad: _____ Sexo: _____

¿Estaría usted dispuesto a que su hijo o hija participé en el proceso de evaluación sensorial de queso Tipo Manchego con Fresa?

Sí _____ No _____

¿Le disgusta en lo particular algún queso a su hijo como para no participar en una degustación de un queso tipo manchego con fresa o le disgusta la fresa?

¿Consume su hijo habitualmente el queso? Si _____ No _____

Entre 7 a 5 días _____

Entre 3 a 5 días _____

Entre 1 a 3 días _____

¿Qué queso consume habitualmente? _____

Padece su hijo de alguna de las siguientes enfermedades:

_____ Alergias. ¿ACuál? _____

_____ Resfrío crónico o Sinusitis

_____ Diabetes

_____ Tratamiento Dental

_____ Otros _____

8.7 Test de evaluación sensorial

NOMBRE: _____

FECHA: _____

NOMBRE DEL PRODUCTO _____

Pruebe el producto que se presenta a continuación. Por favor marque con una X, sobre la carita que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar.



COMENTARIOS.

¡MUCHAS GRACIAS!

8.8 Hoja de Consentimiento Informado

Hola. Se realiza este Análisis Sensorial de Alimentos, bajo la supervisión de la Dra. Margarita Contreras Padilla con el propósito de determinar la preferencia del consumidor en el queso Tipo Manchego con Fresa cuya adición de vitamina D cuya composición está basada en leche y fresa y le estamos invitando a participar en nuestro estudio. Su participación consistirá en evaluar la experiencia organoléptica al consumir dichos productos.

Su participación en el estudio es libre y es voluntaria. Esto significa que usted está en libertad de participar o no participar en el mismo, si así lo decidiera durante cualquier etapa del estudio. Si esto ocurre, déjele saber su decisión a la persona a cargo de la investigación.

La información que usted nos brinde en el panel sensorial es **anónima y confidencial**. Esto quiere decir que la hoja de evaluación que se le proporcionará no llevará nombre o información que lo identifique. La información que usted brinde se utilizará solo con propósito del estudio. Una vez complete la hoja de evaluación, ésta se archivará bajo llave en mi oficina en el Proyecto del Centro de innovación y desarrollo de Productos (CAIDEP).

Usted no recibirá beneficios, es decir, incentivos económicos por participar en este estudio.

No se anticipa que usted sufra daños por participar en este estudio. Sin embargo, si se siente incómodo con una o varias preguntas de la hoja de evaluación, está en libertad de no contestarla. Si se siente demasiado incómodo, dígaselo inmediatamente a la persona que administra la hoja de evaluación y se dará por terminada su participación.

Si usted tiene alguna duda acerca del estudio puede aclararla ahora o en cualquier momento que lo desee.

Muchas gracias.

He leído esta hoja de consentimiento y he escuchado la explicación dada por el investigador. Se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas acerca de este proyecto y las mismas me han sido contestadas a mi satisfacción. Mi firma en este documento certifica que soy el padre o tutor y consiento que mi hijo con

Nombre: _____ participé.

Firma del participante / Fecha

Firma del Investigador / Fecha

Certifico que no tengo condición médica, u otra condición, que me impida ingerir o entrar en contacto con alimentos que contienen todos o algunos de los siguientes ingredientes: leche y fresa.

Firma del participante / Fecha

Firma del Investigador / Fecha



Hoja de Consentimiento Informado

Hola. Se realiza este Análisis Sensorial de Alimentos, bajo la supervisión de la Dra. Margarita Contreras Padilla con el propósito de determinar la preferencia del consumidor en el queso Tipo Manchego con Fresa cuya adición de vitamina D cuya composición está basada en leche y fresa y lo estamos invitando a participar en nuestro estudio. Su participación consistirá en evaluar la experiencia organoléptica al consumir dichos productos.

Su participación en el estudio es libre y es voluntaria. Esto significa que usted está en libertad de participar o no participar en el mismo, si así lo decidiera durante cualquier etapa del estudio. Si esto ocurre, déjelo saber su decisión a la persona a cargo de la investigación.

La información que usted nos brinde en el panel sensorial es anónima y confidencial. Esto quiere decir que la hoja de evaluación que se le proporcionará no llevará nombre o información que lo identifique. La información que usted brinde se utilizará solo con propósito del estudio. Una vez complete la hoja de evaluación, ésta se archivará bajo llave en mi oficina en el Proyecto del Centro de innovación y desarrollo de Productos (CAIDEP).

Usted no recibirá beneficios, es decir, incentivos económicos por participar en este estudio.

No se anticipa que usted sufra daños por participar en este estudio. Sin embargo, si se siente incómodo con una o varias preguntas de la hoja de evaluación, está en libertad de no contestarla. Si se siente demasiado incómodo, dígaselo inmediatamente a la persona que administra la hoja de evaluación y se dará por terminada su participación.

Si usted tiene alguna duda acerca del estudio puede aclararla ahora o en cualquier momento que lo desee.

Muchas gracias.

He leído esta hoja de consentimiento y he escuchado la explicación dada por el investigador. Se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas acerca de este proyecto y las mismas me han sido contestadas a mi satisfacción. Mi firma en este documento certifica que soy el padre o tutor y consiento que mi hijo con Nombre : _____ participe.

Firma del participante / Fecha

Firma del Investigador / Fecha

Certifico que no tengo condición médica, u otra condición, que me impida ingerir o entrar en contacto con alimentos que contienen todos o algunos de los siguientes ingredientes: leche y fresa.

Firma del participante / Fecha

Firma del Investigador / Fecha