



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

---



**INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARACTERIZACION FISICOQUIMICA Y MICROBIOLOGICA DE UN  
QUESO TIPO MEZCLA DE CORTA MADURACIÓN**

**TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PRESENTA**

**MARIA DE LOS ANGELES KARINA SOSA RAMOS**

**DIRECCION: ING. AURORA QUINTERO LIRA**

**CO-DIRECCION: DRA. NORMA GÜEMES VERA**

**ICAP-UAEH**

**Tulancingo de Bravo Hgo., del 2007**

## DEDICATORIAS

A mi Madre Virginia por su gran apoyo en todos esos momentos difíciles. Muchas gracias mamá por tu gran comprensión y cariño. Jamás hubiera podido superar todos los obstáculos que se me presentan en la vida sin tí. Te Amo.

A mi hermana Virginia por haberme pagado los estudios para que fuera alguien en la vida. Gracias por todo. A mi hermana Nancy y a mi hermano Paco porque estuvieron conmigo en todo momento, por los consejos. Gracias por estar unidos y ser una gran familia. La mía

A mis sobrinos Nancy, Oliavít y Lalito los quiero mucho y espero ser un ejemplo para ustedes y así puedan concluir una carrera universitaria.

A mi hija Karina Romina que le dio un sentido más grande a mi vida, además porque en los momentos difíciles me brindabas una sonrisa que me daba ánimos para levantarme. Todos mis logros serán para tí para que en un futuro estés orgullosa de mí. Te amo Conejín.

# AGRADECIMIENTOS

A Dios porque su palabra me dio esperanza y fe en momentos difíciles. Gracias por permitirme seguir con vida.

Le agradezco a mi Directora de Tesis Dra. Aurora Quintero Lira por la amistad que me brinda, por el apoyo y ánimos en los momentos muy complicados ,por escucharme cuando mas lo necesitaba ,por compartir sus conocimientos y terminar la tesis que me sirve para mejorar mi vida .Sin su ayuda no lo hubiera logrado .Le agradezco infinitamente. Gracias por preocuparse por mí. Y sigue siendo una gran persona.

A la Dra. Norma Güemes por brindarme su amistad, comprensión y apoyo para terminar esta tesis.

Al Dr. Sergio Soto Semental por su gran amistad y ayuda en la elaboración de la tesis.

A mis asesores Al M. en A. Roberto González Tenorio ,M. en A. Jesús Franco Fernández ,Dra. Lucila del Carmen Hernández Cortes que contribuyeron grandemente en sus acertadas correcciones por su dedicación y tiempo para que todo estuviera lo mejor posible. Muchas gracias...

A mi tía Magda Ramos y Zaira por el apoyo que me brindaron para terminar la tesis. Muchas Gracias por todo.

A mis compañeros de generación Fausto, Chucho, Pabel, Eirene, Hilarío, Edgar, Israel, Zury, Rocíoene, Edgar, Israel, Hilarío Zury, Rocío por su amistad que me brindaron.

A mi amiga Ericka por su amistad en todo momento cuando yo la necesitaba. Gracias

# ÍNDICE

## Contenido

ÍNDICE.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2 JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>4 REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
4.1. Antecedentes históricos de los usos de la leche.....	4
4.2. Definición de la leche.....	4
4.3. Producción mundial, nacional y estatal de leche de vaca y oveja.....	5
4.4. Características de la composición de leche de vaca y oveja.....	9
4.5. Componentes de la leche.....	10
4.5.1. Aspectos Físico-químicos.....	10
4.5.2. Densidad o Peso Específico.....	10
4.5.3. Acidez y pH.....	11
4.5.4. Punto de congelación.....	12
4.5.5. Materia grasa.....	12
4.5.6. Proteína y compuestos nitrogenados.....	14
4.5.6.1. Caseínas.....	15
4.5.6.2. Enzimas.....	17
4.5.7. Carbohidratos.....	18
4.5.8. Minerales.....	19
4.5.9. Agua.....	19
4.6. Queso.....	20
4.6.1. Clasificación y elaboración del queso.....	20
4.6.2. Procesado del queso.....	22
4.6.3. Características del queso mezcla (vaca-oveja).....	27

4.7. Maduración del queso.....	28
4.7.1. Principales rutas metabólicas durante la maduración.....	30
4.7.1.1. Glicólisis.....	30
4.7.1.2. Lipólisis.....	31
4.7.1.3. Proteólisis.....	33
4.8. Cultivos iniciadores.....	36
4.8.1. Clasificación de los cultivos iniciadores comerciales.....	38
4.9. Textura en alimentos y productos lácteos.....	40
4.9.1. Definiciones físicas y sensoriales de atributos de textura.....	41
4.10. Análisis sensorial.....	43
4.10.1. Evolución y función del análisis sensorial.....	43
4.10.2. Análisis sensorial en los quesos.....	44
5 MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
5.1. Materia prima.....	47
5.2. Establecimiento del experimento.....	47
5.3. Preparación de las muestras para los análisis físico-químicos.....	50
5.3.1. Leche.....	50
5.3.2. Queso.....	50
5.4. Determinaciones físico-químicas.....	50
5.4.1. Determinaciones físico-químicas de la leche (acidez, proteína, materia grasa, lactosa y punto de congelación.....	50
5.4.2. Determinaciones físico-químicas del queso.....	51
5.4.2.1. Determinación de pH.....	51
5.4.2.2. Determinación de extracto seco total.....	51
5.4.2.3. Determinación del contenido en cloruros.....	51
5.4.3.3. Determinación del contenido en grasa.....	52
5.4.3.4. Determinación de cenizas.....	53
5.4.3.5. Determinación de nitrógeno y proteína total.....	53
5.4.3.6. Determinación del perfil de textura (TPA).....	54
5.5. Determinaciones microbiológicas.....	56

5.5.1. Toma y preparación de muestras.....	56
5.5.2. Recuento de colonias aerobias mesófilas.....	56
5.5.3. Recuento de enterobacterias lactosa-positivas (coliformes).....	56
5.5.4. Recuento de bacterias psicotrofas.....	57
5.5.5. Recuento de mohos y levaduras.....	57
5.6. Determinación de caracteres organolépticos de los productos mediante paneles de cata	57
5.7. Análisis estadístico.....	58
<b>6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>58</b>
6.1. Resultados de los análisis físico-químicos de la leche.....	59
6.2. Resultados físico-químicos de los quesos elaborados con leche de vaca, mezcla y su comportamiento durante la maduración.....	64
6.2.1. Evolución del extracto seco y humedad.....	64
6.2.2. Evolución del contenido en cenizas.....	66
6.2.3. Evolución del contenido en cloruro sódico.....	67
6.2.4. Evolución del contenido en grasa.....	68
6.2.5. Evolución del contenido en proteína.....	70
6.2.6. Evolución de textura durante la maduración de los quesos realizados	71
6.3. Resultados microbiológicos de los quesos elaborados con leche de vaca y mezcla al final de la maduración.....	73
6.4. Resultados de la evolución sensorial de las dos fabricaciones realizadas.....	74
<b>7 CONCLUSIONES.....</b>	<b>82</b>
<b>8 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>84</b>
<b>9 ANEXOS.....</b>	<b>102</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Comparación en la composición química de leche de oveja y de oveja .....	9
Cuadro 2	Tasa butírica en diversas especies de ganado productor de leche .....	13
Cuadro 3	Proporción de diversas fracciones de nitrógeno en leche	14
Cuadro 4	Proporción de las diferentes caseínas en varias especies de animales .....	17
Cuadro 5	Clasificación de quesos según su contenido de humedad ...	21
Cuadro 6	Clasificación de quesos según su tipo de microorganismos empleados en su elaboración .....	21
Cuadro 7	Clasificación de quesos de acuerdo al proceso empleado en su elaboración .....	22
Cuadro 8	Formas de reporte de resultados de textura	43
Cuadro 9	Valores medios y desviación estándar de la composición global de la leche de vaca .....	59
Cuadro 10	Valores medios y desviación estándar de la composición global de la leche de oveja .....	60
Cuadro 11	Valores medios y desviación estándar de la composición global de la leche mezcla .....	60
Cuadro 12	Valores medios de extracto seco (%) durante la maduración de las dos fabricaciones estudiadas .....	65
Cuadro 13	Valores medios del % de cenizas durante la maduración de las dos fabricaciones estudiadas.....	67
Cuadro 14	Valores medios del % de cloruros durante la maduración de las dos fabricaciones estudiadas.....	68
Cuadro 15	Valores medios del % de proteínas durante la maduración de las dos fabricaciones estudiadas.....	71

Cuadro 16	Análisis de perfil de textura (ATP) de quesos de corta maduración elaborados con leche mezcla (vaca y oveja) y con leche de vaca .....	72
Cuadro 17	Recuentos expresados en logaritmo décimas de ufc/g de mesófilos aerobios, hongos y levaduras, coliformes y psicrotrofos en las dos fabricaciones de los quesos al final de la maduración	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema general sobre el procesamiento de quesos.....	23
Figura 2	Diagrama de flujo de la elaboración del queso tipo mezcla semicurado.....	49
Figura 3	Equipo Kjeldahl.....	54
Figura 4	Determinación de perfil de textura.....	55
Figura 5	Evolución del % de humedad de los quesos realizados.....	66
Figura 6	Evolución del % de grasa de los quesos realizados.....	70
Figura 7	Quesos elaborados con leche de vaca y leche mezcla.....	76
Figura 8	Resultados promedio (%) de las fabricaciones realizadas (Percepción de la vista, color de la pasta).....	76
Figura 9	Resultados promedio (%) de las fabricaciones realizadas (Percepción de la vista, presencia de ojos en la pasta).....	77
Figura 10	Resultados promedio (%) de las fabricaciones realizadas (Percepción del olfato, aroma).....	78
Figura 11	Resultados promedio (%) de las fabricaciones realizadas (Percepción del olfato, carácter agradable del aroma).....	78
Figura 12	Resultados promedio (%) de las fabricaciones realizadas (Percepción del gusto textura).....	79
Figura 13	Resultados promedio (%) de las fabricaciones realizadas (Percepción del gusto, sabor).....	80
Figura 14	Resultados promedio (%) de las fabricaciones realizadas (Aceptación general).....	81

## 1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevas tecnologías y procesos es una de las herramientas que permiten a la economía de una región o un país tener un crecimiento y bienestar en su población. En México, en especial en la tecnología de la leche, existen pocos avances palpables de ese desarrollo, ello a pesar de que esta industria cuenta con una producción anual de mas de 8,000 millones de litros, de los cuales aproximadamente el 50% se destina a la producción de quesos, cabe apuntar que mas del 90% de los quesos producidos en el país son quesos frescos, principalmente a base de leche de vaca (Patro, 1993).

El Valle de Tulancingo, Hidalgo, es una región que procesa alrededor de 219 millones de litros de leche de vaca anualmente (SAGARPA, 2003). La mayoría de las empresas productoras se dedican a la elaboración de queso tipo Oaxaca (Hernández *et al.*, 2003).

Existe un mercado creciente en el consumo de quesos madurados de leche de oveja y otras especies animales, sin embargo, en México, la producción ovina esta enfocada a la obtención de carne con una muy baja o nula producción de leche de esta especie (SAGARPA, 2003). Es por ello que una de las alternativas es el desarrollo de una tecnología para la producción de queso mezcla de leche ovina y de vaca.

Por otro lado, se presenta primeramente una breve justificación del trabajo, aunado a los objetivos que permitan alcanzar el desarrollo tecnológico de un queso tipo mezcla de maduración corta. También se contempla una revisión de literatura, que permitirá posteriormente realizar una discusión de los resultados obtenidos en este. De acuerdo a la metodología empleada, que finalmente dará una perspectiva general sobre el desarrollo de un queso mezcla a base de leche de oveja y vaca, con ciertas características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas propias de un queso de corta maduración y excelente calidad.

## **2 JUSTIFICACIÓN**

La producción ovina en México esta enfocada fundamentalmente a la producción de carne, sin embargo existe un creciente mercado que busca los productos a base de leche de ovino, a pesar de ello en el país existe una baja cantidad y variedad de productos lácteos comerciales de origen ovino, aunado a ello muchas personas han llegado a creer que realmente estos productos no pueden ser elaborados en México. Los productos lácteos de ovino tienen un costo elevado, lo cual se debe principalmente a que son productos importados. Los quesos de leche mezclada (ovina, caprina y bovina) de origen nacional también tienen un alto costo en el mercado, pero esto se debe a la poca existencia del producto, además de lo complicado que es la comercialización de éstos. Debido a lo anterior, aquí se plantea el desarrollo tecnológico de un queso mezcla usando leche de oveja y vaca, con la finalidad de obtener un queso original, en el cual se pueda dar una alternativa para la utilización de la leche de oveja, disminuir los costos, y dar a conocer en nuestro país variedades de queso semicurado que implique la producción de leche de oveja.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Definir la tecnología y las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de un queso de corta maduración elaborado a partir de leche de vaca y oveja.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar el queso mezcla que permita una definición tecnológica.
- Comparar las características físico-químicas del queso elaborado con leche mezcla y con leche de vaca.
- Conocer el comportamiento durante la maduración del queso elaborado con leche mezcla y el queso elaborado con leche de vaca.
- Realizar un análisis sensorial del producto final.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Antecedentes históricos de los usos de la leche

Es difícil hablar de los orígenes del uso de la leche de los rumiantes en la alimentación humana; sin embargo existen evidencias de que entre 6000 y 8000 años A.C. en Asia y el noroeste de África domesticaban al ganado vacuno y empleaban su leche. Por otro lado en la india criaban ganado bovino 2000 años A. C. Escritos egipcios datan desde hace 3000 años antes de nuestra era, usaban el becerro para provocar la estimulación de leche. En Grecia se extraía principalmente de cabras mientras que en Roma usaban ovejas.

En la América Latina, fueron los españoles quienes introdujeron los primeros bovinos en el siglo XVI, mientras que los ingleses lo hicieron en Norteamérica desarrollándose la ganadería en las haciendas coloniales, destinándose la producción de carne y leche principalmente al consumo humano. A principios del siglo XX se comenzó a importar en México, ganado de raza lechera, lo que impactó el crecimiento de la producción (Santos Moreno, 2000).

La industria de la leche en nuestro país se consolidó hasta los años cuarenta, debido al desarrollo industrial y a la expansión del mercado interno. Durante el periodo de 1950 a 1970 se efectuó un proceso de integración de la actividad lechera, dando como resultado el surgimiento de algunas de las pasteurizadoras e industrializadoras de lácteos más importantes, las cuales actualmente se encuentran ubicadas en regiones favorecedoras del producto en nuestro país, tales como la Región Lagunera (Santos Moreno, 2000).

### 4.2 Definición de la leche

La leche es el producto integro obtenido de la ordeña total e ininterrumpido de una hembra lactante con buena salud bien alimentada y no agotada. Debe de recogerse con limpieza y no debe de contener calostro. Esto de acuerdo con el

Congreso Internacional de la Represión de Fraudes al definir la leche destinada a la alimentación humana (Goursaud *et al.* 2000).

En este sentido la denominación de “leche”, sin que se indique la especie animal de la que procede, está reservada a la leche de vaca; por lo cual toda leche que provenga de una hembra lactante distinta a ésta, debe designarse por la denominación “leche” seguido de la indicación de la especie animal de la que proviene; en este caso, leche de oveja.

### **4.3 Producción mundial, nacional y estatal de leche de vaca y oveja**

Según estadísticas de la FAO (2006), la producción mundial de leche de todas las especies que se ordeñan es de 613 millones de toneladas métricas. Del total mencionado, el 84% está representado por la leche de vaca con 515.8 millones de toneladas métricas, siguiendo en orden de importancia decreciente la leche de búfala 12.4% lo equivalente a 75.88 millones de toneladas, en cuanto a la leche de cabra con el 2% representada por 12.27 millones de toneladas, la de oveja 1.3% lo cual indica 8.17 millones de toneladas y por ultimo la de camella con el 1.3% lo cual se traduce a 1.29 millones de toneladas.

Las leches no tradicionales presentan un denominador común, en general están asociadas a economías regionales, pequeñas escalas de producción y elaboración artesanal de productos de elevado valor agregado.

Los principales productores mundiales de leche de oveja son: Asia, Europa y África (42%, 34% y 19%, respectivamente). Sin embargo, desde el punto de vista de sus quesos; Europa, ocupa un lugar preponderante dado por la tradición y el posicionamiento que han logrado los mismos en el mercado mundial. Los principales países productores de queso de oveja son España, Francia, Grecia, Italia y Portugal. FAO (2006).

La producción nacional de leche en 2005, fue de 8,315,711 miles de litros, 4,796,896 se destinan a la industria deduciéndose que el restante, 3,518,815 miles de litros, se canalizaron a la elaboración de derivados lácteos artesanales y a la venta directa como leche bronca (SIAP, 2006). 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 (INEGI, 2005).

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 (INEGI, 2005).

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 al 2003, sin embargo al cambiar el año del inicio del calculo a 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.

Por otro lado, las importaciones muestran una tendencia de ingresos de quesos por fracciones de aranceles bajos, entre los que cabe destacar los quesos Gouda, Parmesano, quesos rayados o en polvo. Aunque en menor importancia la importación de quesos frescos ha experimentado una escalada en los últimos años para significar el 7.1% del total de los 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 60 000 toneladas y 70 000 toneladas (Villamar, 2004).

La fabricación de quesos a nivel nacional se puede dividir en dos grandes grupos. Por un lado se encuentra la fabricación de quesos con leche pasteurizada que cumple con normas oficiales, que esta relacionada con las empresas lácteas con mayor volumen de producción o empresas que, sin ser tan grandes, elaboran queso de mejor calidad y por otro lado, la fabricación de quesos a partir de leche cruda, que solo por este motivo no cumplen con las normas sanitarias, lo que implica un riesgo para la salud. A este grupo pertenecen pequeñas y medianas empresas. Otra característica que define la producción de los pequeños fabricantes es la dificultad y la poca agilidad de los mecanismos de transferencia de tecnología, así como la falta de recursos y/o beneficios para renovar, ampliar sus instalaciones o equipos. Además actualmente las condiciones del mercado han hecho surgir espontáneamente la práctica muy extendida, de utilizar materias primas diferentes a la leche, como es grasa vegetal, emulsiones y otros derivados de la misma como caseinatos, concentrados proteicos, leche en polvo etc., para la elaboración de quesos (Losada *et al.*, 2000).

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 recurren a la importación de leche en polvo, que con el libre comercio puede llegar a ser más rentable su uso para la elaboración de 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 de 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 el caso de los quesos nacionales, se pueden distinguir ciertas características de acuerdo a la región. Algunos de los quesos típicos son el queso fresco, Amarillo, Oaxaca, Manchego, Manchego botanero, Chihuahua, Panela, Tenate Morral etc. La mayoría de quesos que se elaboran en México son frescos o de corta maduración con buena aptitud para el fundido y algunos con propiedades de desmoronamiento o des-fragmentación (Villegas, 2004).

En la región de Tulancingo y Acatlán se procesan anualmente unos 219 millones de litros de leche en más de 56 queserías. Comunicación Personal con la Comisión Estatal de Leche.

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 las otras regiones del país. Uno de los 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 conocimientos empíricos y tecnologías no apropiadas en cuanto a controles de calidad, etc., caracterizada por heterogeneidad de la calidad de la leche industrializada así como la de los quesos. (Franco, 1998).

En algunos casos, para abaratar costos, se emplea leche en polvo, caseinatos y/o grasa vegetal como materias primas. Además en algunas ocasiones para cierta elaboración de quesos se realiza con leche cruda a pesar que la legislación vigente indica obligatoriedad de la pasteurización de la leche para quesos frescos y de corta maduración (Franco, 1998).

En cuanto a la elaboración de quesos con leche mezcla no se cuenta con una cifra de registro de producción ante SAGARPA puesto que los quesos mezcla solo se producen en baja escala y de manera artesanal y abastecen mercados informales. La producción de leche de oveja solo se destina para alimentar o complementar la alimentación caprina y ovina en donde las tecnologías no son establecidas, por lo que se necesitan tratamientos especiales en la leche de oveja y cabra.

#### 4.4 Características de la composición de leche de vaca y oveja.

Dentro de los componentes de mayor importancia en la leche para la elaboración de productos lácteos se encuentran el agua, grasa, proteínas, lactosa y minerales, la concentración de estos en la leche influye sobre las características del producto final, sin embargo dichos componentes varían de acuerdo a la especie animal (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Comparación en la composición química de leche de oveja y de vaca**

	OVEJA	VACA
% DE PROTEINA	4.5-7	3.3
% DE GRASA	5-10	3.95
% EN LACTOSA	4.2-5	4.8
% SALES	0.8	0.7

FUENTE: Schlimme *et al.* (2002).

Los dos tipos de leche muestran comportamiento similar en los diferentes compuestos (grasa, proteína, lactosa y ceniza), sin embargo la leche de oveja muestra significativamente un aumento en el porcentaje de grasa. Ahora bien los principales componentes que determinan el rendimiento del queso son la proporción grasa/proteína. Por su parte, Alais (1985) menciona que el rendimiento

es comparativamente más bajo con leche rica en grasas y más alto con leche rica en caseínas. Por lo tanto el queso debe hacerse con la leche estandarizada en su contenido graso (Santiago, 1994). El rendimiento aumenta también con la riqueza de la leche en extracto seco (Carmona, 1994). Robles (1997) menciona que la calidad de la leche de quesería, puede ser definida como su aptitud para proporcionar un buen queso bajo condiciones de trabajo y con un rendimiento satisfactorio. Lo anterior, depende de ciertas características de la leche: composición química especialmente su riqueza en caseína, carga microbiana y la naturaleza de su microflora, aptitud para el desarrollo de bacterias ácido lácticas y comportamiento frente al cuajo.

## **4.5 Componentes de la leche**

### **4.5.1 Aspectos Físico Químicos**

Dentro de las propiedades físico-químicas de la leche se hace referencia a su densidad, acidez, estructura de la materia grasa, viscosidad y proteínas, las cuales están en función de todos los componentes que forman parte de la leche, algunas otras como el índice de refracción y el punto de congelación dependen de las sustancias disueltas y, finalmente, hay otras que solo dependen de los iones (pH, conductibilidad) o de los electrones (potencial redox). De esta forma los datos que tienen relación con dichos aspectos son más o menos variables, puesto que dependen de las proporciones relativas de cada una de las sustancias que influyen sobre las propiedades consideradas (Alais, 1985).

#### 4.5.2 Densidad ó Peso Específico

De acuerdo con Amiot (1991), la densidad se puede definir como: La masa de una sustancia por unidad de volumen (densidad absoluta); su densidad relativa es la relación entre su masa volúmica y la del agua, dado que la masa volúmica de cualquier sustancia varía con la temperatura, es importante especificar esta cuando se dan los resultados de densidad. En la práctica la masa volúmica del agua a 4°C es 1.000 g/mL y por lo tanto, a esta temperatura la densidad y la masa volúmica son iguales.

La densidad varía en función de la cantidad de materia seca y de la proporción de grasa. La densidad de la leche de vaca medida a 20°C oscila entre 1.028 y 1.034 g/mL, mientras que la leche de oveja oscila entre 1.034 y 1.038 g/mL Schlimme *et al.* (2002). Quiles *et al.* (1994) mencionan que existen varios factores que pueden influir en la densidad de la leche, tales como en la temperatura, la raza, la fase de la curva de lactación y la época del año.

#### 4.5.2 Acidez y pH

La acidez de valoración es la suma de cuatro reacciones, donde las tres primeras forman la denominada acidez natural la cual es debido a las caseínas, ácidos orgánicos y a reacciones secundarias de los fosfatos. El pH representa la acidez natural de la leche, da una información precisa del estado de frescura y de este depende fundamentalmente la estabilidad de las caseínas. La leche normal de vaca es ligeramente ácida con un pH de 6.6 a 6.7, mientras que en la leche de oveja la variación es mínima, siendo su valor medio de 6.65 Quiles *et al.* (1994).

La acidez desarrollada es consecuencia del ácido láctico y de otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa, se expresa en grados Dornic (°D): 1 °D corresponde a 0,1 g de ácido láctico por litro de leche. Los valores medios de la leche de vaca oscilan entre 16 a 18 °D mientras que en la leche de oveja puede llegar a 19°D. (Quiles *et al.* 1994; Schlimme *et al.* 2002).

### 4.5.3 Punto de congelación

Generalmente el punto de congelación medio de la leche de vaca, (-0.555°C). Mientras que en la leche de oveja, (-0.575°C). La determinación de este índice permite detectar en la leche un aguado a partir del 3%, ya que éste eleva el punto de congelación hacia los 0°C. y así mismo a la subdivisión de la lactosa en moléculas más pequeñas (Amiot *et al.* 1991).

### 4.5.4 Materia Grasa

La grasa es uno de los componentes de la leche que más varía tanto cuantitativa como cualitativamente. Esta se presenta en forma de glóbulos rodeados por una membrana de proteína y fosfolípidos, la cual la protege de ser degradada por enzimas. De acuerdo con Parkash y Jenness (1968), los glóbulos grasos a los que se hace referencia tienen un diámetro medio de 3.30 micras en la leche de oveja mientras que en la leche de vaca es de 4.55 micras (1 micra=0.001mm) (Luquet, *et al.*, 1991); estos tienen gran importancia en el rendimiento de los productos lácteos puesto que aumenta el rendimiento e impide la excesiva concentración de caseínas que dan origen al cuajado. Además de la cantidad de grasa y la cantidad de ácidos grasos, de estos depende la textura y desarrollo de olores y sabores característicos en el producto final (Scott, 2002).

El color de la grasa de la leche de oveja es netamente blanco, debido a la casi ausencia de caroteno (Luquet *et al.*, 1991), en tanto que en la leche de vaca indican la presencia de un contenido de 4 a 12 microgramos de caroteno por gramo de grasa.

La materia grasa de la leche se indica frecuentemente por el término de tasa butírica (TB) lo cual nos indica el conjunto de sustancias lipídicas, que por hidrólisis de los ésteres dan lugar a los ácidos grasos. Sin embargo la materia

grasa de la leche incluye también entre 0.5 y 1% de productos no lipídicos, de los cuales algunos son liposolubles. La tasa butírica no toma en cuenta los lípidos que son ésteres de los ácidos grasos, varía mucho en las condiciones de zootecnia, tales como especie y la raza (Luquet *et al.*, 1991). En el cuadro 2, se puede observar la tasa butírica de diversas especies animal, en donde se destacan los valores correspondientes a la leche de oveja de 7.19g. Y se puede hacer una comparación con la de vaca 3,87g.

**Cuadro 2. Tasa butírica en diversas especies de ganado productor de leche**

ESPECIE	Tasa Butírica (g%)
Búfala	8.6
Oveja	7.19
Vaca	3,87 – 3.65
Cabra	3.38

FUENTE: Luquet *et al.*, (1991)

Cuando la leche es homogeneizada la grasa contenida se transforma en glóbulos más pequeños, formados por una capa más delgada en la superficie de la leche, de tal manera que al disminuir el tamaño de la grasa, se obtienen productos en los cuales predomina el contenido de proteína (Caballero, 1998).

Lo que caracteriza a los lípidos de la leche es la presencia en forma de glóbulos grasos emulsionados en el plasma acuoso. La estabilidad de la emulsión se debe a la existencia de una membrana envolvente lípido-proteica cargada negativamente, que impide la salida de la grasa de aceite y asegura la repulsión electrostática entre los diferentes glóbulos. En un mililitro de leche hay unos 10 mil millones de glóbulos. (Luquet *et al.*, 1991).

#### 4.5.5 Proteína y Compuestos nitrogenados

En relación a los contenidos de proteínas y de componentes nitrogenados es elevada alrededor de un 95%. La leche de oveja presenta un bajo contenido de nitrógeno no proteico, siendo esto semejante a la leche de vaca (Schlimme *et. al.*, 2002).

Según, Schlimme *et al.* (2002) el nitrógeno proteico y el nitrógeno total no es constante a lo largo del periodo de lactación, disminuyendo a medida que avanza este periodo.

Por otro lado, en el mundo de la química láctea se considera normalmente como proteína láctea a la suma de todas las moléculas nitrogenadas que se determinan como tales, mediante el método Kjeldahl. Este valor bruto de la proteína (contenido total de proteína) es debido a la porción de nitrógeno no proteico (NNP) demasiado alto. El contenido en proteína pura total de la leche es en promedio un 0.17% menor al contenido total de proteína (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Proporción de diversas fracciones de nitrógeno en leche**

Fracción nitrogenada	Valor medio (mg N/10 mL) (rango de variación)	Porción del nitrógeno total según Kjeldahl en % (redondeado)
Nitrógeno de caseína	431 (349-602)	76
Nitrógeno de proteínas del suero	76 (67-110)	14
Nitrógeno de proteosa peptona	28 (17-46)	5
Nitrógeno no proteico	31 (23-42)	5
<b>Nitrógeno total</b>	<b>566 (482-770)</b>	<b>100</b>

FUENTE : Kielwein (1985), Schilimme *et. al.*, (2002)

Las proteínas son elementos constitutivos esenciales de toda la célula y tiene una gran importancia en la leche y los productos lácteos. La leche contiene como termino medio un 3,2% de proteínas de las que el 80% son caseínas. La leche de oveja presenta los mismos grupos de proteínas de la leche de vaca, cuatro tipos de caseína (Cn:  $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ -  $\beta$ - y  $\kappa$ -), y las proteínas séricas  $\alpha$ -lactalbúmina,  $\beta$ -lactoglobulina, seroalbúmina, proteasas, peptonas y las inmunoglobulinas (Jenness, 1979).

#### 4.5.5.1 Caseínas

Las caseínas de la leche están en forma de fosfo-caseína cálcico. Precipitan por acidificación a un punto isoelectrico medio de 4,6.

Se distinguen cinco tipos de caseínas; la caseína  $\alpha_{s1}$ , caseína  $\alpha_{s2}$  t caseína  $\beta$ , la caseína  $\kappa$  y la caseína  $\gamma$ . Sin embargo las fracciones no se consideran homogéneas porque pueden variar en uno o varios aminoácidos que es la base del polimorfismo genético.

Las caseínas  $\alpha$  y  $\beta$  son sensibles al ión calcio, mientras que las caseínas  $\kappa$  tienen un papel estabilizante de las micelas de caseína frente al ión calcio ya que en una alta concentración son solubles. Cuando se añade una concentración elevada de calcio (0,25 M) a una suspensión de caseína hay una ruptura del complejo  $\alpha_s$ - $\kappa$ , ya que las caseínas  $\alpha_s$  y  $\beta$  tienden a precipitar, mientras que las caseínas  $\kappa$  permanecen en solución.

Las caseínas  $\gamma$  son las más heterogéneas en las fracción caseínica y son derivadas de las  $\beta$  caseínas ya que se forman por proteolisis endógena o a partir de segmentos precursores de la biosíntesis de las caseínas  $\beta$  (Amiot *et al.*, 1991).

Las caseínas se encuentran en dos estados: el estado polimerizado en micelas esféricas 30 a 300 nm de diámetro y estado de monómero que es soluble y no centrifugable.

En tanto las proteínas del suero son, junto con las caseínas las proteínas mayoritarias de la leche. Permanecen disueltas en el suero tras la precipitación ácida de caseínas a un pH 4,6 y 20°C o tras la coagulación enzimática de las caseínas. Las caseínas representan la mayor fracción proteica de la leche y se definen como un grupo heterogéneo de fosfoproteínas que precipitan en la leche descremada a pH 4,6 y a 20°C (Scott, 2002).

Con respecto a las caseínas ovinas están compuestas de la misma forma que las bovinas:  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ -  $\beta$ - y  $\kappa$ . Además presentan características muy similares a las bovinas (Boulangier *et al.*, 1984, Grosclaude *et al.*, 1987).

La caseína es la proteína más abundante de la leche (82 al 83% en la leche de oveja y del 78 al 82% en la leche de vaca lo cual esta se precipita por coagulación enzimático al adicionar el cuajo para a la producción del queso. Mientras tanto las albúminas y globulinas constituyen del 17,6% de la proteína total al ser proteínas solubles en la leche de oveja mientras tanto en la leche de vaca tiene un 17% según Alais (1985) se pierden en su mayoría el suero .La caseína en la leche se encuentra principalmente en estado coloidal y las proteínas del suero en solución (Scott, 2002).

Las caseínas representan la mayor fracción proteica de la leche y se definen como un grupo heterogéneo de fosfoproteínas que precipitan en la leche descremada a pH 4,6 y a 20°C.

Con respecto a las caseínas bovinas están compuestas de la misma forma que las ovinas:  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ -  $\beta$ - y  $\kappa$ . Además presentan características muy similares a las bovinas (Schlimme *et al.*, 2002), sin embargo la proporción de una caseína y otra es distinta como se puede observar en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Proporción de las diferentes caseínas en varias especies de animales**

ESPECIE	Caseínas		
	$\alpha_s$	$\beta^*$	$\kappa$
VACA	50.7	37.4	11.9
BÚFALA	44.5	52.3	3.1
OVEJA	30.2	62.5	7.3
CABRA	12,6	79.2	8.1
YEGUA	16.8	78.9	4,3
HUMANA	11,0	63.2	25.8

\* Caseínas + $\gamma$ . De varias fuentes. \* En g/l

Fuente: Schlimme *et al.*, (2002)

#### 4.5.5.2 Enzimas

Son sustancias orgánicas de naturaleza proteínica que actúan como catalizadores en las reacciones bioquímicas.

a) Fosfatasa alcalina: Se encuentra en la membrana de los glóbulos grasos o asociada a las lipoproteínas. Su concentración varía de acuerdo a la raza y ésta puede ser de 11 a 13 mg/L; es 3 veces inferior al de la leche de vaca (Luquet *et al.*, 1991).

b) Fosfatasa ácida: Se encuentra en el lactosuero de la leche, contiene 17 UI/L, este dato puede variar dependiendo de la raza y especie de las cabras. (Luquet *et al.*, 1991).

c) Lipasa: La lipasa láctea es una lipoproteína, responsable de la lipólisis espontánea e inducida de la leche.

Se inactiva después de algunos segundos de calentamiento a 72°C o de algunos minutos a 60°C. La cantidad de lipasa presente está muy significativamente relacionada con la lipólisis espontánea ( $r =$  de 0,67 a 0,81) Se observan diferencias entre las leches del ordeño de la mañana y de la tarde (Jenness, 1980).

d) Lisozima: Pertenece al grupo de las hidrolasas y es capaz de actuar sobre el péptido glicano de la pared bacteriana. La leche de cabra contiene muy poca cantidad 0,025 mg/100 g de leche desnatada.

e) Xantín – Oxidasa: Se encuentra unida al complejo de lípidos y proteínas de la membrana de los glóbulos grasos. La leche de cabra contiene cuatro veces menos cantidad que la leche de vaca, 0,323-0,909 unidades thumberg según raza (Jenness, 1980).

#### **4.5.6 Carbohidratos**

La lactosa es un disacárido en cuya molécula se encuentran dos azúcares reductores glucosa y galactosa, estas están presentes en la leche en forma de disolución molecular, su contenido es el más estable en la leche. (Dilanjan, 1984).

La lactosa ofrece gran importancia en la elaboración del queso, debido a que mediante a la acción de enzimas bacterianas sufre fermentaciones de tipo: láctica, propiónica, alcohólica y butírica, en las que se generan ácido láctico, anhídrido carbónico, alcohol etílico, ácido propionico, ácido butírico y otros compuestos que confieren al queso su sabor y olor característico (Dilanjan, 1984).

La lactosa, con alrededor de un 4,7%, es el hidrato de carbono principal de la leche de vaca y el contenido de lactosa varía mucho entre especies. Se han encontrado hidratos de carbono minoritarios, glucosa, galactosa, así como una

serie de oligosacaridos derivados de azúcares y estos se encuentran unidos a las proteínas en las glicoproteínas de la leche (Dilanjan, 1984).

Los niveles de lactosa aumentan durante la fase calostrál y permanecen en la leche madura a un nivel muy constante alrededor de 4,7% en un rango natural máximo de variación, en la vaca y oveja se sitúa el 4,5 y 5,2% (Dilanjan, 1984).

#### **4.5.7 Minerales**

Estos representan una pequeña fracción de la leche de oveja, de 5 a 8 g/Kg. La concentración de minerales varía con los meses, observándose una bajada en junio y un ascenso en octubre, debidos a efectos del ciclo reproductivo de las ovejas. Desde el punto de vista tecnológico, los minerales más importantes presentes en la leche de cabra son calcio y fósforo, ya que intervienen en el proceso de coagulación, en el equilibrio salino, en la aptitud frente a la ultrafiltración y en la estabilidad de la leche frente al calor. Su contenido oscila entre: 140-200 mg/100 mL para el calcio y para el fósforo de 75-150 mg/100 mL (Remeuf et al. 1989).

El magnesio interviene junto con el calcio en la estabilidad de la micela. Su concentración varia entre 10-15 mg/mL.

El sodio, cloro y potasio, intervienen en el equilibrio de la presión osmótica entre la mama y la sangre.

#### **4.5.8 Agua**

El agua de la leche se encuentra en dos formas: libre y ligada, está última no interviene en los procesos enzimáticos ni en los procesos microbiológicos. El agua libre es de gran importancia en quesería, muchos de los procesos físicos, químicos y microbiológicos que tienen lugar en la elaboración del queso, tales como los desarrollados durante la etapa de maduración. A si mismo, la regulación

del contenido de agua en el producto final, permite la obtención de la consistencia deseada (Dilanjan, 1984).

#### **4.6 Queso**

El queso es un alimento universal que se produce en casi todas las regiones del mundo elaborado con leches precedentes de diversas especies de mamíferos. La FAO ha redactado un código de principios en el que se da la siguiente definición: “Queso es el producto fresco o madurado obtenido por drenaje tras la coagulación de la leche, nata, leche desnatada total o parcialmente, grasa láctea o una combinación de estos componentes”. Otra definición según el Reglamento técnico-sanitario de la leche y productos lácteos, es que el queso es el producto obtenido por coagulación enzimática de la leche y/o determinados productos lácteos, con previa o posterior separación de al menos parte del agua, lactosa y sales minerales, seguida o no de maduración. El queso tiene un alto valor nutritivo y es uno de los mejores alimentos que dispone el hombre, contiene un valor alto de grasa, proteínas, minerales (calcio, fósforo) además de vitaminas como son la A, B<sub>1</sub>, B<sub>12</sub>. Durante la maduración, estas vitaminas son utilizadas y sintetizadas por la microflora del queso (Juárez *et al.*, 1991).

##### **4.6.1 Clasificación y Elaboración del Queso**

Es muy difícil clasificar los quesos de una sola forma, ya que, además de existir una gran variedad, muchos de ellos están en los límites de las clases. Es por este motivo que se clasifican de acuerdo a muchos criterios, tales como el tipo de leche, método de coagulación, contenido de humedad, contenido en grasa, textura, maduración, microorganismos empleados en su elaboración y origen o lugar de procedencia. Sin embargo en términos muy generales se clasifican en forma más práctica y sencilla de acuerdo al contenido en humedad y la complejidad de su microflora (Fox *et al.*, 2000).

La clasificación de quesos puede ser tan simple como puede ser por el contenido de humedad (Cuadro 5), de acuerdo al tipo de microorganismo que se utiliza en su elaboración (Cuadro 6) o bien de acuerdo al procesamiento que se le de (Cuadro 7). Sin embargo, cabe aclarar que la clasificación de quesos no es única y que puede ser compleja.

**Cuadro 5. Clasificación de quesos según su contenido de humedad**

Clases	Agua (en %).
Blandos	48-80
Semiblando	45-55
Semiduros	42-52
Duros	26-50

Fuente: Varnam y Sutherland, 1995

**Cuadro 6. Clasificación de quesos según su tipo de microorganismos empleados en su elaboración**

Clase	Microorganismos empleados.	Ejemplos.
Quesos Veteados de pasta azul. Quesos de moho blanco.	Mohos. Penicillium roqueforti Penicillium camemberti	Roquefort, Danablu, Cabrales, Gorgonzola, etc. Camembert y Brie.
Quesos con desarrollo acteriano en la corteza. Quesos Madurados por adición de cultivos bacterianos lácticos.	Cultivo de Bacterias específicas. Cultivos mesófilos y termófilos y mezcla de ellos.	Saint Paulin, Port Salut, etc. Mayoría de los quesos.

Fuente: Norma Oficial de Quesos NOM-121-SSA1-1194

**Cuadro 7. Clasificación de quesos de acuerdo al proceso empleado en su elaboración**

Clase	Ejemplos
<b>FRESCOS</b>	<b>Panela, Canasto, Sierra, Ranchero, Fresco, Blanco, Enchilado.</b>
<b>Frescales</b>	
<b>Pasta Cocida</b>	<b>Oaxaca, Asadero, Mozzarella, Morral, Adobado.</b>
<b>Acidificados</b>	<b>Cottage, Crema, Doble crema, Petit Suisse, Nuefchatel.</b>
<b>MADURADOS</b>	
<b>Prensados pasta dura</b>	<b>Añejo, Parmesano, Cotija, Reggianito.</b>
<b>Prensados</b>	<b>Cheddar, Chester, Chihuahua, Manchego, Brick,, Edam, Gouda, Gruyere, Emmental, Cheshire, Holandés, Dambo, Patagrás, Havarti, Provolone, Port Salut, Tilsiter, Bola, Jack.</b>
<b>Maduración con mohos</b>	<b>Azul, Cabrales, Camembert, Roquefort, Danablu, Limburgo, Brie</b>
<b>PROCESADOS</b>	
<b>Fundidos y para untar</b>	<b>Amarillo.</b>

FUENTE: (NOM 121-SSA1-1994)

#### 4.6.2 Procesado del Queso

La elaboración de queso incluye la aplicación de principios físicos, químicos, bioquímicos y biológicos los cuales llevan a la formación de la cuajada y su almacenamiento bajo condiciones en las que madure apropiadamente. Tal vez la consideración más importante en la fabricación de cualquier tipo de queso es obtener un producto aceptable tanto desde el punto de vista del aroma y el sabor como de la textura. La textura es el conjunto de sensaciones físico-mecánicas percibidas durante la manipulación y masticación del alimento (Guerrero, 1993). En lo referente al queso, depende de la composición y estructura y se puede alterar por las condiciones de proceso en las diferentes etapas de la fabricación (Martín-Hernández, 1987). En la Figura 1, se puede observar que son varias las etapas para la elaboración de cualquier tipo de queso; sin embargo, todos los pasos anteriores se pueden reducir a los siguientes: Formación de la cuajada, salado y maduración.

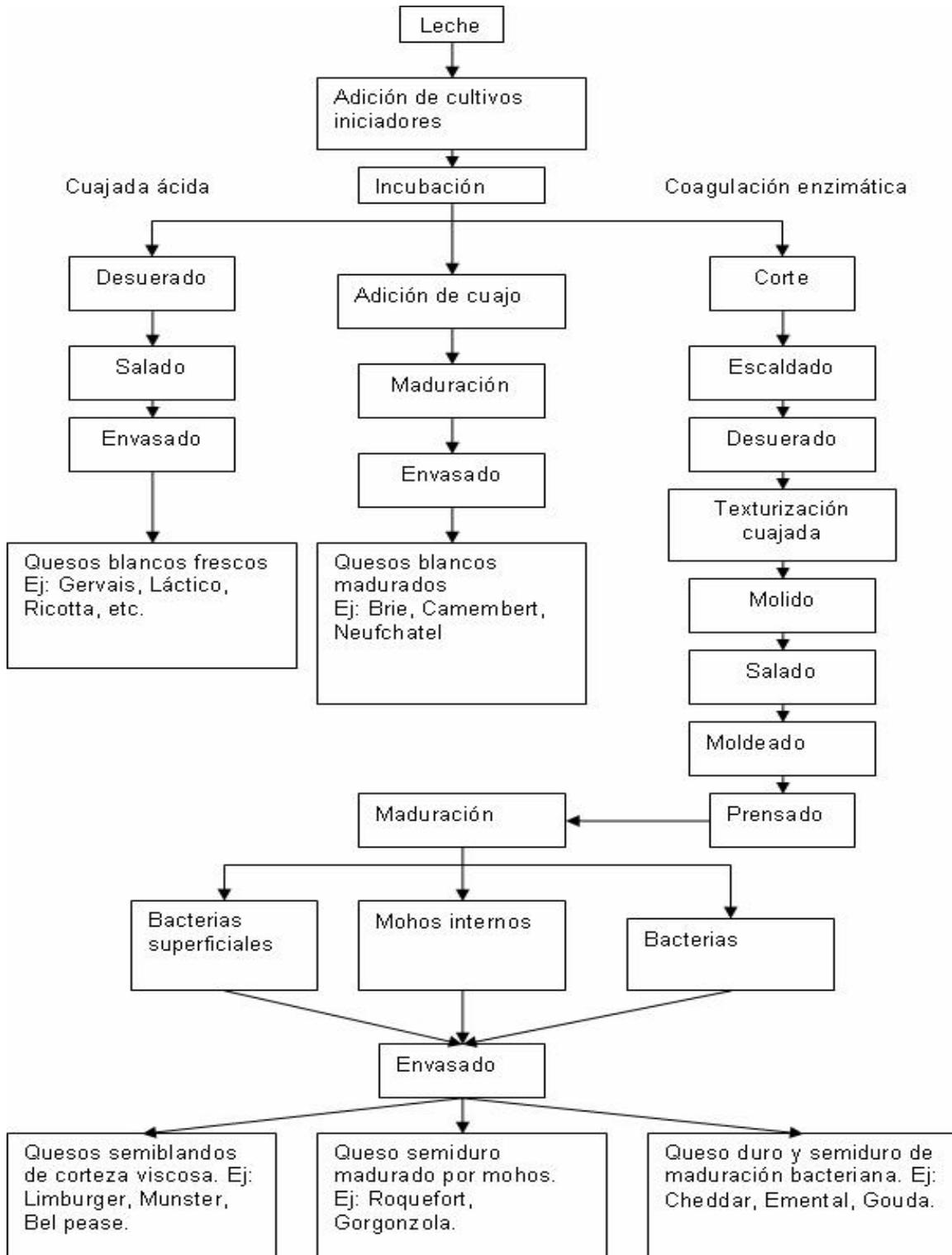


Figura 1. Esquema general sobre el procesamiento de quesos Fuente: Varman y Sutherland (1995)

### a) Formación de la cuajada

El proceso principal que da origen a la formación de la cuajada es la coagulación, que es el momento clave en la elaboración del queso. En este proceso se concentran de 6 a 12 veces la caseína y la grasa de la leche dependiendo de la variedad.

Las vías principales que dan origen a la formación de la cuajada son:

- Acidificación.
- Coagulación.
- Sinéresis.
- Acidificación

Una de las principales etapas durante la fabricación del queso es el desarrollo de la acidez por medio de la producción de ácido láctico a través de bacterias ácido lácticas homofermentativas. La producción de ácido afecta a varios aspectos de la fabricación del queso, como son: sinéresis del gel que es el drenaje del suero que sigue a la coagulación de la leche, retención del cuajo en cuajada, lo que afecta posteriormente la proteólisis durante la maduración y consecuentemente al aroma y textura del queso; firmeza del coágulo, relacionado directamente con el rendimiento; disociación del fosfato cálcico coloidal, lo que modifica la susceptibilidad de la caseína a la proteólisis e influye en la retención de calcio y fósforo y en las propiedades reológicas del queso, y por último, inhibición del crecimiento de muchas especies de microorganismos patógenos y alterantes o productores de defectos en el queso (Requena, 1991a).

- Coagulación

La coagulación de la leche significa la formación de un gel, que es el resultado de las modificaciones fisicoquímicas que intervienen al nivel de las micelas de la caseína. La formación del coágulo depende de las modificaciones inducidas por la acidificación o por la acción de las enzimas coagulantes.

Este fenómeno de la coagulación también depende del equilibrio entre las sales de calcio presentes entre la fase soluble, la coloidal y del complejo de fosfocaseinato cálcico. Cuando existe una alteración del mismo en la leche por un tratamiento térmico, enfriamiento u otra manipulación se suele recurrir a la adición de sales cálcicas. Esto se hace necesario cuando se utilizan coagulantes vegetales o microbianos. Los quesos duros suelen retener el 60-80% del calcio y el 50-60% del fosfato presente en la leche. En los quesos blandos estas proporciones son inferiores pues las pérdidas en sales son más acusadas. (Scott, 2002).

Físicamente, el fenómeno de coagulación se traduce en la floculación de las micelas de caseína, que se sueldan para formar un gel compacto aprisionando el líquido de dispersión que constituye el suero. En la fabricación de quesos este proceso se puede llevar a cabo por dos métodos; por la adición de enzimas proteolíticas, por ejemplo el cuajo, o por la acidificación de la leche. Cada una de estas formas de floculación no se utiliza en el proceso de elaboración de quesos de forma separada, en general, el proceso de coagulación en la fabricación de quesos resulta de la acción simultánea del cuajo y de la producción de ácido láctico (Eck, 1990).

- Sinéresis

Durante la elaboración de productos lácteos, el drenaje del suero que sigue a la coagulación de la leche, bien por acidificación o por adición de cuajo, se conoce con el nombre de sinéresis (Balcones, 1996).

Es una continuación de la agregación de la caseína, y parece ser que las variables que aceleran la formación de la cuajada (descenso de pH, elevación de la temperatura hasta 37°C y adición de cloruro cálcico), también aceleran la sinéresis. Un aumento en el contenido en proteínas de la leche disminuye la velocidad de pérdida del suero, pero favorece el desarrollo de la cuajada rígida (Green, 1984). Durante el cuajado de la leche, los enzimas proteolíticos del cuajo rompen las moléculas de  $\kappa$ -caseína por el enlace fenilalanina-metionina dando lugar a dos fracciones: para- $\kappa$ -caseína y caseinamacropéptido, con 105 y 64

residuos de aminoácidos, respectivamente. La hidrólisis de las caseínas desestabiliza las micelas, lo que provoca su floculación (Trujillo et al. 1997). El gel que se forma durante dicho proceso de cuajado tiene una estructura de malla tridimensional, integrada por submicelas de 15 a 20 nm de diámetro que se agrupan en agregados esféricos (micelas de 50 a 300 nm de diámetro) entre los que queda atrapado el suero intersticial. (Balcones, 1996).

#### b) El salado en el queso

El salado constituye una fase fundamental en la elaboración de los quesos por los siguientes motivos:

- Complementa el desuerado del queso favoreciendo el drenaje de la fase acuosa libre de la pasta.
- Modifica la hidratación de las proteínas e intervienen en la formación de la corteza.
- Actúa sobre el desarrollo de los microorganismos y la actividad enzimática.
- Aporta su gusto característico y la propiedad de potenciar o de enmascarar el sabor de determinadas sustancias que aparecen a lo largo de la curación del queso. (Eck, 1990).

Existen diversas técnicas del salado de los quesos, las cuales se pueden dividir en las siguientes:

- Salado después de la trituración de la cuajada. Esta operación se realiza para quesos texturizados. El prensado de los quesos antes de la completa disolución de la sal da lugar a la aparición (especialmente en los Cheddar madurados) de estrías de color oscuro (Scott, 2002).

- Salado en la cuajada. Este tipo de operación se realiza para algunos quesos de veteado azul, donde la sal se adiciona a la cuajada antes de ser moldeados (Scott, 2002).
- Salado en seco sobre la superficie. Este método consiste en salar los quesos con sal cristalina al frotarla uniformemente sobre la superficie; por lo general, se aplica en fases sucesivas durante varios días, según el tipo de queso. Cuando el salado se efectúa por este procedimiento, la sal penetra poco a poco mientras se expulsa el suero y así se regula el crecimiento microbiano. La deshidratación del queso es más intensa por este método y cuanto más agua contiene, más rápido es el salado.
- Salado en salmuera. El empleo de salmueras es la que tiende a ser adoptada en mayor medida por los profesionales debido a su comodidad y las ventajas técnico-económicas que presenta, siempre y cuando el tipo de queso a elaborar permita este tipo de salado. Cuando el queso se sumerge en una salmuera, difunde la sal en la pasta en función de un gradiente de concentración y se consiguen las características propias del queso. La velocidad de penetración de la sal en el queso es más rápida al inicio del salado, y disminuye progresivamente durante el mismo (Otero, 1997).  
Como se ha podido observar el salado de los quesos depende primordialmente del proceso de fabricación, ya que este le dará las características propias del producto final.

#### **4.6.3 Características del queso Mezcla (vaca-oveja)**

En muchos países, generalmente en Europa se elaboran quesos con leche mezcla de oveja y vaca principalmente en España en un esfuerzo por clasificar los quesos de leche mezclada, los productores de quesos acordaron con el Ministerio

de Agricultura reglamentar la calidad de 3 quesos de leche mezclada: Hispánico, Ibérico y Mesta. Estas regulaciones se aplican desde Julio de 1987.

En el caso del Queso Hispánico, la preparación es hecha exclusivamente de un mínimo de 30% leche de oveja, un mínimo de 50% de leche de vaca, con un mínimo de 55% de extractos secos y 45% de grasa. ([www.cheesefromspain.com](http://www.cheesefromspain.com) Nov. 2005).

En el caso del Queso Ibérico su composición varía, a un mínimo de 50% de leche de vaca, un mínimo de un 30% de leche de cabra y un mínimo de un 10% de leche de oveja. Este queso contiene la misma cantidad de extractos secos y de grasa que el Hispánico.

En el caso del Queso Mesta está hecho, de un mínimo de 75% de leche de oveja, un mínimo de 15% de leche de vaca y opcionalmente un mínimo de 5% de leche de cabra. A lo que se agrega un mínimo de 55% de extractos secos y un mínimo de 50% de grasa: dado el alto contenido grasoso de la leche de oveja. . ([www.cheesefromspain.com](http://www.cheesefromspain.com) Nov. 2005).

De los 3 tipos anteriormente descritos el más conocido y el de mayor producción y venta es el Queso Ibérico, que es exportado a muchos países.

La mezcla de leches depende de diversos factores, y las proporciones de la mezcla varían, incluso no siempre el queso lleva mezcla o solo la lleva esporádicamente. Lo más representativo de los quesos producidos con mezclas de leche, ya sea de vaca, cabra y oveja ([www.cheesefromspain.com](http://www.cheesefromspain.com) Nov. 2005).

#### **4.7 Maduración del Queso**

La maduración de los quesos plantea uno de los problemas más complejos de la bioquímica de las sustancias alimenticias. Está caracterizada por una serie

de cambios químicos, como la degradación de proteínas, hidrólisis de grasas, producción de ácidos volátiles, fermentación de lactosa, etc., a cargo de diversos enzimas (lácticos, microbianos, fúngicos, etc.), que modificando el cuerpo de la cuajada, le dan una textura, sabor y aroma característicos, de acuerdo con el tipo de queso elaborado (McSweeney, *et al.*, 2000).

La maduración es por lo tanto el resultado global de una serie de variados fenómenos: proteólisis, desaminación y descarboxilación; lipólisis y degradación de los ácidos grasos; sacarolisis y fermentación del ácido láctico; reacciones ácido básicas y efecto tampón. A éstos se añaden las acciones sinérgicas de las sustancias sápidas, etc.

No cabe duda que el proceso de maduración contribuye de forma notable en la composición y las características organolépticas del producto final. Se acepta en general que el curso de maduración del queso es gobernado por diferentes factores tales como el pH y la humedad, alcanzados durante la conversión de la leche en cuajada, el nivel y método de adición de sal, la temperatura de maduración y la naturaleza de la flora secundaria (no cultivos iniciadores) que se desarrolla en el interior o en la superficie del queso (Martín-Hernández, 1987a).

Con excepción de algunas variedades de quesos frescos, la mayoría se consumen una vez madurados durante períodos de tiempo que van desde 2-4 semanas a más de dos años.

Sin restar importancia a ciertos procesos de síntesis, los procesos metabólicos dominantes durante la maduración son principalmente los de hidrólisis de los componentes mayoritarios de la leche: lactosa, triglicéridos y caseínas. Estos procesos se llevan a cabo por la acción de las enzimas de los microorganismos a través de mecanismos glicolíticos, lipolíticos y proteolíticos, y, en menor medida, por la acción de enzimas presentes en la leche y por el cuajo residual. La degradación de estos componentes mayoritarios dará lugar a péptidos de bajo peso molecular, aminoácidos libres, ácidos grasos libres, cetonas, alcoholes,

aminas y otros compuestos que se irán acumulando en la masa del queso, siendo los responsables del aroma y sabor del queso madurado (Law, 1984a).

#### **4.7.1 Principales rutas Metabólicas durante la Maduración**

##### **4.7.1.1 Glicólisis**

La lactosa es el carbohidrato cuantitativamente más importante de la leche. La hidrólisis hasta ácido láctico se lleva a cabo fundamentalmente por las bacterias lácticas durante la coagulación de la leche y en las primeras etapas del proceso de maduración del queso, para continuar después en el queso con menor intensidad. El ácido láctico producido desciende el pH hasta valores próximos a 5, así como el potencial redox del queso, proporcionando por tanto condiciones limitantes para el desarrollo de organismos patógenos o simplemente alterantes y permitiendo, sin embargo, el crecimiento lento de la flora deseable. También asegura que la mayor parte de las enzimas del queso actúen a pH subóptimo, desarrollándose en consecuencia el sabor y aroma del queso lentamente. Estas condiciones del queso conservan en su estado reducido a los componentes azufrados volátiles como el ácido sulfhídrico y el metanotiol (Manning et al., 1982). La fermentación láctica contribuye al aroma del queso, al producirse precursores del aroma, además del ácido láctico, etanol y CO<sub>2</sub> (Requena, 1992).

La importancia de la fermentación de la lactosa en relación con el aroma de quesos no maduros, tal como el Cottage, se centra en la producción del ácido láctico. En los quesos madurados tiene una importante acción en el curso de la maduración debido a que el ácido láctico posee un efecto estabilizante en virtud de sus propiedades antibacterianas (McSweeney, *et al.*, 2000); la disminución del potencial redox y pH impide el crecimiento de microorganismos indeseables, promoviendo el desarrollo de algunas bacterias lácticas indispensables para la maduración de los quesos. Martín-Hernández, (1987a), menciona que algunos autores han demostrado que si se inhibe el crecimiento de bacterias ácido-

lácticas, el desarrollo de otro tipo de bacterias puede conducir a la producción además de ácido láctico, de ácido acético, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> y ácido butírico que puede dar lugar a hinchazón de los quesos.

La intensidad de la glicólisis puede variar dependiendo del tipo de queso. Podemos decir que un queso de buena calidad, es aquel que sus condiciones de fabricación han sido buenas, además de permitir utilizar toda la lactosa por los microorganismos del cultivo iniciador. Turner y Thomas (1980) mostraron que esto era posible cuidando el salado de la cuajada, de forma que fuese próximo al 4%. De esta forma, las bacterias del cultivo iniciador pueden metabolizar la lactosa a ácido láctico en 24 horas después del prensado de la cuajada. Con niveles más altos de sal se inhibe la acción de los cultivos iniciadores y la lactosa persiste como sustrato para floras secundarias, con riesgo de defectos en aroma y sabor (Fyer, 1982).

#### **4.7.1.2 Lipólisis**

El mecanismo de la lipólisis es el siguiente: los triglicéridos, sustancias insolubles en agua, son hidrolizados en glicéridos parciales y ácidos grasos libres por enzimas, las lipasas, que poseen una característica común, su especificidad de acción en la interfase aceite-agua. Son, según la nomenclatura U.I.B., glicerol-éster-hidrolasas o triacilglicerol-acil-hidrolasas (Eck, 1990).

En general, la lipólisis se desarrolla según el esquema: triglicérido 1,2 ó 2,3-diglicérido → 2-monoglicérido. Pueden existir excepciones que resultan de especificidades de sustrato particulares frente a la composición o de la naturaleza del ácido graso. Por otro lado, la migración de los radicales sobre el glicerol puede ser el origen de otros compuestos y la lipólisis puede continuarse hasta la formación de glicerol (Eck, 1990).

El fenómeno de lipólisis durante la maduración de un queso es el resultado de la hidrólisis, por la lipasa nativa de la leche o por las lipasas microbianas, de los triglicéridos de la leche que son sus componentes lipídicos más importantes. Los

fosfolípidos están también presentes como componentes de la membrana del glóbulo de grasa, pero no son los componentes responsables del aroma y sabor del queso durante la maduración (Law *et al.*, 1973).

La lipólisis no es un fenómeno predominante en los quesos madurados por bacterias, como el Manchego y el Cheddar, adquiriendo solamente importancia en algunas variedades de quesos duros y semiduros como Romano y Parmesano (Woo *et al.*, 1984) o en quesos azules como Cabrales (Alonso *et al.*, 1987). Los quesos de cabra españoles con crecimiento de *Penicillium camemberti* en superficie estudiados por Martín-Hernández *et al.* (1988b), presentan una lipólisis moderada, similar al queso Camembert.

Todos los microorganismos pueden producir lipasas en cantidad más o menos importante según la especie o la cepa.

Las bacterias lácticas son poco lipolíticas, los *Lactobacillus* y el *Lactococcus lactis* var. *thermophilus* poseen una muy escasa actividad lipolítica; los *Lactococcus lactis* mesófilos y los *Leuconostocs spp.* son, en general, un poco más activos. Estos microorganismos son responsables de la lipólisis en los quesos en los que la flora láctica es dominante, viniendo a reforzar la acción de la lipasa natural de la leche en los quesos elaborados con leche cruda.

Los micrococos son más activos que las bacterias lácticas pero su acción no es apreciable en los quesos con mohos o con levaduras. Por el contrario, pueden intervenir con sus lipasas intracelulares en los quesos de maduración lenta como el Cheddar (Eck, 1990).

Los ácidos grasos libres son derivados de dos fuentes diferentes, hidrólisis de los triglicéridos por lipasas y como productos del metabolismo bacteriano a partir de los carbohidratos y aminoácidos. Está generalmente aceptado que la lipólisis es

principalmente responsable de los ácidos grasos libres de longitud de cadena igual o mayor a C<sub>4</sub> (Menéndez *et al.*, 1999b).

La hidrólisis de la materia grasa tiene un importante papel en la formación del aroma; por el contrario, no provoca modificaciones notables en la textura del queso. La hidrólisis de la materia grasa es, en general, muy limitada en los quesos de pasta dura; por el contrario es más acusada en los quesos de pasta azul y de pasta blanda.

En la mayoría de los quesos la lipólisis desempeña un papel secundario, aunque no por ello sin importancia. Obviamente, la contribución relativa de la lipólisis está en principio determinada por el contenido en materia grasa y por la extensión con la que se ha favorecido este fenómeno durante la fabricación y maduración del queso.

#### **4.7.1.3 Proteólisis**

La proteólisis es uno de los fenómenos más importantes de la mayoría de los quesos, dando lugar a la formación de compuestos responsables del sabor y produciendo cambios en la textura durante la maduración (Fresno *et al.*, 1997). La importancia relativa de los procesos de proteólisis, lipólisis y glicólisis, varía según el tipo de queso.

Los factores implicados en la proteólisis durante la maduración tienen cuatro orígenes: el cuajo u otros sustitutos, la plasmina que es la proteasa nativa de la leche, los microorganismos del cultivo iniciador de la flora secundaria añadida a la leche o cuajada y de los gérmenes resistentes a la pasterización o de contaminantes (Macedo *et al.*, 1997). Los microorganismos como los *Lactococcus* y *Lactobacillus* participan en la hidrólisis inicial de la caseína a través de enzimas unidas a la pared celular (enzimas extracelulares), y en mucha menor medida proteinasas localizadas en el citoplasma (intracelulares) (Requena, 1991a). El principal papel de la plasmina ha sido objeto de muchas discusiones. Su actividad

es muy dependiente del pH y algunos investigadores consideran que esta enzima desempeña un importante papel en la maduración de quesos de elevado pH, como el Emmental y el Gouda, pero no en los de pH bajo como el Cheddar y similares (Lane *et al.*, 1996).

Dentro de las enzimas coagulantes que tienen una actividad proteolítica importante se encuentra la quimosina que tiene sólo una limitada actividad sobre la paracaseína, pero su acción es importante en quesos de larga maduración. Otras enzimas coagulantes tienen una actividad proteolítica mucho mayor, lo que puede originar diferencias en los procesos madurativos (Fox, 1986).

La extensión total de la proteólisis es mayor en los quesos blandos de maduración superficial que en los tipos de pasta dura y semidura y la situación con respecto a las modificaciones texturales es más compleja. En los quesos madurados por mohos, no se produce una proteólisis importante hasta que la lactosa residual se metaboliza por glicólisis, con el correspondiente aumento de pH que estimula la actividad de la plasmina. La posterior proteólisis produce un mayor aumento de pH que tiende a ablandar la estructura. Este ablandamiento a pH alto se debe a la precipitación del fosfato cálcico en la superficie del queso, estableciéndose un gradiente de calcio desde la superficie hasta el centro. (Fox, 1986).

Los péptidos pueden impartir muchos sabores distintos que se han clasificado en cinco categorías: agrio, dulce, salado, a pescado y amargo. La contribución de los péptidos al sabor del queso puede ser agradable o desagradable dependiendo de la predominancia de uno o más tipos. En muchos casos, los péptidos contribuyen al espectro del gusto global más que actuar como compuestos determinantes de sabor.

Los péptidos también causan la aparición de defectos de amargor en los quesos. Generalmente, el amargor se asocia con la presencia de polipéptidos con un alto

contenido de residuos hidrofóbicos. Una importante ruta de producción de péptidos amargos es a través de las proteinasas de la pared celular de *Lactococcus* spp. La situación se complica por el hecho de que hay una gran variación en las cantidades de péptidos amargos producidos por las diferentes cepas de *Lactococcus* spp. y porque además, tanto la quimosina como la plasmina participan en la producción de péptidos amargos. (Fox, 1986).

Una de las funciones desempeñadas por los aminoácidos libres es la de constituir una especie de reserva a partir de la cual se originan otros componentes del sabor y aroma. Muchos de estos componentes son aminas que se originan por la acción de las enzimas descarboxilasas (Scott, 2002). Los aminoácidos son también importantes en la determinación del aroma del queso y la prolina es el compuesto fundamental del sabor de los quesos suizos.

El grado de degradación proteica se determina de forma habitual por distintos índices de maduración. El que más se utiliza es la cantidad de nitrógeno soluble (NS) en relación al nitrógeno total (NT). En este nitrógeno soluble está incluido el nitrógeno proteico, precipitable en ácido tricloroacético (lactoalbúminas, lactoglobulinas, seroalbúminas, polipéptidos y péptidos de alto y bajo peso molecular) y el nitrógeno no proteico (NNP), soluble en ácido tricloroacético. La determinación del nitrógeno no proteico, puede indicar el grado de profundidad de degradación proteica y se utilizan los índices  $NNP/NT$  y  $NNP/NS$ . (Martín Hernández, 1987).

Como podemos observar, de todos los sucesos que se producen durante la maduración de los quesos, la proteólisis es uno de los fenómenos más importantes debido a los cambios que ocurren en las características físico-químicas, texturales y por supuesto organolépticas.

#### 4.8 Cultivos Iniciadores

Los cultivos iniciadores empleados para la elaboración de quesos consisten en una o más cepas de una o varias especies bacterianas cuidadosamente seleccionadas que se añaden a la leche, nata o a la mezcla de ambas para iniciar y llevar a cabo la fermentación deseada del queso.

La principal función de los cultivos iniciadores es la producción de ácido láctico, que permite:

- a) Favorecer la formación de la cuajada por enzimas coagulantes.
- b) Estabilizar y concentrar la cuajada favoreciendo el drenaje del suero.
- c) Prevenir o inhibir el crecimiento de la flora patógena y alterante mediante la reducción del pH.
- d) Contribuir a la formación de la textura y compuestos del sabor característicos.

Los cultivos iniciadores desempeñan un papel fundamental en la maduración del queso y en el desarrollo del sabor, mediante la formación de diferentes compuestos como consecuencia de su metabolismo de carbohidratos y mediante sus sistemas proteolíticos y lipolíticos, o bien indirectamente, regulando la presencia de otros microorganismos (Rua *et al.*,1993). Además, los cultivos iniciadores desempeñan otras acciones fundamentales, como son la producción de compuestos aromáticos volátiles como diacetilo y aldehídos. Desde el punto de vista de la maduración, las bacterias lácticas se consideran de gran importancia en múltiples variedades de quesos, entre ellos los de cabra y oveja (Sánchez *et al.*, 1998a).

Se han realizado investigaciones acerca de las condiciones que debe cumplir un buen cultivo iniciador y según Soda *et al.* (2000) estas condiciones son las siguientes:

1. Debe ser viable, fisiológica y metabólicamente competitivo para dominar a la flora total en la cuba de elaboración del queso.
2. La flora iniciadora debe estar presente en un número suficientemente alto de células viables y no dañadas al comienzo de la fabricación.
3. El cultivo iniciador debe ser elegido en base a su tasa de producción de ácido bajo el rango de temperatura que vaya a ser utilizado.
4. Selecciones posteriores deben basarse en las tolerancias relativas al ácido y la sal y a su capacidad de supervivencia en las condiciones creadas por la combinación de estos factores (ácido, sal y temperatura elevada)
5. También hay que tener en cuenta la susceptibilidad y resistencia de las distintas cepas a sus diferentes fagos y la relación existente entre ellos.
6. Otros factores a considerar son la posibilidad de que algunas cepas produzcan excesiva cantidad de gas, la sensibilidad extrema de algunas cepas a las aglutininas ocasionalmente presentes en la leche, la dominación excesiva por producción de antibióticos y bacteriocinas y la producción por parte de algunos microorganismos de sabores no adecuados como son los amargos y afrutados.

Las bacterias lácticas más utilizadas pertenecen a los géneros *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* y *Streptococcus* y más recientemente se ha propuesto la utilización de un quinto género, *Pediococcus* (Varnam *et al.*, 1995).

#### 4.8.1. Clasificación de los cultivos iniciadores comerciales

Aunque los cultivos lácticos pueden clasificarse atendiendo a múltiples aspectos tecnológicos como velocidad de acidificación, producción de compuestos aromáticos o actividad proteolítica, la clasificación más corriente se basa fundamentalmente en dos aspectos: atendiendo a la temperatura óptima de crecimiento y a su composición. Referente a la temperatura óptima pueden ser mesófilos y termófilos (Requena, 1991b).

- Mesófilos: Tienen una temperatura óptima de crecimiento entre 20-38°C dependiendo del tipo de cultivo, ya sean mezclas de composición desconocida, cepas puras únicas o cultivos múltiples de composición conocida. Dentro de éstos cultivos se pueden dividir en homofermentativos y heterofermentativos.
- Termófilos: Su temperatura óptima de crecimiento es de 37-45°C, generalmente se utilizan en la fabricación de quesos de pasta cocida como Emmental y el Gruyère (Requena, 1991b).

Existen diferentes clasificaciones de los cultivos iniciadores comerciales para la elaboración de queso, algunos de los más importantes, son los cultivos iniciadores mesófilos incluyen en su composición a *Lactococcus lactis subsp. cremoris* y *Lactococcus lactis subsp. lactis*, como bacterias acidificantes. Los cultivos mixtos, se componen también de *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris* y *Lactococcus lactis subsp. lactis var. diacetylactis* que desempeñan el papel de bacterias aromatizantes.

Con respecto a los cultivos iniciadores termófilos, están constituidos de las siguientes especies: *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* y *Lactobacillus* como *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*, *Lactobacillus delbrueckii subsp.*

*helveticus*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. Estos cultivos se utilizan generalmente para la elaboración de quesos de pasta cocida, como Emmental y el Gruyère, que alcanzan temperaturas de cocción de 37 y 45°C (Requena, 1991b).

Aunque se considera que los *Lactobacillus* no contribuyen, o lo hacen en poca medida, a la lipólisis durante la maduración del queso (Menéndez, et al. 1999d), *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus plantarum* poseen lipasas y/o esterases capaces de hidrolizar la grasa de la leche o al menos, ciertos triglicéridos (Gobbetti et al. 1997). También se han señalado los efectos beneficiosos de cepas de *Lactobacillus casei* por su capacidad para colonizar el colon humano (Sarem-Damerджи et al., 1995).

Los *Lactobacillus* mesófilos homofermentativos se consideran microorganismos benéficos, capaces de inhibir el crecimiento en el queso de bacterias patógenas como *Salmonella spp* o *Staphylococcus aureus* (Stecchini et al., 1991). Asimismo, se ha descrito la capacidad de algunas cepas para producir bacteriocinas, algunas de ellas, activas frente a *Listeria monocytogenes* (Ennahar et al., 1996).

Resultados de otros trabajos han mostrado también mejoras en aroma y sabor de quesos, además de una reducción de amargor y de un acortamiento de la maduración, al emplear cepas de *Lactobacillus* mesófilos junto con *Lactococcus* (Lee et al., 1990).

La importancia de los *Lactococcus* en quesería radica principalmente en el poder acidificante de estas bacterias, en la capacidad para utilizar los citratos y en su actividad proteolítica (Exterkate y Veer, 1985).

El *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, es un buen acidificante y texturizante, teniendo una temperatura de batido superior a 36°C, mientras que el

*Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* tiene una gran capacidad acidificante y una temperatura de batido superior a 39°C (Larbus, 1999). Estas bacterias utilizadas en los cultivos iniciadores, se emplean principalmente para la elaboración de quesos italianos de pasta muy dura como el Parmesano, y quesos de pasta dura de tipo suizo como el Emmental (Varnam *et al.*, 1995).

#### **4.9 Textura en alimentos y productos lácteos**

Se consumen alimentos y productos lácteos básicamente por la necesidad del organismo de nutrimentos, pero el comer también es entendido por el hombre como un placer. En este sentido, el hombre juzga sensorialmente la calidad de los alimentos que consume con base en atributos, que percibe por medio de los sentidos, los cuales son procesados en el cerebro como una impresión global de calidad. Debido a la importancia de textura en la calidad de los alimentos, se han hecho importantes esfuerzos por sistematizar su evaluación ya sea desde el punto de vista sensorial, así como por métodos instrumentales.

Las propiedades o características de textura han sido clasificadas en función de las propiedades físicas del material en: atributos mecánicos, geométricos y de composición. Además se pueden clasificar también por el orden en que se perciben durante el consumo en: atributos de percepción inicial en el paladar, de masticación y residual (Bourne, 1982).

Estos atributos se utilizan para reportar los resultados de las evaluaciones de textura tanto instrumentales como sensoriales, y para tener una idea más clara de lo que cada atributo describe, se definen a continuación desde el punto de vista físico y sensorial algunos de ellos. La definición física tiene que ver con el tipo de prueba que se implementa a nivel instrumental, mientras que la definición sensorial está descrita tal como debe entenderla un juez al momento de evaluar el atributo durante el consumo (De Man, 1976, Bourne 1982).

Las definiciones de atributos mecánicos pueden hacerse a nivel general, ya que la mayoría de los productos los presentan, sin embargo, los atributos geométricos y de composición son específicos para algunos de los productos como lácteos y productos grasos y sus definiciones están dadas en función de productos particulares.

#### **4.9.1. Definiciones físicas y sensoriales de atributos de textura**

Según De Man, 1976, Bourne 1982, definen los atributos sensoriales de la textura como sigue:

**DUREZA:** Física: Fuerza necesaria para una deformación dada.

Sensorial: Fuerza requerida para comprimir una sustancia entre las muelas (sólido) o entre la lengua y el paladar (semisólidos).

**COHESIVIDAD:** Física: Qué tanto puede deformarse un material antes de romperse.

Sensorial: Grado de compresión de una sustancia entre los dientes antes de romperse.

**ELASTICIDAD:** Física: Tasa a la cual un material deformado regresa a su condición inicial después de retirar la fuerza deformante.

Sensorial: Grado hasta el cual regresa un producto a su forma original una vez que ha sido comprimido entre los dientes.

**ADHESIVIDAD:** Física: Trabajo necesario para vencer las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y la superficie de los otros materiales con los que el alimento entra en contacto.

Sensorial: Fuerza requerida para retirar el material que se adhiere a la boca (generalmente al paladar) durante su consumo.

Como la textura se manifiesta en diferentes etapas se recomienda evaluar primero la textura de cualquier alimento y producto lácteo, apretándolo con los dedos, después mordiéndolo, dándole un segundo mordisco, masticándolo, al tragarlo y por último, en la etapa residual, o sea la sensación que queda después de haber terminado. Se ha observado que las propiedades mecánicas secundarias son destacadas más frecuentemente en las etapas: masticatoria, deglutiva y residual (Hansen y Setter, 1990).

Las pruebas de perfil de textura se deben de llevar a cabo con los paneles de jueces entrenados. La prueba requiere que primero se defina la terminología y se estructuren las escalas que han de utilizarse, para posteriormente evaluar el producto. Es importante subrayar aquí, la importancia que tiene la definición de cada atributo que se desea evaluar dando a los jueces un patrón de referencia de consumo común en el lugar en que se realicen las pruebas (cada país, cada región incluso tiene sus propios patrones y terminología, siendo diferente la respuesta, aún en el mismo idioma). Además de las condiciones específicas que deben cubrir las pruebas sensoriales como son: la hora en que se realizan las pruebas, la frecuencia, el lugar, la iluminación, etc. las pruebas de perfil de textura tienen características que se deben considerar cuando se desea hacer una evaluación más precisa de la textura (Rosenthal, 1999).

**Cuadro 8. Formas de reporte de resultados de textura**

TIPO DE REPORTE	EJEMPLO DE PARÁMETRO	INSTRUMENTOS EMPLEADOS
<b>Directo</b>	<b>Fuerza, distancia, tiempo, volumen</b>	<b>Consistómetros, penetrómetros.</b>
<b>Puntuales derivados</b>	<b>Dureza, fuerza del gel SAG, consistencia, firmeza, grados Bloom, valor de cedencia.</b>	<b>Penetrómetros, gelómetros, ridgelímetro.</b>
<b>Curvas</b>	<b>Fuerza-distancia Fuerza-tiempo Distancia-tiempo</b>	<b>Penetrómetros instrumentados, texturómetros, máquinas universales de deformación.</b>
<b>Parámetros derivados de las curvas</b>	<b>Fuerzas, distancias o tiempos máximos y mínimos, fuerzas, distancias o tiempos en ciertas zonas de la curva, áreas específicas de la curva, relaciones de las fuerzas, áreas pendientes, etc.</b>	<b>Penetrómetros instrumentados, texturómetros, máquinas universales de deformación.</b>

FUENTE: Bourne, 1982.

## 4.10 Análisis Sensorial

### 4.10.1 Evolución y función del análisis sensorial

En el campo de la evaluación sensorial ha crecido rápidamente en la segunda mitad del siglo XX junto con la expansión de la industria alimentaria y de nuevos productos para el consumidor. Hemos asistido al desarrollo de nuevos métodos y a la aplicación de nuevas técnicas estadísticas y matemáticas. Se han normalizado los antiguos métodos (Normas internacionales ISO) y también se ha normalizado el marco en el que deben desarrollarse las pruebas. Asimismo se ha recurrido a los avances de la psicología sobre la percepción y la memoria con el fin de utilizar mejor al ser humano como instrumento de evaluación sensorial. Sin embargo, conviene señalar que quizás el principal progreso del análisis sensorial se debe a un nuevo concepto del mismo (Hernández, 2000).

De un método de medida marginal en el control de calidad de la producción alimentaria a falta de métodos instrumentales más fiables, la evaluación sensorial se ha convertido en el principal instrumento para el desarrollo de nuevos productos y por tanto en un elemento primordial del éxito económico de una empresa en su conjunto.

Su función principal es ahora estudiar y traducir los deseos y preferencias de los consumidores en propiedades tangibles y bien definidas de un producto dado. Comparando y analizando las características de los productos que los consumidores aprecian o rechazan, la evaluación sensorial contribuye a destacar los aspectos positivos y negativos y a adaptarlos para responder mejor al gusto de los consumidores. Este conocimiento es vital para toda empresa que quiera ser competitiva en el mercado actual. (Hernández, 2000).

Aunque otros aspectos del marketing como la publicidad, el embalaje, la distribución, etc, parecen más importantes a corto plazo para provocar el interés por el producto y una primera aceptación en el mercado, es la calidad sensorial del producto la que le va a permitir mantenerse. A largo plazo el objetivo de la evaluación sensorial es predecir el futuro comportamiento del producto en el mercado. Para ello es necesario llegar a una combinación de datos por diferentes métodos a la vez analíticos (cualitativos y cuantitativos) y hedónicos junto a la comprensión de las motivaciones humanas (Hernández, 2000).

#### **4.10.2 Análisis sensorial en los quesos**

Como hemos visto anteriormente el análisis sensorial es una disciplina científica en desarrollo, a la que se le está prestando cada vez mayor atención en el sector alimentario (Barcina, 1997) y asimismo en la caracterización sensorial de los quesos. Las características sensoriales de los alimentos juegan un papel

fundamental en el comportamiento del consumidor, especialmente a la hora de selección y compra de los mismos en el mercado (Risvik, 1994; Cardello, *et al.*, 1994). Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, resulta evidente el interés de poder controlar y optimizar las características sensoriales de un producto de acuerdo con las exigencias y gustos del consumidor. Este tipo de controles, suelen llevarse a cabo mediante paneles de catadores, bien integrados por consumidores o por individuos especialmente entrenados.

Pérez, *et al.*, (2000) menciona que en los últimos años en el sector queso se están proponiendo métodos de evaluación normalizados, tales como la norma destinada a control de calidad pública por la Federación Internacional Lechera (FIL, 1988) y las guías de evaluación de la textura y las sensaciones olfato-gustativas de quesos de pasta dura y semidura (Lavanchy *et al.*, 1993; Berodier *et al.* 1997) y más recientemente la guía de evaluación sensorial de la textura de los quesos de oveja de pasta dura y semidura (Lavanchy *et al.*, 1999). Estas últimas son el resultado de trabajos colaborativos entre diferentes laboratorios dentro de las Acciones Concertadas Europeas (COST/FLAIR y COST/AIR).

La relación entre atributos sensoriales y las técnicas instrumentales es otro de los campos en donde se están dedicando enormes esfuerzos de investigación. La medida instrumental sólo puede sustituir a la evaluación sensorial cuando los datos instrumentales y sensoriales estén bien relacionados (Issanchoul *et al.*, 1997).

La situación actual en el ámbito del análisis sensorial de queso la podemos resumir en:

El costo de un panel entrenado es elevado y, puede ser utilizado para la descripción de un amplio espectro de atributos, incluyendo apariencia, color, aroma, olor y textura.

Los instrumentos también suponen un desembolso económico importante y a menudo están limitados a un pequeño espectro de parámetros (algunos descriptores de olor podrán ser correlacionadas con análisis instrumental volátiles por ejemplo). Por todo ello se piensa que, durante bastante tiempo en el futuro la mejor manera de describir la percepción humana seguirá siendo mediante el análisis sensorial. Tal vez, el potencial de nuevas técnicas no destructivas tales como la espectroscopia infrarroja (NIR) unido a la estadística multivariante en la interpretación de datos pueda dar un nuevo impulso al desarrollo instrumental y la simulación de la compleja percepción humana (Risvik, 1994).

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

En esta sección se muestran los materiales y métodos utilizados en el desarrollo de la presente tesis. En primer lugar se presenta una descripción general de las muestras (leche y queso), en segundo lugar se detalla el proceso de elaboración de queso a nivel de planta piloto y por último se muestran las técnicas de análisis utilizadas.

### **5.1 Materia prima**

La leche de oveja y vaca utilizada para la elaboración del queso semicurado, fue obtenida de ovejas y vacas de la raza East Friesian y Holstein, respectivamente, provenientes de un establo del Valle de Tulancingo, Hidalgo. Se tomaron muestras representativas de cada raza y se transportaron hasta el laboratorio de constatación de la leche del estado de Hidalgo, a una temperatura de 4 – 8°C, en un tiempo inferior a 12 horas para su análisis físico-químico.

### **5.2 Establecimiento del experimento**

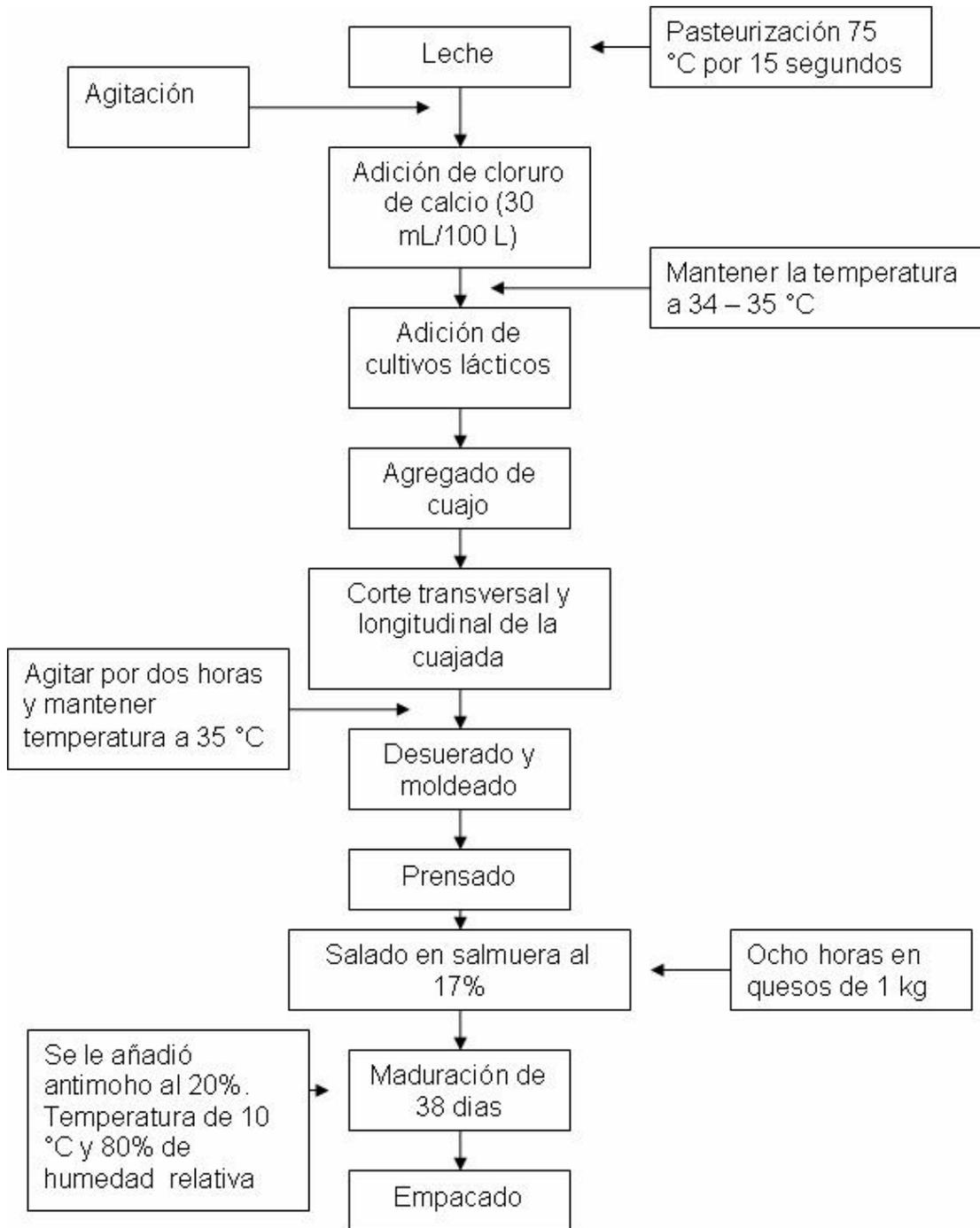
Para la elaboración de los quesos se realizaron 2 fabricaciones una de ellas contenía leche pura de vaca, mientras que la otra fue una mezcla del 70% de leche de vaca y un 30% de leche de oveja, de las dos fabricaciones se obtuvieron 9 piezas de aproximadamente 500g de cada una. Todos los quesos fueron elaborados con leche pasteurizada de vaca y oveja, se coaguló con cuajo microbiano 1:20 000. Las fabricaciones se llevaron a cabo en el taller de lácteos del ICAP, posteriormente los análisis físico-químicos y microbiológicos se realizaron en el laboratorio de Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Este tipo de queso fue elaborado bajo el mismo proceso de fabricación que se realiza en la planta de lácteos Montesinos, en Murcia España, para un queso semi-maduro de leche de cabra.

Las 2 fabricaciones se realizaron bajo las mismas condiciones de producción, cambiando únicamente el tipo de leche, la mezcla vaca-oveja y leche pura de vaca; los cultivos iniciadores fueron utilizados en las 2 fabricaciones, manteniendo las mismas temperaturas y tiempos de elaboración. Posteriormente se procedió a la etapa de maduración, con parámetros iguales a los que se utilizan normalmente en la elaboración de éste tipo de queso (38 días de maduración).

Los cultivos iniciadores utilizados fueron de la marca EZAL, con una composición de *Lactococcus lactis subsp lactis* y *Lactococcus lactis subsp. cremoris*. Cada fabricación se elaboró con 2 unidades (1 unidad equivale a 1 gramo del cultivo iniciador liofilizado)

Se agregó un antimoho en la corteza de cada queso marca BEKAPLUS HBS, el cual es un estabilizante bacteriostático a base de fosfatos pH 6.4+/-0.5; con una concentración aproximadamente de PO<sub>2</sub> de 69%. El proceso de elaboración de éste tipo de queso, se muestra en la siguiente Figura (2).



**Figura 2. Diagrama de flujo de la elaboración del queso tipo mezcla semicurado**

### **5.3. Preparación de las muestras para los análisis físico-químicos**

#### **5.3.1. Leche:**

Antes del análisis se pone la muestra a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y se mezcla cuidadosamente. Si no se obtiene una dispersión homogénea de la materia grasa, se calienta lentamente la muestra a  $40^{\circ}\text{C}$ , se mezcla nuevamente y se enfría nuevamente a  $20^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

#### **5.3.2. Queso:**

Se retira, antes del análisis, la corteza o parte superficial del queso, con el fin de obtener una muestra para el ensayo representativa del queso tal como es normalmente consumido. Se muele la muestra con un dispositivo adecuado, se mezcla rápidamente la parte molida y, si es posible, moler y mezclar bien una segunda vez, para garantizar una homogenización correcta. Si la muestra no puede molerse, se mezcla con cuidado amasándola enérgicamente. Se conserva en un recipiente herméticamente cerrado hasta el momento del análisis.

### **5.4. Determinaciones físico-químicas**

Las determinaciones de la leche utilizada para cada fabricación se realizaron en el Laboratorio Estatal de la Leche en Pachuca Hidalgo y las muestras de queso se llevaron a cabo al inicio, medio y final de maduración (38 días)

#### **5.4.1. Determinaciones Físicoquímicas de la leche (acidez, proteína, materia grasa, lactosa y punto de congelación)**

Estas determinaciones se llevaron a cabo mediante el equipo de MilkoSan FT6000, el cual emplea un sistema compacto de infrarrojos con un rayo, una cubeta y un detector. El sistema se basa en la técnica de FTIR (Fourier Transform

Infrared Spectroscopy), en el cual hace un escaneo del espectro entero de infrarrojos, dando los parámetros composicionales en las muestras de leche.

#### **5.4.2. Determinaciones Fisicoquímicas del queso**

##### **5.4.2.1. Determinación de pH**

En un vaso de precipitado se pesaron 10 g de queso triturado y sin corteza, se añadieron 50 mL de agua destilada y se agitó vigorosamente durante unos 30 seg., con el fin de dispersar lo más posible la muestra. Se realizó la medida del pH sobre la suspensión del queso, con un potenciómetro (Mod. Oakton) previamente calibrado con los buffers de pH 4 y 7. Se tomaron las mediciones inmediatamente (Hooi *et al.* 2004).

##### **5.4.2.2. Determinación de extracto seco total**

El extracto seco del queso es la masa, expresada en porcentaje ponderal, que queda después del proceso de desecación. La precisión del método es de  $\pm 0,1\%$ , cuya referencia se basa en la Norma IDF (1958).

Se colocaron 20 g de arena de mar y un agitador de vidrio en una cápsula de aluminio. Se dejó secar la cápsula con la arena y el agitador en la estufa de desecación (Marca Felisa) hasta peso constante. Posteriormente se colocaron 3g de la muestra de queso preparada y se pesó nuevamente. La arena y el queso se trituraron conjuntamente, al término de este proceso se puso la cápsula en la estufa hasta obtener un peso constante. Los resultados se expresan por diferencia de peso.

##### **5.4.2.3. Determinación del contenido en cloruros**

En un matraz Erlenmeyer se colocaron 2 g de queso, posteriormente se añadió 25 ml de nitrato de plata 0,1N y 25 ml de ácido nítrico (70% de pureza). Esta mezcla se calentó a ebullición, posteriormente se agregó 10 ml de una solución saturada de permanganato potásico y se mantuvo a una suave ebullición durante 5 minutos,

inmediatamente después se colocó a la mezcla 100 ml de agua fría y 5 ml de sulfato férrico amónico (solución saturada). A continuación se procede a titular la solución con tiocianato de potasio 0,1N. Se realizó un ensayo en blanco con 2 ml de agua destilada en lugar de 2 g de queso.

Se calculó el contenido en cloruros, en % en masa, mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ cloruros} = (V1 - V2) \cdot f \cdot T/m$$

Donde:

V1 = Volumen en ml de la solución de tiocianato, utilizado para el ensayo en blanco.

V2 = Volumen en ml de solución de tiocianato, utilizado para la muestra.

T = Título de la solución de tiocianato.

m = masa en gramos de la muestra tomada.

f = Factor para expresar el resultado en % de cloruros.

Los valores numéricos son:

f = 3,55 para % Cl<sup>-</sup>

f = 5,85 para % ClNa.

f = 7,46 para % ClK.

#### **5.4.3.3. Determinación del contenido en grasa**

Para la determinación de la materia grasa en el queso, se describe como método de rutina el clásico método acidobutirométrico según Van Gulik y como método de referencia un método gravimétrico, basado en el principio de Schmid-Bondzynski-Ratzlaff (SBR), y que corresponde a la norma FIL 5B-1986.

Se pesaron 3g de queso y se introdujeron al vaso contenedor del butirómetro especial para queso, se adicionó ácido sulfúrico (densidad 1,522 ± 0,05 g/ml) hasta que el nivel del ácido sobrepase unos 2 mm del vaso contenedor. A

continuación se tapó el butirómetro y se colocó en un baño de agua caliente (65°C) por 15 minutos e inmediatamente se adicionó 1 ml de alcohol isoamílico (densidad 0.80-0.81 g/ml), se ajustó con más ácido sulfúrico hasta la marca de 35% en la escala del butirómetro. Se centrifugó en una centrífuga tipo Gerber por 10 minutos y se tomó la lectura en forma directa de la escala.

#### **5.4.3.4. Determinación de cenizas**

Se entiende por contenido en cenizas de la leche el producto resultante de la incineración del extracto seco, expresado en porcentaje en peso, obtenido según el procedimiento descrito a continuación (Casado, 1991).

Después de poner la cápsula de porcelana a peso constante, se agregaron 10g de queso y se procedió a desecar en una estufa de desecación a  $102\pm 2^\circ\text{C}$  durante 24 horas. Posteriormente se introdujo en la mufla a  $650^\circ\text{C}$  durante 12 horas.

Los resultados se obtuvieron de la siguiente forma:

$$\text{Cenizas \%} = (M-m)/P \times 100$$

Siendo:

M = peso de la cápsula y de las cenizas después de la incineración y enfriamiento posterior.

m = peso de la cápsula vacía.

P = peso en gramos de la leche empleada en la determinación de las cenizas.

#### **5.4.3.5. Determinación de nitrógeno y proteína total**

Se entiende por contenido en proteínas de la leche el contenido en nitrógeno expresado en porcentaje en peso y multiplicado por el factor de conversión, que se determina por el método expuesto a continuación, el cual corresponde al descrito en la norma FIL - 20 de la Federación Internacional de Lechería.

La determinación del nitrógeno total se realizó por aplicación del método Kjeldahl y con la utilización del equipo Kjeldahl (Figura 3), para ello, un gramo de muestra se trató con ácido sulfúrico en presencia de óxido de mercurio como catalizador con

objeto de transformar el nitrógeno de los compuestos orgánicos en nitrógeno amoniacal. El amoníaco se libera por adición de hidróxido de sodio, se destila y se recoge a una solución de ácido bórico. Y a continuación se valora el amoníaco con ácido clorhídrico al 0.1N.

Se calculó el contenido en nitrógeno total mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Nitrógeno total (\%)} = [1.40 \times N (V1 - V0)]/P * 6.38$$

Donde:

N = normalidad del ácido clorhídrico.

V1 = Volumen en mililitros de ácido clorhídrico utilizado en la determinación.

V0 = Volumen en mililitros de ácido clorhídrico utilizado en el ensayo en blanco.

P = Peso en gramos de la leche empleada en el análisis.

**Figura 3. Equipo Kjeldahl**



#### **5.4.3.6. Determinación del perfil de textura (TPA)**

El análisis de perfil de textura se llevo a cabo en un texturometro TAX2i, (Figura 4) la prueba consistió en comprimir 2 veces consecutivas un pedazo de muestra, con un embolo de una pulgada de diámetro; se empleó una celda de carga de 5

kg. Se comprimieron 3 cubos de queso de 3 x 3 cm por cada corrida experimental hasta un 20%. En la figura 3 se muestran los cambios producidos en el alimento y detectados por un texturometro. Esta prueba se realizó de acuerdo a lo reportado por Corre-Gannere, (1995).

De esta manera se obtuvieron gráficas características del queso en los que se midieron los parámetros de:

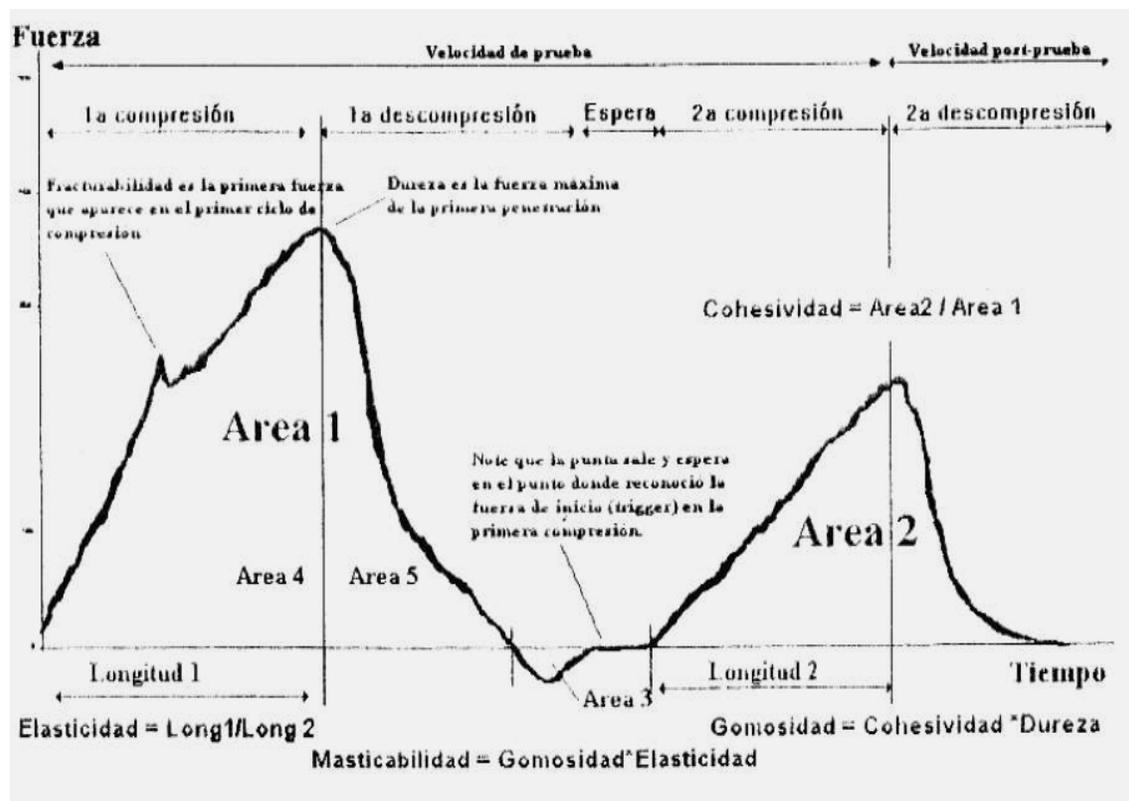
Dureza: es la altura en cm del pico máximo de la grafica.

Cohesividad: razón entre las áreas de las curvas correspondiente solo a las bajadas del embolo.

Elasticidad: que se define como la altura que recobra el alimento durante tiempo que pasa entre el final de la primera compresión y el máximo de la segunda.

También se determinó gomosidad, adhesividad y masticabilidad.

**Figura 4. Determinación de perfil de textura**



Fuente: (Textura Technologies, 2002)

## **5.5. Determinaciones Microbiológicas.**

### **5.5.1. Toma y preparación de Muestras**

Para la realización de los análisis microbiológicos se tomaron muestras de quesos, a los 3, 21 y 38 días de maduración, manteniéndolas en congelación hasta el momento de su análisis. La toma de muestras se realizó extrayendo una porción central de queso (25 g) utilizando para ello cuchillos esterilizados.

Las muestras (25 g) se introdujeron en bolsas para stomacher de 400 mL de capacidad y se diluyeron en 225 mL de la solución de Ringer  $\frac{1}{4}$  (Anexos), realizándose la homogenización en un Stomacher IUL Instruments durante 4 minutos. A partir de ésta solución se prepararon una serie de diluciones decimales" ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ , etc.), que se utilizaron posteriormente para realizar los recuentos de unidades formadoras de colonias.

### **5.5.2. Recuento de colonias aerobias mesófilas**

En varias placas Petri estériles se vertieron entre 15 y 20 mL de agar para métodos estándar (PCA) previamente licuado y enfriado a 47 °C. Se dejó a que se solidificara en una superficie horizontal. Se realizaron diluciones seriadas en la solución de Ringer  $\frac{1}{4}$  en las muestras de queso y se sembró por triplicado. Para ello, se colocaron 50  $\mu$ l en el agar solidificado. Posteriormente se introducen las placas en la estufa de incubación (Craft) a una temperatura de 30 °C durante 72 horas. Transcurrida la incubación, se realiza el recuento de las colonias utilizando un contador de colonias (Marca Cisa).

### **5.5.3. Recuento de Enterobacterias lactosa-positivas (coliformes)**

Para realizar el recuento de coliformes totales se utilizó el método de detección en medio líquido por el NMP (Número Más Probable) de ICMSF, 1982 (International Comisión of Microbiology and Safety of Foods). Se preparó una gradilla de tres series de tres tubos por cada dilución. Cada tubo contendrá 10 mL de BGBL y

provistos de campana Durham. En cada uno de los tubos de la primera serie, se vierte 1 mL de la dilución de la muestra 1:10. En cada uno de los tubos de la segunda serie, se colocó 1 mL de la dilución de la muestra al 1:100. En cada uno de los tubos de la tercera serie, se usó 1 mL de la dilución de la muestra al 1:1000. Se incubaron las 3 series de tubos a  $31 \pm 1$  °C, haciendo lecturas a las 24 y 48 horas. Se anotan como positivos los tubos que muestren producción de gas por lo menos en 1/10 parte de su volumen de la campana Durham.

Con el número de tubos positivos en cada serie, se consulta la Tabla del Número Más Probable, donde se obtendrá el recuento por gramo y mililitro de muestra.

#### **5.5.4. Recuento de bacterias psicotrofas**

Se ha seguido la misma técnica que para la determinación de microorganismos aerobios mesófilos, sólo que la incubación es a 7 °C durante 7 días.

#### **5.5.5. Recuento de mohos y levaduras**

Se ha utilizado el método de recuento en superficie (Pascual, 1982). Una vez preparada la muestra, se procedió a sembrar la cantidad de 50 µl sobre las placas Petri conteniendo agar Sabouraud se colocan en la estufa a 30 °C durante 48 horas.

### **5.6. Determinación de caracteres organolépticos de los productos mediante paneles de cata**

Para la realización del análisis sensorial se acudió a público en general y sin entrenamiento (34 panelistas). Se realizó una prueba de descripción, que como se indicó en la introducción, este tipo de pruebas tiene la finalidad de conocer o marcar la naturaleza, sentido y magnitud de las muestras, así como definir algunas propiedades y poderlas medir de forma objetiva. Para la realización del análisis

sensorial se dispuso de una sala con sillas para que los catadores estuvieran lo más cómodo posibles. A cada uno de ellos se les proporcionó un vaso con agua para lavar la boca entre muestra y muestra. La muestra a degustar por el catador fue proporcionada de tal manera que no había contacto alguno con las muestras originales y con el exterior. Todos los panelistas rellenaron un cuestionario que se les proporcionó al iniciar el análisis.

Los quesos, al término de la maduración, se colocaron en refrigeración y unas horas antes de iniciar la prueba de cata se cortaron en trozos pequeños y procurando que fueran del mismo grosor para evitar interferencias visuales por diferencias de tamaño.

Al terminar cada sesión de degustación se solicitó al catador una evaluación global sobre las características del queso, lo que permitió obtener conclusiones sobre la importancia relativa de las cuestiones formuladas. En los anexos se pueden observar el cuestionario aplicado a los catadores.

### **5.7. Análisis estadístico**

Se utilizó un diseño completamente al azar, realizando un análisis de varianza utilizando pruebas de comparación de medias por el método de Duncan ( $P < 0.05$ ) para los resultados reológicos y de textura, y pruebas de comparación de medias por el método de Duncan ( $P < 0.05$ ) para los resultados fisicoquímicos, donde las magnitudes de los parámetros son más pequeñas y por lo tanto se requiere de un método más sensible. Todos los análisis se hicieron usando el software estadístico SAS versión 6.03 (SAS Inst., Inc., Cary, N.C).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Resultados de los análisis Físicoquímicos de la leche

El factor que influye en la calidad química de la leche es su composición. Esta es importante porque influye en el rendimiento quesero (cantidad de queso obtenida a partir de un volumen determinado de leche). Cuanto mayor sea el contenido en grasa y proteína de una leche, mayor será su rendimiento quesero. La composición de la leche se ve sometida a factores de variación que pueden dividirse en genéticos y no genéticos o ambientales (Tornadijo, *et al.*, 1998).

En los cuadros 9, 10 y 11 se pueden observar los valores medios (por triplicado) de la composición global de la leche de vaca, oveja y la mezcla realizada.

**Cuadro 9. Valores medios y desviación estándar de la composición global de la leche de vaca**

Variable	Leche de vaca			
	Media Aritmética	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
<b>Punto de Congelación</b>	-0.530	-0.530	-0.530	0
<b>Acidez (°Dornic)</b>	17.0	17.0	17.0	0
<b>Extracto Seco (%)</b>	12.02	11.94	12.06	0.056
<b>Proteínas (%)</b>	2.65	2.63	2.66	0.014
<b>Lactosa (%)</b>	4.33	4.32	4.34	0.008
<b>Grasa (%)</b>	4.18	4.13	4.21	0.002

**Cuadro 10. Valores medios y desviación estándar de la composición global de la leche de oveja**

Variable	Leche de oveja			
	Media Aritmética	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
<b>Punto de Congelación</b>	-0.530	-0.530	-0.531	0.004
<b>Acidez (°Dornic)</b>	19.0	19.0	19.0	0
<b>Extracto Seco (%)</b>	19.35	19.33	19.37	0.016
<b>Proteínas (%)</b>	5.85	5.83	5.86	0.014
<b>Lactosa (%)</b>	3.89	3.89	3.90	0.004
<b>Grasa (%)</b>	8.76	8.74	8.80	0.024

**Cuadro 11. Valores medios y desviación estándar de la composición global de la leche mezcla**

Variable	Leche Mezcla			
	Media Aritmética	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
<b>Punto de Congelación</b>	-0.530	-0.530	-0.530	0
<b>Acidez (°Dornic)</b>	20.0	20.0	20.0	0
<b>Extracto Seco (%)</b>	14.52	14.48	14.60	0.054
<b>Proteínas (%)</b>	3.67	3.65	3.69	0.018
<b>Lactosa (%)</b>	4.20	4.18	4.21	0.014
<b>Grasa (%)</b>	5.76	5.73	5.81	0.035

El punto de congelación es uno de los parámetros más importantes a la hora de medir la calidad de la leche, puesto que este representa en forma global si existe alguna posible adulteración, ya sea por la adición de agua o por sólidos no lácteos como féculas de maíz, harinas, etc.

Los resultados obtenidos en los tres tipos de leches estudiadas, se encuentran dentro del rango establecido por la Norma Oficial Mexicana (155-SCFI-2001), que menciona que los resultados del punto crioscópico (punto de congelación) para la leche cruda de vaca es de -0.530 a -0.560. Desafortunadamente en este documento no señala valores para otros tipos de leche como oveja, cabra, etc. Sin embargo, autores como Luquet, *et al.*, (1991) y Pardo *et al.*, (1995) mencionan que el punto de congelación de leche de oveja se encuentra entre -0.570 a -0.580, y -0.604 para leche de oveja de la raza Manchega, ligeramente más alto a los reportados en este estudio, esto se debe principalmente a la raza del animal, la alimentación, medio ambiente, etc.

Los resultados medios de acidez obtenidos en este estudio fueron de 17.0°D para la leche de vaca, 19.0°D para leche de oveja y 20°D para la leche tipo mezcla. Estos resultados concuerdan con los reportados por Walstra, *et al.*, (2001); donde menciona que los valores promedio de una leche normal y dependiendo de la raza del animal, se encuentran en un rango de 14 a 21°D. Con respecto a la leche de oveja y de acuerdo con Luquet, *et al.* (1991) menciona que la leche de oveja se sitúa en el rango entre 18 y 22 °D.

La Norma Oficial Mexicana (155-SCFI-2001) indica que para leche de vaca cruda, el valor promedio deberá estar comprendido entre 13 y 16°D, los resultados obtenidos en este estudio para el mismo tipo de leche se encuentran ligeramente más altos, esto no significa que la leche sea de mala calidad y no se pueda utilizar para la fabricación del queso, ya que la acidez representa en forma general la medida de la cantidad de ácido láctico formado en la leche.

El valor medio de extracto seco fue de 12.02% para la leche de vaca, este valor esta por arriba a los reportados por Hernández, *et al.* (1998) que menciona resultados de 11.83% para leche de vaca de la raza Holstein Friesian, en Cuba. Sin embargo, diversos autores como Schlimme y Buchheim (2002), da resultados de 13.0% para leche de la raza Holstein alemana, ligeramente más altos a los

obtenidos en este estudio. Esta variabilidad se debe principalmente a factores genéticos, fisiológicos y ambientales, como se había mencionado anteriormente. Respecto a los resultados obtenidos para la leche de oveja coinciden con los reportados por Schlimme y Buchheim (2002), y Pardo *et al.* (1995) que reportan valores de 19.30%, y 19.24% respectivamente, muy similares a los resultados obtenidos.

Con respecto a los datos obtenidos del extracto seco de la leche tipo mezcla (14.52%), coinciden con los reportados por Ponce de León *et al.*, 2002 (11.48%). Sin embargo, estos resultados dependen de diversos factores de los cuales se pueden mencionar al tipo de la raza del animal, el porcentaje utilizado para la realización de la mezcla, la alimentación, etc.

Los valores medios de proteína registrados en este estudio, para los tres tipos de leche concuerdan con los resultados de Pardo *et al.* (1995), que mencionan porcentajes de 5.66 para leche de oveja de la raza Manchega, así también de la raza Sarda italiana y Awassi de Australia que registran valores de 5.99% y 5.58% respectivamente (Nudda, *et al.* 2002). Con respecto a la leche de vaca, los datos obtenidos se encuentran por debajo a la Norma Oficial Mexicana (155-SCFI-2001) en la cual menciona que la leche de vaca debe tener como mínimo un 3% de proteína, esto puede ser debido principalmente a la raza del animal, el medio ambiente, etc., la leche es tan variable que inclusive varía dentro de una misma especie.

La lactosa es el carbohidrato más importante de la leche, el contenido de lactosa varía mucho entre las especies. Los niveles de lactosa aumentan durante la fase calostrual y permanecen en la leche a un nivel muy constante alrededor del 4.7%; el rango natural máximo de variación en la vaca se sitúa entre el 4.5% y el 5.2%, el cual incluye las influencias de la alimentación y de los intervalos de lactación (Schlimme y Buchheim, 2002).

En base a lo anterior y comparando los resultados obtenidos para la leche de vaca, se puede mencionar que son similares, así también a los reportados por Cichoscki, *et al.*, 2002 y 155-SCFI-2001NOM, que dan valores de 4.43% y 4.3 – 5.0%.

Para la leche mezcla se obtuvo un valor muy similar a Carbonero, *et al.* (1995) que realizaron un análisis físico-químico de una leche mezcla (vaca+cabra+oveja) dando valores para la lactosa de 4.27%. Sin embargo para la leche de oveja se obtuvieron resultados por debajo a los reportados por diferentes autores (Nudda, *et al.*, 2002, Pardo, *et al.*, 1995) para diferentes razas de oveja, sin embargo esto se puede explicar debido a que la leche de oveja obtenida para este estudio, es utilizada exclusivamente para producción de carne y no para leche, que esta influenciada a su vez por la alimentación que se le da al ganado.

El contenido graso de la leche depende mucho de la raza, alimentación y manejo de los animales, de la fase de lactación y del cuidado puesto en el ordeño. La última leche obtenida es precisamente la más rica en grasa. En la leche de oveja, la tasa de grasa al principio de la lactación está alrededor del 5%, para aumentar hasta el 10%, o más hacia el final de la lactación (Scholz, 1997).

Los resultados obtenidos en este estudio para la leche de oveja se encuentran en el rango establecido en el apartado anterior con 8.76% y muy similar al contenido de materia grasa para la oveja Merino de Australia con 8.31% (Nudda *et al.*, 2002).

La leche de vaca presentó resultados ligeramente más altos a los reportados por Cichoscki, *et al.* 2002 y Mendoza y Oyón, 2002, con 3.98% y 3.17% respectivamente, lo cual favorece a la hora de realizar la mezcla de las leches y obtener un buen porcentaje de materia grasa para elaborar el queso. Por último el contenido de grasa de la leche mezcla dio un resultado de 5.76%, un buen

porcentaje para la fabricación de este tipo de queso, además de favorecer los componentes parcialmente responsables del flavor y aroma, así como también el cuerpo del queso semimaduro como se verá más adelante en los resultados de la composición físico-química de los quesos elaborados.

## **6.2. Resultados Físico-químicos de los quesos elaborados con leche de vaca, mezcla y su comportamiento durante la maduración**

Los siguientes cuadros y figuras muestran los valores obtenidos para las variables: extracto seco, humedad, proteína, grasa, cenizas y cloruro sódico, en las muestras de queso, al inicio, medio y final de maduración de las dos fabricaciones realizadas (con leche de vaca y con tipo mezcla)

### **6.2.1. Evolución del extracto seco y humedad**

El contenido en sólidos totales, determinado mediante el extracto seco, evolucionó durante la maduración de forma similar en las dos fabricaciones realizadas, con valores al inicio fueron de 41.32% y 47.16% para el queso elaborado con leche de vaca y leche mezcla. Al final de la maduración existieron diferencias significativas en las dos fabricaciones (Cuadro 12). Cabe destacar que el extracto seco, al principio de la maduración, será tanto más elevado cuanto mayor sea la cantidad del suero liberado, (Scott 2002).

El contenido de humedad en el interior del queso disminuyó continuamente durante la maduración en las dos fabricaciones, estos se puede explicar debido a que cuando el extracto seco aumenta, la humedad disminuye en forma proporcional (Figura 5). Los valores al final de la maduración fueron de 55.06% para el queso elaborado con leche de vaca y de 46.34% para la fabricación realizada con leche mezcla. Estos valores son comparables a los reportados por

Fernández-Salguero, *et al.*, (1990), Duquense, *et al.*, (1995), Rodríguez, *et al.*, (2000) y Ponce de León, *et al.*, (2002), los resultados que estos autores mencionan están entre un rango de 40.68% a 46.78% para quesos elaborados con leche mezcla. Con respecto a los valores encontrados para el queso fabricado con leche de vaca son similares al queso tetilla con 51.5% elaborado en España (Menendez *et al.*, 2004), y a los quesos Regusano con 2 meses de maduración y elaborado en Italia (Licitra, *et al.*, 2000) y el queso Terrincho de Portugal (Pinho, *et al.*, 2005) que reportan valores de 54.65 y 54.48% respectivamente.

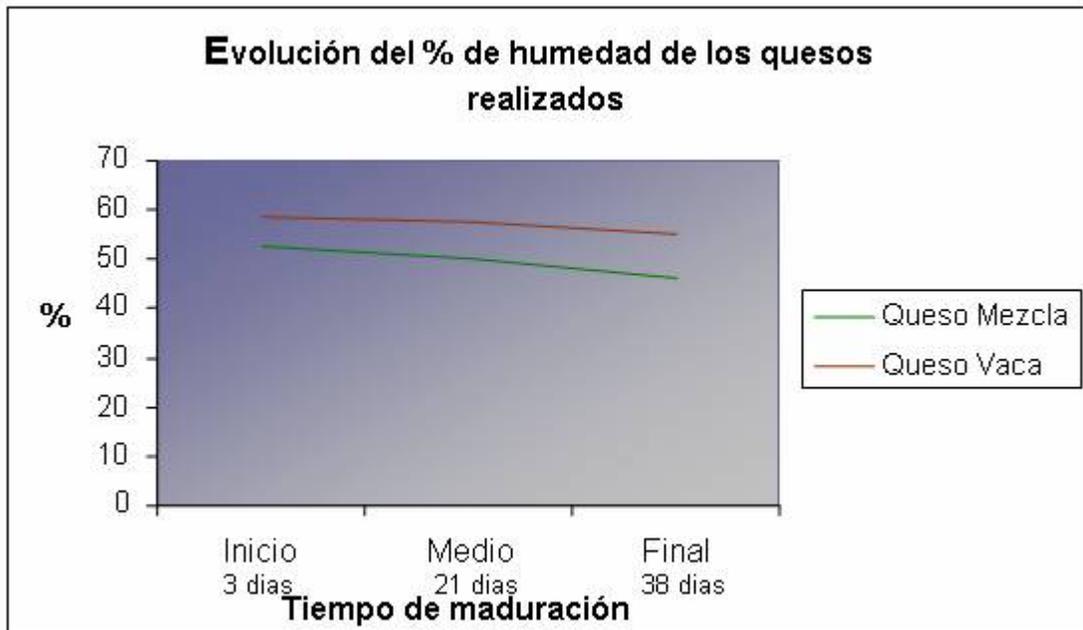
Un aspecto importante que hay que tomar en cuenta es que, en base al contenido medio de humedad al final de la maduración, los quesos estudiados pueden ser considerados en la categoría de semiblandos y semiduros (Varnam y Sutherland, 1995).

**Cuadro 12 Valores medios de extracto seco (%) durante la maduración de las dos fabricaciones estudiadas**

<b>Días de maduración</b>	<b>Queso (leche vaca) (n=3)</b>	<b>Queso (leche mezcla) (n=3)</b>
Inicio (3)	41.32 <sup>e</sup> ± 1.204	47.16 <sup>c</sup> ± 0.833
Medio (21)	42.36 <sup>e</sup> ± 1.008	50.09 <sup>b</sup> ± 0.233
Final (38)	44.94 <sup>d</sup> ± 0.516	53.66 <sup>a</sup> ± 0.292

a,b,c, diferencias significativas  $p < 0.05$  (test de Duncan) entre los lotes durante el proceso de maduración.  
n (número de réplicas)

Figura 5



### 6.2.2. Evolución del contenido en cenizas

Con respecto al contenido de cenizas de las dos fabricaciones realizadas (cuadro 13) no se han encontrado diferencias significativas, al final de la maduración de las dos fabricaciones realizadas. Las cenizas, se incrementan paulatinamente durante la maduración (3 a 38 días), esto puede ser debido a la penetración de la sal al interior y al aumento de sólidos totales. Los valores encontrados son similares a los reportados por Imm, et al., 2003 y Madadlou, et al., 2005, que mencionan resultados de entre 4.38 y 4.57% para quesos elaborados con leche de vaca, como son el Tetilla (queso elaborado en España) y el Iranian (queso elaborado en Irán).

**Cuadro 13 Valores medios del % de cenizas durante la maduración de las dos fabricaciones estudiadas**

<b>Días de maduración</b>	<b>Queso (leche vaca) (n=3)</b>	<b>Queso (leche mezcla) (n=3)</b>
Inicio (3)	4.28 <sup>b</sup> ± 0.233	3.37 <sup>e</sup> ± 0.159
Medio (21)	4.08 <sup>b</sup> ± 0.012	3.44 <sup>e</sup> ± 0.053
Final (38)	4.89 <sup>a</sup> ± 0.159	4.6 <sup>a</sup> ± 0.029

a,b,c, diferencias singnificativas  $p < 0.05$  (test de Duncan) entre los lotes durante el proceso de maduración.

n (número de réplicas)

### 6.2.3. Evolución del contenido en cloruro sódico

La contribución del cloruro de sodio al sabor, cuerpo, textura y maduración del queso es un hecho conocido y la presencia del mismo es debida tanto a los procesos de elaboración como a las características de los diferentes tipos de leche utilizados. El contenido de la sal en el queso, es un factor determinante durante el proceso de maduración ya que si es demasiado bajo pueden aparecer sabor extraños, incluso rancios, además, si dicho contenido es demasiado elevado, el sabor del queso se desarrolla lentamente (Pérez, 2000).

Debido a la disminución en el contenido de humedad, y la difusión del cloruro de sodio desde la corteza al interior, el contenido de ésta sal se incrementó con el tiempo de maduración (Cuadro 14). Podemos observar que los valores encontrados presentan diferencias significativas de los dos procesos, siendo el de mayor contenido en cloruro sódico al queso elaborado con leche de vaca.

**Cuadro 14 Valores medios del % de cloruros durante la maduración de las dos fabricaciones estudiadas**

Días de maduración	Queso (leche vaca) (n=3)	Queso (leche mezcla) (n=3) D.E.*
Inicio (3)	2.31 <sup>b</sup> ± 0.087	1.30 <sup>d</sup> ± 0.012
Medio (21)	2.79 <sup>a</sup> ± 0.040	1.36 <sup>d</sup> ± 0.070
Final (38)	2.83 <sup>a</sup> ± 0.111	1.62 <sup>e</sup> ± 0.192

a,b,c, diferencias singnificativas  $p < 0.05$  (test de Duncan) entre los lotes durante el proceso de maduración.  
n (número de réplicas)

Respecto a las diferencias encontradas en este trabajo son más bien debidas a que cuando el queso se sumerge en una salmuera, la diferencia de concentración entre la fase acuosa del queso y la salmuera provoca intercambios entre ambos, debido a fenómenos de difusión y ósmosis, lo cual estaría mediado por pequeñas diferencias en las características de sorción de las cuajadas, que pueden ser debidas a la influencia de los cultivos iniciadores, en la velocidad de acidificación y en el pH final obtenido en la cuajada y durante los primeros días de maduración.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Licitra *et al.*, 2000 y Urdiales *et al.*, 1999, que reportan valores de 2.34% y 1.61% para quesos elaborados con leche de vaca y con leche mezcla (oveja-vaca-cabra) con un tiempo de maduración de entre 30 y 60 días.

#### **6.2.4. Evolución del contenido en grasa**

Con respecto a la materia grasa en el queso debemos hacer hincapié en que da influencia en la elasticidad del mismo, debido a la interacción existente entre la membrana superficial del glóbulo graso y la matriz de proteínas, aunque el impacto de este hecho parece disminuir en el queso madurado ya que, en este caso, la membrana del glóbulo graso aparece generalmente rota (Van Vliet y

Dentener-Kikkert 1982). Otros autores como Nájera *et al.* (1993), Stampanoni y Noble (1991), han dicho que la grasa del queso favorece su adhesividad mejorando la homogeneidad de la pasta y confiriendo un aspecto cremoso, observándose, además, que altos contenidos de grasa proporcionan menor firmeza y un aumento de la elasticidad. Finalmente la grasa es un componente fundamental por su participación en la formación del aroma del queso y en sabor del mismo (Catalano *et al.* 1985; Nájera *et al.* 1993).

Los resultados obtenidos en las dos fabricaciones realizadas y el comportamiento durante la maduración son muy similares entre ambas, como se puede apreciar en la Figura 6, que los valores para el inicio de la maduración del queso mezcla y del queso elaborado con leche de vaca presentan resultados de 27.5 y 28.1% respectivamente. Al final de la maduración los resultados no presentan diferencias significativas, con resultados en ambos casos del 30%. Estos resultados son comparables a los reportados por Fernández-Salguero *et al.*, 1990; Duquense, *et al.*, 1995 y Urdiales *et al.*, 1999 que mencionan valores de 30.1%, 27.5% y 32.6% respectivamente para quesos elaborados con leche mezcla de oveja-vaca y en algunas ocasiones con leche de cabra.

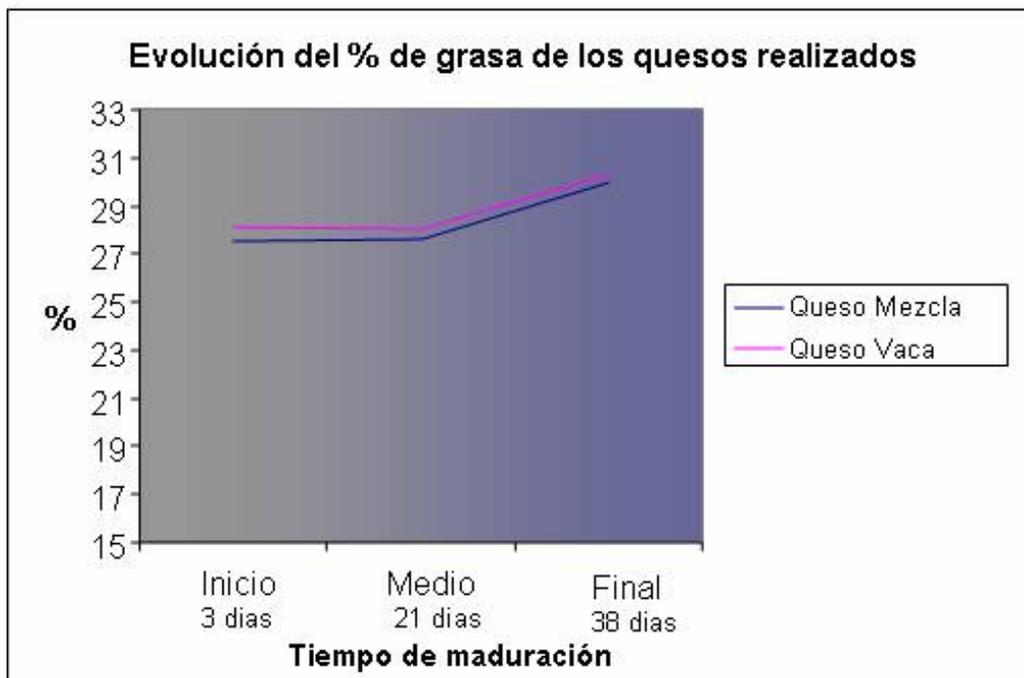
Los resultados encontrados con respecto al queso elaborado con leche de vaca, también se pueden comparar con quesos de leche de vaca con el mismo tiempo de maduración, tales como el queso Regusano de origen italiano que da valores de 28% (Licitra, *et al.*, 2000) y un queso elaborado en Estados Unidos con 31.58% (Jaeggi, *et al.*, 2003).

Las pequeñas diferencias encontradas están estrechamente relacionadas con la composición química de la leche de partida, ya que la grasa es degradada por varias lipasas (esterasas) en ácidos no grasos, los cuales pueden posteriormente ser degradados en componentes aromáticos por varias enzimas. Durante la maduración de los quesos semicuados tiene una actividad lipolítica baja, como es

el caso de este estudio y como se ha mencionado anteriormente la evolución durante la maduración y las pequeñas diferencias encontradas se deben principalmente a la riqueza de la leche de partida.

Las pequeñas diferencias encontradas están estrechamente relacionadas con la composición química de la leche de partida, ya que la grasa degradada por varias lipasas (esterasas) en ácidos no grasos, los cuales pueden posteriormente ser degradados en componentes aromáticos por varias enzimas. Durante la maduración de los quesos semicuados tiene una actividad lipolitica baja, como es el caso de este estudio y como se ha mencionado anteriormente la evolución durante la maduración y las pequeñas diferencias encontradas se deben principalmente a la riqueza de la leche de partida.

**Figura 6**



Obtenidos para leche de vaca se pueden comparar con los reportados por Licitra *et al.* (2000), Imm *et al.* (2003) y Jaeggi *et al.* (2003) para quesos Regusano (26.25%), Mozzarella (26.07%) y Queso duro (25.06%) respectivamente. Con respecto a los resultados del queso elaborado con leche mezcla son similares a los de Ponce de León, *et al.* (2002), y Urdiales, *et al.* (1999), con 28.31% y 23.88% respectivamente.

Los cambios en la fracción proteica del queso se deben a la actividad de diferentes enzimas cuya procedencia puede ser la propia leche, las bacterias que contaminan la leche, el cuajo o enzima coagulante, las bacterias lácticas o los microorganismos de la flora secundaria. (Menéndez *et al.*, 1999).

**Cuadro 15 Valores medios del % de proteínas durante la maduración de las dos fabricaciones estudiadas**

Días de maduración	Queso (leche vaca) (n=3)	Queso (leche mezcla) (n=3)
Inicio (3)	26.07 <sup>c</sup> ± 0.491	27.38 <sup>ba</sup> ± 0.037
Medio (21)	28.09 <sup>a</sup> ± 0.283	26.39 <sup>bc</sup> ± 0.386
Final (38)	27.43 <sup>ba</sup> ± 0.329	25.62 <sup>c</sup> ± 0.997

a,b,c, diferencias significativas  $p < 0.05$  (test de Duncan) entre los lotes durante el proceso de maduración.  
n (número de réplicas)

### 6.2.5. Evolución de textura durante la maduración de los quesos realizados

En el Cuadro 16 se muestra el Análisis de Perfil de Textura realizado a los quesos madurados con leche de vaca y una mezcla de leche de vaca y de oveja (30%+70% respectivamente) se observa que la dureza del queso de vaca aumentó conforme avanzó el tiempo, los valores fueron de 5.92 g al inicio del almacenamiento y 27.63 g a los 38 días para el queso testigo y para el queso con

la mezcla de leches fue de 6.36 g para los 3 días, y de 44.96 g a los 21 días, quedando con un valor final de 51.86 g a los 38 días. Al respecto Lucey *et al.* (2003) reportan que la dureza de los quesos puede ser atribuida a los cambios que sufre el producto por su envejecimiento. Los parámetros que se alteran durante el almacenamiento son el pH, pérdida de humedad, disolución de Ca y proteólisis así como su contenido de grasa. La cohesividad y elasticidad no muestran diferencia significativa de acuerdo al ANOVA, que se les realizó a excepción de la cohesividad que a los 21 días sufre cambios, ya que esta aumenta en el queso elaborado con la mezcla de leches. La adhesividad, gomosidad y masticabilidad no muestran diferencias a través del tiempo, sin embargo el queso elaborado con la mezcla muestra un efecto similar al que sucedió en la cohesividad. Estos datos concuerdan con lo reportado por Pinho y *et al.* (2004), quienes informan que este comportamiento se puede atribuir al pH, que provoca una disociación progresiva de las submicelas dentro de los agregados de las caseínas. En el Cuadro 16 se observa que el queso recién elaborado es de textura suave pero después de 38 días de almacenamiento las caseínas muestran una alta hidrólisis por lo que éstos endurecen.

**Cuadro 16. Análisis de Perfil de Textura (ATP) de Quesos de Corta Maduración Elaborados con Leche Mezcla (vaca y oveja) y Leche de Vaca**

Días	Tratamiento	Dureza g	Cohesividad (-)	Adhesividad g.s.	Elasticidad cm	Gomosidad	Masticabilidad
Inicio (3)	Q. V.	5.92 <sup>a</sup>	1.17 <sup>a</sup>	45.09 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	6.92 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>
	Q. O. 30%+ Q.V. 70%	6.36 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>	2.42 <sup>a</sup>	3.31 <sup>a</sup>	8.45 <sup>a</sup>	27.96 <sup>a</sup>
Medio (21)	Q. V.	27.63 <sup>a</sup>	1.08 <sup>a</sup>	65.88 <sup>a</sup>	10.41 <sup>a</sup>	29.84 <sup>a</sup>	312.42 <sup>a</sup>
	Q. O. 30%+ Q.V. 70%	44.96 <sup>a</sup>	88.88 <sup>a</sup>	198.41 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>	1.07 <sup>ab</sup>	1.08 <sup>ab</sup>
Final (38)	Q. V.	27.63 <sup>a</sup>	1.08 <sup>a</sup>	65.88 <sup>a</sup>	10.41 <sup>a</sup>	29.84 <sup>a</sup>	310.63 <sup>a</sup>
	Q. O. 30%+ Q.V. 70%	51.86 <sup>a</sup>	1.06 <sup>a</sup>	28.16 <sup>b</sup>	58.6 <sup>a</sup>	45.99 <sup>a</sup>	2695.01 <sup>a</sup>

a,b,c, diferencias singnificativas  $p < 0.05$  (test de Duncan) entre los lotes durante el proceso de maduración. Q.V. (queso elaborado con leche de vaca), Q.O. + Q.V. (queso elaborado con leche mezcla

### 6.3. Resultados Microbiológicos de los quesos elaborados con leche de vaca y mezcla al final de la maduración

A continuación se presentan los resultados de los recuentos de los análisis microbiológicos, realizados al final de la maduración de las dos fabricaciones (Cuadro 17). Todos los valores medios obtenidos para el recuento total de mesófilos aerobios, coliformes, hongos y levaduras y psicotrofos, estuvieron dentro del límite que marca la Norma Oficial Mexicana para quesos semimadurados (NOM-121-SSA1-1994).

**Cuadro 17 Recuentos expresados en Logaritmo décimas de ufc/g de mesófilos aerobios, hongos y levaduras, coliformes, y psicotrofos en las dos fabricaciones de los quesos al final de la maduración**

	Fabricación	Log ufc/g
<b>Mesófilos aerobios</b>	<b>Leche de vaca</b>	4.64 <sup>a</sup>
	<b>Leche mezcla</b>	3.90 <sup>a</sup>
<b>Enterobacterias lactosa-positivas (coliformes)</b>	<b>Leche de vaca</b>	<3
	<b>Leche mezcla</b>	<3
<b>Bacterias psicotrofas</b>	<b>Leche de vaca</b>	ND
	<b>Leche mezcla</b>	ND
<b>Mohos y levaduras</b>	<b>Leche de vaca</b>	2.47 <sup>a</sup>
	<b>Leche mezcla</b>	2.59 <sup>a</sup>

a,b,c, diferencias significativas  $p < 0.05$  (test de Duncan) entre los lotes durante el proceso de maduración.

ND: No se detecta.

El recuento de mesófilos aerobios fue de 4.64 y 3.90 log ufc/g en ambas fabricaciones y no existen diferencias significativas entre ellas.

Estos valores se pueden explicar debido a la adición de los cultivos iniciadores utilizados en las dos fabricaciones y la posterior multiplicación bacteriana y retención de microorganismos en la cuajada (Belda *et al.* 1997).

Con respecto a los resultados encontrados al final de la maduración de hongos y levaduras de las dos fabricaciones realizadas, muestran un promedio de 2.47 y 2.59 log ufc/g respectivamente. Estos valores bajos se pueden explicar debido a varias razones:

- Se controló la temperatura y humedad relativa del aire durante la maduración de los quesos.
- Se trataron los quesos con sustancias antifúngicas como se ha explicado en el apartado 5.2 de materiales y métodos.
- Y por último las buenas normas elementales de higiene realizadas durante la fabricación de los quesos.

Con respecto a los resultados obtenidos de los recuento de coliformes, se puede mencionar que todos se encuentran dentro de la normativa mexicana como se ha mencionado anteriormente, lo que indica una adecuada manipulación en los dos procesos de elaboración de los quesos realizados, así como las buenas condiciones higiénico sanitaria durante el proceso madurativo.

En lo referente a los microorganismos psicrotrofos, éstos producen sobre todo proteasas y lipasas que actúan durante la maduración del queso, influyendo por lo tanto en las características finales del producto. En nuestro estudio y en las determinaciones realizadas no se han encontrado psicrotrofos esto se puede explicar a que durante la pasteurización se destruyen la mayor parte de éstos microorganismos.

#### **6.4 Resultados de la evolución sensorial de las dos fabricaciones realizadas**

Antes de empezar a comentar los resultados del análisis sensorial, hay que mencionar que, según Martínez et al. (1993), se distinguen dos formas de cata: la degustación hedonista, que es la cata efectuada por el consumidor por el placer de comer o beber y que es la que se ha realizado en este trabajo y la degustación

técnica que se realiza por personas especializadas, con el fin de caracterizar la calidad de un producto y por lo tanto prima de objetividad y donde se exige una gran preparación a los catadores.

Según Hernández (2000), en los casos en los que se realiza la degustación hedonista, se debe dejar total libertad al catador para expresar sus opiniones de preferencia o aceptación y no hay que plantear cuestiones de tipo analítico. Teniendo en consideración lo anterior, los análisis sensoriales realizados han sido la caracterización del queso mezcla por la preferencia de los catadores.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación sensorial del queso elaborado con leche de vaca y con leche mezcla. En las siguientes figuras se muestran los resultados de los diferentes parámetros analizados al final de la maduración. Cabe mencionar que de un total de 34 panelistas, el 47% fueron mujeres y el 53% hombres, entre 20 y 40 años de edad, estos consumidores realizaron el análisis de caracterización o descriptivo. De los participantes encuestados el 100% contestaron que les gusta el queso, al 11.7% les gusta todo tipo de quesos y al 55.8% les gustan los quesos de sabor suave, y aun 32.3% les gustan los quesos de sabor intenso y solo a un 11% de los participantes los quesos cremosos. El 64.7% de los encuestados come queso varias veces a la semana y el 35.2% una vez por semana.

Los atributos estudiados se han clasificado en vista, olfato, gusto y aceptación general (Figura 7).

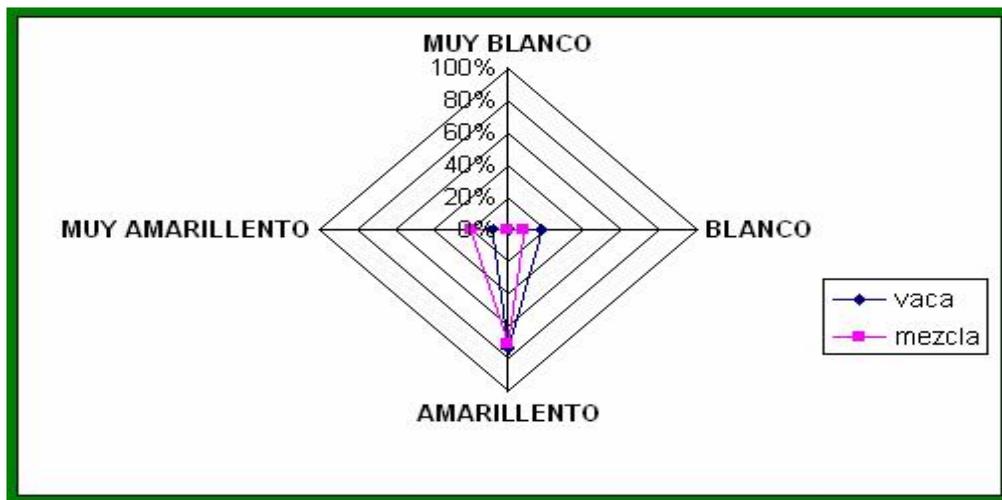
En la figura 8 se muestran los resultados obtenidos de los parámetros de recepción visual de color de la pasta y la presencia de ojos en la pasta. Con respecto al color, la mayoría de los panelistas encuestados percibieron el atributo de color entre blanco y amarillento. Un 17.64% para el blanco y un 73.52% para el color amarillento en el queso elaborado solo con leche de vaca, en cuanto al queso mezcla presentó un 70.5% de color amarillo y un 20.5% de muy amarillo. Esto se puede explicar debido principalmente al contenido de carotenos,

pigmentos de la grasa de la leche y que quedan retenidos en la cuajada, que posteriormente le dan color al queso.

**Figura 7. Quesos elaborados con leche de vaca y leche mezcla**



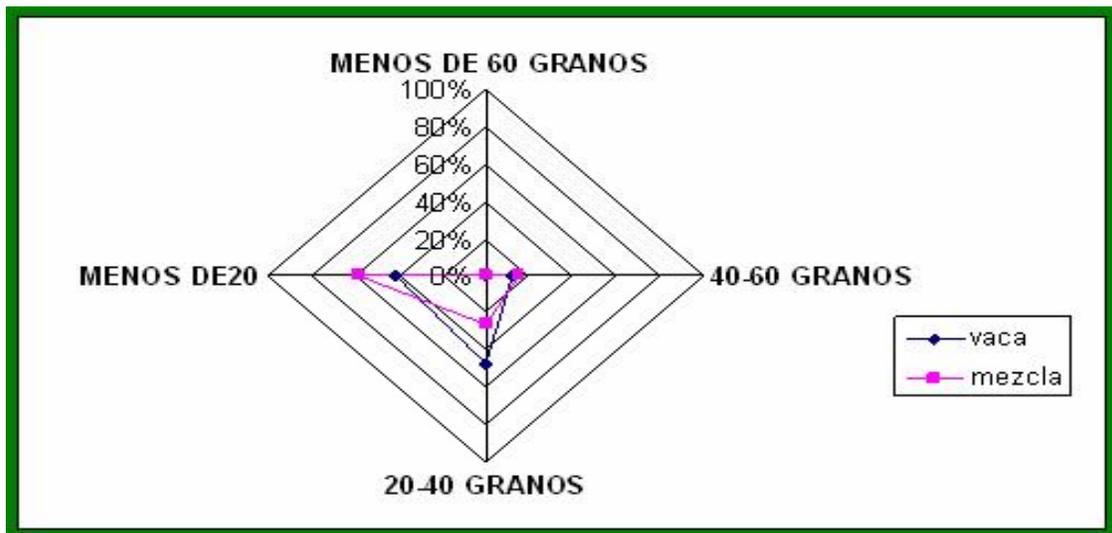
**Figura 8. Resultados promedio (%) de las fabricaciones realizadas (Percepción de la vista, color de la pasta)**



Otro aspecto a considerar es la presencia de ojos en la pasta (Figura 9) que se ve ampliamente percibida en la muestra, la mayoría de los participantes encuestados percibieron el atributo de menos de 20 ojos en los dos tipos de quesos, esto se

puede explicar debido a que los cultivos iniciadores utilizados son *Lactococcus lactis subsp.cremoris* y *Streptococcus* los cuales no tienen características importantes en la formación de ojos en el queso, sin embargo el *Lactococcus lactis subsp.diacetilactis* proporciona la formación de ojos en la pasta producido por el  $\text{CO}_2$ . En el caso de utilización de cultivos con organismos del genero *Leuconostoc*, que son capaces de metabolizar el citrato a  $\text{CO}_2$ , (responsable de la formación de ojos) y diacetilo que es un compuesto de aroma importante en quesos frescos tipo cottage. El  $\text{CO}_2$  se origina también a partir de azúcares como consecuencia del metabolismo heterofermentativo de este tipo de microorganismos (Mendez et al.2000).

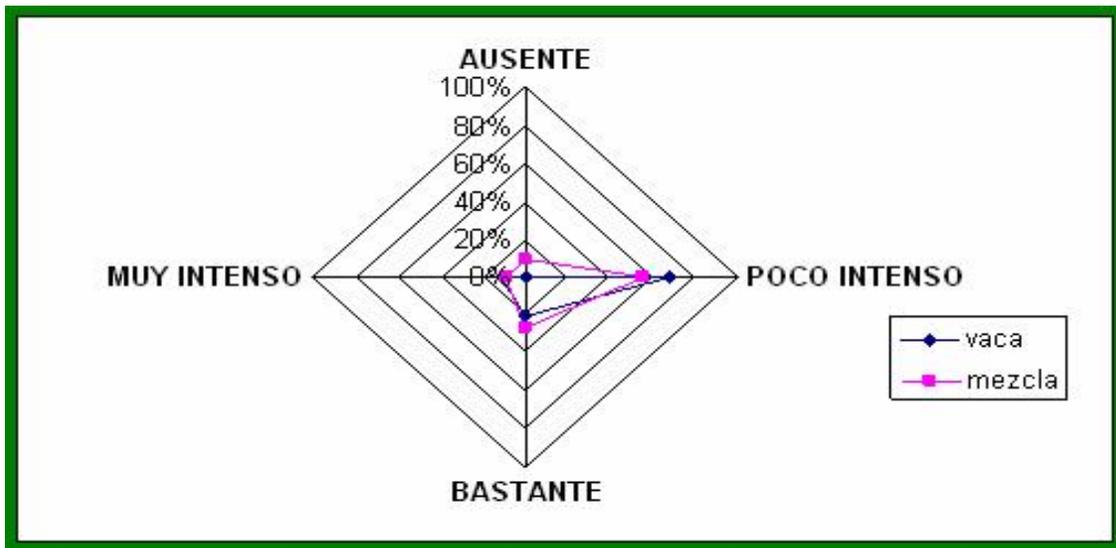
**Figura 9. Resultados promedio (%) de las fabricaciones realizadas (Percepción de la vista, presencia de ojos en la pasta)**



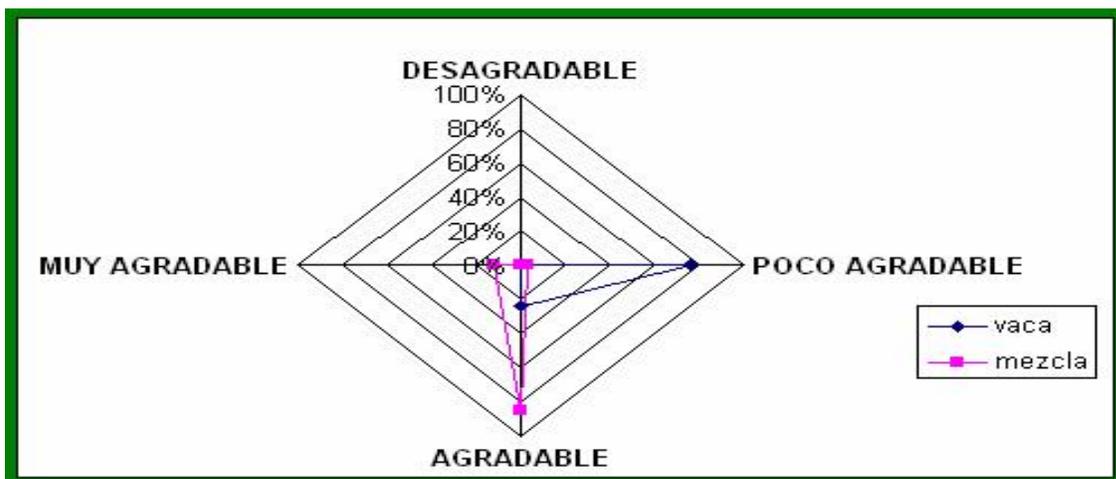
Con respecto a la prueba sensorial basada en el olfato, del total de los panelistas encuestados un 67.4% mencionaron el atributo de “poco intenso” seguido de “bastante intenso”, con un 20.50%, estos porcentajes fueron para el queso de leche de vaca, y para el queso mezcla la mayoría de los panelistas mencionaron los mismo atributos de poco intenso con 55.8% y un 26.4% para bastante intenso

(Figura 10). La intensidad del aroma se correlaciona con el carácter” calidad del aroma” (Figura 11), la mayoría de los panelistas mencionaron al atributo de ”agradable” para el queso elaborado con leche mezcla y en menor proporción al atributo de ”poco agradable” para el queso elaborado con leche de vaca.

**Figura 10. Resultados promedio (%) de las fabricaciones realizadas (Percepción del olfato, aroma)**

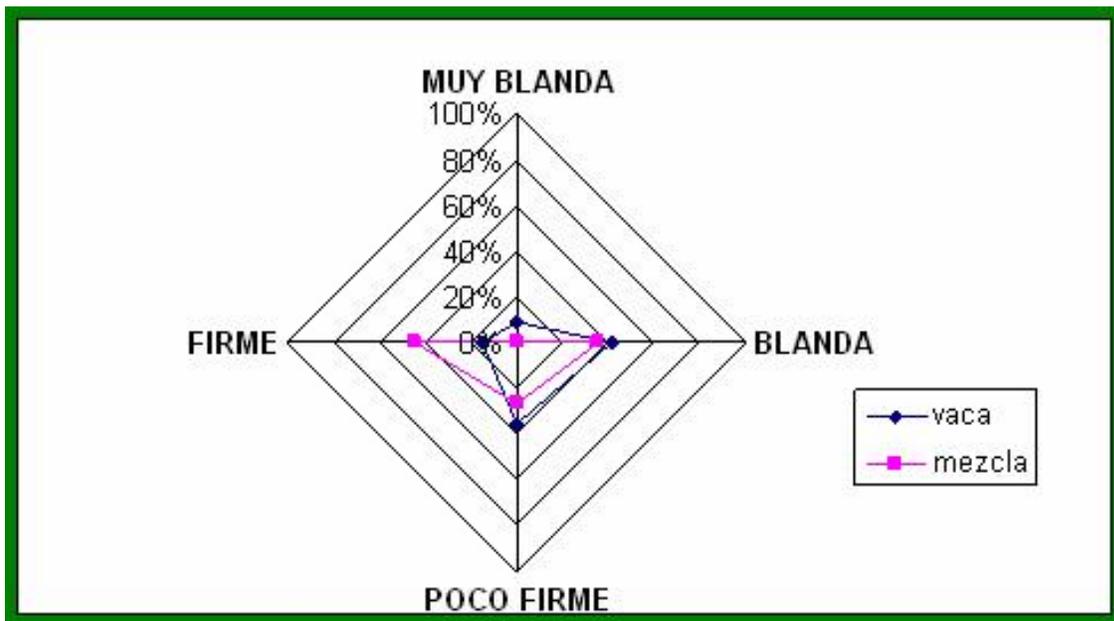


**Figura 11. Resultados promedio (%) de las fabricaciones realizadas (Percepción del olfato, carácter agradable del aroma)**



Todos Los sentidos son importantes para la percepción organoléptica de los productos para analizar, sin embargo es importante recalcar que el sentido que al final da el toque de aceptación o no, es el sentido del gusto, que es cuando se prueba el alimento y los consumidores llegan a la conclusión de “gusta o disgusta” y estas manifestaciones darán lugar, en termino final a la adquisición o no del queso. Muchas veces se puede referir a este sentido como el principal, ya que hay quesos como el Camembert, Roquefort, etc. que no necesariamente tienen un aspecto agradable, e incluso el aroma puede ser desagradable, sin embargo, la apreciación del sabor agradable es lo que da valor al producto. En nuestro caso y con respecto al atributo textura (Figura 12), se observa que esta fue calificada en mayor proporción de blanda a poco firme en las dos fabricaciones realizadas.

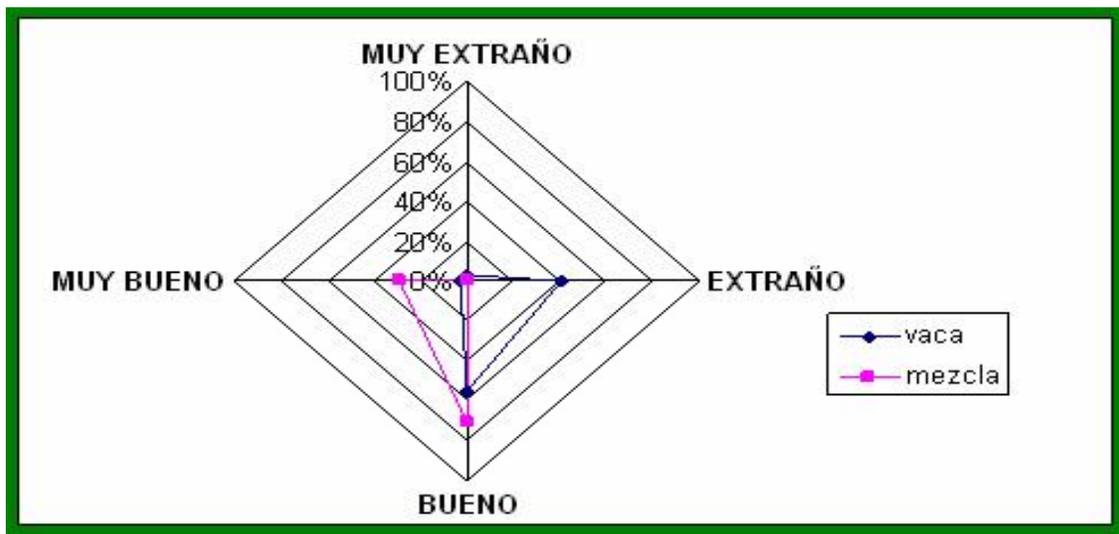
**Figura 12. Resultados promedio (%) de las fabricaciones realizadas (Percepción del gusto, textura)**



Con respecto al sabor, el queso elaborado con leche mezcla los consumidores los calificaron con un 29.4% al atributo de “muy bueno” y un 70.5% para el atributo “bueno” (Figura 13) Sin embargo en el queso elaborado con leche de vaca un % de los encuestados percibieron un ligero sabor a “extraño”, esto se puede explicar

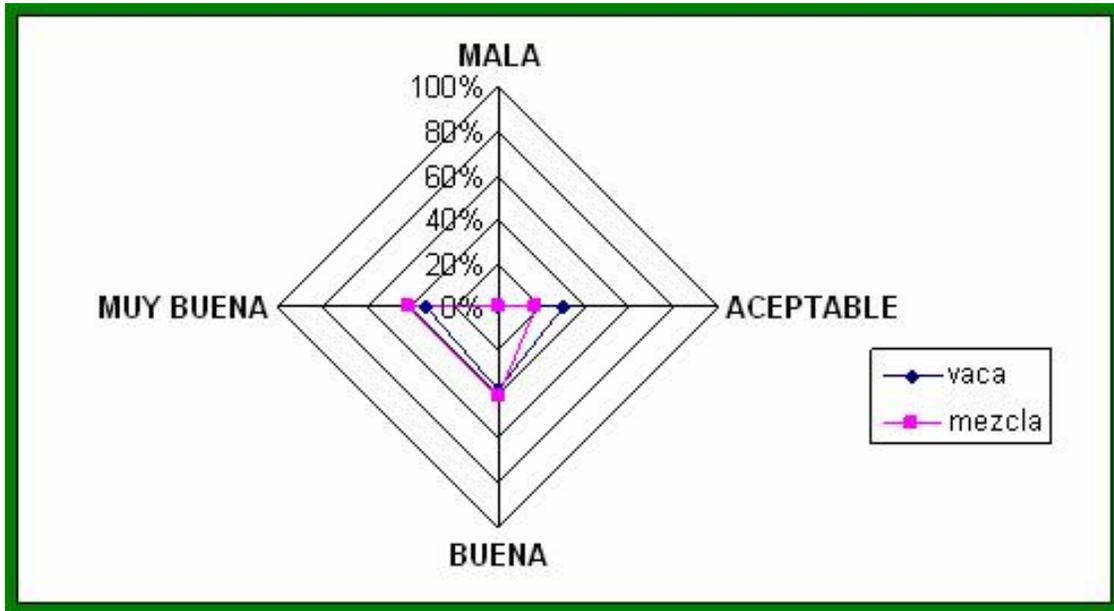
debido a que se utilizaron cepas de *Lactococcus* con diferentes subespecies y en numerosos trabajos se ha informado del papel primordial de la proteasa en la pared de los *Lactococcus*, ya que puede provocar en el sabor del queso un ligero sabor a amargo que se percibe al final de la maduración (Baankreis *et al.*1991; Exterkate, 1995).

**Figura 13. Resultados promedio (%) de las fabricaciones realizadas (Percepción del gusto, sabor)**



Por ultimo en lo que se refiere a la aceptación general (Figura 14), el queso elaborado con leche de vaca muestra una clara tendencia de buena a muy buena con 38.23% y 32.35% respectivamente y solo el 29.41% para el atributo de aceptable. Sin embargo el queso elaborado con leche mezcla presentó los mismos porcentajes de buena a muy buena con el 41.18% en ambos casos y solo el 17.65% de aceptable. Lo que se puede concluir es que el queso tipo mezcla presentó buenos resultados sensoriales de acuerdo al total de los catadores.

**Figura 14. Resultados promedio (%) de las fabricaciones realizadas  
(Aceptación general)**



- De acuerdo con la definición tecnológica del queso elaborado con leche mezcla quedo de la siguiente forma:
  - Sólidos totales 53.66%
  - Cenizas 4.6%
  - Cloruro de sodio 1.62%
  - Grasa 30.0%
  - Proteína 25.62%
  - Dureza 51.86 g
  - Cohesividad (-) 1.06
  - Adhesividad (g.s.) 28.16
  - Elasticidad (cm) 58.6
  - Gomosidad 45.99
  - Masticabilidad 2695.01

## 7. CONCLUSIONES

### Leche

- En lo que se refiere a la composición de las leches estudiadas, se puede concluir que todas dieron resultados correctos en comparación con los estándares de calidad de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana, y la leche mezcla esta de acuerdo con los estándares de calidad del Código alimentario Español (C.A.E).
- La leche mezcla en general presenta mejores características físico-químicas, sobre todo en proteínas, extracto seco y grasa.

### Quesos

- De acuerdo con el Código Alimentario Español, aprobado por el 45 decreto 2484/1967, este queso se puede clasificar como un queso semicurado de corta maduración y semi-graso.
- En lo referente a la composición físico-química del queso de ambas fabricaciones, se encontró que no presentaron diferencias significativas el contenido de cenizas y grasas.
- La dureza, la cohesividad y la adhesividad de los quesos con la mezcla de leche aumenta a los 14 días de almacenamiento este efecto es inversamente proporcional en la elasticidad, gomosidad y masticabilidad de estos.
- A los 36 días de almacenamiento el TPA (Análisis del Perfil de Textura) de los quesos con mezcla sufren una disminución en sus valores.
- El contenido microbiológico de ambos quesos presentaron buenas condiciones higiénicas en su elaboración.

- Los atributos sensoriales estudiados fueron muy similares en queso de vaca y mezcla, sin embargo, en la aceptación general del producto y del sabor, el queso mezcla presentó un porcentaje mayor que el queso elaborado con leche de vaca.
- El queso de leche de vaca y el queso de leche mezcla, presentaron atributos similares, siendo mejor aceptado el queso de leche mezcla.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Absel-Hamid and Abdel-Rahman. 1999. Fortification of Some Egyptian Foods with Soybean. *Journal American Oil Chemists Society*. 55(4) 338-341.
- Alais. Ch. 1985. *Ciencia de la Leche. Principios de Técnica Lechera*. Editorial Revertè. Barcelona España p.p. 14-30.
- Alonso, I., Juárez, M., Ramos, M. y Martín-Álvarez, P. J. 1987. Effects of changes during ripening and frozed storage on the physicochemical and sensory characteristics of Cabrales cheese. *Int. J. Food Sci. Techol.* 22: 525-534.
- Amiot. J; 1991 *Ciencia y Tecnología de la Leche*. Editorial Acribia. Pp. 263-364,278.
- AOAC. 1999. *Oficial Methods of Analysys of the AOAC*. International Cunniff. Ed. 16th. Revision, Gaithersburg, Maryland.
- Aston, J. W y Dulley, J. R. 1982. *Aust. J. Dairy Technol.*, 37,59.
- Baankreis, R. y Exterkate, F. A. 1991. Characterization of a peptidase from *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris* HP that hydrolases di and tripeptidases containing proline or hydrophobic residue as the aminoterminal amino acid. *Systematic and Applied Microbiology*. 14: 317 - 323.
- Balcones M. E. 1996. Proceso de sinéresis en la elaboración quesera: revisión. *Alimentación, Equipos y Tecnología*. Julio-Agosto: 73-77.

- Barcina, Y. 1997. Nuevas tendencias del análisis sensorial en el queso. II Simposium Texel para la Industria Quesera. Industrias Lácteas Españolas, 4: 25-29.
- Belda, F., Zárate, V., y Cardell, E., 1997. Caracterización del Queso de Leche de Cabra de Tenerife elaborado industrialmente. Alimentación, Equipos y Tecnología. Julio-Agosto: 77-80.
- Berodier, F., Lavanchy, P., Zannoni, M., Casals, J., Herrero, L. y Adamo, C. 1997. Guide d'évaluation olfacto-gustative des fromages à pate dure et semi-dure, GECOTEFT, Poligny, France.
- Boulanger, A.; Grosclaude, F. y Mahé, M. F. 1984. Polymorphisme des caséines  $\alpha_{s1}$  et  $\alpha_{s2}$  de la chèvre (*Capra hircus*). Génét. Sel. Evol. 16: 157-175.
- Bourne, M. C. 1982. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Ed. Academic Press. Press, New York.
- Brandsma R.I., Mistry V. V. ,Anderson D. L, and Balbwin K.A.1993,Reduced Fat Cheese from Condensed Milk, Acelerated Ripening. J. Dairy Sci 77:897-906.
- Caballero, P. J., F. 1998. Microestructura de Queso tipo Manchego y análogo de queso bajo en grasa: efecto de sustituto de grasa. Universidad Autónoma de Chapingo.

- Carbonero, V. y Ramírez, M. A. 1995. Estudio comparativo de tres sistemas de fermentación en queso de mezcla. Industrias Lácteas Españolas. *Enero-febrero*: 53-56.
- Cardello, A. V., Sawyer, F. M., Maller, O. y Digman, L. Carmona, M. A. y Gómez, R. 1994. Adición de cultivos lácticos y maduración controlada en la elaboración del queso de los Pedroches. Industrias Lácteas Españolas. 6: 33-39.
- Carmona, M. A. y Gómez, R. 1994. Adición de cultivos lácticos y maduración controlada en la elaboración del queso de los Pedroches. Industrias Lácteas Españolas. *Junio*: 33-39
- Caro C. I, Oyague M. J. 1998. Introducción de control de calidad de leche y productos lácteos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo - Instituto de Ciencias Agropecuarias.
- Casado, C. P. 1991. Guía para el análisis químico de la leche y los derivados lácteos. Editorial Ayala.
- Catalano, M., de Felice, M., y Gomes, T. 1985. Influenza della frazione lipidica sulla qualità del formaggi. *Il Latte*. X: 936-943.
- Cichoski, Alexandre J.; Valduga, Eunice; Valduga Alice T.; Tornadijo, María E.; Fresno, José M.; 2002, Invited Review: Characterization of Prato Cheese, a Brazilian semi-hard cow variety: evolution of physico-chemical parameters and mineral composition during ripening. *Food control* 13; 329-336.

- Corre-Gannere.1995. Rheology and Texture in Food Quality. Ed. The AVI Publishing Co. Inc. Westport Conn p.1. 189-210.
- De Man, J., Valsey P., Rasper, V. and Stanley, D.1976. Rheology and Texture in Food Quality. Ed. AVI . Pub. Westport Conn.
- Dilanjan, Sawen C., 1984. Fundamentos de la Elaboración del Queso. Editorial Acribia.
- Duquense, G. F., Camejo, C. J., de Hombre, R. M. y Chang, F. L. 1995. Definición de la tecnología y caracterización de un queso semiduro de corta maduración. Alimentaria. Junio: 43-45.
- Eck, A. 1990. El Queso. Editorial Omega. Barcelona, España.
- Ennahar, S., Assobhei, O. y Hasselmann, C. 1998. Inhibition of *Listeria monocytogenes* in a smear-surface soft cheese by *Lactobacillus plantarum* WHE 92, a pediocin AcH producer. J. Food Prot. 61: 186-191.
- Exterkate, F. A. 1995. The lactococcal cell develop proteinasas: differences calcium-binding effects and role in cheese ripening. International Dairy Journal. 5: 995 – 1018.
- Exterkate, F. A. y De Veer, G. J. C. M. 1985. Partial isolation and degradation of caseins by cell wall proteinase(s) of *Streptococcus cremoris* HP. Applied and Environmental Microbiology. 49: 328-332.

- [FAOSTAT] Organización De las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 2006. Base de datos estadísticos de la FAO.
- Fernández-Salguero, J., Sanjuán, E., Gómez R. y Alcalá, M. 1990. Aportación al estudio del queso Herreño. Alimentación, Equipos y Tecnología. Julio-Agosto: 103-107.
- FIL (Federation International de Laiterie) 1988. Evaluation sensorielle de produits laitiers (part IV). Guide pour l'évaluation sensorielle de fromage. Norme Internationale FIL 99 A (Part IV) 1987. Milchwissenschaft, 43 (4): 207-210.
- FIL-20. 1962. Determinación del contenido total de proteínas de la leche.
- FIL-5B. 1986. Queso. Determinación de grasa. Van Gulik.
- Fox, F. P., Guinee, T. P., Cogan, t. m., y Mc Sweeney, P. L. H. 2000. Fundamentals of Cheese Science. Aspect Publishers Inc Caithersburg Maryland, pp1-333.
- Fox, P. F. 1986. Coagulants and their action. En: *Milk the vital force*. Proceedings of the XXII. International Dairy Congress. D. Reidel Publishing Company. Dordrecht.
- Franco, F. M. J.1998. Estandarización del Proceso de Fabricación del Queso tipo Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

- Fresno, J. M.; Tornadijo, M. E.; Carballo. J.; Bernardo, A.; y González Prieto, J. 1997. Proteolytic and lipolytic changes during the ripening of a Spanish craft goat's cheese (Armada variety). *J. Sci. Food Agric.* 75: 148-154.
- Fryer, T. F. 1982. The controlled ripening of Cheddar cheese. *Proceedings of the XXI International Dairy Congress*, Vol. 1, Book 1, p. 485. Mir -Publishers, Moscow.
- Gobbetti, M., Fox, P. F. y Stepaniak, L. 1997. Isolation and characterization of a tributyrin esterase from *Lactobacillus plantarum* 2739. *Journal Dairy Science.* 80: 3099-3106.
- Goursaud. J. 2000. Composición y propiedades físico-químicas. En *Leche y Productos Lácteos*. Sociéte Scientifique D'Hygiène Alimentaire. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. Vol 1 pag.2-92.
- Green, M. L. 1984. Milk coagulation and the development of cheese texture. En: *Advances in the microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk*. Ed. Davies F. L. y Law, B. A. Els. Appl. Sci. Publish. London, 25.
- Grosclaude, F.; Mahé, M. F.; Brignon, G.; Di Stasio, L. y Jeunet, R. 1987. A mendelian polymorphism underlying quantitative variations of goat  $\alpha_{s1}$ . *Genet.. Sel. Evol.* 19: 399-411.
- Guerrero, I. 1993. La textura de los alimentos. *Alimentación, Equipos y Tecnología. Diciembre* 10: 45-48.

- Hansen L. M y Setter, C. S. 1990. Texture Evaluation of Baker Products Using Descriptive Sensory Analysis. In Dough Rheology and Baked Product Texture, Editado por H. Faridi y J. M Faubion. Ed. AVI. USA.
- Hernández, F. A., Campos, M. R. G., Rodríguez, H. A. I., y N. Chavarria. 2003. Diagnóstico de la problemática del lactosuero en el Valle de Tulancingo, Hgo. Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Hernández, P. T. 2000. Bases científicas del análisis sensorial. Alimentaria. *Enero-Febrero*: 155-165.
- 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.
- ICMSF. 1982. Microorganismos de Alimentos. Técnicas de Análisis Microbiológico. Ed. Acribia p. p. 431.
- IDF, 1958. Determination of Dry Matter in Cheese: Standard 4. Int. Dairy FED., Brussels, Belgium.
- Imm, J. Y., Oh, E. J., Han, K. S., Park, Y. W., and Kim, S. H. (2003). Funtionality and Physico-Chemical Characteristics of Bovine and Casprine Mozzarella Cheeses During Refrigerated Storage. J. Dairy Sci. 86,2790-2798.

- Issanchoul, S., Schlich, P. y Lesschaeve, I. 1997. Sensory analysis: methodological aspects relevant to the study of cheese. *Lait*. 71: 5-12.
- Jaeggi, J. J. , Govindasamy-Lucey, S., Berger Y. M., Johnson , M. E., Mckusick , B. C., Thomas, D- L. y Wendoff, W. L. 2003. Hard Ewe's Milk Cheese Manufactured from Milk of Three Different Groups of Somatic Cell Counts. Invited Review: *J. Dairy Sci* 85: 36-42.
- Jaubert, A. 1992. Influence de divers paramètres physico-chimiques (pH, température, force ionique) sur le composition et les caractéristiques structurales de la micelle de caséine caprine. Tesis. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes .
- Jenness , R. 1979. Comparative aspects of milk proteins. *J. Dairy Res.* 46: 197-210.
- Juárez, M., Ramos, M. y Martín-Hernández, C. 1991. Quesos españoles de leche de cabra. Fundación de Estudios Lácteos. Madrid.
- Kielwein , G., 1985. Leifaden der Milchkunde und Milchhygiene, Z. Aula., Verlag D. Parey, Berlín y Hambura.
- Lane, C. N. & Fox, P. F. 1996. Contribution of starter and adjunct *Lactobacilli* to proteolysis in Cheddar cheese during ripening. *Int. Dairy Journal*. 6: 715-728.
- Larbus, S. A. 1999. Catálogo de Presentación de Productos de Lacto-labo, CRH Hansen.

- Lavanchy, P., Berodier, F., Zannoni, M., Noel, Y., Adamo, C., Squella, J., y Herrero, L. 1993. L'évaluation sensorielle de la texture des fromages à pâte dure ou semie-dure. Etude interlaboratoires. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. 26: 59-68.
- Lavanchy, P., Mège, J., Pérez Elortondo, F. J., Bivar, R. L. Scintu, M. F., Torre, P. Bárcenas, P., y Loygorri, S. 1999. A guide to the sensory evaluation of the texture of hard and semi-hard ewe's milk chesses. Oficina de publicaciones oficiales de las comunidades europeas, Luxemburgo.
- Law, B. A. 1984a. Flavour development in cheeses. En: *Advances in the Microbiology and Biochemistry of cheese and fermented milk*. (Eds. F. L. Davies y B. A. Law). Elsevier Applied Science Publishers, London.
- Law, B. A., Sharpe, M. E., Chapman, H. R. y Reiter, B. 1973. Relationship in milk fat globule to flavour development in Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*. 56: 716-723.
- Lee, B. H., Laleye, L. C., Simard, R. E., Holly, R. A., Emmys, D. B., and Giro R. N. 1990. Influence of homofermentative lactobacilli on physicochemical and sensory properties of Cheddar cheese. *J. Food Science*. 55: 386-390.
- Licitra, G. P., Campo, M., Manenti, G., Portelli, S., Scuderi, S., Carpino, S. y Barbano, D. M. 2000. Composition of Ragusano Cheese During Aging. *J Dairy Sci*. 83:404-411.
- Licitra, G., Campo, 1P., Manenti, M., Portelli, Scuderi, S., Caprino, S. y Barbano 2 D.M. 2003 Composition of Ragusano Cheese During Aging. American Dairy Science Association.

- López-Fandiño, R., de la Fuente, M. A., Ramos, M. y Olano, A. 1998. Distribution of minerals and proteins between the soluble and colloidal phases of pressurized milks from different species. *J. Dairy Research*. 65: 69-78.
- Losada, H., Bennett, R., Cortes, J., Vieyra, J. y Soriano, J. R. 2000. The Historical Development of the Mexico city Milk Supply System: Local and Global Contradictions. *Habitat International*. 24: 485-500.
- Lucey, J. A.; Johnson, M. E. y Horne, D. S. 2003. Invited Review: Perspectives on the Basis of the Rheology and Texture Properties of Cheese. *J. Dairy Sci*. 86: (9); 2725-2743.
- Luquet, F. M., Keilling, J. y Wilde, R., 1991. Leche y productos lácteos vaca-oveja-cabra., Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Macedo, A. C. y Malcata, F. X. 1997. Role of adventitious microflora in proteolysis and lipólisis of Serra cheese: preliminary screening. *Zeitsch. Lebens. Unters. Forsch*. 205: 25-30.
- Madadlou, A., Knosroshahi., A., y Mousavi, M. E. 2005. Invited Review. Rheology, Microstructure, y Functionality of Cow-Fat Iranian White Cheese Made. *J. Dairy Sci*. 86: 3082-3089.
- Manning, D. J. y Preece, J. C. 1982. Effect of redox potential on the flavour of Cheddar cheese. En: *Proceeding of The XXI International Dairy Congress*. Moscow, 1/1, 507-508.
- Martínez, A. G. y Martínez, M. C. D. 1993. Conocimientos básicos de cata. *Alimentación, Equipos y Tecnología*. Feb-Mar: 89-94.

- Martín-Hernández, C., Juárez, M., Ramos, M. y Martín-Álvarez, P. J. 1988b. Composición de la leche de cabra de razas Murciana y Granadina. *Anal. Bromatol. XL-2*: 237-248.
- Martín-Hernández, C. 1987a. Estudio de las características físico-químicas de quesos de cabra fresco y semicurado. Influencia de la congelación. Tesis Doctoral. Universidad de Madrid.
- Martín-Hernández, C., Juárez Ramos. y Martin-Alvarez P. J. 1988. Composición de la leche de cabra de las razas Murciana y Granadina; *Anal. Bromatol XL-2*,237-248.
- Martín-Hernández, M. C. y Juárez, M. 1987. Utilización de técnicas cromatográficas en el análisis de alimentos. *Alimentaria*. Octubre: 13-20.
- McSweeney, P. L. H. & Sousa, M. J. 2000. Bioquímica pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*. 80: 293-324.
- Mendoza, C. y Oyón, R. 2002. Estudio comparativo de dos coberturas para queso llanero madurado. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)*. 28:1-11.
- Menéndez, S., Godínez , R. y Rodríguez-Otero, J. L. 1999. Fenómenos Bioquímicos durante la Maduración del Queso. *Alimentos, Equipos y Tecnología*. Julio-Agosto. No. 6: 85-94.
- Menéndez, S., Centeno, J. A., Hermida, M., Rodríguez Otero, J. L. 2000. Composición química y componentes nitrogenados del queso tetilla. *Alimentaria*. Junio: 103-106.

- Menéndez, S., Godínez, R., Hermida, M., Centeno, J. A. y Rodríguez-Otero, J. L. 2004. Characteristics of "Tetilla" pasteurized milk cheese manufactured with the addition of autochthonous cultures. *Food Microbiology*. 21: 97-104.
- Menéndez, S., Godínez, R. y Rodríguez-Otero, J. L. 1999b. Fenómenos bioquímicos durante la maduración del queso. *Alimentación, Equipos y Tecnología*. Julio-Agosto No. 6: 85-94.
- Menéndez, S., Rodríguez-Otero, J. L. 1999d. Lactobacilos en quesería. *Alimentación, Equipos y Tecnología*. Noviembre No. 9: 45-50.
- Nájera, A. I., Barrón, L. J. R. y Barcina, Y. 1993. Revisión. Comparación de la fracción lipídica del queso de vaca, oveja y cabra, y la influencia sobre su calidad. *Rev. Esp. Ciencia Tecnol. Aliment.* 334: 345-363.
- NOM-121-SSA1 Norma Oficial Mexicana 1994 Bienes y Servicios, Quesos: Frescos, Madurados y Procesados. Especificaciones Sanitarias.
- Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-155-SCFI-2001, Leches, fórmula láctea y producto lácteo combinado-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
- Nudda A., Bencina R., Mijatovic S y Pulina G. 2002. The Yield and Composition of Milk in Sarda Awassi, and Merino Sheep Milked Unilaterally at Different Frequencies. *J. Dairy Sci.* 85: 2879-2884.
- Otero, R. A., Fernández, M. A., Méndez, D. J. y Sánchez, A. S. 1997. El salado de queso en salmuera. *Alimentación, Equipos y Tecnología*. Julio-Agosto: 71-75.

- Pablo, A. y Moragas, M. Límites microbiológicos de los productos alimenticios. *Alimentaria*. Junio: 125-130.
- Pardo, G. J. E., Serrano, M. C. E., Montoro, A. V., Calcerrada, M. A., Gallego, S. R., Arias, R., Sánchez y Altares, L. S. 1995. Calidad de la leche utilizada en queserías artesanales inscritas en la denominación de origen queso manchego. *Alimentación, Equipos y Tecnología*. *Julio-Agosto*: 29-32.
- Parkash, S. y Jenness, R. 1968. The composition and characteristics of goat's milk: a review. *Dairy Sci. Abstr.* 30: 67-87.
- Pascual Anderson, Ma. del Rosario. 1992. *Microbiología alimentaria. Metodología analítica para alimentos y bebidas*. Editorial Diaz de Santos, S.A. Madrid, España.
- Patro, O. S. 1993. *A. I formaggi Loro Technologie*.
- Pérez Elortondo, F. J., Bárcenas, P. y Albisu, M. 2000. Análisis Sensorial en quesos con denominación de origen. *Alimentaria*. Enero-Febrero: 165-167.
- Pérez-Olmos, R., Castro, M. C., Díaz, R. C. y Gutiérrez, M. C. 2000. Determinación potenciométrica de cloruros en quesos. *Efecto. Alimentaria*. 317: 137 – 142.
- Pinho, O., Mendes, E., Alves, M. M., y Ferrerira, M. P. L. V. O. 2005. Invited Review: Chemical, Physical, and Senrial Characteristics of “Terrincho” Ewe Cheese: Changes During Ripening and Intravietal Comparison. *J. Dairy Sci* 87; 249-257.
- Ponce de León-González, L., Wendorff, W. L., Ingham, B .H., Thomas. D. L., Jaeggi, J.J. y Houcky, K. B. 2002. Invited Review: Influence of Ovine Milk in

Mixture with Bourne Milk on the Quality of Reduced Fat Muenster-Type Cheese. J. Dairy Sci. 52: 235-241.

- Quiles, S. A. y Hevia, M. Ma. L. 1994. La leche de cabra. Secretariado de Publicaciones, Universidad de Murcia. España.
- Remeuf , F.; Lenoir, J. y Duby, C. 1989. Etude des relations entre les caracteristiques physicochimiques des latís de chèvre et leur aptitude a la coagulation par le presure. Lait. 69: 499-518.
- Requena , T. 1991a. Caracterización de bacterias lácticas en dirección a su utilización como cultivo iniciador de queso semiduro de cabra. Estudio del sistema proteolítico. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Requena , T., de la Fuente, M. A., Fernández de Palencia, P., Juárez, M. y Peláez, C. 1992. Evaluation of a specific starter for the production of semi-hard goat's milk cheese. Le Lait. 72: 437-448.
- Richardson, B. C. y Creamer, L. K. 1974. Comparative micelle structure. III. The isolation and chemical characterization of caprine  $\beta_1$ -casein and  $\beta_2$ -casein. Bioch. Biophys. Acta. 365: 133-137.
- Risvik , E. 1994. Sensory properties and preferences. Meat Science. 34: 67-77.
- Robles, M. J. C. 1997. Evaluación de los parámetros Texturales de Queso Tipo Manchego al Incorporar Diferentes Tipos de Grasas. Universidad Autónoma de Chapingo Pp. 9 .
- Rodríguez, A., Alonso, L., González, De Llano D., De los Reyes, Gavilán C.G., Mayo B. 2000. Quesos de Austrias. Alimentaria Junio 111-124.

- Rodríguez-Losada, Boedo Javier. 1998. Leches “enriquecidas”: razones y fraudes. *Cienc. Technol. Aliment.* Vol. 2. No. 2: 96-99.
- Rosenthal, A. J. 1999. *Food texture: Measurement and Perception*, Ed. Asped Publishers , USA.
- Rua, B., Olivares, J. C., Romero, J. R. y Aldamiz-Echebarria, P. 1993. Diseño de un cultivo iniciador para queso Idiazábal. *Alimentación, Equipos y Tecnología.* Julio-Agosto: 53-56.
- SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2003. *Relación de Industrias de la leche del Valle de Tulancingo a través de la Comisión Estatal de la Leche.*
- Sánchez, E., Mata, C., Vioque, M., Tejada, L., Gómez, R. y Fernández-Salguero, J. 1998a. Cambios microbiológicos en quesos de oveja artesanos durante el almacenamiento en congelación: II. Flora láctica. *Alimentaria.* Octubre: 65-69.
- Santiago, Z. M. L. 1994. *Influencia de los Tratamientos Térmicos Convencionales de la Leche sobre el Rendimiento de Queso.* Universidad Autónoma de Chapingo pp. 16-22.
- Santos, M. G. 2000. *Producción de Leche en la Región Lagunera.* Universidad de Chapingo.
- Sarem-Damerджи, L. O., Sarem, F., Marcha I, L. y Nicolas , J. P. 1995. In vitro colonization ability of human colon mucosa by exogenous *Lactobacillus* strains. *FEMS Microbiol. Lett.* 131: 133-137.

- Schlimme E., Buchheim W. 2002. La leche y sus componentes. Propiedades químicas y físicas. Editorial Acribia.
- Scholz Wolfgang. 1997. Elaboración de quesos de oveja y de cabra. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Scott, R., Robinson, R. K., y Wilbey, R. A. 2002. Fabricación de queso. Segunda edición. Ed. Acribia, S. A., Zaragoza, España.
- Scott. R. 1991. Fabricación de Queso. Editorial. Acribia pp. 93-109.
- Soda El, M., Madkor, S. A. y Tong, P. S. 2000. Adjunct Cultures Developments and potencial significance to the chesse industry. Journal Dairy Science. 83: 609-619.
- Stampanoni, C. R., Noble, A. C. 1991. The influence of fat acid, and salt on the perception of selected taste and texture attributes of cheese analogs, a scalar study. J. Texture Stud. 22: 367-380.
- Stecchini, M. L., Sarais, I. y de Bertoldi, M. 1991. The influence of Lactobacillus plantarum culture inoculation on the fate of Staphylococcus aureus and Salmonella typhimurium in Montagio cheese. International Journal Food Microbiological. 14: 99-110.
- Thompson, M. P., Tarasuuk, N. P., Jenness, R., Lillevik, H. A., Ashworth, V. S. y Rose, D. 1965. Nomenclature of the proteins of cow's milk. Second revision. J. Dairy Sci. 48:159-169.
- Tornadijo, M. E., Marra, A. I., García Fontán, M. C., Prieto, B. y Carballo, J. 1998a. La calidad de la leche destinada a la fabricación de queso: calidad química. Cienc. Tecnol. Aliment. Vol. 2. No. 2: 79-91.

- Trujillo, A. J., Guamis, B. y Carretero, C. 1997. Las proteínas mayoritarias de la leche de cabra. *Alimentaria*. Septiembre: 19-28.
- Turner, M. W. y Thomas, T. D. 1980. *N. Z. J. Dairy Science. Technology*. 15: 265. (Instituto de Racionalización y Normalización).
- Urdiales, R., Franco, I. y Fresno, J. M. 1999. Los quesos de Cantabria. Características y estado actual de su conocimiento científico. *Alimentación, equipos y tecnología*. 6: 85-94.
- Van Vliet, T., Dentener-Kjkkert, A. 1982. Influence of the composition of the milk fat globule membrane on the rheological properties of acid milk gels. *Neth. Milk Dairy Journal* 36: 261-266.
- Varnam, H. A. y Sutherland, P. J. 1995. *Leche y productos lácteos. Tecnología, química y microbiología*. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Villamar, A. L. 2004. *Situación Actual de la Producción de Leche de Bovino en México*. SAGARPA. Gob.
- Villegas, A. 2004. *Tecnología Quesera*. Editorial Trillas S.A. de C.V.
- Walstra, P. Geurts., J., Normen, A., Jellema, A., y Voekel M. A. J .S. 2001. *Ciencia de la Leche y Tecnología de Productos Lácteos*. Editorial Acribia.
- <http://www.faostat.fao.org>. Último acceso el día 12 diciembre del 2006.
- <http://inegi.gob.mx>. INEGI 2005.

- <http://www.cheesefromspain.com>. Último acceso el día 8 de Noviembre 2006.

## 9. ANEXOS

### Solución de Ringer ¼

Composición:

Cloruro sódico	2.25 g/l
Cloruro potásico	0.105 g/l
Cloruro cálcico	0.12 g/l
Bicarbonato sódico	0.05 g/l



1-Empleando únicamente **la vista**

## 1.1-Forma

Muestra	Muy deformado	Deformado	Poco deformado	Nada deformado
M-1				
M-2				

## 1.2-Corteza

Muestra	Muy fina	Fina	Gruesa	Muy gruesa
M-1				
M-2				

## 1.3-Color de la pasta

Muestra	Muy blanco	Blanco	Amarillento	Muy amarillento
M-1				
M-2				

## 1.4-Presencia de ojos en la pasta

Muestra	Muy numerosos > 60 granos	De 40-60 granos	De 20-40 granos	Escasos < 20 granos
M-1				
M-2				

2-Empleando **el olfato**

## 2.1- Aroma

Muestra	Ausente	Poco intenso	Bastante intenso	Muy intenso
M-1				
M-2				

## 2.2- Carácter agradable del aroma

Muestra	Desagradable	Poco agradable	Agradable	Muy agradable
M-1				
M-2				

3- Empleando **el sentido del gusto**  
(Paladear la muestra)

## 3.1- Textura

Muestra	Muy blanda	Blanda	Poco firme	Firme
M-1				
M-2				

## 3.2- Sabor

Muestra	Muy extraño	Extraño	Bueno	Muy bueno
M-1				
M-2				

## 3.3- Intensidad sabor-aroma percibido al masticar la muestra

Muestra	Nada	Un poco	Bastante	Demasiado
M-1				
M-2				

4- **Aceptación general**

Muestra	Mala	Aceptable	Buena	Muy buena
M-1				
M-2				

**5- Comentarios:**