



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO
DE HIDALGO**
INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE DIVERSOS TIPOS DE
QUESOS ELABORADOS EN EL VALLE DE TULANCINGO HGO
CON EL FIN DE PROPONER NORMAS DE CALIDAD.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

P R E S E N T A:

BRISELDA GARCIA ISLAS

DIRECCION: DRA. IRMA CARO CANALES
ICAP, UAEH

TULANCINGO DE BRAVO, HGO. MAYO 2006

Esta tesis de Licenciatura ha sido financiada a través del proyecto PROMEP/103.5/04/2759 "Caracterización de diversos Quesos Mexicanos con especial atención a los elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo.

Por otra parte, agradezco al Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos de la UNIVERSIDAD DE LEÓN (España) por su colaboración y apoyo para la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a mi Directora de Tesis **Dra. Irma Caro Canales** por sus apoyo, dedicación, tiempo y por compartir conmigo sus conocimientos para la realización de esta investigación y sobre por sus consejo y ejemplo que adquirí durante este tiempo que trabaje con ella., "LE AGRADEZCO INFINITAMENTE".

Al **Dr. Javier Mateo Oyagüe** agradezco por el esfuerzo, por su comprensión, dedicación, tiempo y brindarme sus conocimientos para realizar y terminar esta tesis que me sirve para triunfar en mi vida profesional "MIL GRACIAS".

Al **M en C. Sergio Soto Simental** por sus colaboración y apoyo en los análisis de perfil de textura y color que se llevaron acabo en este trabajo de investigación y por su tiempo para la revisión de esta tesis "GRACIAS".

Al **M en C. M. Jesús Franco Fernández** y al **M. en C. Roberto González Tenorio** por colaboración y sus sugerencias que aportaron durante la revisión de esta tesis.

A mis maestros y compañeros del ICAP por su apoyo durante la estancia en el Instituto.

DEDICATORIAS

Principalmente a la Inolvidable Memoria de **Mi Padre Eleazar García Fernández**, que aunque ya no está conmigo físicamente el siempre estará en mi corazón y nunca lo olvidaré y gracias a su ejemplo y su educación logre terminar mi carrera profesional.

A mi Madre; Que con la mayor gratitud por todos tus esfuerzos, tus sacrificios para que yo pudiera terminar mi carrera profesional. Por tus oraciones, por haberme dado todo y por enseñarme a luchar por lo que se quiere, Gracias por guiarme mi camino y estar siempre junto a mí en los momentos difíciles.

A mis Hermanos: Bernabé, Sergio, Laura, Mery, por su apoyo gracias, los quiero.

A mi Esposo Rodrigo le doy gracias por haberme apoyado, en todo lo necesario para que yo pudiera terminar satisfactoriamente esta tesis, y por haberme tenido paciencia por el tiempo que no estuve a su lado, gracias y que sepas que "TE AMO" y "Te amaré" por el resto de mi vida.

A mi Pequeño; Eleazar, que desde que nació es y serás mi mayor ilusión, mi valentía, mi fuerza, mi alegría la razón de mi vida y saber luchar por ti con mi mas grande **AMOR**.

A mi "Bebe", aunque aun no nace le agradezco por ya ser parte de mi vida y que es una razón mas para seguir preparándome, y te espero con ansias ya que tu eres el motor para terminar esta tesis lo mas pronto posible **"TE AMO"**.

A mis Amigos., de generación que con cada uno de ellos compartir cosas diferentes, y tengo un cariño especial para cada uno de ellos. Lupita, Blancas, Marco, Paola, Jesús, Sandra, Ismael, Coco, Martha, Maye, Verónica y Thania. Sobre todo para la banda de los "aliados". **Coco, March y Blancas.**,

Coco le agradezco infinitamente su apoyo durante la carrera y sobre todo en la tesis ya que con ella fue con la que compartir mi trabajo de investigación T.Q.

March gracias por tu apoyo y comprensión, ya que contigo compartí momentos inolvidables durante la carrera y durante mi trabajo de investigación T.Q.

Blancas gracias por ser mi compañero y amigo de carrera y de equipo, ya que he aprendí de ti la sinceridad y sencillez que puede existir en una persona como tu, gracias. T.Q.

Maye Que a pesar que hubo momentos difíciles entre tu yo te doy gracias por todo tu apoyo y tus consejos que me brindaste, para que pudiera terminar mi carrera y mi tesis T.Q.

Por ultimo a mis dos amigos que nunca olvidaré que desde que entre me mostraron su apoyo, y que por dificultades no se graduaron con nosotros siempre los recordare **Danys y Quique**.

Índice

Pàg.

Índice de Cuadros	I
Índice de Figuras	Iv
Resumen	v
Introducción	1
Justificación	3
Objetivos	3
CAPITULO I	4
1 Revisión de Literatura	4
1.1 Generalidades Sobre el Queso y su Calidad	4
1.2 Producción Mundial de la Leche y Quesos	6
1.3 Situación de la Producción de Queso en México	6
1.4 Producción de Queso en el Valle de Tulancingo Hidalgo	8
1.5 Quesos Mexicanos	10
1.5.1 Quesos Típicos Mexicanos	10
1.5.2 Clasificación de Quesos Mexicanos	10
1.5.3 Clasificación de Quesos por la Norma Oficial	13
1.5.4 Descripción de los Quesos Elaborados en el Valle de Tulancingo Hgo.	15
1.6 Bibliografía Científica y Tecnológicas Sobre los Quesos Mexicanos	24
1.7 Composición y Características Físico-Químicas de los Quesos	25
1.8 Influencia de la Composición de la Leche y otras Materias Primas Sobre las Propiedades del Queso	26

1.8.1	Influencia del Proceso de Trabajo de la Cuajada Sobre la Composición y Propiedades Físico-Químicas del Queso	28
1.9	Cambios en la Composición y Propiedades Físico-Químicas del Queso a lo Largo del Almacenamiento y Maduración	33
	CAPITULO II	36
2	Materiales y Métodos	36
2.1	Localización del Experimento	36
2.2	Muestras	36
2.3	Análisis Físicos- Químicos	37
2.3.1	Determinación de Materia Grasa	37
2.3.2	Determinación de Proteína	37
2.3.3	Contenido de Humedad	38
2.3.4	Lactosa	39
2.3.5	Determinación del Contenido en Cenizas	40
2.3.6	Prueba de Punto de Fusión	41
2.3.7	Determinación de pH	41
2.3.8	Actividad de Agua	41
2.3.9	Análisis de Perfil de Textura (TPA)	41
2.3.10	Parámetros de Color	42
2.3.11	Medidas Morfológicas y Fotografías	42
2.4	Análisis Estadísticos	42
	CAPITULO III	43
3	Resultados	43
3.1	Queso Tipo Panela	43
3.2	Queso Manchego Mexicano	49
3.3	Queso Tenate	55
3.4	Queso Morral	60

3.5	Queso Manchego Botanero	65
3.6	Queso Tipo Oaxaca	71
3.7	Tablas Resumen con los Valores Medios de los Seis Quesos Estudiados	77
	CAPITULO IV	82
4	Discusión	82
	CAPITULO V	89
5	Conclusiones	89
	CAPITULO VI	91
6	Bibliografía	91
	Anexo	99

Índice de Cuadros

Cuadro	Pág.	
1.1	Clasificación de quesos por la NOM 121-SSA1-1994.	14
1.2	Clasificación de los quesos según su composición y características de la maduración.	26
3.1	Composición proximal (%) y valor nutritivo (kcal/100g) del queso tipo Panela.	44
3.2	Cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los quesos tipo Panela.	46
3.3	Valor de pH, a_w y punto de fusión de la grasa, obtenidos en el queso tipo Panela.	46
3.4	Parámetros del color de los quesos tipo Panela.	47
3.5	Parámetros de la textura de los quesos tipo Panela.	48
3.6	Composición proximal (%) y valor nutritivo (kcal/100g) del queso Manchego Mexicano.	50
3.7	Cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los quesos Manchego Mexicano.	51
3.8	Valor de pH, a_w y punto de fusión de la grasa, obtenidos en el queso Manchego Mexicano.	52
3.9	Parámetros del color de los quesos Manchego Mexicano.	53
3.10	Parámetros de la textura de los quesos Manchego Mexicano.	54
3.11	Composición proximal (%) y valor nutritivo (kcal/100g) del queso Tenate.	56
3.12	Cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los queso Tenate.	57
3.13	Valor de pH, a_w y punto de fusión de la grasa, obtenidos en el queso Tenate.	58
3.14	Parámetros del color de los quesos Tenate.	58

3.15	Parámetros de la textura de los quesos Tenate.	59
3.16	Composición proximal (%) y valor nutritivo (kcal/100g) del queso Morral.	61
3.17	Cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los quesos Morral.	62
3.18	Valor de pH, a_w y punto de fusión de la grasa, obtenidos en el queso Morral.	63
3.19	Parámetros del color de los quesos Morral.	64
3.20	Parámetros de la textura de los quesos Morral.	65
3.21	Composición proximal (%) y valor nutritivo (kcal/100g) del queso Manchego Botanero.	66
3.22	Cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición del queso Manchego Botanero.	67
3.23	Valor de pH, a_w y punto de fusión de la grasa, obtenidos en el queso Manchego Botanero.	68
3.24	Parámetros del color de los quesos Manchego Botanero.	69
3.25	Parámetros de la textura de los quesos Manchego Botanero.	70
3.26	Composición proximal (%) y valor nutritivo (kcal/100g) del queso tipo Oaxaca.	72
3.27	Cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los quesos tipo Oaxaca.	73
3.28	Valor de pH, a_w y punto de fusión de la grasa, obtenidos en el queso Oaxaca.	74
3.29	Parámetros del color de los quesos tipo Oaxaca.	75
3.30	Parámetros de la textura de los quesos tipo Oaxaca.	76
3.31	Composición proximal (%) y valor nutritivo (kcal/100g) de distintos quesos elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo.	78
3.32	Cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los quesos elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo.	79

3.33	Valor de pH, a_w y punto de fusión de la grasa, obtenidos en los quesos elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo.	79
3.34	Parámetros del color obtenidos en los Quesos Elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo.	80
3.35	Parámetros de Textura obtenidos en los quesos Elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo.	81

Índice de Figuras

Figura.		Pág.
1	Diagrama de Flujo de Elaboración del Queso Tipo Panela	18
2	Diagrama de Flujo de Elaboración del Queso Manchego Mexicano	19
3	Diagrama de Flujo de Elaboración del Queso Tenate	20
4	Diagrama de Flujo de Elaboración del Queso Morral	21
5	Diagrama de Flujo de Elaboración del Queso Manchego Botanero	22
6	Diagrama de Flujo de Elaboración del Queso Tipo Oaxaca	23
7	Fotografía de un Queso tipo Panela	48
8	Fotografía de un Queso Manchego Mexicano	54
9	Fotografía de un Queso Tenate	60
10	Fotografía de un Queso Morral	65
11	Fotografía de un Queso Manchego Botanero	70
12	Fotografía de un Queso Tipo Oaxaca	76
13	Queso Tetilla	85

Resumen

El queso es un ingrediente común en la cocina mexicana, existen una gran variedad de quesos regionales que son elaborados con métodos tradicionales. Sin embargo, las características fisicoquímicas de la mayoría de los quesos mexicanos son desconocidas. En este trabajo se determinaron los parámetros de pH, aw, composición proximal, color y textura de 6 quesos típicos del Valle de Tulancingo. Además se incluyen las etapas particulares de la elaboración de cada queso y su posible efecto en las mencionadas características de los mismos. Posteriormente se realizó una comparación de las características encontradas en estos quesos elaborados en el Valle de Tulancingo Hgo., con las reportadas en la literatura para otros tipos de quesos tradicionales en el mundo.

Summary

Cheese is an important ingredient of Mexican cuisine. In this country there exists a large variety of regional cheeses evolving from traditional farm-house methods, some of them widely known abroad. In spite of that, physico-chemical characteristics of most Mexican cheeses are frequently unknown. In the present study the characteristics of six typical Mexican cheeses have been studied, namely the pH, aw, proximate composition, colour and texture parameters. Comments regarding basic steps in manufacturing of each cheese and its possible effect on those characteristics have been included. Furthermore, the characteristics of each cheese have been compared with the obtained for the other cheeses under study and with those found in literature for other similar cheeses both from Mexico and from other countries.

Introducción

La caracterización de productos alimentarios es la base para determinar, definir, proteger y promocionar sus atributos de calidad. Dentro de los productos alimentarios más frecuentes en la cocina mexicana se encuentran los quesos.

En la República Mexicana se elaboran diversos tipos de quesos entre los que cabe destacar por su volumen de producción los quesos Fresco o Frescal, Amarillo, Doble Crema, Oaxaca, Manchego, Chihuahua y Panela. Sin embargo su caracterización está poco desarrollada, existiendo escasas referencias de los tipos de quesos mexicanos y en ocasiones confusa.

En el Valle de Tulancingo se elaboran quesos de diversos tipos que no han sido caracterizados hasta el momento (o sólo algunos de ellos). Aparte de la importancia de la caracterización el sector quesero en México está marcado por varios aspectos principales.

La mayoría de los quesos que se elaboran en México son frescos o de corta maduración con aptitud para el fundido. En los países como Alemania y Francia los quesos frescos son muy comunes y representan el 30 y 39 % de la producción total de quesos. En México el porcentaje de estos quesos es aun mayor (alrededor de un 90 %) (Patro, 1993). En México la transferencia de tecnología a los pequeños industriales es escasa, existiendo así grandes diferencias de ciencia y tecnología entre empresas grandes, medianas y de pequeño tamaño. La fabricación de quesos a nivel nacional se puede dividir en dos grandes grupos. La fabricación de quesos con leche pasteurizada que cumple con normas oficiales, que se corresponde con las empresas lácteas con mayor volumen de producción, y por otro lado, la fabricación de quesos que se realizan a partir de leche cruda, que no cumplen con las mismas normas sanitarias, que podría implicar un riesgo para la salud. A este grupo

pertenece una cantidad importante de las medianas y pequeñas empresas.

El aprovechamiento del suero producido en las queserías es un reto pendiente de mejorar. La elaboración de análogos, productos similares a los quesos elaborados con materias primas no lácteas está eclipsando en volumen a la elaboración de quesos, especialmente en las grandes ciudades.

La región del Valle de Tulancingo es una de las más importantes en el estado de Hidalgo en cuanto a la producción de leche y quesos. La tradición quesera en esta región comenzó hace más de 50 años con el establecimiento de una empresa que elaboraba queso tipo Manchego. A partir de entonces se crearon progresivamente numerosas empresas familiares, lo que ha originado que actualmente existan una amplia gama de productos lácteos principalmente quesos, entre los que cabe destacar los quesos Oaxaca, Tenate, Botanero, Panela, Manchego, Morral entre otros.

En la región de Tulancingo-Acatlán se procesan anualmente 219 millones de litros de leche en más de 56 queserías en donde el producto fabricado en mayor cantidad es el queso tipo Oaxaca. El proceso de fabricación de este tipo de queso se realiza generalmente a partir de leche cruda. Esta forma de fabricación ha sido adaptada por aproximadamente del 93% de las queserías de la región, debido a la facilidad con la que se elabora el queso (SAGARPA, 2003). En el estado de Hidalgo, la producción de diversos quesos representa un volumen importante dentro de la actividad agroindustrial, sobre todo en el Valle de Tulancingo. Aproximadamente el 80% de las empresas que los fabrican, lo elaboran de forma artesanal. El conocimiento y la mejora de la calidad de los quesos elaborados podría ser un reclamo para su mejor comercialización. Sin embargo, los quesos obtenidos según esta forma de fabricación en la mayoría de los casos no tienen prácticamente ningún control que permita conocer, garantizar u homogenizar su calidad físico-química.

Justificación

Existe una falta de información sobre la composición físico-química de los quesos elaborados tradicionalmente en México, en particular en el Valle de Tulancingo Hidalgo.

En este trabajo se pretende determinar las características físico-químicas de diversos tipos de quesos elaborados en esta región, para contribuir a su caracterización que permitirá conocer y definir los quesos, estableciendo estándares de calidad para cada tipo de queso.

Objetivo General

- ❖ Contribuir a la mejora del sector quesero nacional mediante el conocimiento y la definición de la calidad físico-química de diversos tipos de quesos tradicionales.

Objetivos Específicos

- ❖ Determinar las características de apariencia que definen a los quesos mexicanos tradicionales que se producen en mayor cantidad en el Valle de Tulancingo Hgo.
- ❖ Determinar diversas propiedades físico-químicas de los quesos mexicanos tradicionales que se producen en mayor cantidad en el Valle de Tulancingo Hgo.
- ❖ Contribuir mediante el conocimiento científico a la elaboración de estándares de calidad para los quesos estudiados.

CAPITULO I

1 Revisión de Literatura

1.1 Generalidades Sobre el Queso y su Calidad

La leche se define como el producto íntegro, no alterado, ni adulterado y sin calostros, obtenido del ordeño higiénico, regular, completo y no interrumpido de las hembras mamíferas domésticas, sanas y bien alimentadas. Dado que uno de los principales productos lácteos son los quesos, la calidad de la leche está relacionada con su aptitud quesera. Para la elaboración de un buen queso es necesario una leche de buena calidad, los principales aspectos que permiten conocer la calidad quesera de la leche son: su composición físico-química, su contenido de células somáticas, su contenido de gérmenes patógenos y alterantes, sus características sensoriales y sus características nutritivas (Aumaître, 1999., Boyazoglu *et al.*, 2001).

La palabra queso deriva del latín “caseus”. **El queso es un producto fresco o madurado obtenido por drenaje del suero, tras la coagulación de la leche, nata, leche desnatada total o parcialmente, grasa láctea o una combinación de estos componentes**, (Scott, 1991). El queso es uno de los mejores alimentos con que dispone el hombre, ya que contiene un alto valor nutritivo que se deriva de su contenido rico en grasa, proteína, fuente primordial de calcio, fósforo, además de vitaminas indispensables.

La Norma Oficial NOM-121-SSA1-1994, **“define al queso como un producto obtenido a partir de queso de leche entera, semidescremada o descremada pasteurizada de vaca, cabra u oveja., el cual es coagulado por calentamiento en medio ácido para favorecer la obtención de la cuajada, la que es salada,**

drenada, moldeada, empacada y etiquetada y posteriormente refrigerada para su conservación”.

El queso es producido en todo el mundo con una gran diversidad de sabores, aromas, texturas y formas, habiéndose recogido en diversos catálogos y trabajos más de 2,000 variedades, existiendo seguramente otro gran número de variedades sin mencionar (Scott, 1991). Se cree que se desarrolló hace 8000 años en los países cálidos del Mediterráneo Oriental. Las tribus nómadas de estos países transportaban la leche en recipientes fabricados con piel de animales, estómagos, vejigas, etc. A temperatura ambiente la leche se acidifica rápidamente, separándose en cuajada y suero. El suero proporcionaba una bebida refrescante, mientras que la cuajada constituía una masa firme que podía consumirse directamente o conservarse durante períodos más largos (Scott, 1991).

Probablemente esta fermentación natural de la leche evolucionó en dos sentidos: por un lado, hacia la producción de las leches fermentadas líquidas como el yogur y de otro lado, mediante el desuerado a través de paños o de recipientes perforados, hacia cuajadas sólidas que podían salarse y mantenerse períodos más prolongados. De esta forma se conservaba gran parte del valor nutritivo de la leche, permitiendo su utilización en épocas de escasez de leche líquida. Con el tiempo se comprobó que la secreción del estómago de rumiantes jóvenes tenía la capacidad de coagular la leche, conduciendo este hecho a la posterior utilización del cuajo para elaborar el queso.

La elaboración del queso fue hasta hace muy poco tiempo un oficio. La adquisición de conocimientos en química y en microbiología de la leche y de los quesos ha permitido un mayor control sobre el proceso de elaboración generando entre otras cosas quesos con mayor homogeneidad. Aunque los nombres de las principales variedades de quesos que fueron introducidos hace varios cientos de años, las características de esos quesos no son comparables con sus contrapartes modernas, debido al desarrollo de la ciencia de la leche (Fox *et al.*, 2000).

1.2 Producción Mundial de la Leche y Quesos

Del total de la producción mundial de leche de distintas especies de animales domésticos, la leche de vaca representa aproximadamente el 86.35% de la producción, esto se debe a la gran adaptabilidad a escala de las distintas razas del ganado vacuno.

La producción mundial de leche de las distintas especies ha tenido un ligero incremento en los países de mayor producción como es: USA, Brasil, India, Francia y Federación Rusa, que en los últimos tres años, habiendo producido más de 5,000,000,000 de litros de leche al año (FAO, 1998).

En algunos de estos países la producción de leche va en aumento como en México, Brasil, USA, Australia entre otros., mientras que en otros va disminuyendo como en Francia, España, Canadá. En cuanto a la producción de quesos en el año 2002, se produjeron cerca de 18 toneladas de queso, lo que representa el 36% de la producción mundial de leche.

1.3 Situación de la Producción de Queso en México

La fabricación de queso a nivel nacional se puede dividir en dos grandes grupos. Por un lado, se encuentran la fabricación de quesos con leche pasteurizada que cumple con normas oficiales, que está relacionada con las empresas lácteas con mayor volumen de producción o empresas que, sin ser tan grandes, elaboran queso de mayor calidad y por otro lado, la fabricación de quesos a partir de leche cruda, que sólo por este motivo no cumplen con las normas sanitarias, lo que implica un riesgo para la salud. A este grupo pertenecen demasiadas de las medianas y pequeñas empresas. Otra característica que define la producción de los pequeños fabricantes es la dificultad y la poca agilidad en los mecanismos de transferencia de tecnología a los pequeños industriales, así como la falta de recursos y/o beneficios para renovar,

ampliar o adecuar sus instalaciones o equipos. Además, cabe resaltar que las condiciones del mercado han hecho surgir espontáneamente la práctica, muy extendida, de utilizar materias primas diferentes a la leche, como la grasa vegetal, emulsionantes y otros derivados de la misma como caseinatos, concentrados proteicos, leche en polvo, etc., para la elaboración de quesos.

Actualmente el sector de leche en México parece estar caracterizado por una creciente intervención del gobierno en la mejora de las razas y los sistemas de producción, en la distribución y procesado de la leche. Sin embargo, México no se autoabastece de leche y productos lácteos producidos en el país y se recurre a la importación de leche en polvo, que con el libre comercio puede llegar a ser más rentable su uso para elaborar quesos, que la propia leche.

Desde una perspectiva histórica de hace unas décadas, la actitud permisiva de la importación de leche en polvo a bajo precio parece que tuvo una justificación en regulación del precio del mercado interno y la ayuda a los sectores con menor poder económico (Losada *et al.*, 2000). Hoy en día, además de la leche en polvo y concentrados proteicos derivados de la leche, se importan quesos o sustitutos de quesos, por parte de empresas con capital extranjero.

En cualquier caso, el queso es un ingrediente habitual de la cocina mexicana, elaborándose una gran variedad de quesos, que gozan de cierta tradición, a veces localizada regionalmente. Algunos de los quesos típicos mexicanos son el queso Fresco o Frescal, Amarillo, Doble Crema, Oaxaca, Manchego, Manchego Botanero, Chihuahua, Panela, Tenate, Morral, etc. La mayoría de los quesos que se elaboran en México son frescos o de corta maduración con buena aptitud para el fundido (con un pH de 5.1-5.3) y algunos con propiedades de desmoronamiento o fragmentación. En cifras, la producción de quesos en México es de 132,654 toneladas, lo que representa, teniendo en cuenta un rendimiento medio del 10% el uso de 1,326,540 toneladas de leche, un 13.44% de la producción total nacional de leche (FAO, 2006).

La importación de quesos, al igual que la de la leche ha mostrado un crecimiento significativo y permanente desde 1995. El monto total de las compras del queso en el exterior en el 2003 ascendió a 77,570 toneladas lo que implica un crecimiento anual del 9.1% de 1994 a 2003, sin embargo al cambiar, el año de inicio del calculo de 1995, la tasa anual se incremento al 21.6% (Villamar, 2004).

La traducción de este tonelaje al equivalente de leche fluida requerida para su elaboración fue de 930.8 millones de litros de leche, lo que a su vez significa, cerca del 10% de la producción nacional de leche. La composición de estas importaciones muestra una clara tendencia de ingresos de quesos por fracciones de aranceles bajos, entre los que cabe destacar los quesos Gouda, Edam, Parmesano, quesos rayados o en polvo. También, aunque en menor importancia, es curioso mencionar que hasta la importación de quesos frescos ha experimentado una escalada en los últimos años para significar el 7.1% del total de quesos importados en el año 2003. El monto de las importaciones de suero en polvo, aunque en el 2001 mostró un crecimiento importante para llegar a más de 80,000 toneladas, en términos generales han fluctuado entre las 60,000 toneladas y las 70,000 toneladas (Villamar, 2004).

1.4 Producción de Queso en el Valle de Tulancingo Hidalgo

En la región de Tulancingo- Acatlán se procesan anualmente unos 219 millones de litros de leche en más de 56 queserías, en donde el producto fabricado en mayor cantidad es el queso tipo Oaxaca (Comunicación personal de la Comisión Estatal de la leche). En concordancia con los datos anteriores las cifras de las estadísticas elaboradas por la comisión estatal de la leche del Estado de Hidalgo en el año 2003, indican que el volumen diario de leche que se transforma en queso en las diversas industrias procesadoras en la mencionada región supera el medio millón de litros, con una producción estimada de aproximadamente de 60 toneladas de queso.

Desde un punto de vista tecnológico, el sector lechero en el Valle de Tulancingo presenta una problemática marcada por diversos hechos, esta problemática seguramente presenta puntos en común con la de otras regiones del país. Uno de estos hechos es la automatización del sector productivo, que dificulta que el acopio de la leche sea realizado con un control adecuado para su pago por calidad y dentro de la cadena de frío, lo que ocasiona una disminución de la calidad higiénica y tecnológica de la leche. Por otra parte, la producción de quesos en esta región tiene un carácter marcadamente artesanal, muchas veces trabajando con procedimientos empíricos y tecnologías no apropiadas con carencias tecnológicas, de controles de calidad, etc., caracterizada por heterogeneidad de la calidad de la leche industrializada así como la de los quesos.

En algunos casos, para abaratar costos, se emplea leche en polvo, caseínatos y/o grasa vegetal como materias primas. Además, en algunas ocasiones, para la elaboración de quesos, especialmente el Oaxaca y el Tenate, se realiza con leche cruda, a pesar de que la legislación vigente indica la obligatoriedad de la pasteurización de la leche para los quesos frescos o de corta maduración (Franco, 1998). Otro problema adicional radica en la producción de suero derivado de la elaboración de quesos, suero que actualmente no es aprovechado y se vierte al medio ambiente de la zona ocasionando el deterioro de la región.

A iniciativa del gobierno estatal y de los propios productores, y con el ánimo de mejorar el estado del sector lácteo regional, se creó en Hidalgo, hace menos de una década, la Comisión Estatal de la Leche. Esta comisión está llevando a cabo activamente acciones encaminadas a regular y desarrollar el sector lácteo de la región. Además, a través de esta Comisión se han establecido sistemas de pago por calidad de la leche que se comercializa en los mencionados centros, para lo que se ha creado un laboratorio estatal de control de la leche.

1.5 Quesos Mexicanos

1.5.1 Quesos Típicos Mexicanos

El queso empezó a elaborarse en la época postcolombina. Pronto se desarrollaron zonas de fuerte actividad ganadera como los Altos de Jalisco, que desde antaño ha estado vinculada a la actividad productora de queso (Villegas, 2004). Actualmente, el queso es muy utilizado en la gastronomía nacional, procedente de una fusión de culturas, que goza de gran variabilidad de acuerdo a la región del país y prestigio internacional.

Una gran variedad de platillos típicos, como es el caso de los “antojitos mexicanos”, utilizan el queso como ingrediente principal. Actualmente en México se elaboran más de treinta tipos diferentes de quesos, muchos de ellos de difusión regional que varían entre otros aspectos en forma, tamaño, peso, tipo de pasta y maduración. Por su tipo de pasta los quesos mexicanos pueden ser blandos (panela), semiduros (Chihuahua) y duros (cotija), de pasta lavada (manchego) o de pasta hilada (Oaxaca y Asadero) (Villegas, 2004).

Existen diversas clasificaciones de los quesos, sin embargo en este trabajo se han recogido las más importantes con objeto de obtener diversos puntos de vista para contribuir a la definición de los quesos mexicanos.

1.5.2 Clasificación de los Quesos Mexicanos

A continuación se recoge una clasificación con definiciones de distintos quesos mexicanos obtenida por Villegas (2004).

QUESOS FRESCOS

- **Queso Blanco**

Este queso es cremoso y blanco, elaborado con leche descremada de vaca es una mezcla entre queso Cotija y queso Mozzarella, tradicionalmente coagula con jugo de limón, lo cual le da un sabor y aroma distintivo a limón. En la actualidad por lo general en forma comercial se elabora con cultivos y cuajo, en vez de limón. Se suaviza con calor, sin embargo no se derrite.

- **Queso Panela**

También conocido como queso de canasta debido a las marcas que se le forman ya que es moldeado en canastas. Es un queso ligero de pasta blanda y fresca, no tiene ninguna maduración.

- **Requesón**

Este queso es muy similar al queso Ricota, de procedencia italiana y se elabora con suero, al que se ha podido añadir algo de leche., su sabor es muy ligero y no es salado. En los mercados de México se vende envuelto en hojas de maíz.

QUESOS SUAVES

- **Queso Añejo**

Es una versión añejada del queso fresco y aunque se clasifica como un queso suave, su consistencia puede ser firme y su sabor salado.

- **Queso Oaxaca**

También conocido como quesillo. Este queso es elaborado con leche de vaca, es ampliamente popular en toda la república mexicana y su presentación es en bola, las cuales se forman a partir del enredo de filamentos de queso.

QUESOS SEMI-SUAVES

- **Queso Asadero**

Este queso se utiliza ampliamente para la elaboración del queso fundido debido a su característico sabor y a sus propiedades de derretirse fácilmente.

- **Queso Chihuahua**

También conocido como queso Menonita, debido a las comunidades de Menonitas que lo producen, tradicionalmente en el estado de Chihuahua, aunque actualmente también se produce en otros estados en donde existen estas comunidades como el estado de Campeche; este queso es de los únicos en toda la república que sus colores son amarillo y blanco.

- **Queso Jalapeño**

Queso elaborado con leche de vaca el cual contiene chile jalapeño picado, por lo general no es muy picante aunque sí puede ser distinguido el sabor al jalapeño.

- **Queso Edam**

Aunque su origen no es mexicano, pero se incluye ya que es ampliamente utilizado en la cocina de la región de la península de Yucatán.

- **Queso Manchego**

El origen etimológico es español, de la región de La Mancha. En México este queso es distinto al tradicional queso manchego español, su color es amarillo.

QUESOS FIRMES

- **Queso Añejo Enchilado**

Este queso de color blanco está rodeado de una capa roja la cual está elaborada con chile y especias en polvo, este queso no se derrite.

- **Queso Cottija**

Este queso tiene su nombre debido al pueblo de Cotija en el estado de Michoacán de donde proviene. Es un queso fuerte el cual se despedaza fácilmente y que es elaborado con leche de cabra. Se le ha comparado como el queso Parmesano mexicano.

- **Queso Manchego Viejo**

Este manchego ha sido añejado hasta el punto de convertirse en un queso de consistencia firme. Su sabor se intensifica dependiendo del tiempo de añejamiento.

1.5.3 Clasificación de Quesos por la Norma Oficial NOM-121-SSA1-1994

Existen en el mundo varios tipos de quesos reconocidos en catálogos de quesos del mundo, sin embargo en esta clasificación no se encuentran recogidos la mayoría de los quesos mexicanos. A nivel nacional, hay escasas referencias a los tipos de quesos mexicanos y en ocasiones confusa.

La norma mexicana (NOM 121-SSA1-1994) recoge 14 tipos de quesos mexicanos, sin embargo, existen otros tipos de quesos que no se encuentran mencionados en dicha norma, como es el caso del queso Tenate (Contreras y Vargas, 1999). Así mismo, Peraza, (2001) recoge únicamente 8 tipos de quesos mexicanos.

La escasez de datos y contradicciones de las variedades de quesos mexicanos posiblemente se pueden deber a una falta de la caracterización de los mismos. Prueba de ello son los pocos trabajos realizados sobre la caracterización de los quesos mexicanos (como se discutirá más adelante).

No existe ningún dato sobre la concesión de denominación de origen o alguna otra marca de calidad a alguno de los quesos mexicanos, esto posiblemente puede deberse una vez más a la falta de la tipificación de los mismos, de acuerdo con

Contreras y Vargas, (1999). Dentro de un mismo tipo de quesos existe una amplia heterogeneidad tanto en sus propiedades físico-químicas, como la calidad microbiológica.

Cuadro 1.1 Clasificación de quesos por la NOM 121-SSA1-1994

FRESCOS	TIPO DE QUESO
Frescales	Panela, Canasto, Sierra, Ranchero, Fresco, Blanco, Enchilado, Adobado
De pasta cocida	Oaxaca, Asadero, Mozzarella, Morral, Adobado
Acidificados	Cottage, Crema, Doble crema, Petit Suisse, Nuefchatel
MADURADOS	
Madurados prensados de pasta dura	Añejo, Parmesano, Cotija, Reggianito
Madurados prensados	Cheddar, Chester, Chihuahua, Manchego, Brick, Edam, Gouda, Gruyere, Emmental, Cheshire, Holandés, Dambo, Patagrás, Havarti, Provolone, Port Salut, Tilsiter, Bola, Jack.
De maduración con mohos	Azul, Cabrales, Camembert, Roquefort, Danablu, Limburgo, Brie
PROCESADOS	
Fundidos y para untar	Amarillo

FUENTE: (NOM 121-SSA1-1994).

1.5.4 Descripción de los Quesos Elaborados en el Valle de Tulancingo Hgo.

- **Queso Tipo Panela**

Es un queso fresco de coagulación enzimática de pasta blanda, prensado por su propio peso, elaborado con leche pasteurizada, también conocido como queso de canasta debido a las marcas que se le forman ya que es moldeado en canastas. En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo de elaboración del queso panela (Silva, 1991).

- **Queso Manchego Mexicano**

Este queso es uno de los más importantes que se fabrican en México, de difusión nacional. Aunque el Manchego es un importante queso español, existen enormes diferencias entre nuestro queso Manchego Mexicano y aquel queso español. Podemos asegurar, que el primer queso Manchego Mexicano se cuajó aquí, en la ciudad de Tulancingo, en el estado de Hidalgo.

Es un queso de pasta prensada, semicocida, de consistencia simidura-cremosa, rebanable y debe gratinar, siendo esta última, la característica de mayor exigencia que determina la compra de este queso a nivel restaurante y también en el consumo familiar. Es de color amarillo claro, es decir, el color de la crema; tiene un color definido y la masa no debe pegarse al cuchillo; tiene escasos “ojos” de distribución y forma irregular que proceden del aire que entra la cuajada en las diferentes partes de su proceso, como también de la fermentación láctica heterofermentativa que lo caracteriza; también puede haber pastas completamente cerradas, siendo el más aceptado aquel cuya pasta presenta algunos “ojos” bien distribuidos y por supuesto que no sean de contaminación microbiana. Este queso es de maduración corta, pudiendo salir al mercado al sexto día de su elaboración. En la figura 2 se muestra el diagrama de flujo de elaboración del queso Manchego (Silva, 1991).

- **Queso Tenate**

El queso Tenate es un queso típico del Estado de Hidalgo concretamente de la comunidad de la Peñuela, perteneciente al municipio de Acatlán colindante con el de Tulancingo de Bravo. El queso Tenate, a la fecha mantiene sus características iniciales. En la figura 3 se muestra el diagrama de flujo de elaboración del queso Tenate, que se elabora con leche cruda, mediante un proceso artesanal (Contreras y Vargas, 1999).

Las características sensoriales encontradas en el queso Tenate se pueden definir como un *flavor* rico y complejo, persistente en la boca, distinguiéndose discretamente, entre otras percepciones, una sensación picante y aroma a alcohol. Como principal característica de textura, este queso presenta una cohesión que permite su corte pero con tendencia a ser quebradizo y friable, debido a que la leche es cuajada con toda la materia grasa, el color del queso es blanco crema (Silva, 1991).

- **Queso Morral**

Es originario de Tulancingo, existente en otras partes de la república, sobre todo Jalisco, Michoacán, fabricaciones parecidas, llamándole “adobera “. El molde de éste último es de madera, una camisa de gruesa tela, para soportar el drástico prensado de una cuajada seca, generalmente de leche cruda y con mucha sal. El queso Morral de auténtica inspiración campesina tulanciguense, es respuesta de una tecnología moderna, que incluye la pasteurización de la leche y el uso de fermentos lácticos. En la figura 4 se muestra el diagrama de flujo de elaboración del queso Morral (Silva, 1991).

- **Queso Manchego Botanero**

Este queso es de pasta prensada, semicocida, de consistencia cremosa, rebanable, se caracteriza por contener epazote y chiles cuaresmeños proporcionándole un sabor característico y debe gratinar, siendo esta última, la característica de mayor

exigencia que determina la compra de este queso a nivel restaurante y también en el consumo familiar como parte de una botana. En la figura 5 se muestra el diagrama de flujo de elaboración del queso Manchego Botanero.

- **Queso Tipo Oaxaca**

Este queso se identifica, solo en México., donde se fabrica en todo el país, se conoce también con el nombre de Quesillo, queso de Hebra y queso Asadero (Silva, 1991). Pertenece a la familia de quesos de “pasta hilada “, en cuya tecnología la pasta se acidifica hasta alcanzar un pH de 5.3 a 5.2 y con este procedimiento se moldea y se le da forma. El moldeado es hacer las correas y trenzarlas, o bien, ponerlas en un molde, que formara rectángulos, en este ultimo caso, se llama Asadero. En la figura 6 se muestra el diagrama de flujo de elaboración de este queso. En México, el queso Oaxaca es ampliamente conocido, existiendo en todas las calidades y todos los precios. Hasta hace una décadas en Tulancingo, es era difícil conocer las calidades y mas difícil evaluarse volumen de producción, su mercado y su rentabilidad. Actualmente, la Comisión Estatal de la Leche intenta mejorar la calidad de los productos lácteos, mejorando la calidad de la leche.

La gran mayoría de queso Oaxaca, se hace a partir de leche cruda. La Secretaria de Salud acepta al Oaxaca de leche cruda como “queso pasteurizado“ teniendo en cuenta que se emplea agua caliente para el fundido de este queso (malaxado) (Silva, 1991).

Figura. 1. Diagrama de Flujo de Elaboración del Queso Tipo Panela

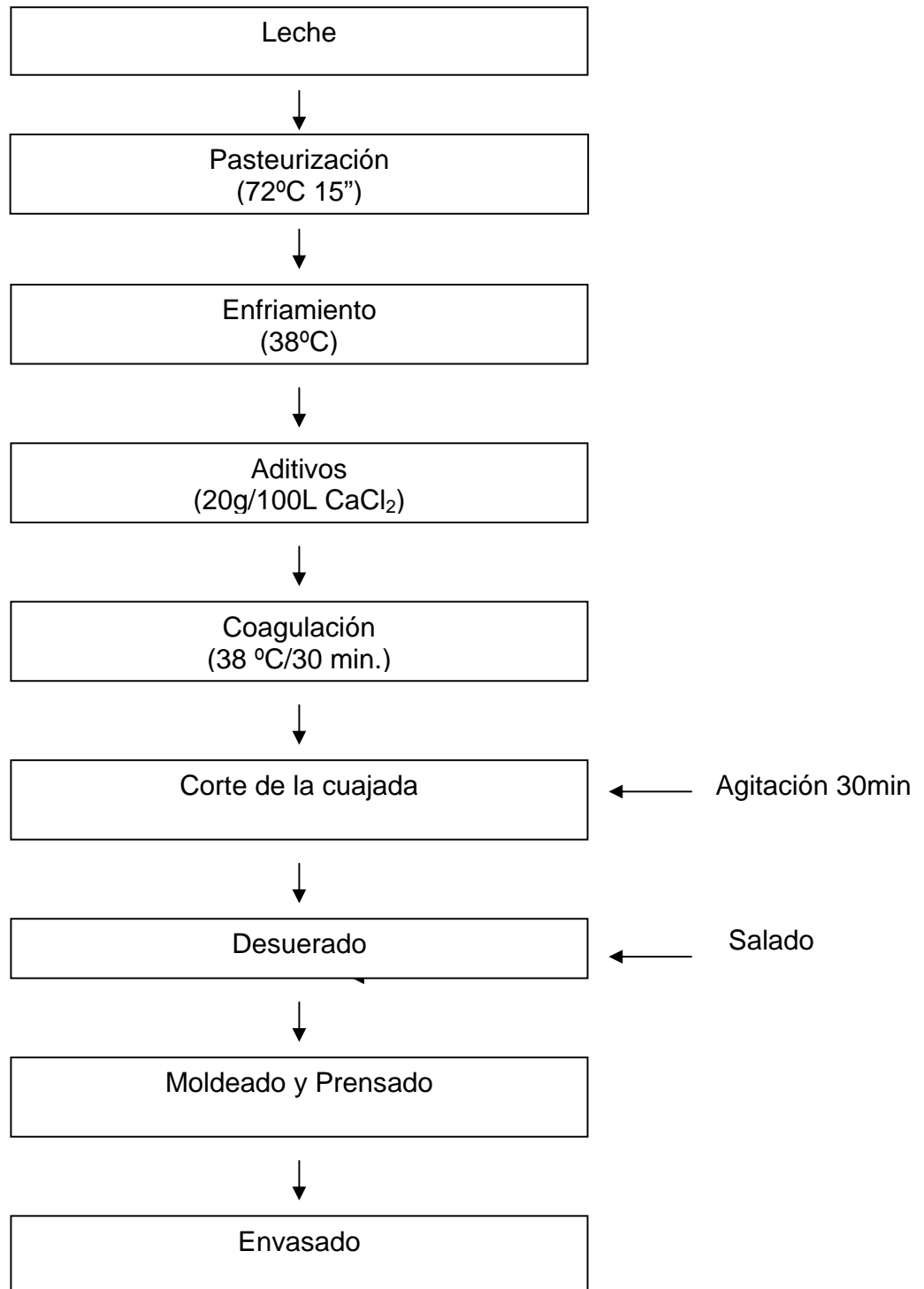


Figura. 2. Diagrama de Flujo de Elaboración del Queso Manchego Mexicano

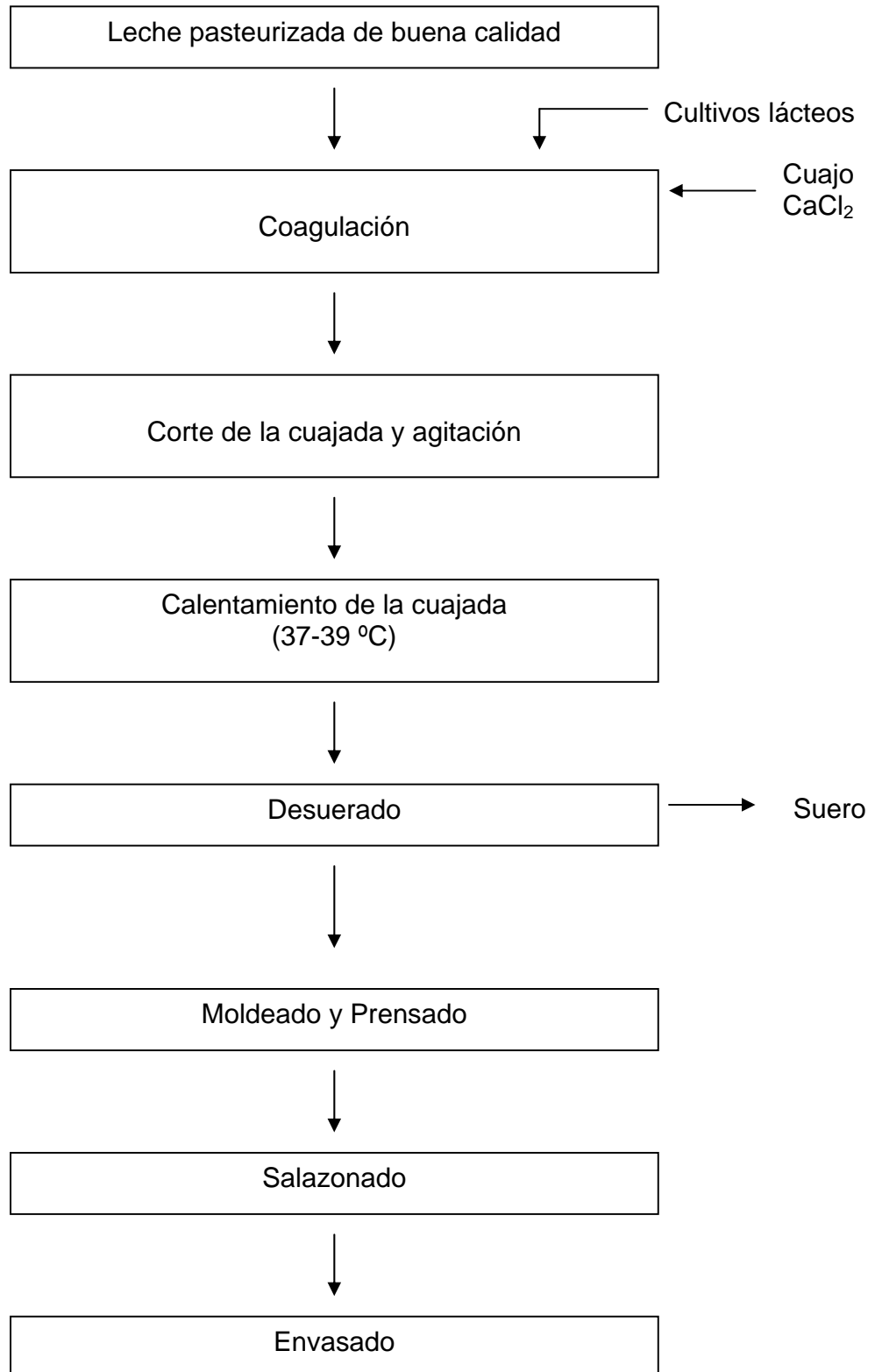


Figura. 3. Diagrama de Flujo de Elaboración del Queso Tenate

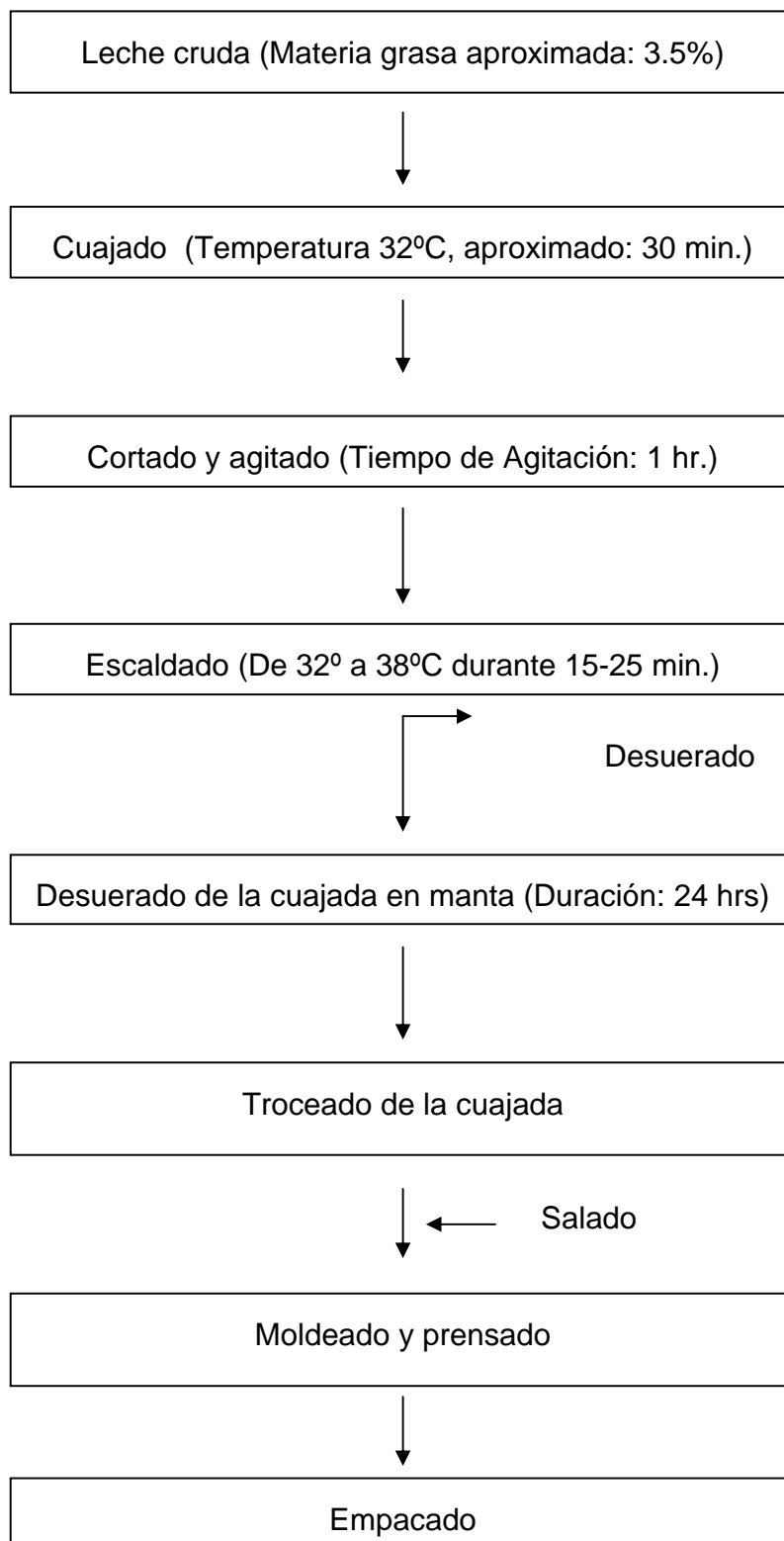


Figura. 4. Diagrama de Flujo de Elaboración del Queso Morral

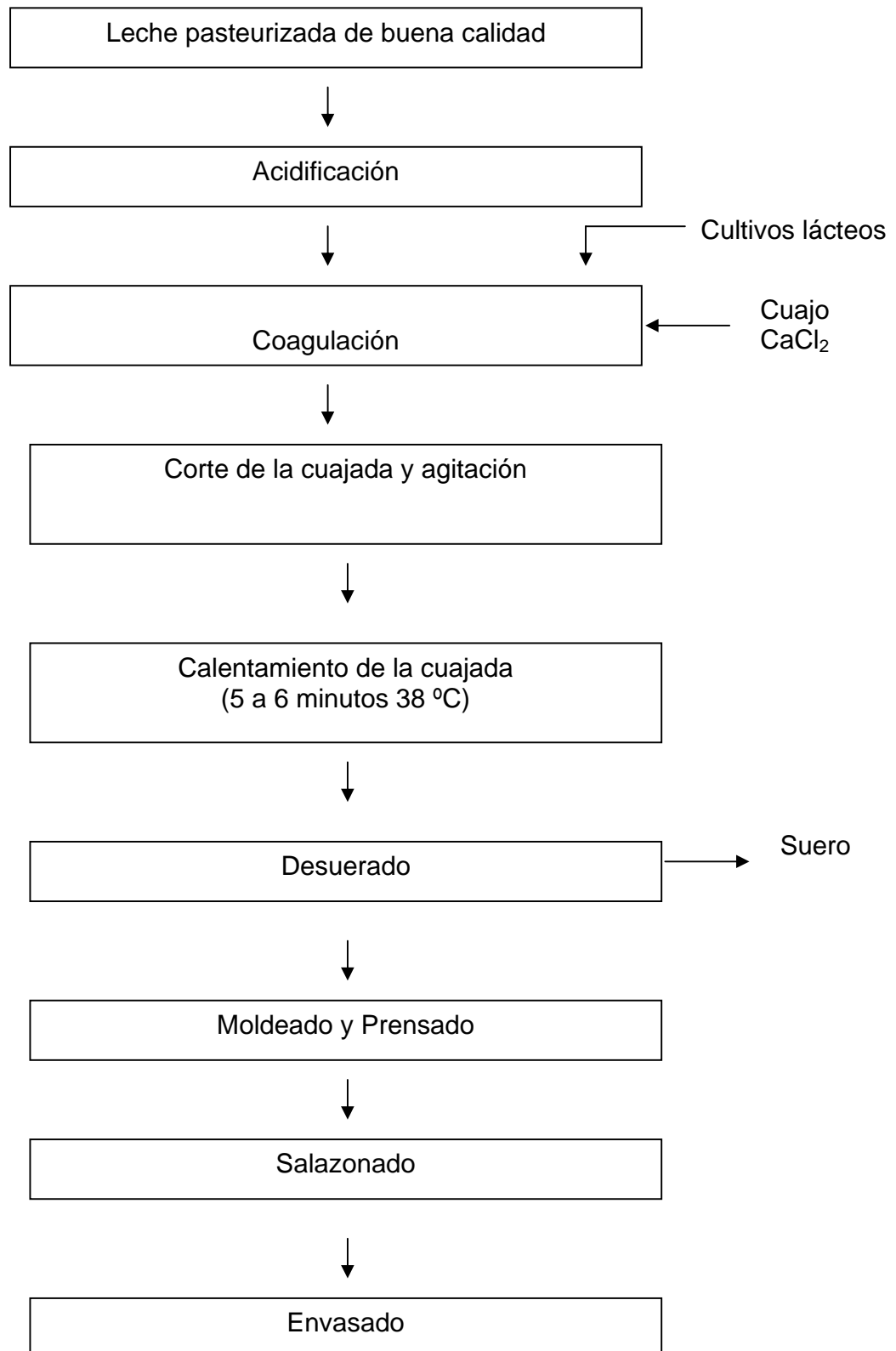


Figura. 5. Diagrama de Flujo de Elaboración del Queso Manchego Botanero

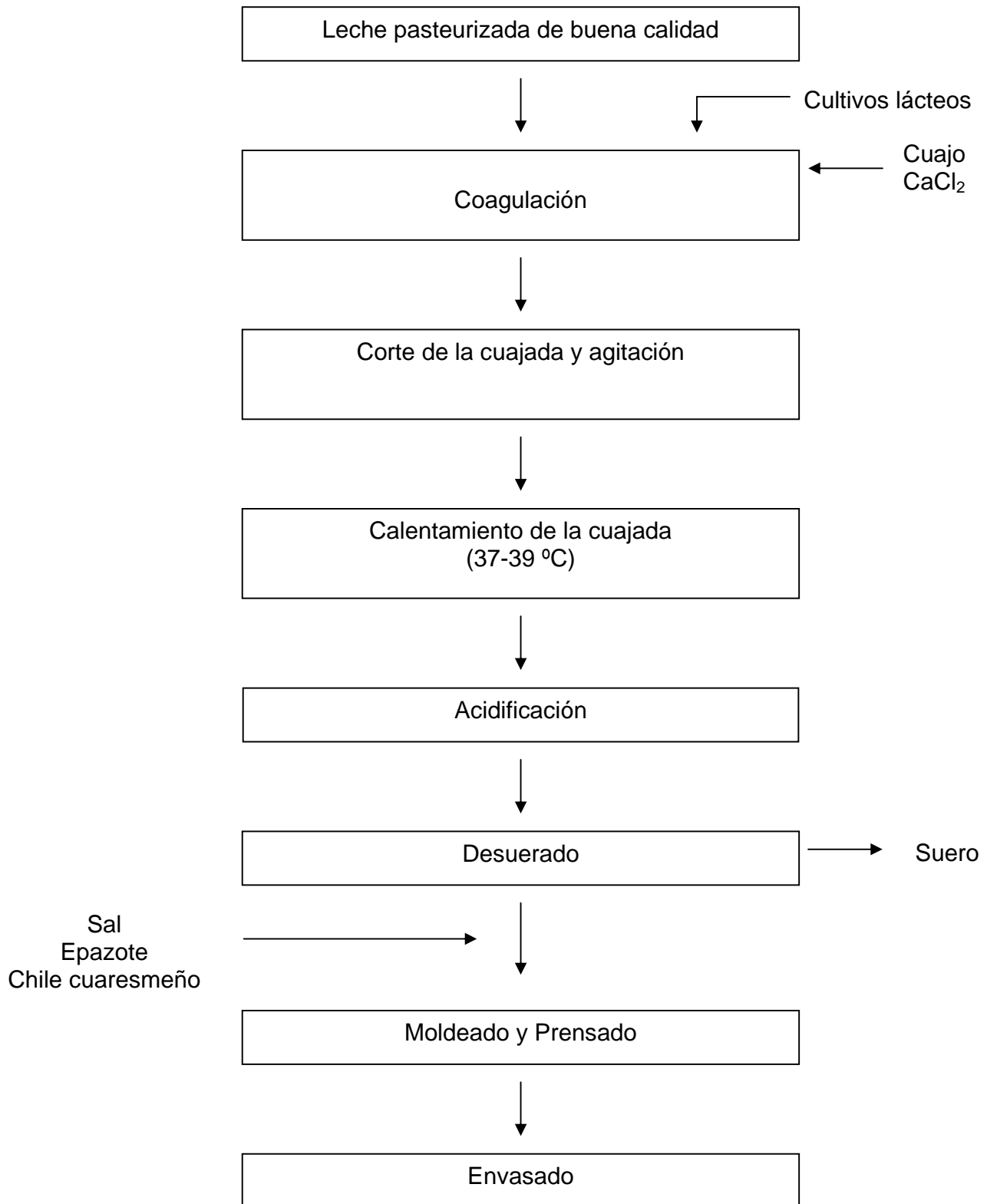
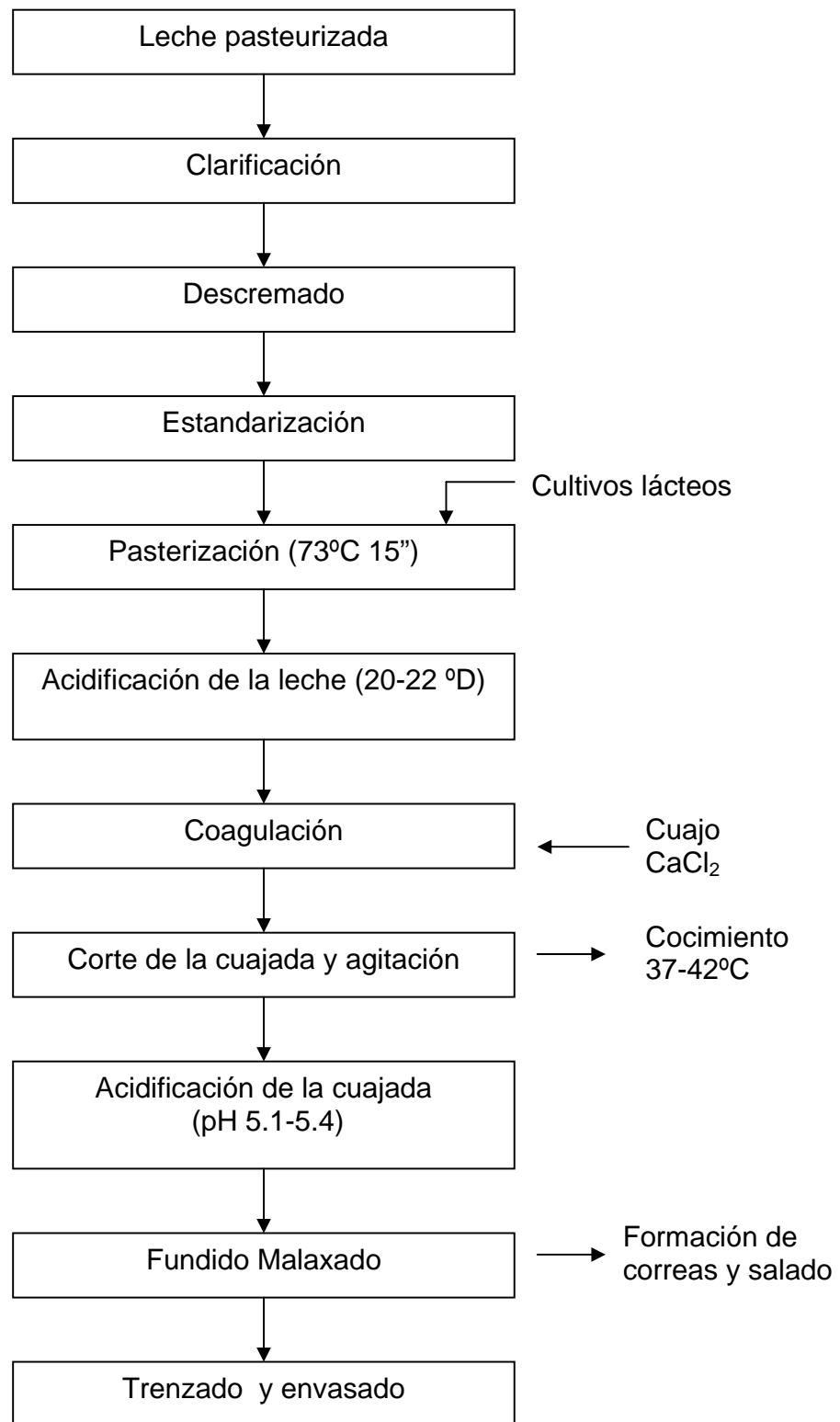


Figura. 6. Diagrama de Flujo de Elaboración del Queso Tipo Oaxaca



1.6 Bibliografía Científica y Tecnológica Sobre los Quesos Mexicanos

La bibliografía técnica/científica sobre quesos mexicanos es escasa y se ha enfocado principalmente en aspectos relativos a la seguridad alimentaria, por haberse asociado su consumo con brotes de enfermedad alimentarios o intoxicaciones (Albert *et al.*, 1990., Saltijeral *et al.*, 1999., Solano-López y Hernández-Sánchez, 2000., Alvarado *et al.*, 2005).

Por otra parte, otra vía de estudios es la relativa a la textura y propiedades reológicas de quesos análogos (los que contienen productos diferentes a los productos lácteos (Lobato-Calleros *et al.*, 2001, 2003).

La caracterización química o microbiológica de algunos quesos mexicanos (en concreto de los quesos Frescos, Chihuahua, Asadero, Manchego, ha sido abordada en alguno de sus aspectos en los estudios de Díaz-Cinco *et al.*, (1992), Alba *et al.*, (1991), Pena *et al.*; (1997), Bricker *et al.*, (2005) y Torres-Lláñez *et al.*, (2005).

Finalmente, en el ICAP, se ha venido trabajando en el tema descriptivo de las propiedades de algunos quesos mexicanos y la influencia de diversos factores de su elaboración sobre la calidad de los mismos, habiéndose elaborado tesis por Franco, (1998), Contreras y Vargas, (1999) y publicado resúmenes y trabajos de investigación en congresos y revistas por Caro *et al.*, (1997)., Caro *et al.*, (1998)., Caro *et al.*, (1999 a y b), Caro *et al.*, (2000 a y b), Fonseca *et al.*, (2005).

1.7 Composición y Características Físico-Químicas de los Quesos

El queso es un alimento con alto valor nutritivo derivado principalmente de su elevado contenido en grasa, proteínas, calcio, fósforo y vitaminas liposolubles (Bernardo, 1997).

En el mundo hay una gran variedad de quesos, que gozan de más o menos tradición o renombre, cuya elaboración está más o menos extendida geográficamente. Cada tipo de queso se diferencia de los otros tipos en su composición y propiedades físico-químicas, que redundan en una variabilidad sensorial. Incluso dentro del mismo tipo de queso se observan diferencias entre plantas elaboradoras, y también dentro de la misma planta, entre lotes de fabricación.

Las principales causas de variabilidad en las propiedades de los quesos se pueden atribuir a diferencias o variaciones en estas tres categorías:

- I. composición de la leche de partida (o suero para los quesos de suero)
- II. proceso del trabajo de la cuajada (coagulación, desuerado)
- III. etapas de maduración o almacenamiento

A este respecto hay que tener en cuenta que, entre las variables implicadas, pertenezcan a la categoría que sea, se presentan en la mayoría de los casos interrelaciones con las variables cronológicamente posteriores. Por ejemplo, una diferente composición de la leche puede significar un distinto comportamiento, bien sea de la cuajada durante su trabajo en la tina, como del queso durante la maduración. Así pues, la clasificación de los quesos de acuerdo a su composición y características físico-químicas es una tarea difícil y muchos son los criterios de selección que se han seguido (composición proximal, características de la maduración, especie de procedencia de la leche, origen geográfico, aroma y sabor, etc.), obteniendo un gran número de clasificaciones diferentes (Scott, 1991).

Una clasificación interesante y útil para el presente trabajo fue la realizada por Eck, (1990) ver cuadro 1.2. En esta clasificación se completan tres características, la dureza de la pasta (del queso), que esta condicionado por el contenido de humedad sobre materia desengrasada, el contenido graso y otras características relativos a su maduración.

Cuadro 1.2. Clasificación de los quesos según su composición y características de la maduración (Eck, 1990).

Firmeza	H/MD	Contenido en grasa	MG/ES	Maduración
Pasta extradura	<51	Queso muy graso	>60	1 Madurados
Pasta dura	49-55	Queso graso	45-60	1a) en superficie
Pasta semidura	53-63	Queso semigraso	25-45	1b) en la masa
Pasta semiblanda	61-68	Queso magro	10-25	2) con hongos en superficie o masa
Pasta blanda	>68	Queso descremado	>10	3) Frescos

H/MD: Porcentaje del contenido en agua del queso 'descremado', es decir por cada 100 g de queso desengrasado (una vez descontado el contenido en grasa).

MG/ES: Porcentaje de la materia grasa sobre el de extracto seco.

1.8 Influencia de la Composición de la Leche y otras Materias Primas Sobre las Propiedades del Queso

Entendido como un balance de materia, la leche es el principal flujo de entrada en el proceso de elaboración de queso. A su lado, la materia entrante como sal, cultivos, CaCl_2 , etc. representa menos del 1%, por lo que su efecto directo sobre la composición del queso es modesta, aunque indirectamente pueden jugar un importante papel, como por ejemplo las bacterias lácticas mediante el proceso de

acidificación. De la materia entrante en el proceso, aproximadamente entre un 9-18% de su peso se retiene el queso, el resto sale como otros flujos, mayoritariamente suero. El queso está compuesto básicamente por agua, proteínas, y casi exclusivamente caseína/paracaseína, minerales asociados a las proteínas principalmente fosfatos y citratos de calcio, grasa y agua, a la que están asociados los componentes sólidos del suero, lactosa, sales solubles, nitrógeno no proteico, proteínas del suero. A mayor cantidad de humedad en un queso, mayor cantidad de sólidos de suero, de forma proporcionalmente similar a la que se observa en el suero (Maubois y Mocquot, 1971).

La comprensión de los mecanismos de reparto de los distintos componentes de la leche en queso, suero u otros flujos de salida, constituye la base teórica para poder interpretar en qué medida la composición de la leche afecta a la composición del queso (Van der Berg, 1993). En general, casi la totalidad de las caseínas presentes en la leche quedan retenidas en el queso en forma de matriz proteica. Su recuperación depende fundamentalmente de la pérdida de finos en el suero. Respecto a los iones más abundantes en la leche, una gran parte del calcio, fosfato y citrato, así como una pequeña fracción del sodio y potasio se ligan a la matriz caseínica durante la coagulación. La recuperación de la grasa de la leche en el queso está en torno al 90%, aunque si la relación grasa/caseína de la leche llegara a desequilibrarse (valores mayores a 1.5), la recuperación disminuiría sensiblemente, con la grasa se retienen los componentes liposolubles como ciertas vitaminas, aromas y pigmentos. Finalmente, en la fase acuosa de la cuajada (retenida en la matriz proteica) se encuentran disueltos los sólidos del suero. La cantidad de estos sólidos en el queso depende de la cantidad de humedad del queso (Van der Berg, 1993). Por lo tanto, es de esperar que una leche con mayor relación grasa/caseína proporcione un queso la misma calidad, que un queso con mayor humedad tenga más lactosa o productos derivados, o de más proteínas del suero y minerales solubles, o que las características de la grasa en la leche sean similares a las del queso, al menos del queso recién elaborado.

En definitiva, cualitativa y cuantitativamente, la composición de la leche es decisiva sobre la del queso. En este sentido se conoce en cierta manera los factores que afectan la composición de la leche. Además de la variación genética debida a la especie, raza e individuo, hay otros factores decisivos como el estado sanitario del rebaño y los efectos medioambientales y fisiológicos, especialmente los relacionados con la alimentación.

El estado sanitario del rebaño, con especial referencia a la mastitis y el contenido en células somáticas, siendo que un estado sanitario deficiente implica un incremento en la velocidad y extensión de las degradaciones proteolíticas y lipolíticas, así como la disminución de la aptitud de la leche para su coagulación, e incluso para ser fermentada por la posible presencia de medicamentos con acción inhibitoria frente a los microorganismos (Barbano, 1993).

Por una parte, la energía, proteína, grasa, cantidad de fibra, minerales, vitaminas y otros nutrientes de la dieta de los animales influye no solo en la cantidad, sino también en la composición de la leche que producen. Por otra parte, es tema de estudio el efecto del tipo de grasa ingerida sobre la calidad de la grasa de la leche, y por lo tanto del queso (Secchiari *et al.*, 2003., Collomb *et al.*, 2002, Elgersma *et al.*, 2004), así por ejemplo se ha observado que una alimentación del ganado con hierba o pastoreo genera una grasa más insaturada y más amarilla (con más pigmentos) que la alimentación en estabulación y con ensilado (Elgersma *et al.*, 2004., Whiting *et al.*, 2004).

1.8.1 Influencia del Proceso de Trabajo de la Cuajada Sobre la Composición y Propiedades Físico-Químicas del Queso

Para abordar este asunto en primer lugar hay que establecer las operaciones que se llevan a cabo para la obtención de la cuajada, entendida como queso recién elaborado, que de forma general son: estandarización de la materia prima,

tratamiento térmico de la leche, adición de cultivos, adición de diversos aditivos, coagulación, corte de la cuajada, agitación, desuerado, malaxado, salado y prensado.

- **Estandarización de la Materia Prima**

Para este punto sirve lo dicho en el apartado anterior sobre composición de la leche, pues la estandarización es un proceso de manipulación de la composición de la leche. Para la elaboración de los quesos mexicanos en el Estado de Hidalgo, es posible que se haya estandarizado la leche en contenido de grasa, de sólidos no grasos con leche en polvo descremada o concentrados proteicos.

- **Tratamiento Térmico de la Leche**

El tratar o no tratar térmicamente la leche, es decir, el pasteurizarla o no, tendrá repercusiones importantes sobre el queso. Este efecto no se debe tanto a la modificación de la composición de la leche sino al efecto que tiene sobre las enzimas y los microorganismos presentes en ella (Walstra *et al.*, 2001). Estos agentes biológicos serán responsables de procesos fermentativos, principalmente de acidificación de la cuajada, así como de actividad proteolítica, lipolítica y otra actividad diversa de la cual se generan sustancias volátiles responsables del aroma (de los que hablaremos más adelante al tratar los temas de almacenamiento y maduración). La aparición de ojos redondos en la pasta del queso se debe también a la formación de gas por parte de los microorganismos.

En la leche no pasteurizada crece la microbiota autóctona o nativa presente en la misma, pudiendo haber un riesgo de crecimiento de bacterias no deseadas que puedan alterar y perjudicar las propiedades del queso o producir enfermedad (especialmente cuando la leche se obtiene con malas condiciones higiénicas).

Cuando se pasteuriza la leche, la mayoría de las formas microbianas vegetativas se destruye y, salvo en quesos de coagulación enzimática, como el queso Panela, en el resto se emplean cultivos iniciadores que serán responsables de llevar a cabo los fenómenos antes mencionados.

- **Adición de Diversos Aditivos**

Los aditivos que normalmente se usan en el queso son dos. En primer lugar está el cloruro cálcico, agregado en leche pasteurizada para compensar la pérdida de calcio soluble que ocurre en la pasteurización, aumentando así su aptitud para coagular por medio de la obtención de una cuajada más firme y de coagulación más rápida. En segundo lugar están los colorantes, comúnmente agregados a la leche para modificar el color de diversos quesos, haciéndolos más amarillos. Algunos de los colorantes más utilizados en leche y productos lácteos es el extracto de annato (achiote) y los carotenos (Ortega-Fleitas, 1996., Petersen *et al.*, 1999).

- **Adición de Cultivos Iniciadores**

El queso se caracteriza por tener un pH similar o inferior al de la leche. La acidificación de la cuajada en caso de leche pasteurizada se debe a la producción de ácido láctico por parte de los cultivos microbianos agregados.

Estos cultivos son producidos por empresas dedicadas a este fin, habiendo una gran variedad en el mercado con distintas características entre sí en cuanto a grado y velocidad de acidificación, formación de compuestos aromáticos como el diacetilo y la acetoína, formación de gas, etc., de forma que cada elaborador puede utilizar un cultivo determinado para cada queso, obteniendo según el cultivo que utilice ciertas características diferenciales.

La acidificación de la cuajada juega un efecto crucial sobre las propiedades del queso como son su pH, humedad, textura, vida de anaquel, gusto y aroma (Pastorino *et al.*, 2003). Los mecanismos implicados son complejos y están interrelacionados, por ejemplo durante el proceso de obtención de la cuajada un menor pH incrementa la actividad del enzima coagulante durante la coagulación, favorece la solubilización del calcio y fosfato coloidal y su pérdida en el suero (disminuyendo las interacciones entre proteínas), acerca a las proteínas a su punto isoeléctrico, etc.

Además de los cultivos iniciadores acidificantes, se pueden utilizar otros cultivos como mohos de crecimiento superficial o profundo, bacterias que dan color rojo a la superficie de los quesos, bacterias que forman grandes burbujas de gas en la masa (Walstra *et al.*; 2001).

- **Coagulación**

La coagulación de la leche normalmente tiene lugar por acción enzimática de la leche más o menos acidificada, aunque también se obtienen algunos quesos por coagulación ácida exclusivamente. Las características de la cuajada y del queso son diferentes de acuerdo al pH de la leche en el momento de la adición del cuajo (Veisseyre, 1998). En los quesos mexicanos en los que usualmente se busca un pH final entre 5.2-5.6, normalmente se agrega el cuajo una vez que la leche sube 1 a 2 °Dornic, (0.01-.002% de ácido láctico) y en una cantidad óptima para que la leche comience a coagular entre 4 a 7 min y la cuajada esté lista para cortar entre 30 a 45 min. (Contreras y Vargas, 1999).

También varían en función del tipo de cuajo utilizado, según sea quimosina, mezcla de quimosina y pepsina, cuajo microbiano o vegetal, el queso experimenta más o menos proteolisis y esta puede ser más o menos específica, ocasionando en el queso diferencias en textura y sabor especialmente marcadas cuando se utiliza cuajo vegetal, lo que no es común en México.

- **Corte de la Cuajada, Agitación y Desuerado**

La cuajada se corta con el fin principal de favorecer la eliminación del suero (sinéresis), cuanto más fina se corta, más fácil será la salida del mismo. Una vez cortada la cuajada se agita para favorecer la sinéresis impidiendo que los granos de cuajada se peguen entre sí y se aglomeren, y facilitando de forma mecánica la salida de suero en los granos.

Además, el tiempo de agitación y la temperatura influyen sobre la sinéresis; más tiempo y temperaturas moderadamente altas hacen que el grano de la cuajada pierda más suero.

- **Malaxado**

El malaxado es un tratamiento mecánico que se da en quesos de pasta hilada como el Oaxaca o Mozzarella, mediante este tratamiento se ordenan o estructuran las uniones entre proteínas de la cuajada previamente acidificada obteniendo un queso de apariencia fibrosa.

- **Salado**

El salado de los quesos se puede llevar a cabo por diversos procedimientos, salado de los granos de cuajada en tina, salado en seco frotando o echando sal en la superficie de los quesos o salado en salmuera. La cantidad de sal influye no solo en el sabor de los quesos sino también en su capacidad de conservación, la sal disminuye la actividad de agua.

- **Prensado**

El prensado se emplea para ‘escurrir’ con presión el suero retenido entre los granos de cuajada, que son más o menos compactados de acuerdo a la presión a la que es sometido el queso. Además, el prensado sirve para dar forma a los quesos. Normalmente se utilizan moldes de diversas formas geométricas de plástico o de metal, pero también se pueden emplear otros materiales tradicionales como canastos (caso del queso Tenate).

1.9 Cambios en la Composición y Propiedades Físico-Químicas del Queso a lo Largo del Almacenamiento y Maduración

Una vez obtenida la cuajada, después del prensado, el queso bien es almacenado a temperaturas de refrigeración hasta su venta (en el caso de quesos frescos), o bien es madurado en condiciones ambientales deseadas, hasta que en el queso se adquieran las características de sabor y textura requeridas.

En ambos casos el queso sufre cambios en su composición, propiedades sensoriales, funcionales y microbiología. Durante la conservación de los quesos frescos estos cambios son menos evidentes que durante la maduración, por ser más corto el intervalo de tiempo y menor temperatura a la que está el queso. A lo largo del tiempo de conservación o maduración, el queso pierde humedad, a no ser que se envuelva o proteja su superficie con un material impermeable al agua, como el plástico. La maduración normalmente requiere de una pérdida gradual y sostenida de humedad, pero en la conservación de los quesos frescos se procura que estos no se sequen y por lo tanto que no pierdan peso. La pérdida de humedad va asociada a una disminución de la actividad de agua, a un cambio en la apariencia y textura, lo que trae como consecuencia un aumento en las barreras para el crecimiento microbiano y también para algunas reacciones químicas, un aumento en el color y dureza.

La proteólisis en el queso durante su maduración o conservación juega un papel fundamental en el desarrollo de la textura y del sabor del queso por mecanismos relacionados con el ablandamiento debido a la ruptura molecular de la red proteica formada por las caseínas, el incremento del pH por producir sustancias nitrogenadas básicas, y la producción de sustancias sápidas y aromáticas al liberarse péptidos (a veces amargos) y aminoácidos, de los que por distintas reacciones se pueden formar diferentes compuestos volátiles (Fox y McSweeney, 1996).

La proteólisis del queso es catalizada por enzimas del cuajo, de la leche (plasmina, proteínas de las células somáticas, catepsina D), de los microorganismos presentes en el queso (Sousa *et al.*, 2001). Una mayor temperatura de conservación y una mayor humedad del queso favorece la velocidad de la proteólisis, que se desarrollará más cuanto más tiempo se mantenga. Igualmente, a menor pH en el queso más intensa es la proteólisis (Pastorino *et al.*, 2003).

En los quesos Mexicanos de elevada humedad y bajo pH, que son la mayoría, afecta notoriamente a los cambios de textura y sabor durante la conservación, de forma que una excesiva proteólisis podría ocasionar defectos de textura blanda y sabor amargo. El defecto de textura es más evidente en el Oaxaca que con el tiempo se ablanda, pierde elasticidad y definición visual del ahilado, de una forma similar a lo observado por Imm *et al.*, (2003), Zisu y Shah, (2005) en el queso Mozzarella.

Otro de los cambios bioquímicos principales que ocurren en el queso es la lipólisis. Los ácidos grasos que se liberan durante la misma contribuyen, junto con los productos derivados de la proteólisis y otros compuestos aromáticos presentes en el queso (McSweeney *et al.*, 2000). Los ácidos grasos libres y sus productos derivados generan aromas peculiares y sabor picante. La extensión de la lipólisis varía enormemente entre tipos de quesos, dependiendo extrínsecamente del tiempo y condiciones de maduración/conservación e intrínsecamente de la concentración de lipasas, del pH y la humedad de la pasta.

Las lipasas, enzimas lipolíticas, pueden proceder de la leche, del cuajo y de la microflora (Collins *et al.*, 2003). La contribución de las lipasas de la leche se ve muy disminuida cuando esta se pasteuriza. La de las enzimas del cuajo dependen del tipo de cuajo, los cuajos obtenidos de rumiantes lactantes contribuyen activamente a la actividad lipolítica, sin embargo los obtenidos de los estómagos de animales mayores o los microbianos, carecen de actividad lipolítica. La microflora juega un papel decisivo en el desarrollo de la lipólisis, y especialmente la búsqueda presencia de mohos en algunos quesos acelera el proceso lipolítica por la producción de lipasa fúngica. Finalmente, la oxidación de las grasas de los quesos es otro fenómeno que tiene lugar en mayor o menor extensión en los quesos. En quesos frescos la exposición a la luz es una de las principales causas de oxidación, formando cambios en el aroma, con aparición de aromas atípicos, y cambios en el color (Mortensen *et al.*, 2004).

CAPITULO II

2 Materiales y Métodos

2.1 Localización del Experimento

La mayor parte de la fase experimental se realizó en el Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en el laboratorio de físico-químico del Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Algunos análisis (Lactosa y Actividad de Agua), se realizaron en el Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de León (España).

2.2 Muestras

Se analizaron 6 tipos de quesos típicos mexicanos, elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo. Los cuales fueron: Oaxaca, Tenate, Manchego, Manchego Botanero, Morral y Panela., estos fueron adquiridos en los diferentes establecimientos minoristas de la región del Valle de Tulancingo y procedieron de 17 industrias de esta región. Las muestras consistieron en un mínimo de 200 g de un solo queso. Una vez adquiridas se transportaron al laboratorio en menos de 3 horas y llegando al laboratorio se refrigeraron por un periodo no superior a 24 horas intervalo en el que se realizaron los análisis de perfil de textura (TPA), color, descripción morfológica, análisis morfológico, y previa homogeneización análisis de materia grasa, punto de fusión, pH., posteriormente parte del queso homogenizado fue congelado a -18 °C y mantenido a congelación hasta la realización del resto de los análisis (ceniza, proteína, humedad, a_w , lactosa).

2.3 Análisis Físicos- Químicos

A los quesos adquiridos se les determinaron los siguientes parámetros, composición proximal (materia grasa, proteína, humedad, lactosa y cenizas), punto de fusión de la grasa, pH, actividad de agua (a_w), análisis de perfil de textura (TPA), color y morfología.

2.3.1 Determinación de Materia Grasa

Para determinar el contenido de materia grasa de los quesos se empleó la técnica de ácido butirométrico Van Gulik, el cual consiste en una digestión de los componentes proteicos con ácido sulfúrico y separación de la grasa por centrifugación (Serres *et al.*, 1973). Se colocaron 3 g de queso y se adicionó ácido sulfúrico ($\rho = 1525$ g/L) hasta cubrir la muestra en el butirómetro Van Gulik, diseñado para tal fin. Los butirómetros se colocaron en un baño de agua a $65 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$; hasta la digestión total de la muestra. Posteriormente se adicionó 1 ml de alcohol isoamílico y ácido sulfúrico hasta el 35 % de la escala del butirómetro. Los butirómetros se taparon y se centrifugaron a 1250 r.p.m (Centrifuga Gerber modelo M80A) durante 5 min. Transcurrido el tiempo los butirómetros se colocaron en un baño de agua a $65 \text{ }^\circ\text{C}$ previo a la lectura del % p/p de grasa en la muestra. Las determinaciones se hicieron por triplicado.

2.3.2 Determinación de Proteína

Se determinó por el método Kjeldahl (NMX-F-098-1976) utilizando un factor de 6.38, para expresar el contenido promedio de nitrógeno en porcentaje de proteína. Para la cuantificación de nitrógeno total. Se utilizó 1 g de muestra homogenizada, la cual se colocó junto con 10 g de mezcla digestora (200 g de sulfato de potasio, 20 g de sulfato cúprico pentahidratado y 5 g de dióxido de selenio) en un matraz Kjeldahl, se añadió 25 ml de ácido sulfúrico concentrado.

El matraz con la muestra se colocó en un bloque de digestión (Büchi B-424), hasta su completa digestión dada por finalizada cuando adquirió una coloración verde clara transparente. Después se dejó enfriar el matraz a temperatura ambiente, se añadieron 50 ml de agua destilada y se colocaron en la unidad de destilación (Büchi B-316) donde se les adicionó 50 ml de NaOH (32%p/v), y se procedió a la destilación. Esta mezcla se destiló hasta obtener 200 ml de destilado en un matraz erlenmeyer con 50 ml de ácido Bórico (H_3BO_4) al 4% p/v con 3 gotas de indicador (rojo de metilo), para posteriormente titularlo con ácido clorhídrico 0.1 N. El contenido de proteína bruta de las muestras se determinó con la siguiente fórmula, las determinaciones se hicieron por duplicado.

$$\% \text{ de proteína cruda} = \frac{1.40 \text{ N} * (V)}{P} * 6.38$$

Donde:

N = Normalidad del ácido clorhídrico

V= Volumen en mililitros de ácido clorhídrico gastados (restando el volumen empleado para el blanco)

P= Peso en gramos de la muestra

6.38 = Factor de conversión de nitrógeno a proteína cruda

2.3.3 Contenido de Humedad

El porcentaje de humedad se determinó por deshidratación de la muestra a una temperatura de 100 °C durante 5.5 h (Serres *et al.*, 1973). Se colocaron 5 g de arena de mar purificada en las cápsulas de aluminio utilizadas como recipiente y se dejaron secar en la estufa hasta un peso constante, por 16 h, posteriormente se pesó en la misma cápsula 5 g de muestra homogenizada (queso), ésta se mezcló cuidadosamente con la arena e inmediatamente se introdujo a una estufa (modelo Shell Lab, modelo 130FX).

El contenido de humedad se determinó con la siguiente fórmula., las determinaciones se hicieron por triplicado para cada muestra de queso.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(A - B) * 100}{C}$$

Donde:

A = Peso del recipiente con la muestra húmeda (g)

B = Peso del recipiente con la muestra seca (g)

C = Peso de la muestra húmeda (g)

2.3.4 Lactosa

La extracción de la lactosa se realizó a partir de 10 g de muestra adicionando 50ml de una solución 4.5 m de ácido sulfúrico y homogenizando enérgicamente. El homogenizado se mantuvo en reposo durante 1 h a temperatura de refrigeración y se filtró a través de papel de filtro. La solución obtenida se pasó a través de una membrana de 0.45 m de tamaño de poro y 30 l del filtrado se utilizaron para el análisis cromatográfico que se llevó a cabo de acuerdo al método de Van RielY Olieran, (1986) con un cromatógrafo Alliance Waters 2690 equipado con un detector de refractometría Waters 410 y una columna de separación de intercambio iónico BioRad Aminex HPX-87H de dimensiones 300 mm de longitud y 7.8 mm de diámetro, protegida con una precolumna BioRad MicroGuard H+ de 30 mm x 4.6 mm. La fase móvil fue ácido sulfúrico 5 mm, y se trabajó en régimen isocrático a flujo de 0.6 ml min⁻¹, con una temperatura de la columna de 60 °C. Para la identificación y cuantificación de la lactosa se inyectó lactosa patrón (Fluka) a 3 concentraciones crecientes y por duplicado realizando una recta de calibración con las áreas obtenidas y las concentraciones empleadas.

2.3.5 Determinación del Contenido en Cenizas

El contenido de ceniza se determinó a partir de 5 g de muestra de queso homogenizada en un crisol mantenido en estufa hasta peso constante previamente pesado y tarado (Serres *et al.*, 1973).

Posteriormente se carbonizó en un mechero hasta que dejó de desprenderse humo, y se introdujo a la mufla previamente calentada de 500° a 550 °C por un periodo de 5 h o más, hasta que tomó un color blanco. El crisol se enfrió en un desecador y se pesó en una balanza analítica. Para posteriormente determinar el porcentaje de ceniza en las muestras, se determinó con la fórmula siguiente; las determinaciones se hicieron por triplicado.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(B - A) * 100}{C}$$

Donde:

A = Peso del crisol vacío (g)

B = Peso del crisol con cenizas (g)

C = Peso de la muestra (g)

2.3.6 Prueba de Punto de Fusión

La técnica para determinar el punto de fusión en los quesos fue mediante el método oficial de la (AOAC, 1999). Se tomó la grasa fundida con un tubo capilar (grasa que fue extraída de la determinación de grasa) hasta conseguir una altura de unos 10 mm, posteriormente se selló el tubo con una pequeña flama, del mechero, se procuró no quemar la grasa. Se mantuvieron los tubos en refrigeración a una temperatura de 4-10 °C durante 16 h. Transcurrido el tiempo de refrigeración se colocó el tubo capilar y un termómetro graduado con precisión de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, en un vaso precipitado de 600 ml con la mitad de agua a una temperatura de 10 °C. Se aplicó calor, se fue aumentó

gradualmente la temperatura del agua de 0.5 °C/min. El baño estuvo constantemente en agitación lo que se consiguió con un agitador magnético. Se tomó como temperatura del punto de fusión la temperatura a la cual la muestra se torno transparente, visualizando dicho cambio con la ayuda de una lupa para verificar la fusión completa. Se reportó el promedio de por lo menos 3 determinaciones de la misma muestra.

2.3.7 Determinación de pH

En un vaso de precipitado se mezclaron 10 g de queso molido y 50 ml de agua destilada. El pH de la mezcla se determinó con un potenciómetro (MOD.OAKTON-SERIE-45431) previamente calibrado con dos puntos de referencia (pH 4 y 7), siguiendo las instrucciones por Hooi *et al.*, (2004). Las mediciones se hicieron por triplicado.

2.3.8 Actividad de Agua

La medida de actividad de agua se llevó a cabo con un aparato Aqualab CX-2 (Decagon Devices). En una cubeta de plástico se depositaron unos 5 g de muestra y se tomaron dos medidas a una temperatura de 22 °C ± 2 °C.

2.3.9 Análisis de Perfil de Textura (TPA)

La determinación de textura se realizó por compresión con la ayuda de un Texturómetro Universal (Stable Micro Sistemas, UK) equipado con una celda con carga de 50 Kg y una sonda 30 mm de altura x 25 mm diámetro bajando con una velocidad de 1mm s⁻¹ por una distancia de 40 mm. Las muestras analizadas fueron cúbicas para mejores resultados descrito por Szczesniak, (1963 y 1966)., con una dimensión de 2x2x2cm cada una., para cada tipo de queso se hicieron 4 repeticiones. Posteriormente con los datos obtenidos se calcularon los siguientes

parámetros: Dureza, Adhesividad, Elasticidad y Cohesividad de acuerdo a las definiciones dadas por Szczesniak, (1963 y 1966)., Bourne, (1978)., Van Villet, (1991).

2.3.10 Parámetros de Color

El color de los quesos se determinó con un espectrofotocolorímetro de reflectancia (Minotla CR-300), las mediciones que se realizaron fueron L^* , a^* y b^* ., el instrumento se calibró usando una superficie color blanco se hicieron mediciones por triplicado con un ángulo de 10° y un iluminante de D 65. Posteriormente se realizaron en 3 diferentes mediciones en diferentes posiciones sobre la superficie de cada uno de los quesos, donde:

L^* = Luminosidad

a^* = rojo y verde

b^* = amarillo y azul

2.3.11 Medidas Morfológicas y Fotografías

A los diferentes quesos que se adquirieron al llegar al laboratorio de análisis físico-químico se tomaron fotografías digitales, posteriormente se midieron el peso y las dimensiones de los quesos.

2.4 Análisis Estadísticos

Los resultados se analizaron estadísticamente., se calculó la media y la desviación estándar, de los parámetros estudiados de cada uno de los quesos y también, se llevo a cabo un análisis de varianza de una vía, empleando la prueba de Tukey para la obtención de diferencias significativas ($p < 0.05$). Para estos análisis se empleó el programa '*STATISTICA for Windows*', versión 6.0 (StatSoft, Tulsa, EE. UU).

CAPITULO III

3 Resultados

3.1 Queso Tipo Panela

Los quesos tipo Panela elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo, presentaron una forma cilíndrica, las muestras que se tomaron para el análisis tuvieron un peso entre 0.4 y 1.2 kg y la presentación más frecuente de estos quesos fue la de 1 kg seguida por la de 0.5 kg. La altura varió entre 4.3-6.6 cm y el diámetro entre 10.4-12.5 cm. La relación media altura/diámetro fue de 0.4 ± 0.1 cm. En la Figura. 7 se muestra una fotografía del queso tipo Panela antes de sus análisis.

En el **cuadro 3.1** se describe la composición proximal y valor nutritivo de los quesos tipo Panela procedente de nueve industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo, el contenido de humedad del queso panela fue de 53.2 ± 5.1 , sin embargo se observa variaciones importantes en el contenido de humedad hasta 15 % de diferencia de los quesos elaborados entre industrias. Con respecto al contenido de materia de grasa se encontró una media de 18.8 ± 3.3 , con una variación aún mayor.

El contenido en proteína para queso tipo Panela fue de 18.4 ± 2.1 . El contenido de cenizas fue de 2.5 ± 0.2 . Por último el contenido de lactosa y valor nutritivo fue 3.4 ± 0.8 y 255 ± 37 , respectivamente. Se puede apreciar una variación importante en el contenido de lactosa del 23 %.

Cuadro 3.1. Composición proximal (%) y valor nutritivo (kcal/100g) del queso tipo Panela.

INDUSTRIA	Humedad (n=3)	Grasa (n=2)	Proteína (n=2)	Cenizas (n=3)	Lactosa (n=2)	Valor nutritivo
I	49.5±1.3	21.0±0.0	16.4±0.0	2.4±0.2	-	262
II	47.2±1.0	22.5±0.0	20.9±0.0	2.9±0.4	1.7±0.2	303
III	53.4±0.1	19.5±0.7	17.0±0.4	2.6±0.0	4.1±0.4	260
IV	60.6±0.1	14.5±0.7	16.3±0.1	2.3±0.0	4.0±0.5	212
V	45.3±0.3	24.2±0.3	21.7±0.4	2.2±0.3	4.0±0.1	319
VI	53.5±0.3	19.5±0.7	17.9±0.2	2.8±0.4	3.3±0.3	263
VII	56.9±0.5	16.5±0.0	20.5±0.2	2.2±0.3	3.8±0.4	244
VIII	58.8±0.4	15.5±0.0	16.1±1.3	2.6±0.3	3.5±0.5	216
IX	53.3±0.9	16.3±0.0	18.4±0.8	2.9±0.0	3.0±0.1	221
Media ± DE	53.2±5.1	18.8±3.3	18.4±2.1	2.5±0.2	3.4±0.8	255±37
I.C. 95%	50.2-58.2	16.3-21.4	16.7-20.0	2.3-2.8	2.8-4.1	-

n: número de réplicas

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.2** se describen los valores de los cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los quesos tipo **Panela** procedentes de nueve industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. El contenido de humedad/proteína del queso tipo Panela fue de 2.94 ± 0.54 . La media del contenido de grasa/extracto seco fue de 0.40 ± 0.54 . Por último, el contenido de proteína/extracto seco y la humedad/materia seca desengrasada fue de 0.39 ± 0.04 y 1.9 ± 0.33 . De los nueve quesos estudiados, 4 se salen de los intervalos de confianza en al menos dos parámetros (industrias I, II, IV, V).

Cuadro 3.2. Cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los quesos tipo Panela.

INDUSTRIA	Humedad/Prot	Grasa/ES	Prot/ES	Humedad/MSD
I	3.01	0.42	0.33	1.68
II	2.25	0.43	0.40	1.56
III	3.13	0.42	0.37	1.98
IV	3.72	0.37	0.42	2.44
V	2.09	0.44	0.40	1.49
VI	2.98	0.42	0.39	1.99
VII	2.77	0.38	0.48	2.14
VIII	3.64	0.38	0.39	2.29
IX	2.90	0.35	0.39	1.75
Media±D.E.	2.94±0.54	0.40±0.03	0.39±0.04	1.9±0.33
I.C. 95%	2.58-3.42	0.38-0.43	0.37-0.44	1.77-2.31

ES: extracto seco

MSD: Materia seca desengrasada.

En el **cuadro 3.3** se muestran los resultados obtenidos de pH, actividad de agua (a_w) y punto de fusión de la grasa de los quesos tipo **Panela** procedentes de nueve industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. Como podemos observar la media para el pH fue de 6.13 ± 0.41 , mientras la media de a_w fue de 0.988 ± 0.004 y la del punto de fusión es de 33 ± 0 .

Cuadro 3.3. Valor de pH, a_w y punto de fusión de la grasa, obtenidos en el queso tipo Panela.

INDUSTRIA	pH	a_w	Punto de fusión grasa
I	6.69	-	33
II	5.50	0,984	33
III	6.34	0,987	34
IV	6.28	0,981	33
V	5.96	0,986	33
VI	5.93	0,991	33
VII	6.59	0,979	33
VIII	6.19	0,989	33
IX	5.59	0,991	34
Media \pm DE	6.13 \pm 0.41	0.988 \pm 0.004	33 \pm 0
I.C. 95%	5.81-6.44	0.982-0.990	-

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.4** se muestran los parámetros obtenidos del color del queso tipo **Panela** elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo. Estos valores fueron los siguientes: L^* a^* y b^* , 88.3 ± 1.4 , 1.1 ± 0.7 y 15 ± 1.39 respectivamente.

Cuadro 3.4. Parámetros del color de los quesos tipo Panela.

INDUSTRIA	L*	a*	b*
I	88.2±0.8	0.5±0.0	13.6±0.88
II	86.5±0.4	2.2±0.1	16.1±0.27
III	86.8±1.3	0.7±0.0	13.2±0.42
IV	90.0±0.3	0.7±0.1	15.3±0.20
V	87.8±1.5	1.6±0.1	15.6±0.39
VI	86.8±0.6	1.8±0.0	16.4±0.15
VII	89.4±1.0	0.0±0.0	13.4±0.64
VIII	90.4±0.6	0.8±0.1	14.8±0.48
IX	89.0±1.0	1.3±0.1	17.1±1.41
Media±DE	88.3±1.4	1.1±0.7	15.1±1.39
I.C. 95%	87.2-89.4	0.54-1.60	14.0-16.2

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.5** se muestran los parámetros obtenidos en el análisis de perfil de textura (TPA) de los quesos tipo **Panela** procedentes de nueve industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. Los parámetros de TPA evaluados en esta investigación fueron: dureza de 2537±584g; elasticidad, que tuvo una media de 0.834±0.078; adhesividad cuya media fue de -17.5±14.2, cohesividad, con un valor de 0.524±0.075.

Cuadro 3.5. Parámetros de la textura de los quesos tipo Panela.

INDUSTRIA	Dureza (g)	Elasticidad	Adhesividad (g.s)	Cohesividad
I	1804±207	0.890±0.670	-26.6±17.5	0.470±0.108
II	3255±815	0.859±0.020	-37.7±20.5	0.519±0.086
III	3174±233	0.830±0.039	-3.3±0.8	0.365±0.245
IV	2346±208	0.880±0.021	-5.6±5.7	0.474±0.253
V	2090±160	0.811±0.023	-39.7±13.8	0.562±0.025
VI	2562±584	0.870±0.005	-17.4±5.4	0.567±0.014
VII	3330±541	0.861±0.016	-12.8±8.9	0.588±0.011
VIII	1931±387	0.866±0.014	- 12.8±1.5	0.586±0.015
IX	2344±228	0.635±0.424	-2.0±1.4	0.582±0.048
Media±DE	2537±584	0.834±0.078	-17.5±14.2	0.524±0.075
I.C. 95%	2088-2986	0.773-0.894	-28.4 -6.63	0.466-0.581

I.C: Intervalo de Confianza



Figura. 7. Fotografía de un queso Tipo Panela

3.2 Queso Manchego Mexicano

Los quesos Manchego Mexicano elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo presentaron en general una forma cilíndrica. Las muestras que se tomaron para el análisis tuvieron un peso entre 0.4 y 4 kg aunque la presentación más frecuente de estos quesos fue la de 0.5 kg. La altura osciló entre 4.2 y 6.6 cm y el diámetro entre 9.5 a 23.0 cm. La relación media altura/diámetro fue de 0.41 ± 0.08 . En la Figura. 8 se muestra una fotografía del queso tipo Manchego antes de sus análisis.

En el **cuadro 3.6** se describe la composición proximal y valor nutritivo del queso Manchego Mexicano procedentes de nueve industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. El contenido de humedad del queso tipo manchego fue de 41.7 ± 3.7 , como se puede observar que hay variaciones importantes en el contenido de humedad de casi un 10%.

Con respecto al contenido de materia de grasa se encontró una media de 28.2 ± 3.4 . El contenido en proteína fue de 25.8 ± 1.7 , en este contenido se observa que hay una diferencia menor entre las muestras El contenido de cenizas fue de 3.3 ± 0.4 . Por último el contenido de lactosa y valor nutritivo fue de 0.2 ± 0.3 y 360 ± 31 , respectivamente.

Cuadro 3.6. Composición proximal (%) y valor nutritivo (kcal/100g) del queso Manchego Mexicano.

INDUSTRIA	Humedad (n=3)	Grasa (n=2)	Proteína (n=2)	Cenizas (n=3)	Lactosa (n=2)	Valor nutritivo
I	41.3±0.1	30.0±0.0	26.0±1.6	3.4±0.0	0,2±0.0	375
II	40.7±2.2	27.0±0.0	24.1±1.4	3.1±0.8	Tr	346
III	45.3±0.9	22.0±0.7	27.4±0.2	3.9±0.4	0.2±0.0	309
VI	46.8±1.3	25.0±0.0	28.2±1.1	3.8±0.2	1,0±0.1	338
VII	37.5±2.2	29.0±0.0	24.1±0.5	2.8±0.6	Tr	371
IX	36.9±0.8	24.5±0.7	26.4±0.1	3.6±0.1	Tr	417
X	42.4±0.3	29.0±0.0	23.1±1.1	3.4±0.1	0.3±0.0	354
XI	46.0±0.2	28.0±0.0	25.4±0.2	2.6±0.1	Tr	354
XII	38.4±0.1	30.0±0.0	27.4±1.5	3.7±0.1	0,3±0.0	384
Media±DE	41.7±3.7	28.2±3.4	25.8±1.7	3.3±0.4	0.2±0.3	360±31
I.C. 95%	39.4-44.7	25.7-31.1	24.8-27.2	3.1-3.7	Tr-0.5	-

n: número de réplicas

I.C: Intervalo de confianza

Tr: Trazas

En el **cuadro 3.7** se muestran los cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición del queso **Manchego Mexicano** precedentes de nueve industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. El contenido de humedad/proteína del queso Manchego fue de 1.62 ± 0.15 . La media del contenido de grasa/extracto seco fue de 0.48 ± 0.04 este contenido es similar para todas las muestras analizadas.

Por último, el contenido de proteína/extracto seco y la humedad/materia seca desengrasada fue de 0.45 ± 0.05 y 1.41 ± 0.21 . Un total de 7 quesos se salieron de los límites de confianza en dos variables, todos salvo los quesos de las industrias I y II.

Cuadro 3.7. Cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los Quesos Manchego Mexicano.

INDUSTRIA	Humedad/Proteína	Grasa/ES	Proteína/ES	Humedad/MSD
I	1.59	0.51	0.44	1.44
II	1.68	0.46	0.41	1.26
III	1.65	0.40	0.50	1.39
VI	1.66	0.47	0.53	1.67
VII	1.56	0.46	0.39	1.12
IX	1.40	0.55	0.42	1.30
X	1.83	0.50	0.40	1.49
XI	1.81	0.52	0.47	1.77
XII	1.40	0.49	0.45	1.22
Media±DE	1.62±0.15	0.48±0.04	0.45±0.05	1.41±0.21
I.C. 95%	1.50-1.74	0.45-0.52	0.41-0.48	1.24-1.57

ES: extracto seco

MSD: Materia seca desengrasada.

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.8** se muestran los resultados obtenidos de pH, actividad de agua (a_w) y punto de fusión del queso **Manchego Mexicano** elaborado en el Valle de Tulancingo Hidalgo. Como podemos observar la media para el pH fue de 5.3 ± 0.21 . Mientras la media de a_w es de 0.968 ± 0.007 y la del punto de fusión es de 33 ± 0 .

Cuadro 3.8. Valor de pH, a_w y punto de fusión de la materia grasa obtenidos en el Queso Manchego Mexicano.

INDUSTRIA	pH	a_w	Punto de Fusión Grasa
I	5.09	0,970	33
II	5.17	0,958	33
III	5.13	0,966	33
IX	5.13	0,970	34
VI	5.62	0,965	33
VII	5.45	0,972	33
X	5.56	0,965	33
XI	5.43	0,984	34
XII	5.10	0,962	33
Media±D.E.	5.30±0.21	0.968±0.007	33±0
I.C. 95%	5.13-5.46	0.962-0.974	-

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.9** se muestran los parámetros obtenidos del color del queso **Manchego Mexicano** procedentes de nueve industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. Estos valores obtenidos fueron: L^* , a^* y b^* , 79.6 ± 3.1 , 3.5 ± 1.6 y 23.0 ± 1.2 , respectivamente.

Cuadro 3.9. Parámetros del Color de los Quesos Manchego Mexicano.

INDUSTRIA	L*	a*	b*
I	73.8±0.9	5.1±0.2	22.4±1.8
II	80.5±0.6	5.5±0.5	24.7±0.2
III	81.1±0.9	2.2±0.3	22.1±0.8
IX	78.3±3.4	2.4±0.1	24.4±0.9
VI	77.4±4.7	2.3±0.2	22.0±1.8
VII	81.5±0.1	6.2±0.2	24.8±1.2
X	83.7±0.1	1.7±0.2	22.0±0.9
XI	82.6±1.1	4.5±0.2	22.6±0.6
XII	77.5±4.7	2.4±0.2	22.1±1.8
Media±DE	79.6±3.1	3.5±1.6	23.0±1.2
I.C. 95%	77.2-82.0	2.3-4.9	22.1-24.0

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.10** se muestran los parámetros obtenidos en el análisis de perfil de textura (TPA) de los quesos tipo **Manchego Mexicano** procedentes de nueve industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. Los parámetros de TPA evaluados en esta investigación fueron: dureza, 4257±2355 g; elasticidad que tuvo una media de 0.851±0.047; adhesividad cuya media calculada fue -116±44., cohesividad, que fue de 0.563±0.068.

Cuadro 3.10. Parámetros de la textura del queso Manchego Mexicano.

INDUSTRIA	Dureza (g)	Elasticidad	Adhesividad (g.s)	Cohesividad
I	3516±553	0.798±0.102	-135.9±79.3	0.519±0.018
II	2457±312	0.940±0.190	-128.9±30.2	0.488±0.040
III	4303±331	0.823±0.011	-70.6±24.1	0.592±0.020
IX	6783±434	0.827±0.040	-132.8±52.9	0.590±0.034
VI	5700±602	0.908±0.031	-69.7±47.9	0.569±0.076
VII	1437±66	0.820±0.032	-129.5±45.7	0.602±0.021
X	2847±328	0.846±0.038	-65.8±18.8	0.619±0.032
XI	2603±328	0.824±0.039	-205.5±140.3	0.645±0.026
XII	8666±1781	0.873±0.096	-106.6±70.0	0.435±0.035
Media±DE	4257±2355	0.851±0.047	-116.1±44.5	0.563±0.068
I.C. 95%	2447-6067	0.815-0.887	-205.5- -65.8	0.510-0.614

I.C: Intervalo de Confianza



Figura. 8. Fotografía de un Quesos Manchego Mexicano

3.3 Queso Tenate

Los quesos **Tenate** elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo presentaron una forma cilíndrica. Las muestras tuvieron un peso entre 0.7 y 0.85 kg con un peso medio de 0.78 kg; la altura varió entre 6.2 a 7.0 cm y el diámetro de 12 a 12.7 cm., la relación altura diámetro fue de 0.53 ± 0.02 ., estando todas estas medidas condicionadas al tamaño del tenate., siendo el empaque de este queso un Tenate, que es elaborado de hoja de palma., ya que este molde es lo que lo caracteriza de los demás quesos. En la Figura. 9 se muestra una fotografía del queso Tenate antes de sus análisis.

En el **cuadro 3.11** se describe la composición proximal y valor nutritivo del queso **Tenate** procedentes de seis industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. El contenido de humedad del queso Tenate fue de 40.2 ± 2.9 , sin embargo se observa variaciones en el contenido de humedad de un 5 % de diferencia de los quesos elaborados entre industrias.

Con respecto al contenido de materia de grasa se encontró una media de 31.7 ± 3.5 y una variación de este contenido de aproximadamente un 10 %.

El contenido de proteína para queso tipo Tenate fue de 22.4 ± 1.0 ; El contenido de cenizas fue de 3.9 ± 0.5 . Por último el contenido de lactosa y valor nutritivo fue 0.2 ± 0.1 y 376 ± 29 , respectivamente.

Cuadro 3.11. Composición proximal (%) y valor nutritivo (kcal/100g) del queso Tenate.

INDUSTRIA	Humedad (n=3)	Grasa (n=2)	Proteína (n=2)	Cenizas (n=3)	Lactosa (n=2)	Valor nutritivo
II	41.7±0.3	25.7±1.0	23.4±0.7	3.1±0.0	Tr	327
III	43.1±0.5	32.5±2.1	22.3±0.6	3.9±0.0	0,3±0.0	382
IX	39.6±1.2	29.5±0.0	23.3±0.9	4.3±0.0	0,1±0.0	360
V	34.8±0.9	35.7±0.0	22.1±1.1	4.4±0.0	0,2±0.0	412
VIII	41.0±0.2	33.7±0.0	20.6±0.2	4.2±0.0	0,4±0.0	386
XII	41.4±0.2	33.2±1.0	22.5±0.4	3.5±0.0	Tr	389
Media±DE	40.2±2.9	31.7±3.5	22.4±1.0	3.9±0.5	0.2±0.1	376±29
I.C. 95%	37.2-43.4	28.0-35.5	21.3-23.5	3.4-4.5	Tr-0.3	-

n: número de réplicas

I.C: Intervalo de confianza

Tr: Trazas

En el **cuadro 3.12** se describen los cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición del queso **Tenate** precedentes de seis industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. El contenido de humedad/proteína del queso Tenate fue de 1.80 ± 0.15 . La media del contenido de grasa/extracto seco fue de 0.53 ± 0.05 . Por ultimo el contenido de proteína/extracto seco y la humedad/materia seca desengrasada fue de 0.38 ± 0.03 y 1.46 ± 0.24 respectivamente. Sólo el queso de la industria V se salió de los intervalos de confianza del 95 % en más de un ocasión.

Cuadro 3.12. Cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los quesos Tenate.

INDUSTRIA	Humedad/Proteína	Grasa/ES	Proteína/ES	Humedad/MSD
II	1.78	0.44	0.40	1.29
III	1.93	0.57	0.39	1.77
IX	1.70	0.49	0.39	1.28
V	1.57	0.55	0.34	1.18
VIII	1.99	0.57	0.35	1.62
XII	1.84	0.57	0.38	1.63
Media±DE	1.80±0.15	0.53±0.05	0.38±0.03	1.46±0.24
I.C. 95%	1.64-1.93	0.47-0.59	0.35-0.40	1.21-1.72

ES: extracto seco

MSD: Materia seca desengrasada.

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.13** se muestran los resultados obtenidos de pH, actividad de agua (a_w) y punto de fusión del queso **Tenate**, que se adquirieron en seis industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. Como podemos observar, la media para el pH fue de 5.35 ± 0.16 . Mientras, la media de a_w es de 0.963 ± 0.008 y la del punto de fusión de la grasa de 32.5 ± 0.8 .

Cuadro 3.13. Valor de pH, a_w y punto de fusión de la grasa, obtenidos en el queso Tenate.

INDUSTRIA	pH	a_w	Punto de fusión grasa
II	5.13	0,968	34
III	5.43	0,972	32
IX	5.30	0,952	32
V	5.53	0,954	32
VIII	5.50	0,964	33
XII	5.20	0,968	32
Media±D.E.	5.35±0.16	0.963±0.008	32.5±0.8
I.C. 95%	5.18-5.52	0.955-0.971	-

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.14** se muestran los parámetros obtenidos del color del queso **Tenate** procedentes de seis industrias elaborados en el valle de Tulancingo Hgo. Estos valores fueron los siguientes: L^* , a^* y b^* , $79.6±2.3$, $2.0±0.8$ y $20.5±3.2$, respectivamente.

Cuadro 3.14. Parámetros del color de los quesos Tenate.

INDUSTRIA	L^*	a^*	b^*
II	78.7±0.9	1.9±0.3	15.3±1.3
III	83.5±0.6	2.9±0.1	22.3±0.5
IX	76.4±0.9	1.4±0.3	18.7±0.6
V	79.5±0.8	2.9±0.3	24.0±0.3
VIII	80.4±2.3	2.5±0.3	23.2±0.5
XII	79.3±1.3	0.9±0.1	19.8±1.2
Media±DE	79.6±2.3	2.0±0.8	20.5±3.2
I.C. 95%	77.2-82.1	1.2-2.9	17.1-24.0

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.15** se muestran los parámetros obtenidos en el análisis de perfil de textura (TPA) de los quesos **Tenate** procedente de seis industrias del valle de Tulancingo, Hgo. Los parámetros de TPA evaluados en esta investigación fueron: dureza 5215 ± 1985 ; elasticidad que tuvo un valor medio de 0.760 ± 0.054 , adhesividad cuya media calculada fue -72.7 ± 39.0 y cohesividad que fue de 0.314 ± 0.095 .

Cuadro 3.15. Parámetros de la textura de los quesos Tenate.

INDUSTRIA	Dureza (g)	Elasticidad	Adhesividad (g.s)	Cohesividad
II	4366 ± 407	0.689 ± 0.071	-93.6 ± 38.9	0.307 ± 0.018
III	4808 ± 352	0.791 ± 0.012	-75.3 ± 89.4	0.295 ± 0.189
IX	3538 ± 386	0.609 ± 0.112	-88.1 ± 11.1	0.218 ± 0.009
V	9078 ± 1768	0.833 ± 0.058	-24.9 ± 7.8	0.449 ± 0.048
VIII	5818 ± 2014	0.864 ± 0.029	-29.3 ± 0.2	0.213 ± 0.203
XII	4180 ± 352	0.775 ± 0.042	-125.2 ± 40.5	0.401 ± 0.028
Media \pm DE	5215 ± 1985	0.760 ± 0.054	-72.7 ± 39.0	0.314 ± 0.095
I.C. 95%	3198-7397	0.661-0.860	-113.7- -31.8	0.214-0.414

I.C: Intervalo de Confianza



Figura. 9. Fotografía de un Queso Tenate

3.4 Queso Morral

Los quesos **Morral** elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo presentan la forma del Morral en donde se moldearon. El peso del queso morral completo está entre 5 y 6 kg, la altura de estos quesos es aproximadamente de 8 cm, la anchura de unos 20 cm y 30 cm de largo. En la Figura. 10 se muestra una fotografía del queso Morral antes de sus análisis.

En el **cuadro 3.16** se describe la composición proximal y valor nutritivo del queso **Morral** procedentes de siete industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. El contenido de humedad y de materia grasa del queso Morral fue 43.8 ± 3.2 y 29.0 ± 0.7 respectivamente, se puede observar que este contenido fue similar para todas las muestras analizada, la media del contenido de ceniza fue de 2.9 ± 0.2 respectivamente. El contenido de proteína para este tipo de queso fue de 22.1 ± 2.8 .

Cuadro 3.16. Composición proximal (%) y valor nutritivo (kcal/100g) del queso Morral.

INDUSTRIA	Humedad (n=3)	Grasa (n=2)	Proteína (n=2)	Cenizas (n=3)	Lactosa (n=2)	Valor nutritivo
I	39.2±0.4	30.0±1.7	24.8±0.8	3.0±0.0	Tr	367
II	40.5±0.3	29.5±0.7	24.9±0.4	3.1±0.3	Tr	365
III	43.0±1.9	28.0±0.7	25.0±0.1	3.3±0.1	Tr	352
IX	45.2±2.6	28.8±0.3	21.6±1.8	2.7±0.2	Tr	349
VI	48.0±0.3	28.5±0.7	18.6±0.8	2.83±0.4	0,3±0.1	331
X	44.3±0.2	30.0±0.3	20.0±0.0	2.7±0.2	0,1±0.0	348
XIII	46.5±0.9	28.5±0.3	19.8±0.04	3.1±0.3	1,0±0.2	337
Media±DE	43.8±3.2	29.0±0.7	22.1±2.8	2.9±0.2	0.2±0.4	350±13
I.C. 95%	41.0-47.6	28.3-29.6	18.6-24.7	2.8-3.3	Tr-0.5	--

Tr: Trazas

I.C: Intervalo de confianza

n: número de réplicas

En el **cuadro 3.17** se muestran los cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición del queso **Morral** precedentes de siete industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. El contenido de humedad/proteína del queso Morral fue de 2.02 ± 0.39 . La media del contenido de grasa/extracto seco fue de 0.52 ± 0.02 . Por último, el contenido de proteína/extracto seco y la humedad/ materia seca desengrasada fue de 0.39 ± 0.03 y 1.63 ± 0.28 . Los quesos de las industrias I, II, III y VI se salieron de los intervalos de confianza en 2 o mas parámetros.

Cuadro 3.17. Cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los Quesos Morral.

INDUSTRIA	Humedad/Proteína	Grasa/ES	Proteína/ES	Humedad/MSD
I	1.58	0.49	0.41	1.26
II	1.62	0.50	0.42	1.36
III	1.72	0.49	0.44	1.48
IX	2.09	0.53	0.40	1.74
VI	2.58	0.55	0.36	2.05
X	2.21	0.53	0.36	1.71
XIII	2.35	0.53	0.37	1.86
Media±DE	2.02±0.39	0.52±0.02	0.39±0.03	1.63±0.28
I.C. 95%	1.66-2.38	0.49-0.54	0.36-0.42	1.38-1.90

ES: extracto seco

MSD: Materia seca desengrasada.

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.18** se muestran los resultados obtenidos de pH, actividad de agua (a_w) y punto de fusión del queso **Morral** elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo. Como podemos observar la media para el pH fue de 5.32 ± 0.11 . Mientras, la media de a_w fue de 0.97 ± 0.10 y la del punto de fusión de la grasa de 33 ± 1 .

Cuadro 3.18. Valor de pH, a_w y punto de fusión de la materia grasa obtenidos en el queso Morral.

INDUSTRIA	pH	a_w	Punto de fusión grasa
I	5.23±0.0	0,962	34
II	5.23±0.0	0,962	33
III	5.54±0.0	0,970	30
IX	5.23±0.0	0,981	33
VI	5.27±0.0	0,982	33
X	5.31±0.0	0,961	34
XIII	5.39±0.0	0,981	34
Media±D.E.	5.32±0.11	0.971±0.010	33±1
I.C. 95%	5.21-5.42	0.962-0.980	-

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.19** se muestran los parámetros obtenidos del color del queso **Morral** procedentes de siete industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. Estos valores obtenidos fueron: L^* , a^* y b^* , 81.7±4.6, 2.3±1.2 y 20.2±2.6, respectivamente.

Cuadro 3.19. Parámetros del color de los quesos Morral.

INDUSTRIA	L^*	a^*	b^*
I	80.7±0.5	4.6±0.3	20.8±0.9
II	75.5±0.3	2.5±0.3	23.2±0.5
III	78.7±0.9	1.9±0.3	15.3±1.3
IX	83.5±0.6	2.9±0.1	22.3±0.5
VI	89.4±0.6	1.4±0.2	19.2±0.8
X	85.0±0.6	1.7±0.1	20.7±1.2
XIII	79.3±1.3	0.9±0.1	19.8±1.2
Media±DE	81.7±4.6	2.3±1.2	20.2±2.6
I.C. 95%	77.5-86.0	1.2-3.4	17.8-22.6

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.20** se muestran los parámetros obtenidos en los análisis de perfil de textura (TPA) de los quesos Morral procedentes de siete industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. Los parámetros de TPA evaluados en esta investigación fueron: dureza 3680 ± 1594 ., elasticidad que tuvo una media de 0.834 ± 0.038 ; adhesividad cuya media calculada fue -203.2 ± 147.2 ; cohesividad que fue de 0.549 ± 0.129 .

Cuadro 3.20. Parámetros de la textura de los quesos Morral.

INDUSTRIA	Dureza (g)	Elasticidad	Adhesividad (g.s)	Cohesividad
I	6220 ± 1046	0.870 ± 0.081	-278.9 ± 160.4	0.321 ± 0.071
II	4606 ± 529	0.771 ± 0.083	-288.3 ± 43.9	0.418 ± 0.049
III	4897 ± 86	0.854 ± 0.007	-59.7 ± 24.9	0.639 ± 0.015
IX	1909 ± 328	0.806 ± 0.037	-380.2 ± 329.0	0.608 ± 0.060
VI	2732 ± 260	0.843 ± 0.051	-56.4 ± 39.6	0.663 ± 0.023
X	2204 ± 168	0.822 ± 0.038	-325.2 ± 282.5	0.563 ± 0.011
XIII	3195 ± 952	0.886 ± 0.038	-33.6 ± 41.9	0.631 ± 0.037
Media \pm DE	3680 ± 1594	0.834 ± 0.038	-203.2 ± 147.2	0.549 ± 0.129
I.C. 95%	2207-5154	0.799-0.873	-339.4--67.0	0.429-0.669

I.C: Intervalo de Confianza



Figura. 10. Fotografía de un Queso Morral

3.5 Queso Manchego Botanero

Los quesos **Manchego Botanero** elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo presentaron por lo general una forma cilíndrica, con un peso entre 0.45 a 2 kg, siendo la presentación de 0.45 kg la más frecuente. El diámetro de los quesos fue de 10 a 13.5 cm, la altura fue de 2.5 a 5.5 cm y la relación altura/diámetro fue de 0.33 ± 0.09 . En la Figura. 11 se muestra una fotografía del queso Manchego Botanero antes de analizarlo.

En el **cuadro 3.21** se describe la composición proximal y valor nutritivo del queso **Manchego Botanero** procedentes de nueve industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. El contenido de humedad del queso Manchego Botanero fue de 46.3 ± 3.5 . Con respecto al contenido de materia grasa se encontró una media de 25.9 ± 3.0 ; el contenido de proteína para el queso Manchego Botanero fue 22.2 ± 1.8 ; el contenido de ceniza fue de 3.7 ± 0.6 existiendo una importante variación de este contenido entre las muestras. Por ultimo el contenido de lactosa y valor nutritivo fue 0.1 ± 0.1 y 323 ± 28 respectivamente.

Cuadro 3.21. Composición proximal (%) y valor nutritivo (kcal/100g) del queso Manchego Botanero.

INDUSTRIA	Humedad (n=3)	Grasa (n=2)	Proteína (n=2)	Cenizas (n=3)	Lactosa	Valor nutritivo
II	47.1±1.0	23.0±0.0	24.0±0.3	2.8±0.1	Tr	305
III	50.1±2.1	23.0±0.0	24.0±0.2	3.7±0.2	Tr	303
IX	48.2±0.3	27.0±0.0	18.4±0.0	4.3±0.5	0.3±0.1	317
VI	48.3±0.4	23.5±0.0	20.3±0.8	3.7±0.1	0.3±0.1	294
X	43.3±0.3	28.5±0.0	23.0±1.2	3.6±0.0	0.3±0.0	350
XII	39.3±0.3	28.5±0.0	23.2±0.3	4.4±0.1	0.3±0.1	349
XIV	49.3±1.2	22.0±0.0	21.8±0.8	4.7±0.0	Tr	285
XV	43.6±0.2	30.0±0.0	22.4±0.3	3.1±0.1	Tr	361
XVI	47.6±1.0	28.0±0.0	22.6±0.0	3.0±0.0	Tr	343
Media±DE	46.3±3.5	25.9±3.0	22.2±1.8	3.7±0.6	0.1±0.1	323±28
I.C 95%	43.6-49.0	23.6-28.3	20.8-23.6	3.2-4.3	Tr-0.3	-

I.C: Intervalo de confianza

n: número de réplicas

Tr: Trazas

En el **cuadro 3.22** se recogen los valores de los cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición del queso **Manchego Botanero** precedentes de nueve industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. El contenido de humedad/proteína del queso Manchego botanero fue de 2.1 ± 0.28 . La media del contenido de grasa/extracto seco fue de 0.48 ± 0.04 . Por último, el contenido de proteína/extracto seco 0.42 ± 0.04 y la humedad/materia seca desengrasada fue de 1.69 ± 0.23 . Sólo dos quesos, el de las industrias IX y XVI se apartaron de los intervalos de confianza en más de una ocasión.

Cuadro 3.22. Cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición del queso Manchego Botanero.

INDUSTRIA	Humedad/Proteína	Grasa/ES	Proteína/ES	Humedad/MSD
II	1.96	0.44	0.45	1.58
III	2.08	0.46	0.48	1.87
IX	2.62	0.52	0.36	1.95
VI	2.38	0.45	0.39	1.71
X	1.88	0.50	0.41	1.54
XII	1.69	0.47	0.38	1.22
XIV	2.26	0.43	0.43	1.72
XV	1.95	0.53	0.40	1.66
XVI	2.11	0.54	0.43	1.96
Media±D.E.	2.10±0.28	0.48±0.04	0.42±0.04	1.69±0.23
I.C 95%	1.89-2.32	0.45-0.51	0.39-0.44	1.51-1.87

ES: extracto seco

MSD: Materia seca desengrasada.

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.23** se muestran los resultados obtenidos de pH, actividad de agua (a_w) y punto de fusión del queso **Manchego Botanero** procedentes de 9 industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. Como podemos apreciar la media para el pH fue de 5.4 ± 0.43 . Mientras, la media de a_w fue de 0.968 ± 0.009 y la del punto de fusión de la grasa de 33 ± 1 . El rango de pH fue muy grande comparado con otros quesos.

Cuadro 3.23. Valores de pH, a_w y punto de fusión de la materia grasas obtenidos en el Queso Manchego Botanero.

INDUSTRIA	pH	a_w	Punto de fusión grasa
II	5.34	0,979	33
III	5.39	0,972	33
IX	5.26	0,978	33
VI	5.95	0,980	33
X	5.47	0,960	34
XII	6.20	0,964	33
XIV	4.98	0,958	33
XV	5.11	0,960	33
XVI	4.90	0,964	33
Media±DE	5.40±0.43	0.968±0.009	33±1
I.C 95%	5.07-5.73	0.961-0.975	-

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.24** se muestran los parámetros obtenidos del color del queso **Manchego Botanero** procedentes de nueve industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. Estos valores obtenidos fueron L^* , a^* y b^* , 82.0 ± 4.2 , 1.9 ± 0.7 y 23.1 ± 1.6 , respectivamente.

Cuadro 3.24. Parámetros del color de los quesos Manchego Botanero.

INDUSTRIA	L*	a*	B*
II	83.5±0.6	2.78±0.51	25.7±1.1
III	89.3±0.6	1.24±0.46	21.1±0.4
IX	76.8±2.9	1.66±1.08	22.1±3.2
VI	85.1±2.6	0.96±0.31	21.7±1.1
X	84.6±0.5	2.12±0.85	23.6±2.1
XII	76.2±1.2	1.73±0.87	23.6±1.9
XIV	81.5±0.6	2.89±0.15	21.6±0.4
XV	82.0±1.7	1.20±0.27	23.2±1.2
XVI	79.0±1.4	2.49±0.11	25.2±1.3
Media±DE	82.0±4.2	1.9±0.7	23.1±1.6
I.C 95%	78.8-85.2	1.3-2.4	21.8-24.3

n: número de réplicas

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.25** se muestran los parámetros obtenidos en el análisis de perfil de textura (TPA) de los quesos tipo **Manchego Botanero** procedentes de nueve industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. Los parámetros de TPA evaluados en esta investigación fueron: dureza 4085 ± 1732 ., elasticidad tuvo una media de 0.855 ± 0.035 ; adhesividad cuya media calculada fue -66.3 ± 46.8 ; y cohesividad que fue de 0.490 ± 0.072 .

Cuadro 3.25. Parámetros de la textura de los quesos Manchego Botanero.

INDUSTRIA	Dureza (g)	Elasticidad	Adhesividad (g.s)	Cohesividad
II	3887±674	0.845±0.055	-110.9±43.2	0.583±0.022
III	3393±465	0.857±0.044	-37.3±6.8	0.450±0.091
IX	3120±178	0.829±0.037	-104.1±42.6	0.466±0.104
VI	5564±410	0.884±0.021	-47.7±14.9	0.604±0.033
X	2833±292	0.793±0.094	-47.2±14.8	0.448±0.071
XII	7866±5427	0.869±0.035	-34.8±16.6	0.440±0.031
XIV	3446±875	0.914±0.045	-20.5±9.6	0.422±0.008
XV	4544±109	0.838±0.037	-158.8±63.5	0.562±0.040
XVI	2117±222	0.873±0.146	-35.6±13.8	0.421±0.038
Media±DE	4085±1732	0.855±0.035	-66.3±46.8	0.490±0.072
I.C 95%	2754-5416	0.829-0.883	-102.6- -13.5	0.432-0.545

I.C: Intervalo de Confianza



Figura. 11. Fotografía de un Queso Manchego Botanero

3.6 Queso Tipo Oaxaca

Los parámetros morfométricos de los quesos tipo **Oaxaca** elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo. Presentaron una forma redonda, las muestras que se tomaron para el análisis tuvieron un peso entre 0.25 kg 0.5 y la presentación más frecuentemente encontrada de estos quesos fue la de 0.5 kg, formando bolas de aproximadamente 8.5 cm de diámetro y 6.3 cm de altura., este queso es de pasta hilada, y las características de estas debe presentar correas bien definidas, una dureza intermedia, además de que esta al desmenuzarse forma hilos. En la Figura.12 se muestra una fotografía del queso Oaxaca antes de analizarlo.

En el **cuadro 3.26** se describe la composición proximal y valor nutritivo del queso **Oaxaca** procedentes de diez industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. El contenido de humedad 50.8 ± 2.1 . Con respecto al contenido de materia grasa se encontró una media de 22.4 ± 2.5 . El contenido de proteína para el queso tipo Oaxaca fue 21.3 ± 1.4 ; En la ceniza su media fue de 3.6 ± 0.3 y por ultimo el contenido de lactosa y el valor nutritivo fue 0.1 ± 0.2 y 288 ± 22 , respectivamente. Se puede observar que el contenido de lactosa para este queso es similar para todas las muestras analizadas.

Cuadro 3.26. Composición proximal (%) y valor nutritivo (kcal/100g) del queso tipo Oaxaca.

INDUSTRIA	Humedad (n=3)	Grasa (n=2)	Proteína (n=2)	Cenizas (n=3)	Lactosa	Valor nutritivo
I	51.1	21±0.0	23.0±0.0	3.6±0.0	Tr	281
II	48.9	22±0.0	23.3±0.22	3.5±0.2	Tr	291
III	49.0	23.5±0.0	20.3±0.32	3.2±0.3	Tr	294
IV	50.4	23±0.0	22.4±0.0	3.6±0.1	Tr	297
IX	50.1	24±0.0	20.6±0.12	3.7±0.0	Tr	298
V	46.5	25±0.0	21.5±0.86	3.6±0.2	Tr	313
VI	53.4	24±0.0	18.9±0.9	3.0±0.0	0.5±0.2	292
VII	52.7	17±0.0	22.1±0.0	3.7±0.1	0.3±0.1	242
X	52.5	25±0.0	21.1±0.0	3.5±0.1	0.4±0.1	311
XVII	52.8	20±0.0	20.0±0.0	3.8±0.2	0.3±0.1	261
Media±DE	50.82±2.15	22.4±2.5	21.3±1.40	3.6±0.3	0.1±0.2	288±22
I.C. 95%	49.3-52.4	20.6-24.2	20.4-22.4	3.2-3.7	Tr-0.3	-

I.C: Intervalo de confianza

n: número de réplicas

Tr: Trazas

En el **cuadro 3.27** se describe los cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los quesos tipo **Oaxaca** procedentes de diez industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. El contenido de humedad/proteína del queso Oaxaca fue de 2.39 ± 0.22 . La media del contenido de grasa/extracto seco fue de 0.46 ± 0.05 . Por último, el contenido de proteína/extracto seco y la humedad/materia seca desengrasada fue de 0.43 ± 0.03 y 1.92 ± 0.25 respectivamente. Los quesos de las industrias II, V, VI y X presentaron valores de al menos 2 cocientes fuera de los intervalos de confianza del 95%.

Cuadro 3.27. Cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los quesos tipo Oaxaca.

INDUSTRIA	Humedad/Proteína	Grasa/ES	Proteína/ES	Humedad/MSD
I	2.22	0.43	0.47	1.84
II	2.10	0.43	0.46	1.68
III	2.41	0.46	0.40	1.79
IV	2.24	0.46	0.45	1.90
IX	2.44	0.48	0.41	1.94
V	2.17	0.47	0.40	1.66
VI	2.82	0.52	0.41	2.37
VII	2.38	0.36	0.47	1.74
X	2.49	0.53	0.45	2.34
XVII	2.64	0.42	0.43	1.95
Media±D.E.	2.39±0.22	0.46±0.05	0.43±0.03	1.92±0.25
I.C. 95%	2.23-2.55	0.42-0.49	0.41-0.45	1.74-2.10

ES: extracto seco

MSD: Materia seca desengrasada.

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.28** se muestran los resultados obtenidos de pH, actividad de agua (A_w) y punto de fusión del queso tipo **Oaxaca** procedentes de diez industrias del valle de Tulancingo, Hgo. Como podemos observar la media para el pH fue de 5.02 ± 0.21 . Mientras, la media de a_w fue de 0.973 ± 0.006 y la del punto de fusión es de 33 ± 1 .

Cuadro 3.28. Valor de pH, a_w y Punto de Fusión de la Grasa, obtenidos en el Queso Oaxaca.

INDUSTRIA	pH	a_w	Punto de fusión grasa
I	4.88±0.03	0,970	36
II	5.08±0.01	0,974	33
III	4.71±0.01	0,966	33
IV	4.87±0.01	0,979	33
IX	4.96±0.01	0,980	33
V	4.85±0.03	0,969	33
VI	5.11±0.01	0,982	33
VII	5.42±0.06	0,976	34
X	5.24±0.01	0,964	33
XVII	5.08±0.01	0,968	34
Media±DE	5.02±0.21	0.973-0.006	33±1
I.C. 95%	4.87-5.12	0.969-0.978	-

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.29** se muestran los parámetros obtenidos del color del queso **Oaxaca** procedentes de diez industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. Estos valores obtenidos fueron: L^* , a^* y b^* , 86.0±2.94, 0.98±0.98 y 19.7±2.7, respectivamente.

Cuadro 3.29. Parámetros del color de los quesos tipo Oaxaca.

INDUSTRIA	L*	a*	b*
I	79.8±3.1	0.4±0.3	15.4±1.0
II	82.7±3.8	1.5±0.3	21.2±0.8
III	85.2±0.1	2.0±0.1	23.6±0.7
IV	87.8±3.7	1.5±0.2	19.6±1.5
IX	88.6±1.1	1.6±0.2	20.6±1.0
V	85.5±2.8	1.9±0.4	20.6±2.2
VI	87.5±0.8	1.2±0.2	22.0±0.5
VII	88.8±1.0	-1.2±0.2	15.4±0.3
X	88.5±1.0	0.3±0.3	20.8±0.3
XVII	85.7±0.6	0.6±0.2	17.8±0.7
Media±DE	86.0±2.94	0.98±0.98	19.7±2.72
I.C. 95%	83.9-88.1	0.28-1.68	17.8-21.6

I.C: Intervalo de confianza

En el **cuadro 3.30** se muestran los parámetros obtenidos en el análisis de perfil de textura (TPA) de los quesos tipo **Oaxaca** procedentes de diez industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. Los parámetros de TPA evaluados en esta investigación fueron: dureza 1517 ± 714 g, elasticidad que tuvo una media de 0.728 ± 0.069 ; adhesividad cuya media calculada fue -16.6 ± 24.2 g.s; y cohesividad que fue de 0.619 ± 0.086 .

Cuadro 3.30. Parámetros de la textura de los quesos tipo Oaxaca.

INDUSTRIA	Fuerza (g)	Elasticidad	Adhesividad (g.s)	Cohesividad
I	2702±305	0.711±0.111	-8.7±0.5	0,601±0.052
II	1135±218	0.767±0.085	-1.8±1.5	0,679±0.042
III	2688±303	0.743±0.050	-1.2±0.0	0.604±0.084
IV	1877±192	0.608±0.067	-61.9±20.2	0,522±0.019
IX	1386±351	0.611±0.090	-4.6±64.1	0,483±0.053
V	1577±150	0.795±0.198	-0.2±3.2	0,565±0.013
VI	710±185	0.806±0.050	-3.7±2.3	0,764±0.050
VII	720±35	0.754±0.020	-12.5±1.7	0,696±0.007
X	1280±197	0.764±0.008	-25.4±15.9	0,681±0.036
XVII	1097±141	0.743±0.060	-9.9±2.9	0,603±0.083
Media±DE	1517±714	0.728±0.069	-16.6±24.2	0.619±0.086
I.C. 95%	1006-2028	0.678-0.777	-26.4-4.3	0.558-0.681

I.C: Intervalo de Confianza



Figura. 12. Fotografía de un Queso Tipo Oaxaca

3.7 Tablas Resumen con los Valores Medios de los Seis Quesos Estudiados

En el **cuadro 3.31** se muestra la composición proximal y el valor nutritivo de los distintos quesos elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo. Como se puede observar en la humedad el queso tipo Panela fue la más alta, existiendo diferencias significativas ($p < 0.05$) con todos los demás quesos, menos con el queso Oaxaca que fue el segundo respecto al contenido en humedad. Por el contrario, el Tenate primero y después el Manchego Mexicano fueron los quesos más secos, existiendo diferencias significativas entre el Tenate y los quesos Panela, Oaxaca y Botanero.

En cuanto a la materia grasa el queso Panela y el Oaxaca tuvieron los valores más bajos con diferencias significativa ($p < 0.05$) con respecto a los demás. El queso más graso fue el Tenate diferenciándose significativamente de los quesos tipo Panela, tipo Oaxaca y Manchego Botadero.

El nivel más alto de proteína lo presentó el queso Manchego Mexicano ($p < 0.05$), seguido de los quesos Tenate, Manchego Botanero, Morral y tipo Oaxaca (con cantidades entorno al 22 %) y finalmente el queso tipo Panela. Por otra parte, Tenate y Manchego Botanero presentaron los niveles más altos en cenizas mientras que el queso tipo Panela los más bajos, en este caso con diferencias significativas frente al resto. Finalmente, la lactosa estuvo presente en mayor cantidad en el queso tipo Panela que en los otros quesos ($p < 0.05$) en los que no superó el 0.2 %.

Los quesos tipo Panela y Oaxaca fueron los que mostraron menor valor energético y los quesos Tenate y Manchego Mexicano los de mayor valor. Existieron diferencias entre quesos ($p < 0.05$), por ejemplo el contenido energético del tipo Panela se diferenció del resto a excepción del tipo Oaxaca, y del Tenate mostró diferencias con esos dos quesos y con el Manchego Botanero.

Cuadro 3.31. Composición proximal (%) y valor nutritivo (kcal/100g) de distintos quesos elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo.

QUESO	Humedad	Grasa	Proteína	Cenizas	Lactosa	Valor nutritivo
Panela	53.2±5.1 _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	376±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	50.82±2.15 _{ab}	22.4±2.5 _d	21.3±1.4 _b	3.6±0.3 _{ab}	0.1±0.2 _b	288±22 _{cd}

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

En el **cuadro 3.32** se muestran los cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los quesos elaborados por industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. Con respecto a la humedad/proteína, el queso tipo Panela fue el que presentó un mayor valor, con diferencias significativas respecto al resto de los quesos ($p < 0.05$). En el otro extremo estuvo el Manchego Mexicano, con diferencias significativas ($p < 0.05$) con todos los quesos excepto con el Tenate, que presentó el segundo valor más bajo en este cociente. El nivel de grasa sobre extracto seco más elevado le correspondió al queso Tenate seguido muy de cerca por el Morral.

En el extremo opuesto y significativamente diferenciado con la mayoría de los otros quesos se situó el queso tipo Panela. La relación proteína extracto seco fue el parámetro con menor variabilidad entre quesos, no obstante el más bajo (Tenate con 0.38) se diferenció estadísticamente ($p < 0.05$) del más alto (Manchego Mexicano con 0.45). Finalmente, respecto al contenido de humedad/materia seca desengrasada el queso tipo Panela presentó el valor más elevado diferenciándose estadísticamente de los dos quesos con valores más bajos, Manchego Mexicano y Tenate.

Cuadro 3.32. Cocientes de interés tecnológico de los parámetros de composición de los quesos elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo.

QUESO	Humedad/Proteína	Grasa/ES	Proteína/ES	Humedad/MSD
Panela	2.94±0.54 _a	0.40±0.03 _c	0.39±0.04 _{ab}	1.90±0.33 _a
Manchego	1.62±0.15 _d	0.48±0.04 _{ab}	0.45±0.05 _a	1.41±0.21 _c
Tenate	1.80±0.15 _{cd}	0.53±0.05 _a	0.38±0.03 _b	1.46±0.24 _c
Morral	2.02±0.39 _{bc}	0.52±0.02 _{ab}	0.39±0.03 _{ab}	1.63±0.28 _{abc}
Botanero	2.10±0.28 _{bc}	0.48±0.04 _{ab}	0.42±0.04 _{ab}	1.69±0.23 _{abc}
Oaxaca	2.39±0.22 _b	0.46±0.05 _{bc}	0.43±0.03 _{ab}	1.92±0.25 _{bc}

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

En el **cuadro 3.33** muestra los valores del pH, actividad de agua (a_w) y el punto de fusión de los seis tipos de quesos precedentes del Valle de Tulancingo Hidalgo. Se puede observar que el pH y la a_w en el queso tipo panela presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) respecto al Manchego Mexicano, Tenate, Morral, Manchego Botanero y tipo Oaxaca. En cuanto al punto de fusión no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los quesos.

Cuadro 3.33. Valor de pH, a_w y punto de fusión de las Grasa Obtenidos en los quesos Elaborados en el Valle de Tulancingo, Hidalgo.

QUESO	pH	a_w	Punto de fusión grasa
Panela	6.13±0.41 _a	0.988±0.004 _a	33±0
Manchego	5.30±0.21 _b	0.968±0.007 _b	33±0
Tenate	5.35±0.16 _b	0.963±0.008 _b	32±1
Morral	5.32±0.11 _b	0.971±0.010 _b	33±1
Botanero	5.40±0.43 _b	0.968±0.009 _b	33±1
Oaxaca	5.02±0.21 _b	0.973-0.006 _b	33±1

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

En el **cuadro 3.34** se muestran los parámetros del color L^* a^* b^* de los seis quesos procedentes de las industrias del Valle de Tulancingo Hidalgo. En cuanto a la luminosidad, los dos quesos con mayor valor, el tipo Panela y el tipo Oaxaca, no presentaron diferencias entre sí ($p > 0.05$), pero el queso tipo Panela se diferenció de los otros cuatro quesos, que a su vez no mostraron diferencias entre sí, aunque los valores más bajos les correspondieron a Manchego Mexicano y Tenate. El índice de rojos y verdes (coordenada a^*) fue mayor para el Manchego Mexicano que para el resto de los quesos, presentando diferencias significativas ($p < 0.05$) con los quesos tipo Oaxaca y Panela. La coordenada b^* de amarillos azules presentó mayor valor en los quesos Manchego Mexicano y Manchego Botanero y de menor valor en el tipo Panela y tipo Oaxaca, existiendo diferencias entre los unos y los otros, e incluso entre los dos últimos quesos, con valores de 15.1 y 19.7, respectivamente.

Cuadro 3.34. Parámetros del Color Obtenidos en los Quesos Elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo.

QUESO	L^*	a^*	b^*
Panela	88.3±1.4 _a	1.1±0.7 _b	15.1±1.39 _c
Manchego	79.6±3.1 _c	3.5±1.6 _a	23.0±1.2 _a
Tenate	79.6±2.3 _c	2.0±0.8 _{ab}	20.5±3.2 _{ab}
Morrall	81.7±4.6 _{bc}	2.3±1.2 _{ab}	20.2±2.6 _{ab}
Botanero	82.0±4.2 _{bc}	1.9±0.7 _{ab}	23.1±1.6 _a
Oaxaca	86.0±2.9 _{ab}	1.0±1.0 _b	19.7±2.72 _b

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

En el **cuadro 3.35** se muestran los parámetros de textura obtenidos de los quesos elaborado en el Valle de Tulancingo Hidalgo. El queso más duro fue el Tenate, que presentó diferencias con respecto a los más blandos tipo Oaxaca y tipo Panela ($p < 0.05$). El queso tipo Oaxaca también presentó diferencias significativas con respecto al Manchego Mexicano y el Manchego Botanero. La elasticidad más baja le

correspondió al queso tipo Oaxaca, y las más altas a los quesos Botanero, Manchego, Morral y el queso tipo Panela, estando el Tenate en una posición intermedia. El Morral fue el queso con mayor adhesividad y el tipo Panela, el tipo Oaxaca los menos adhesivos, existiendo diferencias entre el uno y los otros. Finalmente, en relación a la cohesividad, el queso Tenate fue el menos cohesivo y el Oaxaca el de mayor cohesividad. Otro queso con una cohesividad inferior a la normal fue el queso Manchego Botanero, pero no se diferenció significativamente ($p>0.05$) de otros quesos con mayor cohesividad como el Manchego Mexicano, y el tipo Panela y Morral.

Cuadro 3.35. Parámetros de textura obtenidos en los quesos elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo.

QUESO	Fuerza (g)	Elasticidad	Adhesividad (g.s)	Cohesividad
Panela	2537±584 _{bc}	0.834±0.078 _a	-17.5±14.2 _c	0.524±0.075 _{ab}
Manchego	4257±2355 _{ab}	0.851±0.047 _a	-116.1±44.5 _b	0.563±0.068 _{ab}
Tenate	5215±1985 _a	0.760±0.054 _{ab}	-72.7±39.0 _{bc}	0.314±0.095 _c
Morral	3680±1594 _{abc}	0.834±0.038 _a	-203.2±47.2 _{ab}	0.549±0.129 _{ab}
Botanero	4085±1732 _{ab}	0.855±0.035 _a	-66.3±46.8 _{bc}	0.490±0.072 _b
Oaxaca	1517±714 _c	0.728±0.069 _b	-16.6±24.2 _c	0.619±0.086 _a

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

CAPITULO IV

4 Discusión

La variabilidad de las medidas dentro de cada tipo de queso se puede estimar mediante el coeficiente de variación (obtenido al multiplicar por 100 la desviación estándar y dividir por la media), así como el límite de confianza al 95% fue relativamente elevada. El coeficiente de variación estuvo comprendido entre el 5 y el 10% para casi todos los parámetros, aunque fue mayor para algunos parámetros de textura. Respecto al intervalo de confianza, normalmente más del 30% de los quesos se salen del mismo. Para fijar normas de calidad de cada queso se deberían utilizar los valores obtenidos como referencia, los elaboradores tendrían que decidir los estándares que quieren o están dispuestos a alcanzar y finalmente se debería ampliar el conocimiento de cómo influyen los diversos factores de composición y propiedades de los quesos en su calidad.

En relación al punto de fusión de la grasa, hay que comentar que esta prueba se realizó con el fin de discriminar aquellos quesos elaborados con leche de los análogos elaborados con grasa vegetal, pues como se sabe el punto de fusión es un índice que sirve para diferenciar tipos de grasa. De esta manera, solo se han estudiado quesos con punto de fusión de la grasa entre 30-35 °C, el resto de los quesos se desecharon por sospecha de ser análogos o bien por contener grasa añadida. En este sentido, pocos fueron los análogos en el mercado minorista. Se detectaron 3 quesos tipo Panelas, 2 quesos tipos Oaxaca y 1 Manchego Mexicano con punto de fusión de la grasa superior a 35 °C. Estos quesos no han sido tomados en cuenta en los resultados de este estudio.

Entre los quesos estudiados, el queso tipo Panela fue el más diferente. Este hecho puede ser explicado por tres razones principales: primero, por el uso de leche parcialmente descremada por algunos elaboradores que sería la causa del menor cociente grasa sobre materia seca; segundo, por el diferente tipo de coagulación empleado con respecto a los otros quesos (coagulación enzimática exclusivamente), lo cual da cuenta de los elevados valores de lactosa y bajos de ácido láctico y alto pH, así como de las características relacionadas con el alto pH; tercero, por el mayor tamaño de los cubos o granos de cuajada en el corte y el menor tiempo de agitación en la tina, que sería responsable del alto contenido de humedad y las consecuencias derivadas de este hecho.

Los parámetros de composición del queso tipo panela son paralelos a los de otros quesos semejantes de diferentes países como el Queso de Burgos español (Marcos *et al.*, 1983) o una variedad de queso fresco Belga (Karoui *et al.*, 2005). No obstante, el contenido en grasa fue ligeramente inferior en el queso tipo Panela que en los otros quesos, lo que refuerza la afirmación de que los industriales descreman ligeramente la leche para Panela.

También el queso tipo Panela tuvo una composición parecida a los quesos Fresco, elaborado en México y otras partes de Latinoamérica (Hwang y Gunasekaran, 2001., Torres-Llánez *et al.*, 2005) y el brasileño Minas Frescal (Cunha *et al.*, 2006). Si bien, se pueden establecer dos diferencias importantes. Una es que tanto el queso Fresco como el Minas Frescal, tradicionalmente elaborados con leche cruda, tienen un pH inferior, habiendo acidificación de la cuajada bien por las bacterias de la leche, en caso de quesos de leche cruda, o la adición de cultivos iniciadores, en el caso de quesos de leche pasteurizada. Además, la media de humedad de esos dos quesos es entre 5-10% superior que la del tipo Panela.

El valor de pH del queso tipo Panela recién elaborado debe de ser cercano al de la leche (6.7-6.8) pero el crecimiento de bacterias que sobreviven a la pasteurización o bacterias que llegan al queso del exterior por contaminación debido al descuido en el mantenimiento de la cadena de frío podrían ser las causas a las que se atribuiría el descenso en el pH a un valor medio 6.1 en el momento de la toma de muestra. Los otros cinco quesos estudiados tienen varios puntos en común. Los valores de pH estuvieron siempre entre 5.0 y 5.4. Además, los rangos de actividad de agua estuvieron entre 0.96 y 0.97 y todos estos quesos pueden ser clasificados de acuerdo con Eck, (1990) y teniendo en cuenta su humedad y contenido en grasa como quesos de pasta semi-suave o semidura.

El queso tipo Oaxaca de pasta hilada, presentó el valor de pH más bajo. Un menor pH de la cuajada promueve la solubilización de fosfato cálcico de la misma y acerca a las caseínas a su punto isoeléctrico por lo que se afectan considerablemente las propiedades funcionales. De acuerdo con Pastorino *et al.*, (2003), los cambios en las propiedades funcionales debidos a la solubilización de calcio son los predominantes en quesos de pH superior a 5.0, como es el caso de los quesos estudiados, incluido el Oaxaca. En el queso Oaxaca tanto el bajo pH en la cuajada como el trabajo mecánico del malaxado producirán pérdidas importantes de calcio en el suero, lo que posibilitará su fundido y ahilado.

También es importante mencionar que el queso Oaxaca contuvo más humedad y menos grasa que el resto de los quesos (a excepción del tipo Panela). El bajo pH, la ausencia de periodo de secado (salvo unas pocas horas después de su elaboración) y el hecho de que algunos industriales estandaricen la leche a 2.8-3.0% de grasa con el fin de mejorar sus propiedades funcionales (varios industriales, comunicación personal), podrían explicar estas ligeras diferencias con respecto a los otros quesos. La composición del queso tipo Oaxaca fue similar a la encontrada en el queso Asadero por Alba *et al.*, (1991) and USDA, (2005), siendo la diferencia más notoria que el Asadero tiene en promedio un 5% menos de humedad que el Oaxaca. El

queso Asadero es otro queso de pasta hilada típico del norte del país. Alba *et al.*; resaltaron en su trabajo la similitud entre el queso Mozzarella y el Asadero. Por lo tanto también cabe esperar una gran similitud entre el Mozzarella y el Oaxaca, que es incluso mayor si lo comparamos con los valores para la composición del queso Mozzarella que recoge la USDA, (2005) en sus tablas de valor nutritivo.

El queso Manchego Mexicano es un queso de pasta semi-dura que mostró el mayor contenido en sólidos de todos los quesos estudiados y un alto contenido en grasa. La humedad se perdería principalmente por sinéresis expulsada de los pequeños granos de cuajada (tamaño de grano de arroz) y posteriormente por evaporación de agua de la superficie del queso durante los pocos días de maduración en los que el queso no está envuelto en película plástica. La composición proximal y el valor de pH del queso Manchego Mexicano fue similar a la encontrada para el queso mexicano Chihuahua (Díaz-Cinco *et al.*, 1992., USDA, 2005). También el queso Manchego Mexicano mostró una composición comparable al queso Monterrey (USDA, 2005) y tuvo analogías con la de los quesos españoles Tetilla (figura 13) y San Simón (Marcos *et al.*, 1983., Menéndez *et al.*, 2001).



Figura. 13 Queso Tetilla

El queso Manchego Botanero fue bastante similar al Manchego Mexicano pero el primero tuvo más humedad, presentó una humedad 4 % superior y casi 4 % menos de grasa y 2.5 % menos de proteína. Esta diferencia podría indicar que el Manchego Botanero se seca menos, se envasa antes. Los vegetales añadidos al queso podrían también justificar una mayor humedad. Además el queso Botanero tuvo un pH ligeramente superior al Manchego.

El queso Tenate, después del tipo Panela y junto con el tipo Oaxaca, es uno de los más diferenciados o peculiares, es un queso semiduro, es el más seco de todos los estudiados y el de mayor contenido en grasa. El desuerado de la cuajada en bolsa de tela durante unas 24 horas podría ser un paso clave en la pérdida de humedad del queso. Es lógico pensar que la leche de partida para hacer queso Tenate está adicionada con una fracción de crema.

Finalmente, la composición del queso Morral, que es un queso semi-suave presentó valores intermedios para la mayoría de los parámetros analizados. Su contenido en grasa fue relativamente alto. El color del queso depende principalmente de las propiedades cromáticas de la grasa de la leche de partida y de la cantidad de grasa en el queso (Bergann y Schick, 1998., Carpino *et al.*, 2004), siendo la concentración de carotenos de la grasa la que condiciona su color. También se utilizan colorantes para resaltar el color de los quesos. En algunos quesos se prefieren los colores de la pasta blancos y en otros los amarillos, incluso en algunos se buscan tonos naranjas.

Los parámetros del color del espacio CIELab del queso tipo Panela fueron los que más se parecieron a los del color de la leche (Bergann y Schick, 1998., Celestino *et al.*, 1999). El queso tipo Panela fue el que tuvo mayor luminosidad, mientras que el Tenate fue el que presentó un valor más bajo. Teniendo en cuenta los resultados de humedad y L^* de los quesos, la luminosidad estuvo correlacionada con el contenido en humedad. En relación con las coordenadas rojo-verde (a^*) y amarillo-azul (b^*), el queso Manchego Mexicano y el Manchego Botanero tuvieron los mayores valores, y

dentro de estos el queso Manchego Mexicano mostró el mayor valor de a^* . El uso de mayor cantidad de colorante en estos dos quesos daría cuenta de las diferencias con respecto a otros quesos, principalmente con respecto al tipo Panela y al tipo Oaxaca en los que normalmente no se agrega colorante.

El color de los quesos de corta maduración y de pasta semiblanda o semidura existente en el mundo, lógicamente presentará diferencias en sus coordenadas. A manera de ejemplo, los valores de L^* , a^* y b^* de tres quesos encontrados en la bibliografía fueron: Mozzarella bajo en grasa, 86, -9 y 24 (Sheehan *et al.*, 2005); Havarti: 84, -8 and 27 (Kristensen *et al.*, 2000), Samsø, 81, -8 and 29 (Juric *et al.*, 2003), respectivamente. Estos valores fueron notablemente diferentes a los encontrados en los seis quesos Mexicanos, principalmente para la coordenada a^* , que estuvo comprendida entre 1.1 y 3.6, respectivamente.

En relación con los parámetros de textura, la mayoría de los quesos presentaron diferencias significativas entre ellos ($p < 0.05$) en al menos un parámetro del TPA. Sin embargo, el Manchego Mexicano y el Manchego Botanero no presentaron ninguna diferencia entre sí y fueron los más similares.

Los perfiles de textura de los quesos Tenate y tipo Oaxaca fueron los más peculiares, el primero con la mayor dureza y menor cohesividad y el segundo con la menor dureza y elasticidad y mayor cohesividad. No se observó fracturabilidad salvo en muy pocas excepciones, por lo que este valor no se muestra en las tablas.

El perfil de textura ha sido estudiado en diversos quesos frescos o de corta maduración tales como los quesos Colby, Havarti, Mozzarella, Fresco mexicano TPA (Yun *et al.*, 1998., Hwang and Gunasekaran, 2001., Tunick and van Hekken, 2002., Imm *et al.*, 2003). La comparación de resultados del TPA de cada uno de los estudios es difícil porque existen diferencias, además del tipo de queso, en las condiciones del análisis, en la temperatura de la muestra, en las dimensiones de

muestras y sondas, en el porcentaje de compresión, etc. En un sentido amplio, los valores observados para los quesos mexicanos estuvieron en los rangos obtenidos para esos otros quesos previamente mencionados.

CAPITULO V

5 Conclusiones

Se han determinado características importantes de composición cromáticas de textura de seis quesos mexicanos elaborados en el Valle de Tulancingo Hidalgo. A partir de estos datos, de los límites de confianza establecidos y de acuerdo al criterio de los elaboradores y los conocimientos existentes y aún no adquiridos sobre la influencia de los distintos parámetros sobre la calidad de cada uno de los quesos, se podrían proponer normas de calidad para los quesos estudiados (contenidos máximos de sal, humedad, proteína, rangos de pH, parámetros de color y textura, etc.).

1. De acuerdo con los resultados obtenidos, todos los quesos fueron de pasta blanda, semiblanda o semidura y grasos, aunque para elaborar los quesos tipo Panela y Oaxaca la leche es sometida a un ligero descremado.
2. Para la mayoría de los parámetros estudiados, la variabilidad entre muestras del mismo tipo de queso mostró una dispersión (calculada mediante el coeficiente de variación) de 5-10 %, aunque varios parámetros de textura presentaron mayor variabilidad. Las causas de esta dispersión serían atribuidos a falta de homogeneidad en la materia prima y proceso de fabricación entre fabricantes y a diferencias en el tiempo de almacenamiento (en el caso de la textura).
3. El queso tipo Panela se caracteriza por un pH y a_w elevados, y un perfil de composición peculiar con respecto a los otros quesos.
4. El queso Oaxaca presentó como características diferenciales una baja dureza y alta cohesividad, además de ser el queso de menor pH y tener más humedad que otros quesos con pH ligeramente superiores.

5. Los quesos Manchego Mexicano y botanero mostraron características similares para la mayor parte de los parámetros estudiados aunque el primero tuvo menor pH, fue más seco y más amarillo.
6. Respecto al queso Morral, las características analíticas estudiadas fueron más parecidas al queso Manchego Botanero que al resto, aunque aquél tuvo mayor adhesividad.
7. El queso Tenate se caracterizó por ser el más seco, firme y tener la menor cohesividad de todos los quesos analizados.
8. Los parámetros estudiados para los quesos Mexicanos del Valle de Tulancingo Hidalgo se han comparado con los determinados para otros quesos de México y de otros países encontrados en la bibliografía. Las analogías más remarcables fueron las existentes entre el queso tipo Panela y los quesos Burgos español y Fresco latinoamericano; entre el queso tipo Oaxaca y los quesos Asadero y Mozzarella; entre el Manchego Mexicano y los quesos Chihuahua mexicano, Monterrey de Estados Unidos de América y Tetilla y San Simón españoles.

CAPITULO VI

6 Bibliografía

- Alba, L.A. de, Staff, C., Richter, R.L., and Dill, C.V. (1991). Mexican Asadero Cheese: a Survey of its Composition. *Cultured Dairy Products Journal*, 26(2), 11-12.
- Albert, L.A., Alpuche, L., Barcenas, C. and Rendon, J. (1990). A Survey of Organochloride Pesticide Residues in Cheese Samples from Three Mexican Regions. *Environmental Pollution, A.*, 65, 119-126.
- Alvarado,-C; Garcia-Almendarez,-B-E; Martin,-S-E and Regalado,-C 2005. Anti-*Listeria Monocytogenes* Bacteriocin-like Inhibitory Substances from *Enterococcus Faecium* UQ31 Isolated from Artisan Mexican-style Cheese. *Current-Microbiology*. 51(2): 110-115.
- AOAC (1999). Official methods of analysis of the AOAC INTERNATIONAL. Cunniff P. (Ed.), 16th Edition, 5th Revision, Gaithersburg, Maryland.
- Aumaitre, A. (1999). Quality and safety of animal products. *Livest. Prod. Sci.*, 59, 113-124.
- Barbano, D.M. (1993). Influence of Mastitis on Cheese Yield. En Cheese Yield and Factors Affecting its Control. Proceedings of the International Dairy Federation Seminar in Cork, Ireland, IDF. Bruselas. Bélgica.
- Boyazoglu, J., and Morand-Fehr, P. (2001). Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality (A critical review). *Small Ruminant Res.*, 40, 1-11.
- Bergann, T., and Schick, M. (1998). Colour of Milk. Dependence of L*a*b* Colour Values on Fat Content and Heat Treatment. *DMZ-Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft*, 119, 464-468.

- Bernardo, A. (1997). Fundamentos de la Elaboración de Quesos. En "Productos Cárnicos y Lácteos". Ed. I. González, A. Otero, R. Rodríguez y J.J. Sanz. Gráficas Celarayn. León, España. Pp. 333-341.
- Bourne, M.C. (1978). Texture Profile Analysis. *Food Technology*, 32 (7), 62-66, 72.
- Bricker,-A-L; Hekken,-D-L-van; Guerrero,-V-M and Gardea,-A-A (2005). Microflora Isolated from Mexican Mennonite-style Cheeses. *Food-Protection-Trends*. 2005; 25(8): 637-640.
- Bruna, J.M., Hierro, E.M., De la Hoz, L., Mottram, D.S., Fernández, M and Ordoñez, J.A. (2003). Changes in Selected Biochemical and Sensory Parameters as Affected by the Superficial Inoculation of *Penicillium camemberti* on Dry Fermented Sausages *International Journal of Food Microbiology* 85, 111 –125.
- Caro, I, Franco, M.J. y Mateo, J. (2000b). Composición Química y Microorganismos de Interés Sanitario en el Queso tipo Oaxaca Elaborado en el Estado de Hidalgo. *Lácteos y Cárnicos Mexicanos*, 15 (3), 7-12.
- Caro, I., Franco, M.J., Mateo, J. y Alonso, C. (1998). Influencia en la Acidificación del Queso tipo Oaxaca de la Adición de Distintas Cantidades de Fermentos Mesófilos y Termófilos y a Distintos Tiempos de Inoculación. XI Congreso Nacional de Microbiología de la SEM. Comunicación. Libro de Ponencias, Comunicaciones y Posters. Pamplona.
- Caro, I., Mateo, J. y Franco, M.J. (1997). El Queso tipo Oaxaca, Composición y Alternativa para la Micro-industria Láctea Mexicana. Congreso Panamericano de Lechería. Federación Panamericana de Lechería (FEPALE). Comunicación. Libro de Resúmenes. Buenos Aires
- Caro, I., Mateo, J. y Silva, G. (1999b). Microorganismos de Interés Sanitario en el Queso tipo Oaxaca Elaborado en el Estado de Hidalgo. XXVII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal y 9ª Reunión Internacional Sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. Comunicación Oral. Libro de Actas. Mexicali.

- Caro, I., Mateo, J., Vargas, J. and Contreras. (1999a). A. Tenate Cheese from México. 4^o Encontro de Química de Alimentos. Universidad de Coimbra. Comunicación. Libro de Actas. Coimbra.
- Caro, I., Vargas, J., Contreras, A., Silva, G., López-Díaz, T.M. y Mateo, J. El Queso Tenate. (2000a). Un Queso Mexicano Típico del Estado de Hidalgo; Elaboración del Queso con Leche Pasteurizada. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 19, 51-58.
- Carpino, S, Home, J., Melilli, C., Licitra, G., Barbano, D.M., and Van Soest, P.J. (2004). Contribution of Naïve Pasture to the Sensory Properties of Ragusano Cheese. *Journal of Dairy Science*, 87, 308-315.
- Celestino, E.L., Iyer, M., and Roginski, H. (1997). Reconstituted UHT-treated Milk: Effects of Raw Milk, Powder Quality and Storage Conditions of UHT Milk on its Physico-Chemical Attributes and Flavour. *International Dairy Journal*, 7, 129-140.
- Collins, Y. F., McSweeney, P. L. H., and Wilkinson, M. G. (2003). Lipolysis and Free Fatty Acid Catabolism in Cheese: A Review of Current Knowledge. *International Dairy Journal*, 13, 841–866.
- Collomb, M., Bütikofer, U. Sieber, R., Jeangros, B., and Bosset, J.O. (2002). Composition of Fatty Acids in Cow's Milk Fat Produced in the Lowlands, Mountains and Highlands of Switzerland Using High-Resolution Gas Chromatography. *International Dairy Journal*, 12, 649–659.
- Contreras, C. A y Vargas, C.J., (1999). Tipificación del Queso Tenate y elaboración de Queso Tenate con leche pasteurizada.
- Cunha, C.R., Viotto, W.H., and Viotto, L.A. (2006). Use of Low Concentration Factor Ultrafiltration Retentates in Reduced Fat “Minas Frescal” Cheese Manufacture: Effect on Composition, Proteolysis, Viscoelastic Properties and Sensory Acceptance. *International Dairy Journal*, 215–224.

- Díaz-Cinco, M.E., Fraijo, O., Grajeda, P., Lozano-Taylor, J., and Gonzáles de Mejía, E. (1992). Microbial and Chemical Análisis of Chihuahua Cheese and Relationship to Histamine and Tyramine. *Journal of Food Science*, 57, 355-356, 365.
- Eck, Andre. (1990) *El queso*. Ediciones Omega Barcelona España.
- Elgersma, A., Ellen, G., van der Horst, H., Boer, H., Dekker, P.R., and Tamminga, S. (2004) Quick Changes in Milk fat Composition from Cows after Transition from Fresh Grass to a Silage Diet *Animal Feed Science and Technology*, 117, 13–27.
- FAO. (1998). *Producción de Leche y Productos Lácteos*.
- Fonseca, B., Caro, I., García, B., Soto, S., Campos, R.G. and Mateo, J. “Características del Queso Panela Elaborado en una Región de México”. II Congreso Nacional de Calidad Alimentaria. Jeréz de la Frontera, España (2005).
- Fox, F.P., Guinee, T.P., Cogan, T.M., and Mc Sweeney, P.L.H. (2000). “Fundamentals of Cheese Science”. *AspecPublishers. Inc. Caithersburg Maryland*, pp1-333.
- Fox, P. F., and McSweeney, P. L. H. (1996). “Proteolysis in Cheese During Ripening”. *Food Reviews International*, 12, 457–509.
- Franco, F, M.J. (1998). *Estandarización del Proceso de Fabricación del Queso tipo Oaxaca*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Hooi, R., Barbano, D, M., Bradley, R.L., Budde, D., Bulthaus, M., Chettiar, M., Lynch, J., and Reddy, R. (2004). Chemical and Physical Methods. In *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*. (Eds., Michel, H, W., Frank, F, J.). APHA. Washington, DC.
- Hwang, C.H., and Gunasekaran, S. (2001). Measuring Crumbliness of some Commercial Queso Fresco-type Latin American Cheeses. *Milchwissenschaft*, 56, 446-450.
- Imm, J. Y., Oh, E. J., Han, K. S., Park, Y. W., and Kim, S. H. (2003). Functionality and Physico-Chemical Characteristics of Bovine and Caprine Mozzarella Cheeses During Refrigerated Storage *J. Dairy Sci.* 86, 2790–2798.

- Juric, M., Bertelsen, G., Mortensen, G., and Petersen, M.A. (2003) Light-induced Colour and Aroma Changes in Sliced, Modified Atmosphere Packaged Semi-Hard Cheeses *International Dairy Journal* 13, 239–249
- Karoui, R., Dufour, E., Schoonheydt, R., and De Baerdemaeker, J. (2005) Characterisation of Soft Cheese by Front Face Fluorescence Spectroscopy Coupled with Chemometric tools: Effect of the Manufacturing Process and Sampling zone *Food Chemistry*, In press.
- Kristensen, D., Orlien, V., Mortensen, G., Brockho, P and Skibsted, L.H. (2000). Light-induced Oxidation in Sliced Havarti Cheese Packaged in Modified Atmosphere. *International Dairy Journal*, 10, 95-103.
- Lobato-Calleros, C. Velázquez-Varela, J. Sánchez-García J., and Vernon-Carter E. J. (2003). Dynamic Rheology of Mexican Manchego Cheese-Like Products Containing Canola oil and Emulsifier Blends. *Food Research International*, 36, 81-90.
- Lobato-Calleros, C., Robles-Martinez, J. C., Caballero-Perez, J. F., Aguirre-Mandujano, E., and Vernon-Carter, E. J. (2001). Fat replacers in Low-Fat Mexican Manchego Cheese. *Journal of Texture Studies*, 32(1), 1–14.
- Losada H., Bennett, R., Cortes, J. Vieyra, J., and Soriano, J.R. (2000). The Historical Development of the Mexico City Milk Supply System: Local and Global Contradictions. *Habitat International*, 24, 485-500.
- Marcos, A.; Millán, R., Esteban, M.A., Alcalá, M. and Fernández-Salguero, J. (1983). Chemical Composition and Water Activity of Spanish Cheeses. *Journal of Dairy Science*, 66, 2488-2493.
- Maubois, J.L. and Mocquot, G. (1971). L'Appréhension des Rendements in Fromagerie. *Le Lait*, 507, 417-430.
- McSweeney, P. L. H., and Sousa, M. J. (2000). Biochemical Pathways for the Production of Flavour Compounds in Cheeses During Ripening. A review. *Lait*, 80, 293–324.
- Menéndez, S., Godínez, R., Centeno, J.A. and Rodríguez-Otero, J.L. (2001). Microbiological, chemical and biochemical characteristics of 'Tetilla' raw cows-

- milk cheese Food Microbiology, 2001, 151-158
- Mortensen, G., Bertelsen, G., Mortensen, B.K. and Stapelfeldt, H. (2004). Light-Induced Changes in Packaged Cheeses—a Review. International Dairy Journal, 14, 85–102.
- [NOM-121-SSA1] Norma Oficial Mexicana (1994). Bienes y Servicios. Quesos: Frescos, Madurados y procesados. Especificaciones Sanitarias.
- Ortega-Fleitas, O., Camejo-Corrales, J., Otero, M. and Fonseca, M. (1996). Colorants in the manufacture of buffalo butter. I. Utilization of *Bixa orellana*. Alimentaria, 273, 47-49.
- Pastorino, A.J., Hansen, C.L. and McMahon, D.J. (2003). Effect of pH on the Chemical Composition and Structure-function Relationships of Cheddar Cheese. Journal of Dairy Science, 86, 2751-2760.
- Patro, O. S, 1993. A. I formaggi Freschi Loro Tecnologie.>
- Pena, A., Nevarez, L., Labastida, C. and Capella, S. (1997). Triglyceride Characterization of Different Mexican Cheeses by High Temperature Capillary Gas Chromatography (HT-CGC). HTC, 20, 572-574.
- Peraza, C.C (2001). Los quesos artesanales en México. Cárnicos y Lácteos Mexicanos. (5-7), 48-54.
- Petersen, M., Wiking, L., and Stapelfeldt, H. (1999). Light sensitivity of two Colorants for Cheddar Cheese. Quantum Yields for Photodegradation in an Aqueous model.
- [SAGARPA] Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2003). Relacion de Industrias de la leche del Valle de Tulancingo a través de la Comisión Estatal de la Leche.
- Saltijeral, J. A., Alvarez, V. B., and Garcia, B. (1999). Presence of *Listeria Monocytogenes* in Mexican Cheeses. Journal of Food Safety, 19(4), 241– 247.
- Scott, R. (1991). Fabricación de Queso. Acribia. Zaragoza. España.
- Secchiari, P., Antongiovanni, M., Mele, M., Serra, A., Buccioni, A., Ferruzzi, G., Paoletti, F., and Petacchi, F. (2003). Effect of Kind of Dietary Fat on the Quality of Milk fat from Italian Friesian Cows. Livestock Production Science 83, 43–52.

- Serres, L., Amariglio, S., and Petransxiene, D. (1973). Controle de la qualité des Produits Laitiers. In Analyse Physique et Chimique. Ministère of l'Agriculture, Francia.
- Sheehan, J.J., Huppertz, T., Hayes, M.G., Kelly, A.L., Beresford, T.P.,and Guinee, T.P. (2005). High Pressure Treatment of Reduced-Fat Mozzarella Cheese: Effects on Functional and Rheological Properties. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, 73– 81
- Silva,G; (1991), Manual de Fabricación de Quesos PROUNILAC, Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo.
- Solano-López, C. and Hernández-Sánchez, H. (2000) Behaviour of *Listeria monocytogenes* During the Manufacture and Ripening of Manchego and Chihuahua Mexican Cheeses. *International Journal of Food Microbiology*, Volume 62, Issues 1-2, 5 December 2000, Pages 149-153.
- Sousa, M.J., Ard, Y., and McSweeney, P.L.H. (2001) Advances in the Study of Proteolysis Duringcheese Ripening. *International Dairy Journal*, 11, 327–345.
- System in Relation to Light Stability of Cheese in Illuminated Display. *Journal of Dairy Research*, 66, 599-607.
- Szczesniak, A.S. (1963). Classification of Textural Properties. *Journal Food Science*, 28, 385-389.
- Szczesniak, A.S. (1966). Texture Measurements. *Food Technology* 20, 52-58.
- Torres-Llanez, M.J., Vallejo-Córdoba, B., Díaz-Cinco, M.E. Mazorra-Manzano, M.A., and González-Córdoba, A.F. (2005). Characterization of the Natural Microflora of Artisanal Mexican Fresco Cheese. *Food Control*, In press.
- Tunick, M.H. and Van Hekken, D. L. (2002). Torsion Gelometry of Cheese. *Journal of Dairy Science*, 85, 2743–2749.
- USDA (2005). United State Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 18. Agricultural Research Service. Nutrient Data Laboratory.
- Van der Berg, M.G. (1993). The Transformation of Casein in Milk Into the Paracasein Structure of Cheese and its Relation to Non-Casein Milk Components. En

- Cheese Yield and Factors Affecting its Control*. Proceedings of the International Dairy Federation Seminar in Cork, Ireland, IDF. Bruselas. Bélgica.
- Van Riel, J.A.M. and Olieman, C. (1986). High performance Liquid Chromatography of Sugars on a Mixed Cation-Exchange Resin Column. *Journal of Chromatography A.*, 362, 235-242.
- Van Villet, T. (1991). Terminology to be Used in Cheese Rheology. In: *Rheological and Fracture Properties of Cheeses*. IDF Standard 268. Brussels, Belgium. International Dairy Federation. pp. 5-15.
- Veisseyre, R. (1998). *Lactología técnica :composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche*. Edit. Aciribi, Zaragoza, España.
- Villamar, A.L, (2004). *Situacion Actual de la Producción de Leche de Bovino en Mexico*. Sagarpa. Gob.
- Villegas, A., (2004). *Tecnología Quesera*. Editorial Trillas S.A de C.V.
- Walstra P., Geurts .J., Noomen A., Jellema A., and Boekel M.A.J.S.,(2001). *Ciencia de la Leche y Tecnología de los Productos Lácteos*. Editorial Aciribia, S.A.
- Whiting, C.M., Mutsvangwa, T., Walton, J.P., Cant, J.P. and, McBride, B.W. (2004). Effects of Feeding Either Fresh Alfalfa or Alfalfa Silage on Milk Fatty Acid Content in Holstein Dairy Cows. *Animal Feed Science and Technology*, 113, 27–37.
- Yun, J.J., Barbano, D.M., Kindstedt, P.S. and Larose, K.L. (1995). *Mozzarella Cheese: Impact of Whey pH at Draining on Chemical Composition, Proteolysis, and Functional Properties*'. *J Dairy Sci* 78, 1-7.
- Zisu, B and Shah, N.P. (2005) *Textural and Functional Changes in Low-Fat Mozzarella Cheeses in Relation to Proteolysis and Microstructure as Influenced by the Use of Fat Replacers, Pre-Acidification and EPS Starter*. *International Dairy Journal*, 15 (2005) 957–972.
- [FAOSTAT] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2006). *Base de datos estadísticos de la FAO*. <http://www.faostat.fao.org>. Ultimo acceso el día 24-febrero-2006.