

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**Determinación de las Características Fisicoquímicas  
y Microbiológicas de Quesos Frescos tipo Sopero  
Provenientes del Estado de Tabasco.**

**Por:**

**EMANUEL DÍAZ MARTÍNEZ**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DE ALIMENTOS**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Marzo de 2007**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

Determinación de las Características Fisicoquímicas  
y Microbiológicas de Quesos Frescos tipo Sopero  
Provenientes del Estado de Tabasco.

**TESIS**

**Presentada por:**

**EMANUEL DÍAZ MARTÍNEZ**

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como  
Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Aprobada por:**

---

**M. C. Oscar N. Reboloso Padilla**  
Presidente

---

**M. C. María Hernández González**  
Vocal

---

**Lic. Laura O. Fuentes Lara**  
Vocal

---

**M. C. Xochitl Ruelas Chacón**  
Vocal suplente

---

**Ing. José Rodolfo Peña Oranday**  
Coordinador de la División de Ciencia Animal

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Marzo de 2007**

## AGRADECIMIENTOS

*A DIOS*, que me ha permitido llegar con bien hasta este escalón de la vida, y que de antemano ama al hombre con defectos y virtudes.

*A MI ALMA MATER "Orgullo Nacional"*, por brindarme el espacio y apoyo para culminar esta etapa tan anhelada para mí y los que me rodean. También porque aquí viví momentos inolvidables.

*A MI FAMILIA*, que gracias a su apoyo incondicional, comprensión y consejos he podido convertirme en la persona que hoy soy.

*A TODOS MIS PROFESORES*, por contribuir en mi formación profesional durante el período de mi carrera. En especial a: **M.C. Xochitl Ruelas**, **M.C. María Hernández**, **Lic. Laura O. Fuentes**, **M. Ed. Ma. De Lourdes Morales**, **Lic. Carlos Livas**, **Lic. Diana Castro**, especialmente agradezco al **M.C. Oscar N. Reboloso Padilla** por haber aceptado dirigir este proyecto con profesionalismo y dedicación, además de la confianza y apoyo brindado en todo momento.

*A TODOS MIS TÍOS Y PRIMOS*, en especial a los **hijos de la tía Susana** que se han portado de una manera muy especial conmigo. **Crisol**, **Sandra**, **Wilfredo**, **Horacio** y **demás hermanos**.

*A LOS TÍOS*, **Fernando** y **Ana María**, a **sus hijos**: **Yolis**, **Any**, **Tito (+)** y **Arnoldo** por el apoyo y comprensión brindado en toda ocasión.

*A LA FAMILIA*, **Mellado Moreno**. Por haberme brindado su casa y amistad, aún sin conocerme.

A **Carlos A. Sanmiguel**, **Ma. de Jesús**, **Dra. Diana**, **Mildred** y **Cristy** por el apoyo brindado para la realización de esta investigación y, por su amistad manifestada.

A mis amigos y compañeros, a todos los que conocí en esta etapa de mi vida por los momentos agradables que pasamos juntos, en especial a: **Brez**, **Oscar**, **Betsy**, **Sara**, **Ana(+)**, **Liz**, **Rosita**, **Gladis**, **Conrra**, **Gris**, **Monclo**, **Lupota**, **Luis Fernando**, **Erika**, **Lety**, **Chucha**, **Enoc**, **Roberto**, **René**, **Mimi**, **Nubia**, **Mayra**, **Lupita**, **Nuyén**, **Karla**, **Danilo**, **Uc**, **Gaby**, **Polo**, **Mario**, **Gama**, **Guanas**, **Brenda**, **Francisco**, **Ivonne**, **Doda**, a los **Pachorras**, a los **Champo Jesús** y **Roberto**.

## DEDICATORIAS

*A MIS PADRES*, que gracias a su confianza, apoyo moral y económico, juntos pudimos lograr este gran sueño.

*Silverio Díaz Cruz*  
*Rosa Irma Martínez Castellanos*

Y que su amor y consejos siempre estuvieron presentes a pesar de la distancia, esta es la fuerza que me motiva para seguir adelante y poder vencer los obstáculos que día a día se me presentan.

*A MIS HERMANOS*, que siempre estuvieron conmigo para darme aliento y apoyándome para cruzar esta gran meta.

*Adriana, Cristóbal, Blanca E., Jesús A., Rosa del C. y J. Diego.*

Todos ellos me han brindado su amor, apoyo moral y económico; confiando plenamente en mí. Gracias por no haberme dejado solo, este logro es de todos. Espero que sigamos así de unidos.

*A MI SOBRINO*: Adriel.

*A MIS CUÑADOS (AS)*: Román, Isabel y Vicky.

*A LA MEMORIA DE ANA MARTÍNEZ(+)*, que se nos adelanto hacia la eternidad, que Dios la tenga en su santa gloria, descanse en paz. Siempre te recordaré por tu forma tan especial de ser y por los gratos momentos que me hiciste pasar.

*A MIS AMIGOS*, por los momentos hermosos e inolvidables que pasamos juntos y que sin esperar nada a cambio me entregaron su amistad incondicional, en especial a: **Brez, Oscar, Betsy, Sara, Ana(+), Liz, Rosita, Gladis, Gris y Conrra.**

# ÍNDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| <b>AGRADECIMIENTOS</b> .....  | i    |
| <b>DEDICATORIAS</b> .....   | ii   |
| <b>ÍNDICE GENERAL</b> .....   | iii  |
| <b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....  | vi   |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....  | viii |
| <b>RESUMEN</b> .....  | ix   |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....  | 1    |
| <b>JUSTIFICACIÓN</b> .....  | 3    |
| <b>OBJETIVOS</b> .....  | 3    |
| <b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....   | 4    |
| 2.1. Leche.....   | 4    |
| 2.1.1. Definición de leche.....   | 4    |
| 2.1.2. Composición fisicoquímica de la leche.....                                       | 4    |
| 2.1.3. Microbiología de la leche.....   | 5    |
| 2.1.3.1. Fuentes de contaminación.....  | 6    |
| 2.1.3.2. Clasificación de los microorganismos de la leche.....                          | 7    |
| 2.2. Queso.....   | 8    |
| 2.2.1. Definición.....  | 8    |
| 2.2.2. Origen del queso.....  | 8    |
| 2.2.3. Clasificación de los quesos.....   | 10   |
| 2.2.4. Producción de quesos.....  | 11   |
| 2.2.4.1. Mundial y nacional.....  | 11   |
| 2.2.4.2. Quesos artesanales.....  | 14   |
| 2.3. Coagulación de la leche.....   | 15   |
| 2.3.1. Las proteínas de la leche como elementos importantes durante la coagulación..... | 16   |
| 2.3.2. Tipos de coagulación.....  | 17   |
| 2.3.3. Factores que influyen en la velocidad de coagulación.....                        | 17   |
| 2.3.3.1. Dosis de cuajo.....  | 18   |
| 2.3.3.2. Temperatura.....   | 18   |
| 2.3.3.3. Potencial de hidrógeno (pH).....   | 18   |
| 2.3.3.4. Concentración de iones de calcio.....  | 19   |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.4. La Pasteurización como tratamiento importante en la elaboración de quesos.....   | 19        |
| 2.4.1. Técnicas de pasteurización.....  | 20        |
| 2.4.2. Objetivos de la pasteurización.....  | 21        |
| 2.4.2.1. Punto de vista microbiológico.....   | 21        |
| 2.4.2.2. Punto de vista técnico.....  | 22        |
| 2.5. Composición fisicoquímica del queso.....   | 23        |
| 2.6. Microbiología del queso.....   | 25        |
| 2.6.1. Coliformes.....  | 26        |
| 2.6.2. <i>Staphylococcus aureus</i> .....   | 27        |
| 2.6.3. Salmonela.....   | 27        |
| 2.6.4. <i>Listeria monocytogenes</i> .....  | 28        |
| 2.6.5. Hongos y levaduras.....  | 29        |
| 2.7. Queso soper o crema tropical.....  | 30        |
| <b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>   | <b>32</b> |
| 3.1. Lugar.....   | 32        |
| 3.2. Muestras.....  | 32        |
| 3.2.1. Recolección y conservación de las muestras.....  | 32        |
| 3.3. Equipo.....  | 34        |
| 3.4. Materiales.....  | 35        |
| 3.5. Metodología.....   | 35        |
| 3.5.1. Análisis de las características fisicoquímicas.....  | 35        |
| 3.5.2. Análisis de las características microbiológicas.....   | 38        |
| 3.5.3. Comparación de los datos con la normatividad vigente y verificar si existe diferencia entre las muestras de una región y otra..... | 40        |
| <b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>  | <b>41</b> |
| 4.1. Determinación de las características fisicoquímicas.....   | 41        |
| 4.2. Determinación de las características microbiológicas.....  | 42        |
| 4.3. Comparación de los datos obtenidos con las normas establecidas y constatar si existe diferencia entre ambas muestras.....            | 46        |
| 4.3.1. Comparación de los datos fisicoquímicos.....   | 46        |
| 4.3.2. Comparación de los datos microbiológicos.....  | 55        |

|  |    |
|--|----|
| <b>V. CONCLUSIONES</b> .....   | 57 |
| <b>VI. ANEXOS</b> .....  | 59 |
| 6.1. Formulación del agar Palcam selectivo para <i>Listeria</i> .....                | 59 |
| 6.2. Fotos.....  | 60 |
| 6.2.1.- Fotos de muestras de queso sopero presentes en el mercado.....               | 60 |
| 6.2.2.- Fotos del conteo de Coliformes en placas Petrifilm.....                      | 60 |
| 6.2.3.- Fotos del conteo de <i>Staphylococcus spp</i> en cajas con agar Chapman..... | 60 |
| 6.2.4.- Fotos de la tinción de gram de <i>Staphylococcus spp</i> .....               | 60 |
| <b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....   | 61 |

## ÍNDICE DE CUADROS

| No. | Título  | Pág. |
|-----|---|------|
| 1   | Composición química de la leche de vaca.....  | 5    |
| 2   | Clasificación de los quesos por tipo de pasta.....  | 10   |
| 3   | Clasificación de los quesos según la consistencia de la pasta.....  | 11   |
| 4   | Clasificación de los quesos de acuerdo al grado de maduración de la pasta.....  | 11   |
| 5   | Quesos evolución de las principales variables.....  | 12   |
| 6   | Principales países que participan en el mercado de los quesos, año 2003.....  | 13   |
| 7   | Suministro de queso en países seleccionados, 2002.....  | 13   |
| 8   | Producción de queso en México, 2002.....  | 14   |
| 9   | Composición media de quesos frescos y madurados.....  | 24   |
| 10  | Especificaciones Norma Salvadoreña NSO 67.01.14:05 para la humedad en quesos.....   | 24   |
| 11  | Especificaciones Norma Salvadoreña NSO 67.01.14:05 para grasa en quesos.....  | 25   |
| 12  | Resultados fisicoquímicos de las muestras analizadas.....   | 41   |
| 13  | Carga microbiana presente en las muestras evaluadas.....  | 43   |
| 14  | Recuento de <i>Staphylococcus spp</i> .....   | 44   |
| 15  | Concentración de los resultados estadísticos para cada parámetro fisicoquímico y su comparación con la norma vigente..... | 46   |
| 16  | Análisis t-student correspondiente a humedad.....   | 47   |
| 17  | Análisis t-student correspondiente a grasa.....   | 48   |
| 18  | Análisis t-student correspondiente a proteínas.....   | 49   |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 19 | Análisis t-student correspondiente a cenizas.....   | 50 |
| 20 | Análisis t-student correspondiente a sodio.....   | 51 |
| 21 | Análisis t-student correspondiente a carbohidratos.....   | 52 |
| 22 | Análisis t-student correspondiente a pH.....  | 53 |
| 23 | Medias de la composición fisicoquímica de ambas muestras.....   | 54 |
| 24 | Especificaciones Sanitarias para quesos frescos, madurados y procesados, establecidas por la NOM-121-SSA1-1994..... | 55 |
| 25 | Concentración de las características microbiológicas de las muestras evaluadas.....                                 | 56 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| No. | Título   | Pág. |
|-----|--|------|
| 1   | Queso Sopero.....  | 30   |
| 2   | Zona geográfica de recolección de los quesos.....  | 33   |
| 3   | Piezas de queso sopero presentes en el mercado.....  | 34   |
| 4   | Aparato para la determinación del pH con electrodos especiales para inserción directa en el queso..... | 37   |
| 5   | Incubación de Coliformes.....  | 39   |
| 6   | Colonias de <i>Staphylococcus spp</i> .....  | 45   |
| 7   | Tinción de gram de <i>Staphylococcus spp</i> .....   | 45   |
| 8   | Gráfica de medias del contenido de humedad.....  | 47   |
| 9   | Gráfica de medias del contenido de grasa.....  | 48   |
| 10  | Gráfica de medias del contenido de proteínas.....  | 49   |
| 11  | Gráfica de medias del contenido de cenizas.....  | 50   |
| 12  | Gráfica de medias del contenido de sodio.....  | 51   |
| 13  | Gráfica de medias del contenido de carbohidratos.....  | 52   |
| 14  | Gráfica de medias de los valores de pH.....  | 53   |
| 15  | Composición media del queso de la región de Tepetitan.....   | 54   |
| 16  | Composición media del queso de la región de Macuspana.....   | 55   |

## RESUMEN

En la actualidad existe un notable aumento en el interés por la calidad. Esto se debe a diferentes razones; principalmente: mayor demanda de productos con calidad por parte de los clientes, mayor competencia, exigencias de mayor rentabilidad, incremento en la complejidad de productos y procesos de producción, otra razón importante es la legislación del producto.

El objetivo de este trabajo fue analizar y comparar, en función a sus características fisicoquímicas y microbiológicas, los quesos frescos tipo soperos de dos regiones diferentes del estado de Tabasco. El trabajo experimental se basó en la recolección y conservación de las muestras, determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas, finalmente, la comparación de los datos obtenidos con la normatividad vigente y la comprobación de diferencias entre una región y otra.

Los resultados obtenidos en las determinaciones realizadas a las muestras de quesos soperos procedentes de las regiones tabasqueñas en cuestión, muestran una calidad fisicoquímica similar para ambas muestras, a pesar de existir diferencias significativas ( $P \leq 0.01 \%$ ) en el contenido de humedad, grasa y cenizas. En cuanto al pH los valores obtenidos para las dos regiones se hallaron comprendidos entre 3.70 y 4.0, lo cual resulta ser un factor muy importante en la conservación de los quesos en un clima tan desfavorable como el tropical.

Respecto a la calidad microbiológica los resultados fueron favorables, considerando que hubo crecimiento de *Staphylococcus spp* que de acuerdo a la prueba confirmatoria fueron coagulasa negativos, los cuales no se encuentran restringidos por la normatividad vigente. También se presentó crecimiento de hongos y levaduras con un promedio de 6,302 UFC/g para las muestras de Macuspana y 115 UFC/g para las de Tepetitán, estos datos comparados con la Norma Oficial Mexicana SSA1-121-1994, dieron a conocer que las muestras procedentes de la región de Macuspana presentaron un crecimiento promedio que rebasa los límites (500 UFC/g)

permitidos por la norma, al contrario, para las muestras de Tepetitan el crecimiento fue inferior al marcado por la legislación. En general no hubo crecimiento de microorganismos patógenos.

Los parámetros fisicoquímicos fueron comparados con la Norma Salvadoreña NSO 67.01.14:05 para quesos en general, la cual es una adopción del Codex Stan, ésta norma sólo regula el contenido de grasa y humedad; los resultados obtenidos para estos parámetros en ambas muestras analizadas se apegaron a lo establecido en dicha norma.

En general la favorable calidad microbiológica con la que cuentan los quesos es debida, tal vez al bajo pH que poseen, ya que la mayoría de los microorganismos patógenos no son acidorresistentes e incluso su crecimiento se ve frenado a medida que progresa la maduración, según lo expuesto por Amiot (1991).

Es posible ultimar que sí existen diferencias entre las muestras de una región y otra, ya que los quesos procedentes de Tepetitan mostraron una calidad microbiológica más apropiada a la normatividad vigente, ajustándose a todos los parámetros marcados por la norma oficial mexicana. Las muestras de Macuspana, por el contrario, no cumplen con lo establecido para el contenido de hongos y levaduras. Respecto a su composición fisicoquímica se presentó diferencia sólo en los contenidos de humedad, grasa y cenizas.

# I.- INTRODUCCIÓN

Los tecnólogos hoy en día se dedican a crear desde lo más indispensable, hasta lo más extrovertido, pero al final todo está orientado a satisfacer las diferentes demandas, gustos y preferencias de los consumidores. Aunque en los últimos años se ha generado una fuerte competencia enfocada a ofrecer productos de alta calidad a un buen precio y que cumplan con la legislación vigente, por lo que los industriales se han visto obligados a mantenerse en constante actualización, sobre todo en las áreas tecnológico-operacional, para así poder ofertar productos de calidad que puedan competir en el mercado global.

Para elaborar y ofertar buenos productos se valen de diferentes materias primas que aporta la naturaleza, las cuales son el ingrediente básico para la creación de muchos subproductos o derivados; sin embargo, la materia prima debe ser de calidad para que el producto final lo sea.

Dentro de la industria de alimentos específicamente, la leche es de los productos que más se emplean como ingrediente principal, ya que se utiliza para el consumo directo, como un insumo y sobre todo como materia prima de una gran diversidad de derivados lácteos. Es importante señalar que la leche sin tratamiento o industrialización es un producto perecedero, lo cual es una desventaja; por ello se somete a procesos de transformación que le confieren características de larga duración. En cuanto a su composición química es considerada como alimento completo y de primera necesidad en la alimentación humana.

Dentro de los derivados de la leche que más se producen y consumen en el mundo se encuentra el queso en sus diferentes variedades; este alimento tan exquisito y versátil se remonta a las sociedades precolombinas. Algunos viejos escritos citan a la leche cuajada como uno de los alimentos importantes de las poblaciones del Medio Oriente y de los nómadas; se piensa, que la dejaban fermentar largamente para

impartirle un sabor ácido-alcohólico. Sin embargo, no se conoce con exactitud los orígenes del queso o de su fabricación (Villegas, 1993).

Durante mucho tiempo los alimentos procesados que se encontraban en el mercado -incluyendo los quesos- no contaban con la información necesaria sobre la composición básica del producto, ni tampoco existían organismos que regularan la seguridad alimentaria. Actualmente estas consideraciones forman parte de la calidad de los productos, más otros parámetros que integran este amplio concepto, todo esto, aunado a la liberación de las fronteras comerciales han ayudado a garantizar que los productos ofertados sean higiénicamente confiables.

Aunque de los más de treinta tipos diferentes de quesos que se elaboran en nuestro país, el 68 % son fabricados a nivel artesanal, de estos se desconoce su calidad debido al retraso que México tiene en cuanto a la legislación y normalización de quesos.

# JUSTIFICACIÓN

Es casi seguro, que por las condiciones en las que se obtiene la leche en el sureste de nuestro país, el clima tropical desfavorable y por ser un producto que reúne las condiciones óptimas para el desarrollo de flora contaminante, se encuentren quesos comerciales del tipo artesanal de baja calidad. También es relevante mencionar que la leche no es sometida a un tratamiento térmico previo a la elaboración de los quesos. Por estos motivos la presente investigación se ha enfocado a determinar y conocer la calidad fisicoquímica y microbiológica de los quesos frescos tipo soper, los cuales se elaboran con leche cruda y no cuentan con normatividad que los regule.

# OBJETIVOS

## **Objetivo General:**

Analizar y comparar en función a sus características fisicoquímicas y microbiológicas, los quesos frescos tipo soper de dos diferentes regiones del estado de Tabasco.

## **Objetivos Específicos:**

- Determinar las características fisicoquímicas que conforman a los productos en cuestión.
- Analizar microbiológicamente las muestras, para conocer su calidad higiénica.
- Comparar las características fisicoquímicas y microbiológicas obtenidas contra las normas existentes para verificar el cumplimiento de las mismas.
- Comparar los datos obtenidos a partir de ambas muestras y establecer si existe diferencia entre una y otra de acuerdo a la región de procedencia.

## **II.- REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1.- Leche**

#### **2.1.1.- Definición de leche**

Definición biológica. Leche es el producto secretado por los mamíferos hembras para la alimentación de sus crías durante las primeras etapas de su crecimiento.

Definición legal. Leche es el producto íntegro y fresco de la ordeña completa que procede de una o más vacas bien alimentadas, sanas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, químicas y microbiológicas que establece el código sanitario local.

Definición tecnológica. La leche es un sistema fluido muy complejo en el cual coexisten tres subsistemas fisicoquímicos bien definidos, en equilibrio dinámico, a saber: una emulsión grasa-agua, una suspensión coloidal proteica y una solución o fase acuosa (Villegas, 2004).

#### **2.1.2.- Composición fisicoquímica de la leche**

La leche es un líquido blanco opaco y ligeramente viscoso, donde la composición y las características fisicoquímicas varían sensiblemente según las especies animales y las razas. Estas características también varían en el curso del período de lactación, así como durante su tratamiento (Anónimo 1).

Las sustancias que componen la leche son: el agua presente en un 80 a un 90 %, siendo la de mayor proporción; en menores cantidades se encuentran los lípidos en forma de triglicéridos; las caseínas (proteínas); la lactosa o azúcar de la leche y las sales minerales que se encuentran en forma de fosfatos, citratos y cloruros de potasio, calcio, sodio y magnesio (Luquet, 1991).

Otras fuentes describen que la leche está compuesta entre el 83 y 89 % de agua, su extracto seco alrededor del 12.6 % (grasa, proteínas, hidratos de carbono, sales y vitaminas). A continuación se muestra el cuadro No. 1 con la composición química y el contenido medio de los diferentes componentes de la leche de vaca.

Cuadro 1. Composición química de la leche de vaca

| <b>Componentes</b>           | <b>Contenido medio<br/>%</b> | <b>Rango<br/>%</b> |
|------------------------------|------------------------------|--------------------|
| Agua                         | 87.4                         | 83-89              |
| Extracto seco                | 12.6                         | 11-17              |
| Grasa                        | 3.9                          | 2.7-6.0            |
| Proteínas                    | 3.3                          | 2.5-4.5            |
| Caseína                      | 2.7                          | 2.2-4.0            |
| Albúminas                    | 0.4                          | 0.2-0.6            |
| Globulinas y otras proteínas | 0.1                          | 0.05-0.2           |
| Lactosa                      | 4.7                          | 4.0-5.6            |
| Sales (cenizas)              | 0.7                          | 0.6-0.8            |

Fuente: Dilanjan, 1984.

La leche de vaca tiene una densidad media de 1.032 g/l. Es una mezcla muy compleja y muy inestable. Las sustancias orgánicas de la leche están presentes en cantidades más o menos iguales y constituyen la principal fuente de energía, contiene también elementos funcionales, iones minerales (Ca, P, K, Na, Mg) y vitaminas. Su pH es ligeramente ácido comprendido entre 6.6 y 6.8 (Anónimo 1).

### **2.1.3.- Microbiología de la leche**

La leche cruda puede considerarse un “producto vivo”, ya que contiene un gran número de microorganismos por mililitro; esto es lo que se denomina carga microbiana. La presencia de microflora activa determina la variabilidad y la alterabilidad, dos de las principales propiedades de la leche.

De manera general, los microorganismos de la leche están involucrados en:

- ◆ La conservación de la leche fluida, cruda o pasteurizada, y los productos derivados de ella; determinan su vida de anaquel.
- ◆ La generación o transmisión de enfermedades en los consumidores, el riesgo es mayor si la leche es cruda.
- ◆ La impartición de características sensoriales deseables en los derivados lácteos.
- ◆ La transformación de la leche en derivados, con diferente grado y tipo de fermentación (Villegas, 2004).

#### **2.1.3.1.- Fuentes de Contaminación**

La contaminación de la leche se manifiesta por la presencia de microorganismos patógenos que alteran las características naturales de la leche. Los organismos vivos: bacterias, levaduras y hongos, procedentes del interior de la ubre o del medio externo, en éste caso llegan a la leche una vez ordeñada, se desarrollan fácilmente en dicho alimento, multiplicándose con extraordinaria velocidad y produciendo diversas modificaciones en la composición; por ello se recomienda pasteurizar la leche.

Las principales fuentes de contaminación de la leche cruda son: el animal, aire, agua, suelo, alimento, personal de ordeño, estiércol, utensilios y transporte. Antes del ordeño es conveniente lavar la ubre y eliminar los primeros chorros que son los más contaminados, después del ordeño es necesario filtrar la leche antes de colocarla en recipientes limpios (Sánchez, 2005).

### 2.1.3.2.- Clasificación de los microorganismos de la leche

Existen varios criterios para clasificar los microorganismos de la leche, a continuación se menciona uno de los más importantes, la velocidad de crecimiento en función de la temperatura:

Psicrófilos, se multiplican a bajas temperaturas (de refrigeración, 0 a 6 °C), su temperatura óptima de crecimiento es entre 15 y 20 °C. Comprende los géneros de *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Acrhomobacter* y algunos coliformes.

Mesófilos, se multiplican arriba de los 5 °C y hasta 43 °C como máximo, su temperatura óptima se ubica entre los 30 y 37 °C, constituyen la flora bacteriana más abundante de la leche cruda. Destacan las bacterias acidolácticas, coliformes y demás patógenos.

Termófilos, se multiplican entre 45 y 65 °C, su temperatura óptima es de 55 °C; forman parte de una flora natural y cultivada. Destacan los géneros *Lactobacillus* y *Streptococcus* (Villegas, 2004).

Por razones de simplificación, los microorganismos de la leche se dividen en «benéficos» y «deteriorantes». Son benéficos aquellos que aportan ciertas características específicas de algunos productos lácteos, entre ellos se incluyen las bacterias acidolácticas (*Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, otros). La flora deteriorante (indeseable) es aquella compuesta por microorganismos infecciosos que a causa de higiene deficiente y prácticas tecnológicas erróneas, llegan a la leche o productos lácteos, donde pueden multiplicarse. Aquí se incluyen los microorganismos coliformes, especialmente *Escherichia coli*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, levaduras y hongos, además de *Salmonelas*, *Listerias*, *Yersinias* y *Campilobacterias* (Scholz, 1997).

## **2.2.- Queso**

### **2.2.1.- Definición de queso**

“Quesos, productos elaborados con la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales, con o sin adición de crema, obtenida por la coagulación de la caseína con cuajo, gérmenes lácticos, enzimas apropiadas, ácidos orgánicos comestibles y con o sin tratamiento ulterior por calentamiento, drenada, prensada o no, con o sin adición de fermentos de maduración, mohos especiales, sales fundentes e ingredientes comestibles opcionales, dando lugar a las diferentes variedades de quesos pudiendo por su proceso ser: fresco, madurado o procesado” (NOM-121-SSA1-1994).

### **2.2.2.- Origen del queso**

Los orígenes de la elaboración del queso no se conocen con exactitud, aunque se estima encontrarse entre el año 8000 a.C. (cuando se domestica la oveja) y el 3000 a.C.

Existe una leyenda que dice que fue descubierto por un mercader árabe que, mientras realizaba un largo viaje por el desierto, puso leche en un recipiente fabricado a partir del estómago de un cordero. Cuando fue a consumirla vio que estaba coagulada y fermentada, esto debido al cuajo del estómago del cordero y a la alta temperatura del desierto (Anónimo 2).

Otras fuentes describen que la preparación de este sabroso alimento probablemente se realizó muchos siglos atrás cuando las tribus nómadas de los países del este del Mediterráneo transportaban leche de mamíferos domesticados en sacos confeccionados con piel de animales, calabazas u otros recipientes, tales como estómagos o vejigas. Si la leche se mantiene tibia rápido se acidifica y se separa en dos partes: la cuajada y el suero (Robinson, 1987).

También existen referencias de que el primer queso se elaboró en Mesopotamia (7000-6000 a.C.), actual Irak; Tierra rica y fértil, situada entre el Tigris y el Eufrates. Se fabricó con leche de vaca y cabra, que era el ganado que existía en esa zona (Delgado, 2004).

Los Egipcios, de igual forma dejaron pruebas arqueológicas de la manufactura del queso, plasmadas como murales en las tumbas que datan del año 2300 a.C. Estos primeros quesos probablemente tendrían un fuerte sabor y estarían intensamente salados, con una textura similar al requesón.

Igualmente desde Oriente Medio, las habilidades en la manufactura del queso se introdujeron en Europa, donde climas más fríos hacían necesario menores cantidades de sal para la conservación. Con la reducción de sales y ácidos, el queso se convirtió en un ambiente propicio para bacterias y hongos, encargados de darle su sabor característico.

En la mitología de la Antigua Grecia se atribuía a Aristeo el descubrimiento del queso. En La Odisea de Homero (siglo VIII a.C.) se describe a un Cíclope haciendo y almacenando quesos de oveja y cabra.

Así mismo en los tiempos de la Antigua Roma era un alimento que se consumía a diario, y su proceso de fabricación no distaba mucho de como se hace actualmente fuera del ámbito industrial. Roma extendió sus técnicas de manufactura por gran parte de Europa. Francia e Italia, son los países con una mayor gama de tipos de queso distintivos actualmente, con unos 400 tipos aproximadamente cada uno. Muestra de ello es el proverbio francés que sostiene que hay un queso francés diferente para cada día del año (Anónimo 2).

En México, el queso se elabora desde tiempos de la Colonia, cuando los conquistadores españoles trajeron a la Nueva España los primeros hatos de ganado criollo. Pronto se desarrollaron zonas de fuerte actividad ganadera como la de los

Altos de Jalisco, que desde antaño ha estado vinculada a la actividad productora del queso (Villegas, 1993).

Es complicado definir el origen del queso dado que su elaboración se ha realizado desde hace muchos años en diferentes partes del mundo, de igual forma es difícil encontrar una clasificación uniforme del mismo, ya que no existe una en específico.

La clasificación de los quesos es compleja y tiene en cuenta distintos factores. Se suelen dividir en función de su consistencia (de pasta dura o pasta blanda), también se distinguen por el período de maduración en; frescos o no madurados, semimadurados y madurados (Könemann, 1999).

### **2.2.3.- Clasificación de los quesos**

Por la gran diversidad de variedades de queso que existen a nivel mundial no existe, un esquema de clasificación unánimemente aceptado a nivel internacional, dado el número extraordinario de caracteres a considerar.

A menudo se toman en cuenta los siguientes criterios de clasificación: tipo de pasta, consistencia de la pasta, grado de maduración, forma de coagulación, contenido de materia grasa en la pasta, agentes maduradores, grado de cocimiento de la pasta, entre otros.

De acuerdo a los criterios antes mencionados, los cuadros 2, 3 y 4 ilustran la clasificación de algunos quesos nacionales y extranjeros.

Cuadro 2. Clasificación de los quesos por tipo de pasta

| <b>Pasta</b> | <b>Ejemplos</b>   |
|--------------|---|
| Untable      | Doble Crema, Crema, Cottage, Petit Suisse.                      |
| Tajable      | Chihuahua, Manchego, Edam, Gouda, Emmental (Gruyère), Chapingo. |
| Rallable     | Añejo, Cotija, Parmesano.                                       |
| Hilada       | Oaxaca, Asadero, Guaje (huasteco), Mozzarella.                  |

Fuente: Villegas, 1993.

Cuadro 3. Clasificación de los quesos según la consistencia de la pasta

| <b>Pasta</b> | <b>Ejemplos</b>   |
|--------------|---|
| Blanda       | Quesos untables (Crema, Cottage), Panela, Queso Crema Tropical, quesos rancheros mexicanos. |
| Semidura     | Chihuahua, Manchego, Edam, Cheddar, Gouda, Emmental (Gruyère), Chapingo.                    |
| Dura         | Añejo, Cotija, Parmesano.   |

Fuente: Villegas, 1993.

Cuadro 4. Clasificación de los quesos de acuerdo al grado de maduración de la pasta

| <b>Pasta</b>           | <b>Ejemplos</b>   |
|------------------------|---|
| Frescos                | Panela, Queso Crema, Cottage, quesos rancheros.           |
| Medianamente madurados | Chihuahua, Manchego, Gouda, Chapingo.                     |
| Fuertemente madurados  | Cotija (genuino), Añejo, Camembert, Roquefort, Parmesano. |

Fuente: Villegas, 1993.

## 2.2.4.- Producción de quesos

### 2.2.4.1.- Mundial y nacional

La producción mundial de quesos para el 2003 se mantuvo en cifras similares al 2002, a diferencia del crecimiento sostenido en años anteriores. El consumo crece marginalmente 0.9 %, explicado por aumentos en Estados Unidos y Rusia, que son suficientes para compensar descensos en otros países.

A continuación se muestra en el cuadro 5 la evolución de los quesos en sus diferentes variables, para los años 2000-2003.

Cuadro 5. Quesos evolución de las principales variables

| Variables     |                    | A ñ o s    |            |            |            |
|---------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|
|               |                    | 2000       | 2001       | 2002       | 2003       |
| Producción    | Vol. <sup>1/</sup> | 12,230,000 | 12,246,000 | 12,663,000 | 12,625,000 |
|               | Var.               | 4.1 %      | 0.1 %      | 3.4 %      | -0.3 %     |
| Consumo       | Vol. <sup>1/</sup> | 11,860,000 | 11,956,000 | 12,360,000 | 12,467,000 |
|               | Var.               | 3.0 %      | 0.8 %      | 3.4 %      | 0.9 %      |
| Exportaciones | Vol. <sup>1/</sup> | 1,029,000  | 1,080,000  | 1,129,000  | 1,169,000  |
|               | Var.               | 15.4 %     | 5.0 %      | 4.5 %      | 3.5 %      |
| Importaciones | Vol. <sup>1/</sup> | 691,000    | 658,000    | 692,000    | 641,000    |
|               | Var.               | 7.5 %      | -4.8 %     | 5.2 %      | -7.4 %     |

<sup>1/</sup> toneladas

Fuente: Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca de Uruguay, 2004.

La Unión Europea es el principal productor con un 40 % de la producción, consumo y exportaciones, al tiempo que posee alrededor del 20 % de las importaciones, como puede observarse en el cuadro 6. Los principales países productores de Europa son: Italia, Alemania, Francia, España, Dinamarca, Holanda, Reino Unido y Portugal.

El segundo en importancia es Estados Unidos, que participa con el 30 % de la producción y consumo y más del 50 % en importaciones, siendo notoriamente menor en las exportaciones mundiales (cuadro 6). Los países de Oceanía, si bien tienen una incidencia menor en la producción, destinan una importante porción de la misma a la exportación, de modo que, su ponderación en este concepto es muy importante al grado que sumados superan a la Unión Europea.

Cuadro 6. Principales países que participan en el mercado de los quesos, año 2003

| <b>Países</b>                | <b>Producción %</b> | <b>Consumo %</b> | <b>Exportaciones %</b> | <b>Importaciones %</b> |
|------------------------------|---------------------|------------------|------------------------|------------------------|
| Unión Europea<br>(15 países) | 43.7                | 41.7             | 40.9                   | 20.3                   |
| Estados Unidos               | 30.9                | 32.6             | 4.4                    | 52.6                   |
| Australia                    | 2.9                 | 1.9              | 17.8                   | 7.3                    |
| Nueva Zelanda                | 2.3                 | 0.2              | 24.8                   | 3.1                    |
| Otros                        | 20.2                | 23.7             | 12.1                   | 16.7                   |

Fuente: Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca de Uruguay, 2004.

A continuación en el cuadro 7 se muestra el suministro de queso en países seleccionados para el año 2002. Se presentan las variables de producción, exportación e importación; en éste cuadro se incluye a México ocupando el onceavo lugar de la lista.

Cuadro 7. Suministro de queso en países seleccionados, 2002

| <b>Países</b>   | <b>Producción</b> | <b>Exportaciones</b> | <b>Importaciones</b> |
|-----------------|-------------------|----------------------|----------------------|
|                 |                   | <b>1,000 T</b>       |                      |
| Unión Europea   | 5,450             | 463                  | 133                  |
| Estados Unidos  | 3,790             | 55                   | 225                  |
| Brasil          | 470               | 2                    | 10                   |
| Australia       | 424               | 201                  | 45                   |
| Egipto          | 393               | 3                    | 10                   |
| Argentina       | 370               | 22                   | 1                    |
| Canadá          | 315               | 12                   | 26                   |
| Nueva Zelanda   | 312               | 268                  | 0                    |
| Federación Rusa | 300               | 5                    | 140                  |
| Polonia         | 172               | 22                   | 2                    |
| México          | 145               | 0                    | 65                   |
| Ucrania         | 125               | 35                   | 2                    |
| Rumania         | 91                | 0                    | 0                    |
| Venezuela       | 61                | 0                    | 6                    |
| Japón           | 34                | 0                    | 212                  |
| Corea (RK)      | 18                | 1                    | 31                   |
| Taiwán          | 0                 | 0                    | 11                   |

Fuente: Jesse, 2003.

En México se elaboran más de treinta tipos diferentes de quesos, la mayor parte artesanales y de difusión regional. En el cuadro 8 se registran los volúmenes de los siete quesos de mayor circulación comercial en nuestro país durante el año 2002.

Cuadro 8. Producción de queso en México, 2002

| <b>Quesos</b> | <b>Producción (toneladas)</b> |
|---------------|-------------------------------|
| <b>Total</b>  | <b>137,656</b>                |
| Amarillo      | 23,169                        |
| Chihuahua     | 10,294                        |
| Doble Crema   | 19,528                        |
| Fresco        | 46,412                        |
| Oaxaca        | 17,283                        |
| Panela        | 13,848                        |
| Tipo Manchego | 7,122                         |

Fuente: SIAP, SAGARPA, 2003.

Los principales estados productores son: Aguascalientes, Jalisco, Coahuila, Chihuahua, Veracruz, Guanajuato, Estado de México, Michoacán, Chiapas, Querétaro, Oaxaca, Zacatecas, Tabasco, San Luis Potosí y otros.

#### **2.2.4.2.- Quesos artesanales**

En la actualidad, la elaboración de queso constituye la salida principal para muchos pequeños y medianos productores de leche, ante la baja rentabilidad de su actividad, originada por el incremento de los insumos para la producción y otros factores. Esta actividad constituye la base de la industria quesera artesanal. Por lo tanto, la quesería artesanal reviste gran importancia no sólo porque elabora un producto de bondades nutricionales y gustativas para los consumidores, sino también por el valor económico que representa la actividad procesadora y la capacidad de generar y mantener el empleo de un gran número de trabajadores, sobre todo del medio rural.

A nivel nacional se conocen al menos treinta tipos de quesos diferentes, cuya gama se amplía si se consideran las variantes de los mismos, de estos el 68 % son

elaborados a nivel artesanal, y la mayoría de ellos circulan en un ámbito comercial regional, a veces muy estrecho, de unos cuantos municipios.

Es evidente, que la mayoría de los quesos mexicanos tienen su origen en la producción artesanal, es decir, en un proceso de manufactura que emplea relativamente mucha mano de obra y escasa maquinaria, cuyos procesos no se hallan estandarizados, manejan bajos volúmenes de producción y tecnología obsoleta, aunque funcional. Se realiza en pequeñas y mal planeadas unidades de producción.

Los quesos artesanales en su mayoría son elaborados a partir de leche cruda y sin ningún control durante su proceso, por ello casi siempre muestran una calidad sanitaria deficiente y frecuentemente se les asocia con brotes de intoxicaciones alimentarias, a diferencia de los fabricados a partir de leche pasteurizada, aunque estos también pueden ocasionar toxiinfecciones por una inadecuada pasteurización de la leche o por contaminación posterior durante el manejo.

Los principales quesos artesanales que se conocen son: el Adobera, Ranchero, Crema tropical, Guaje, el queso de Sal, Cincho, Hoja, Poro y otros; cada uno se encuentra distribuido en diferentes regiones del territorio mexicano (Villegas, 2004).

### **2.3.- Coagulación de la leche**

La fabricación de los quesos comprende tres fases esenciales: El cuajado o coagulación de la leche, el desuerado de la cuajada y el afinado o maduración. A continuación se menciona la fase medular, “la coagulación”, la cual es una fase indispensable que se lleva acabo para la elaboración de cualquier tipo de queso.

Coagulación: físicamente el fenómeno se traduce en la floculación de las micelas de caseína que se unen para formar un gel compacto aprisionando el líquido de dispersión que constituye el suero (Veisseyre, 1972).

### **2.3.1.- Las proteínas de la leche como elementos importantes durante la coagulación**

Las proteínas se dividen en tres fracciones fundamentales: caseínas, albúminas y globulinas. Están compuestas por la mayoría de los aminoácidos, entre los que destacan: glicina, alanina, metionina, valina, serina, lisina, fenilalanina, ácido aspártico, cistina, triptófano y otros. Los aminoácidos imparten sabores característicos entre los que dominan dulces y amargos, este último siendo de mayor relevancia sobre la calidad de los quesos.

La caseína de la leche es una proteína de elevado peso molecular, se diferencia de las restantes proteínas lácteas por su alto contenido en fósforo. Esta proteína es una sustancia heterogénea que consta de tres fracciones  $\alpha$ ,  $\beta$ , y  $\kappa$ , que difieren en su contenido de fósforo y en su comportamiento frente al cuajo (renina).

En la leche se encuentra formando un complejo de fosfocaseinato cálcico y puede precipitarse por acidificación de la misma o por la adición intencional de un ácido. Coagula bajo la acción de las enzimas proteolíticas (renina, pepsina) y se transforma en p-caseína, que precipita formando la cuajada. A tal efecto, la industria quesera recurre a las enzimas proteolíticas obtenidas del estómago de los rumiantes; aunque actualmente se emplean enzimas de origen bacteriano y vegetal.

Las fracciones albúmina y globulina son también heterogéneas, poco abundantes y quedan al elaborar el queso disueltas en el suero. Estas proteínas abundan más en la leche calostrual (Dilanjan, 1984).

### **2.3.2.- Tipos de coagulación**

Existen, principalmente, dos vías o formas de precipitar las caseínas de la leche:

- a) *Vía láctica o ácida*. Se basa en la gelificación de las caseínas de la leche o en su precipitación, lo que forma un coágulo debido a la acidificación de la fase sérica (plasma), producida por el ácido láctico generado por la fermentación o por adición de un ácido orgánico de grado alimenticio (acético, cítrico o incluso el mismo láctico).
  
- b) *Vía enzimática*. Por medio de renina u otras enzimas coagulantes o proteolíticas (pepsina, enzimas bacterianas y vegetales). Se basa generalmente en el empleo de la renina o quimosina, producida por el abomaso de los rumiantes lactantes (terneros, cabritos o corderos). Esta enzima está presente en el cuajo comercial.

A veces se considera una tercera vía de cuajado de la leche conocida como mixta (ácido-enzimática), en la cual se combina la acidificación gradual de la leche y las enzimas; por ejemplo la inoculación de un cultivo láctico y la acción lenta de la renina incorporada en una pequeña dosis (Villegas, 2004).

Además, de los agentes coagulantes que comúnmente se usan y que ya se han mencionado (ácidos orgánicos, enzimas de diferentes fuentes) actualmente se están usando los cuajos de origen microbiano (*Mucor miehei*, *Mucor pusillus* y *Endothia parasítica*), los cuales han logrado gran aceptación en la industria láctea.

### **2.3.3.- Factores que influyen en la velocidad de coagulación**

Como la mayoría de los quesos que se elaboran son producto del cuajado enzimático, son diversos los factores que pueden interferir en la actividad de la enzima. Tratando de ser concisos, se considera que los parámetros que inciden más

notablemente son: la dosis del cuajo, la temperatura, el pH y la concentración de iones de calcio en la leche.

### **2.3.3.1.- Dosis de cuajo**

Cuando los demás parámetros (pH, T,  $\text{Ca}^{++}$ ) permanecen constantes la velocidad de coagulación es directamente proporcional a la dosis de cuajo utilizada, esto es, a mayor disponibilidad de cuajo se acelera la transformación de la leche en cuajada.

### **2.3.3.2.- Temperatura**

Cuando la temperatura es menor de 10 °C, la coagulación no tiene lugar. En el intervalo entre 10 y 20 °C la acción del cuajo es muy lenta y el tiempo de cuajado se prolonga. La temperatura óptima de cuajado es entre 39 y 43 °C. Hacia los 60 °C la enzima es completamente inactiva (Veisseyre, 1972).

También en relación con la temperatura, los cuajos microbianos presentan una temperatura óptima mayor que la renina, y es posible emplearlos para cuajar leche o “bases” para quesos de imitación a temperaturas cercanas a los 50 °C, sin que se presenten problemas en el manejo del gel.

### **2.3.3.3.- Potencial de hidrógeno (pH)**

El cuajo no actúa en medio alcalino. La velocidad de coagulación de la leche es directamente proporcional al pH cuando éste es inferior a 7. El pH óptimo para la actividad del cuajo es de 5.5. Cuando al principio la leche es demasiado ácida, el coágulo obtenido ya no tiene los caracteres de una cuajada pura, sino de una mixta.

#### **2.3.3.4.- Concentración de iones de calcio**

Como ya se ha mencionado la p-caseína resultante del desdoblamiento de la caseína por el cuajo sólo se gelifica en presencia de sales de calcio en solución. Los iones de calcio positivos son necesarios para la floculación de las micelas de p-caseinato cálcico, negativamente cargadas. Las leches bajas en contenido de calcio dificultan la acción del cuajo y prolongan el tiempo de coagulación. Esto se puede corregir añadiéndole a la leche cloruro de calcio, lo cual aumenta la concentración de iones de calcio positivos y acelera notablemente la coagulación (Veisseyre, 1972).

#### **2.4.- La Pasteurización como tratamiento importante en la elaboración de quesos**

La pasteurización se ha impuesto en los últimos años como el mecanismo que mayor seguridad aporta para limitar la presencia de contaminaciones accidentales debidas a una mala higiene de materiales y equipos o deficiencias en la manipulación (Rodríguez, 2004).

Definición: Es un proceso térmico débil destinado a provocar la muerte de los organismos patógenos. La pasteurización moderna consiste en calentar la leche a 80 °C/30 segundos. Este calentamiento debe ser seguido de un rápido enfriamiento a 4 °C. Esta pasteurización garantiza la práctica destrucción de todos los patógenos y no altera perceptivamente su sabor (Anónimo 1).

El proceso de pasteurización asegura que, por el choque térmico que se genera sobre la sustancia desaparezcan todos los microorganismos patógenos (salmonelas, coliformes, estreptococos, hongos, levaduras, otros) que habitualmente se encuentran en la leche y que suelen ser responsables de ciertos problemas de salud.

Durante la pasteurización se elimina entre un 99,6 % y un 99,9 % de los gérmenes. Los microorganismos esporógenos sobreviven a la pasteurización dado que sus esporas son termorresistentes (Rodríguez, 2004).

#### **2.4.1.- Técnicas de pasteurización**

Son diversas las técnicas de pasteurización. La elección del sistema a utilizar depende esencialmente del número inicial de microorganismos y de las cantidades de leche a procesar. Se conocen las siguientes técnicas de pasteurización:

La denominada “pasteurización baja o lenta”, es la que mejor responde al principio conservador del valor nutritivo de la sustancia. En este caso, la temperatura alcanzada oscila entre los 62 y 72 °C y la duración del calentamiento es de 8 a 40 segundos. El efecto germicida es alto, del orden del 95 al 99 %.

La “pasteurización rápida”, es la empleada con mayor frecuencia. Cumple casi totalmente todos los requisitos. Entre las modificaciones químicas, cabe citar la coagulación de escasas cantidades de albúmina y globulina, así como la precipitación reducida de sales. Las vitaminas apenas se modifican. La temperatura alcanzada oscila entre 71 y 74 °C y el calentamiento suele durar de 40 a 45 segundos. El efecto germicida medio es del 99,5 %.

La “pasteurización alta”, es la preferida por su elevado efecto germicida (99,9 %). Las modificaciones físicas y químicas, sin embargo, son bastante más acusadas que en la pasteurización rápida. Las pérdidas de las vitaminas A, B<sub>1</sub> y C se limitan al 20 %. La temperatura que se alcanza es de 85 °C durante un período de 8 a 15 segundos.

La forma extrema de este sistema es la “ultrapasteurización”, con temperaturas de entre 135 y 150 °C, el tiempo de exposición es de 2 a 8 segundos. El efecto germicida es igualmente elevado (99,9 %).

Las distintas técnicas de pasteurización no deben confundirse con la esterilización, mecanismo que persigue la eliminación total de patógenos mediante el uso de altas temperaturas (superiores a los 110 °C) en lapsos de tiempo prolongados, entre 20 y 35 minutos. Aunque el producto final queda absolutamente libre de patógenos, las cualidades organolépticas y nutritivas se ven sustancialmente modificadas por el proceso (Rodríguez, 2004).

## **2.4.2.- Objetivos de la pasteurización**

### **2.4.2.1.- Punto de vista microbiológico**

La pasteurización se realiza para eliminar los microorganismos patógenos y, en particular, el bacilo *Mycobacterium tuberculosis*, que aún no se sabe que desaparezca durante la maduración. En lo que se refiere a los quesos frescos, es obvio que pueden contener una gran variedad de microorganismos patógenos; para demostrarlo, es necesario hablar de algunos problemas microbiológicos que se presentan durante la elaboración de quesos.

- La mayoría de los microorganismos (patógenos y banales) pasan a la cuajada; en el suero sólo queda una pequeña cantidad.
- El grado de acidificación del queso es muy importante en el caso de microorganismos de los géneros *Staphylococcus*, *Coliformes* y *Salmonelas*. En los quesos cuyo pH se encuentra entre 4.55 a 5.0 y durante los primeros 23 días de la fabricación, estos microorganismos no se desarrollan y sólo sobreviven algunos *Staphylococcus*.
- La acidez de las cuajadas no afecta al bacilo *Mycobacterium tuberculosis* ni a la *Brucela*. Durante la maduración, disminuye el número de estos microorganismos pero no desaparecen completamente.

### 2.4.2.2.- Punto de vista técnico

#### Ventajas

- La pasteurización interrumpe la acidificación de la leche al destruir los microorganismos lácticos y así se controla mejor su maduración; también elimina los microorganismos indeseables con excepción de los esporulados.
- Si la pasteurización se efectúa a más de 80 °C, la  $\alpha$ -lactoalbúmina y la  $\beta$ -lactoglobulina coagulan y quedan retenidas en la caseína (cuajada) durante el desuerado, lo que aumenta el rendimiento.
- Aumenta la cantidad de grasa que se retiene en el queso.
- Obtención de productos con más larga vida de anaquel.
- Destrucción de bacterias, levaduras y algunas enzimas de la leche y así lograr una mayor eficiencia de los cultivos iniciadores para ciertos tipos de quesos.

#### Desventajas

- La pasteurización provoca una modificación en la composición y en la estructura fisicoquímica de la leche, como la unión de la caseína  $\kappa$  con la  $\beta$ -lactoglobulina, lo que inhibe parcialmente la actividad del cuajo; lo anterior obliga a aumentar el tiempo de coagulación en 8 minutos y la temperatura en 1 ó 2 °C.
- Al calentar la leche se desnaturalizan la  $\alpha$ -lactoalbúmina y la  $\beta$ -lactoglobulina, que se retienen en la cuajada; debido a que estas proteínas fijan el agua, el desuerado se dificulta.

- Para ciertos tipos de quesos es difícil obtener con la leche pasteurizada una textura, sabor y aroma tan buenos como con la leche cruda.
- La pasteurización de la leche facilita el empleo de leches defectuosas, como aquellas en las que puedan haberse desarrollado toxinas termorresistentes, que permanecen en la cuajada (Santos, 1987).

## **2.5.- Composición fisicoquímica del queso**

La composición básica del queso (agua, proteínas, grasa y sal o cenizas), está influenciada por varios factores; algunos de ellos son los siguientes: composición y tipo de la leche utilizada (de vaca, cabra, oveja, yegua, reno o búfala), el procedimiento de elaboración (forma en que se realiza la coagulación, el prensado, el salado), el estado de maduración, las preferencias de los consumidores, otros.

La proporción de agua puede variar entre 20 y 75 %; la de sustancias nitrogenadas entre 11 y 30 %; y aún más en los quesos magros; la de grasa entre 16 y 40 %, excepto en los quesos absolutamente magros en que apenas se llega a 5 o 6 %, y las de cenizas entre 2 y 6 % (Morelli, 1947).

A nivel mundial existen quesos muy húmedos como los de pasta blanda y untables (70 a 80 % de agua), ejemplo el Cottage; hasta los que están muy secos (20 a 30 % de agua), de pasta dura y rallable, como el Parmesano (Villegas, 2004).

Pamplona (2002) presenta la composición química porcentual para quesos frescos y madurados, los cuales se pueden apreciar en el cuadro No. 9.

Cuadro 9. Composición media de quesos frescos y madurados

| <b>Componente</b> | <b>Queso fresco</b><br>% | <b>Queso madurado</b><br>% |
|-------------------|--------------------------|----------------------------|
| <b>Agua</b>       | 79.3                     | 51.8                       |
| <b>S. totales</b> | 20.6                     | 48.2                       |
| <b>Proteínas</b>  | 13.7                     | 19.8                       |
| <b>CHO's</b>      | 3.6                      | 0.4                        |
| <b>Grasa</b>      | 1.9                      | 24.3                       |
| <b>Minerales</b>  | 1.3                      | 3.6                        |

Fuente: Pamplona, 2002.

De acuerdo a la normatividad vigente se muestran las características fisicoquímicas que si cuentan con regulación y que serán tomadas para comparar las muestras en cuestión.

Para el caso del porcentaje de humedad contenido en los quesos, éstos se clasifican de acuerdo al cuadro 10, establecido por la siguiente norma salvadoreña.

Cuadro 10. Especificaciones Norma Salvadoreña NSO 67.01.14:05 para la humedad en quesos

| <b>Denominación del queso según sus características de consistencia y maduración</b> |                |                     |
|--|----------------|---------------------|
| Según su consistencia  |                | Grado de maduración |
| % de Humedad   | Denominación   |                     |
| <36  | Extraduro      | Madurado            |
| 36-44  | Duro           | Madurado por mohos  |
| 45-64  | Firme/Semiduro | No madurado/Fresco  |
| > 64   | Blando         | En salmuera         |

Fuente: CONACYT, 2003.

De acuerdo al porcentaje de grasa contenido en los quesos, éstos se clasifican como se muestra en el cuadro 11, establecido por la siguiente norma salvadoreña.

Cuadro 11. Especificaciones Norma Salvadoreña NSO 67.01.14:05  
para grasa en quesos

| Denominación                      | % de Grasa  |
|-----------------------------------|---|
| Extragraso                        | (Si el contenido de GES es superior o igual al 60 %)                    |
| Graso                             | (Si el contenido de GES es superior o igual al 45 % e inferior al 60 %) |
| Semigraso                         | (Si el contenido de GES es superior o igual al 25 % e inferior al 45 %) |
| Semidesnatado<br>(Semidescremado) | (Si el contenido de GES es superior o igual al 10 % e inferior al 25 %) |
| Desnatado<br>(descremado)         | (Si el contenido de GES es inferior al 10 %)                            |

GES = Grasa en el Extracto Seco  
Fuente: CONACYT, 2003.

## 2.6.- Microbiología del queso

Tanto la leche como el queso pueden considerarse justamente como un “producto vivo”, ya que en ellos se encuentran un gran número de microorganismos por mililitro. La flora dominante durante la fabricación del queso y en los primeros momentos de la maduración son los *Streptococcus* productores de ácido láctico, (*St. lactis* y *St. cremoris*). Normalmente estos microorganismos suelen ser bacterias mesófilas, aunque algunas veces pueden ser termófilas; son responsables de otorgar un sabor afrutado en los quesos.

Todos los quesos contienen lactobacilos. Entre ellos, los más frecuentes son los mesófilos *Lactobacillus casei* y *L. plantarum*; también se encuentran *L. thermophilus*, que se utiliza como fermento en los quesos cocidos. Además de su actividad acidificante, los lactobacilos desempeñan un importante papel en la maduración de muchos quesos. La flora del queso incluye también enterococos, principalmente *St. durans* y *St. faecalis*. Son bacterias relativamente resistentes al calor y tolerantes a la sal.

Muchas otras especies bacterianas participan directa o indirectamente en la maduración de los quesos por su actividad hidrolítica, produciendo sustancias aromáticas o fermentaciones, como es el caso de *Propionibacterium shermanii* que produce gas dando lugar a la formación de ojos o agujeros en los quesos de pasta cocida (Amiot, 1991).

La flora microbiana varía con los distintos tipos de quesos e inclusive entre varios quesos del mismo tipo. Los microorganismos más importantes para recuento en quesos son: coliformes, *Staphylococcus aureus* (mastitis), hongos y levaduras, salmonela y *Listeria monocytogenes*.

### **2.6.1.- Coliformes**

Son bacterias fecales, aunque también están presentes en el agua. Se encuentran usualmente en todas partes, por lo que se utilizan como gérmenes indicadores, es decir, microorganismos cuya presencia en gran número delata la práctica de un trabajo en malas condiciones higiénicas. Al multiplicarse generan gas, por lo que provocan la aparición de muchos ojos pequeños en el queso, que lo hacen esponjoso (Scholz, 1997).

*Escherichia coli* es la bacteria representativa de este grupo, sólo está presente en el intestino del hombre o animales y también en aguas contaminadas con heces fecales. Las bacterias de *E. coli* son bacilos cortos gram-negativos, no esporulados, móviles con flagelos peritricos, catalasa-positivos, oxidasa-negativos, anaerobios facultativos y la mayoría de las cepas fermentan la lactosa. Típicamente, la especie es rojo metilo positiva y Voges-Proskauer negativa y no crece en el medio de citrato de Simmons (ICMSF, 1998).

*E. coli* es un organismo mesófilo típico que crece a temperaturas desde 7-10 °C hasta 50 °C, con una temperatura óptima de 37 °C, aunque es capaz de resistir el almacenamiento en refrigeración (4 °C) o congelación durante tiempos prolongados. Un pH casi neutro es óptimo para su crecimiento, aunque puede crecer a pH

inferiores a 4.4, siendo por otra parte óptimas las demás condiciones de crecimiento. Su  $a_w$  mínima de crecimiento es 0.95 (Adams y Moss, 1997).

### **2.6.2.- *Staphylococcus aureus***

Los estafilococos proceden de supuraciones, pero el reservorio principal de éste microorganismo son las fosas nasales. *S. aureus* se disemina a partir de la nariz a la piel, manos y cara en particular y al ambiente, aire, suelo, agua, ropa, otros. Por ello se debe evitar toser o estornudar cuando se está trabajando con alimentos. *S. aureus* en particular es responsable de enfermedades en la ubre de las vacas como es la mastitis (Scholz, 1997).

*S. aureus* es la especie tipo del género *Staphylococcus*, se presentan en forma de cocos gram-positivos y catalasa-positivos que se dividen en más de un plano para formar racimos tridimensionales de células (ICMSF, 1998).

*Staphylococcus aureus*, se multiplica más fácilmente en aerobiosis que en anaerobiosis. Es sensible a la acidez del medio, en la prueba confirmatoria de coagulasa se obtiene una reacción fuertemente positiva. Es un reconocido patógeno humano, siendo agente etiológico de un amplio espectro de infecciones de origen comunitario.

Es un microorganismo mesófilo que tolera concentraciones elevadas de NaCl y  $a_w$  baja. Sobrevive durante bastante tiempo en alimentos deshidratados o congelados (Bourgeois y col., 1995).

### **2.6.3.- Salmonela**

Salmonela es un género de la familia enterobacteriaceae. Las bacterias de esta familia se caracterizan como bacterias gram-negativas, anaerobias facultativas, de forma bacilar. Las formas móviles poseen flagelos peritricos. Producen ácido, y a

veces gas durante la fermentación de la D-glucosa, suelen ser catalasa-positivas y oxidasa-negativas y reducen los nitratos a nitritos. La mayoría de estos organismos se encuentran en el tracto intestinal del hombre y de los animales, ya sea como patógenos, o como comensales (ICMSF, 1998).

La temperatura óptima de crecimiento se encuentra entre 35 y 37 °C; sin embargo, salmonela puede multiplicarse desde 5 a 47 °C, aunque a temperaturas inferiores a 10 °C el crecimiento sufre un retraso considerable. Las temperaturas de refrigeración permiten la supervivencia de salmonela, en tanto que la congelación provoca un descenso considerable en el número de éstas.

Soporta un rango de pH entre 4.5 y 9 con un óptimo de 6.5 a 7.5, se desarrollan bien a valores de  $a_w$  de 0.94 a 0.99, pero son bastante sensibles al NaCl. En productos deshidratados sobreviven por largo tiempo (Bourgeois y col., 1995).

#### **2.6.4.- *Listeria monocytogenes***

Las listerias son bacilos cortos, gram-positivos, catalasa-positivos y anaerobios facultativos. Son móviles a 25 °C, pero no tienen movilidad a 35 °C. Las colonias tienen un aspecto característico gris-azulado, que cambia a azul-verde cuando se observan con luz oblicua (ICMSF, 1998).

*Listeria monocytogenes* es una bacteria que se desarrolla mejor en presencia de una tensión reducida de oxígeno. Su pH óptimo de crecimiento está próximo a la neutralidad (7.2-7.6). En cuanto a las temperaturas, esta bacteria puede proliferar entre 3 y 45 °C (temperatura óptima 30-37 °C). A 4 °C se multiplica mejor que otras bacterias presentes en los quesos y los cultivos permanecen viables por varios años a esta temperatura (Bourgeois y col., 1995).

### 2.6.5.- Hongos y levaduras

Las levaduras suelen llegar al producto en el curso de la elaboración, procedentes de utensilios poco limpios. Los signos de esta contaminación son olor ligeramente agrio y la presencia de manchas rojizas, amarillas o también de color castaño, que pueden llegar a hacer húmeda y viscosa la superficie del queso (Scholz, 1997).

Las levaduras se adaptan a diversos sustratos (aire, suelo, plantas, agua, ensilado, leche, otros). Las encontramos sobre todo en la superficie de los quesos, desarrollando diversas funciones; desacidificación de las pastas por consumo de ácido láctico, la formación de etanol y productos secundarios por fermentación de la lactosa, esterificación y acciones proteolíticas y lipolíticas (Mahaut y col., 2003).

Para su crecimiento las levaduras necesitan oxígeno, fuentes de carbono orgánicas y nitrógeno. El pH óptimo para el desarrollo de las levaduras varía de 4.5 a 6.5, aunque muchas especies toleran variaciones de pH de entre 2.8 a 8.5. La temperatura de crecimiento está comprendida entre 5 y 37 °C, el valor óptimo se sitúa en los 25 °C.

El contenido de agua es otro factor importante para el crecimiento, algunas levaduras son osmotolerantes y soportan  $a_w$  del orden de 0.65 (*Zygosaccharomyces rouxii*), valor al que ningún otro microorganismo puede desarrollarse. Las levaduras en su mayoría no provocan intoxicaciones alimentarias (Bourgeois y col., 1995).

Aunque existen diferentes especies que son útiles en determinados quesos, se utilizan principalmente los del género *Penicillium*: *P. caseicolum*, que constituye el micelo blanco de la superficie de los quesos de tipo Camembert y *P. roqueforti*, responsable de las venas azules en los quesos de pasta azul (Amiot, 1991).

La temperatura es muy importante, ya que interviene en la esporulación y en la germinación de las esporas; los hongos se desarrollan entre 15 y 30 °C con un óptimo de crecimiento alrededor de 20-25 °C.

La mayoría de los hongos se desarrollan a una  $a_w$  de 0.80 a 0.95 incluso a veces a la saturación. En su mayoría los hongos prefieren sustratos con un pH entre 4 y 8, aunque algunos toleran pHs mucho más ácidos o muy alcalinos. Son aerobios mayormente (Bourgeois y col., 1995).

## 2.7.- Queso sopero o crema tropical

El queso sopero o crema tropical como se le conoce constituye una verdadera creación de la quesería nacional. Tanto por su presentación llamativa (anexo 6.2.1), como por los principios subyacentes durante su fabricación a fin de impartirle una vida de anaquel más prolongada. Se considera que este producto pertenece al grupo de quesos de pasta blanda, fresca y prensada.

Se elabora con leche de vaca (por lo general procedente de ganado de doble propósito, cebú-pardo, suizo) cruda, entera o parcialmente descremada, se acidifica con microflora natural y presenta una vida de anaquel que puede prolongarse a varios meses, en refrigeración.

En el mercado se presenta en piezas (figura 1) de formato pequeño, prismático-rectangulares y cilíndrico-planas, su peso oscila entre 250 y 1000 g.



Figura 1. Queso Sopero. Enciclopedia de los Municipios de México<sup>2</sup>, 2005.

Los estados de Chiapas y Tabasco se disputan la paternidad de este queso; sin embargo, tal parece que es, realmente, originario de la zona chiapaneca limítrofe con Tabasco. Su origen se remonta a varias décadas y no existen datos fehacientes que lo confirmen; al menos en la costa de Chiapas ya se registra su fabricación hace medio siglo, aproximadamente.

Anteriormente se mencionó lo atractivo que es este queso por su presentación. En efecto, frecuentemente las piezas van envueltas en tres capas de papel; del interior al exterior: encerado, aluminio y celofán. Este último, de color rojo o amarillo, hace muy llamativo al producto.

La pasta del queso sopero está altamente desmineralizada debido al prolongado cuajado ácido-enzimático que ocurre en varias horas a temperatura ambiente. El producto final, muestra una pasta blanca o ligeramente amarilla (según el contenido de grasa), una consistencia blanda o friable pero ligeramente tajable. Su sabor, ácido y salado, es agradable.

Aunque este queso se fabrica para consumirse fresco, a los pocos días de elaborado, debido a una comercialización tardía, termina por ser madurado, frecuentemente. Por ello se dice que sufre una maduración “involuntaria”, hasta de varios meses (Villegas, 1993).

## **III.- MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1.- Lugar**

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Productos Lácteos del Departamento de Producción Animal y el Laboratorio de Nutrición y Alimentos perteneciente al Departamento del mismo nombre, situados en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

### **3.2.- Muestras**

Para la realización de este estudio se utilizaron muestras procedentes de dos regiones diferentes del estado de Tabasco, nombradas Tepetitan y Macuspana.

Las muestras fueron identificadas de la siguiente manera:

**T**= Muestra Tepetitan

**M**= Muestra Macuspana

**R**= No. de repetición

#### **3.2.1.- Recolección y conservación de las muestras**

Las muestras de queso fueron compradas en los lugares de producción, directamente con los productores. La recolección se llevó a cabo en dos regiones del estado de Tabasco; Macuspana y Tepetitan, ubicadas al sureste de la ciudad capital.

El municipio de Macuspana se localiza en la región de la sierra y tiene como cabecera municipal a la ciudad de Macuspana, que se ubica al sur del estado. Como se observa en la figura 2 colinda al norte con Centro, Centla y Jonuta; al este con el municipio de Jonuta y el estado de Chiapas; al sur con el estado de Chiapas y el municipio de Tacotalpa; al oeste con los municipios de Tacotalpa, Jalapa y Centro.



Figura 2. Zona geográfica de recolección de los quesos. Enciclopedia de los Municipios de México<sup>1</sup>, 2005.

En el municipio sobresalen los territorios con mayor desarrollo regional por sus actividades económicas y sociales; éstas son: Venustiano Carranza, Tepetitán, Apasco, Las Palomas, Nicolás Bravo, Belén, Aquiles Serdán, Ciudad Pemex, Vernet 3<sup>a</sup> sección, José María Pino Suárez, Tierra Colorada y la cabecera municipal.

Como se puede observar en la figura 2 Tepetitán es una región perteneciente al municipio de Macuspana que por su desarrollo alcanzado sobresale en el municipio, se ubica al noreste de la cabecera municipal y al igual que Macuspana y otras regiones son importantes productoras de queso sopero (figura 3).

Por la distancia y las dificultades de transporte se adquirieron 6 muestras, de las cuales tres pertenecen a la región de Macuspana y las otras tres a Tepetitán. Las

muestras se congelaron y se transportaron en una hielera hasta el lugar donde se analizaron (UAAAN).



Figura 3. Piezas de queso sopero presentes en el mercado.

### 3.3.- Equipo

- ✚ Balanza Analítica Digital Ohaus, capacidad 120 g
- ✚ Balanza Explorer Ohaus, capacidad 210 g
- ✚ Centrífuga Dr. N. Gerber Original
- ✚ Cuenta Colonias Québec, modelo 3325
- ✚ Equipo de Absorción Atómica Varían, modelo AA 1275
- ✚ Estufa de Secado Felisa, temperatura 50-300°C
- ✚ Incubadora Blue M, modelo 100 A
- ✚ Microscopio Compuesto Zeiss
- ✚ Mufla Thermolyne, modelo 1500
- ✚ Olla de Presión Presto
- ✚ Parrilla de Calentamiento y Agitador magnético Thermolyne, Cimarec 1
- ✚ Potenciómetro Hanna, modelo HI 991001
- ✚ Potenciómetro de Penetración Hanna Instruments, modelo HI 9024C
- ✚ Refrigerador American, modelo RC-270

### **3.4.- Materiales**

Se emplearon diversos reactivos y material de vidrio de uso común en el laboratorio, tanto para las determinaciones fisicoquímicas como para los análisis microbiológicos.

### **3.5.- Metodología**

#### **3.5.1.- Análisis de las características fisicoquímicas**

A fin de conocer las características fisicoquímicas que componen a los quesos frescos tipo sopero, se procedió a realizar los análisis para la determinación de: humedad, grasa, proteínas, cenizas, contenido de sodio, carbohidratos y pH. Todos los métodos antes mencionados son propuestos por la AOAC 1980.

*Humedad.* Para conocer el contenido de humedad se practico el método de destilación azeotrópica, el cual generalmente se aplica en alimentos no homogéneos y voluminosos. Se pesaron 10 g de muestra y se colocaron en un matraz bola, seguido se agrego tolueno hasta cubrir la muestra. El matraz se acoplo al tubo Bidweel y se llevo a ebullición hasta que la lectura del tubo se mantuvo constante. La lectura es directa con una precisión de  $\pm 0.1$  ml.

*Sólidos totales.* Se calcularon por diferencia a partir del contenido de humedad.

*Grasa.* La determinación de este parámetro se realizó por el método de Gerber, utilizando butirómetros para crema en los cuales se adiciono 10 ml de ácido sulfúrico seguidos de una capa de 0.6 ml de agua caliente (30-40 °C) y 5 g de muestra. Se agrego 1 ml de alcohol isoamílico y suficiente agua caliente para llenar el tubo hasta el borde inferior del cuello. Posteriormente se colocaron a baño María a 65 °C por 7 min y se centrifugaron a 1100 rpm durante 5 min. Se regresaron al baño a 65 °C y finalmente se tomo la lectura directa en la escala del butirómetro.

*Proteínas.* Estas fueron determinadas por el método Kjeldhal que consta de tres etapas; digestión, destilación y titulación. Consiste en determinar el nitrógeno total, mediante la combustión húmeda de la muestra calentándola con  $H_2SO_4$  concentrado en presencia de catalizadores metálicos, para efectuar la reducción del nitrógeno orgánico a amoníaco, el cual es retenido en forma de sulfato de amonio. La solución de la digestión se hace alcalina y se destila para liberar el amoníaco que es atrapado, finalmente se titula con ácido sulfúrico al 0.1 N. El resultado se presenta en porcentaje de proteína el cual se obtuvo a través de una serie de cálculos.

*Cenizas.* El contenido de cenizas fue determinado por el método de incineración seca. Se utilizaron crisoles a peso constante, a los cuales se les tomó el peso antes de colocar la muestra. Se pusieron 2 g de muestra y se llevaron a preincinerar en el mechero hasta que ya no desprendían humo, seguidamente se colocaron en la mufla a temperatura de 600 °C durante 3 horas, después se sacaron y se dejaron enfriar por 15 min en un desecador, finalmente se pesaron de nuevo y se obtuvo el porcentaje de cenizas por diferencia de peso.

*Sodio.* El contenido de sodio fue determinado por el método de absorción atómica, para el cual se pesó 1 g de muestra en un crisol de porcelana y se llevó a la mufla a 600 °C por 2 horas, las cenizas obtenidas se pasaron a un vaso de precipitado y se les agregó 20 ml de una mezcla 1:3 de ácido perclórico y ácido nítrico, se calentó ligeramente hasta obtener una solución cristalina, después se dejó enfriar y se filtró sobre un matraz volumétrico de 100 ml usando papel filtro No. 42 sin cenizas, seguido se aforó con agua desionizada, se tomó 1 ml y se aforó nuevamente a 100 ml para obtener una dilución 1:10,000. Finalmente se realizó la lectura en el equipo de absorción atómica.

*Carbohidratos.* Se calcularon por diferencia de peso después de haber obtenido los parámetros que constituyen el contenido de sólidos totales.

*Potencial de hidrógeno (pH)*. Para el caso de la determinación del pH se realizó una comparación entre el método convencional y el de inserción directa, para verificar la diferencia entre uno y otro. Para el método convencional se pesaron 5 g de muestra y se diluyeron en 10 ml de agua destilada, se agito por 20 min y se tomo la lectura con el potenciómetro previamente calibrado introduciendo el electrodo en la mezcla. El resultado fue el mostrado en la pantalla del equipo.

La determinación del pH en queso usando los métodos basados en indicadores o colorimetría resultan poco exactos, por eso es más recomendable el uso de los potenciómetros, que miden directamente la concentración de iones hidrógeno, existiendo incluso modelos especiales para quesería (figura 4), que provistos de un fino electrodo, permiten hacer determinaciones directas en piezas enteras (Compairé, 1976).

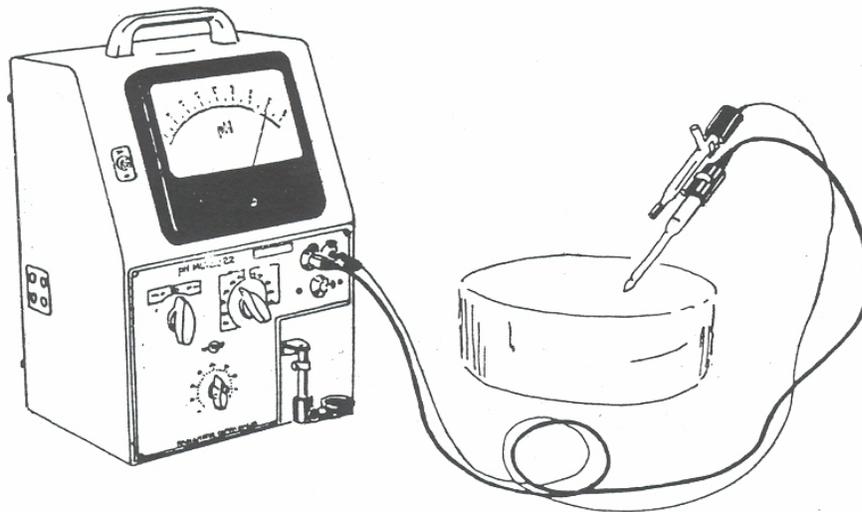


Figura 4. Aparato para la determinación del pH con electrodos especiales para inserción directa en el queso. Compairé, 1976.

Para el método de inserción directa, se calibro el potenciómetro el cual esta provisto de una cuchilla que rompe y permite al electrodo penetrar la pieza entera, se espero unos segundos hasta que se mantuvo la lectura en la pantalla y se leyó directamente.

### 3.5.2.- Análisis de las características microbiológicas

Los análisis que se realizaron fueron a través de técnicas microbiológicas convencionales de cultivo, por las cuales se evaluó la carga microbiana de coliformes, *Staphylococcus aureus*, hongos y levaduras, salmonela y *Listeria monocytogenes*. Lo anterior de acuerdo a lo que marca la NOM-121-SSA1-1994 para quesos frescos. Esto mediante las técnicas propuestas por Lynch y col. 1987.

Preparación de las muestras y conteo de los microorganismos. La preparación de las muestras se realizó según la metodología de la Comisión Internacional para las Especificaciones Microbiológicas de los Alimentos (ICMSF). Se homogeneizaron 10 g de cada muestra en 90 ml de agua peptonada al 0.5 %, hasta disolver la muestra lo mayor posible, lo que constituyó la dilución  $10^{-1}$ . A partir de esta se realizaron diluciones decimales consecutivas hasta la concentración deseada.

Se inocularon mediante las técnicas propuestas por Lynch y col. 1987, para los casos de coliformes, *S. aureus*, hongos y levaduras, salmonela y *L. monocytogenes*. Para el caso de coliformes se realizó una comparación usando el método propuesto por 3M Petrifilm aceptado por la AOAC 2003.

Coliformes. Para esta prueba se inocularon las diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  en agar Mac Conkey (Bioxon, México). Se incubaron a 37 °C por 24 y 48 hrs. Los resultados se expresan como número más probable por gramo (NMP/g). También se sembraron placas 3M Petrifilm (anexo 6.2.2), para comparar la efectividad de cada método y poder verificar los resultados en cada uno. Para esta prueba el medio de enriquecimiento (agua peptonada) estaba a una concentración de 0.1 %. Se sembraron las diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ , posteriormente se incubaron a 35 °C durante 24 hrs, como se observa en la figura 5.



Figura 5. Incubación de Coliformes.

*Staphylococcus aureus*. Se efectuaron siembras a partir de las diluciones  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$  en agar Chapman (Merck, Alemania). Se incubaron a 37 °C por 24 y 48 hrs. Los resultados se expresan como UFC/g. Como test confirmatorio de *S. aureus* se realizaron las pruebas tinción de gram (anexo 6.2.4) y coagulasa.

Hongos y levaduras. Se realizaron siembras a partir de las diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  en agar Papa Dextrosa (Merck, Alemania). Se incubaron entre 25-30 °C por 24 y 48 hrs. Los resultados se expresan como UFC/g.

Salmonela. Para esta prueba se diluyeron 25 g de muestra en 90 ml de agua peptonada y se inocularon las diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  en agar Salmonella y Shigella (Bioxon, México). Se incubaron a 35 °C por 24 y 48 hrs.

*Listeria monocytogenes*. En esta prueba se diluyeron 25 g de muestra en 90 ml de agua peptonada y se inocularon las diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  en agar Palcam, el cual fue formulado en el laboratorio (anexo 6.1). Se incubaron a 35 °C por 24 y 48 hrs.

### **3.5.3.- Comparación de los datos con la normatividad vigente y verificar si existe diferencia entre las muestras de una región y otra**

Los datos fisicoquímicos se confrontaron con la Norma Salvadoreña NSO 67.01.14:05 para quesos en general, la cual es una adopción del Codex Stan, mientras que los microbiológicos se compararon con la Norma Oficial Mexicana 121-SSA1-1994 respecto a los quesos frescos, a fin de verificar el cumplimiento de las mismas.

Así mismo, para evaluar y detectar si existe diferencia entre las muestras de Tepetitán y Macuspana, los resultados fisicoquímicos fueron analizados estadísticamente a través de un análisis de varianza y t-student. Para el caso de los datos microbiológicos se analizaron en base a las medias.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran los resultados obtenidos para cada determinación, la comparación entre ambas regiones y con las normas vigentes.

### 4.1.- Determinación de las características fisicoquímicas

De las determinaciones fisicoquímicas realizadas; humedad, grasa, proteínas, carbohidratos, sólidos totales, cenizas, contenido de sodio y pH. Los resultados obtenidos para cada parámetro se muestran en el cuadro No. 12.

Cuadro 12. Resultados fisicoquímicos de las muestras analizadas

| Muestras         | % Agua | % S. totales | % Grasa | % Proteínas | % Cenizas | % Sodio | % CHO's | pH   |
|------------------|--------|--------------|---------|-------------|-----------|---------|---------|------|
| <b>Tepetitan</b> |        |              |         |             |           |         |         |      |
| R1               | 55     | 45           | 23      | 18.54       | 2.29      | 0.20    | 1.17    | 3.75 |
| R2               | 55     | 45           | 22      | 17.37       | 2.30      | 0.22    | 3.33    | 3.85 |
| R3               | 54     | 46           | 22      | 14.89       | 2.36      | 0.21    | 6.75    | 3.87 |
| <b>Macuspana</b> |        |              |         |             |           |         |         |      |
| R1               | 51     | 49           | 24      | 19.78       | 2.56      | 0.24    | 2.66    | 3.89 |
| R2               | 52     | 48           | 25      | 18.42       | 2.48      | 0.22    | 2.10    | 3.96 |
| R3               | 52     | 48           | 24      | 17.53       | 2.40      | 0.23    | 4.07    | 3.97 |

En el cuadro anterior es posible observar las variaciones entre los porcentajes de cada componente respecto a las repeticiones realizadas, las cuales de acuerdo al análisis de varianza realizado presentan diferencias significativas ( $p \leq 0.01$  %) sólo en algunos parámetros de cada región. Más adelante se muestra con mayor detalle el análisis estadístico para estos datos.

El bajo contenido de minerales es posible que se deba a la alta desmineralización de la pasta del queso soper, derivada del prolongado cuajado ácido-enzimático que ocurre en varias horas a temperatura ambiente, según lo expuesto por Villegas (1993).

En el caso de la determinación del pH, los resultados obtenidos por el método de inserción directa fueron similares, con una variación de 0.17 respecto al método convencional. Esto de acuerdo a los datos mostrados en el cuadro 12 que se realizaron por el método de inserción directa contra los datos 3.73 y 3.82 obtenidos por el método convencional. Esto confirma lo descrito por Compairé (1976) que es más conveniente el uso de los potenciómetros que miden directamente el pH en muestras de quesos por aportar mayor precisión, además de poseer la ventaja de efectuar el análisis en menos tiempo con respecto al método convencional.

En el cuadro 12 también destaca el bajo pH, entre 3.70 y 4.0, que de acuerdo con Villegas (1993) éste es producto de la prolongada acidificación de la cuajada por acción de la microflora de la leche cruda. Es precisamente el pH, tan bajo, que confiere su alta capacidad de conservación al queso, aun en climas tan difíciles como el tropical.

#### **4.2.- Determinación de las características microbiológicas**

Los quesos se comercializan envueltos en tres capas de papel y en la mayoría de los casos el producto se conserva a temperatura ambiente en anaqueles o vitrinas, pocas veces es refrigerado.

A continuación se muestra el cuadro 13 con los resultados del recuento de cada especie o grupo bacteriano analizado (coliformes fecales, *S. aureus*, hongos y levaduras, salmonela y *L. monocytogenes*), para cada una de las muestras de quesos.

Cuadro 13. Carga microbiana presente en las muestras evaluadas

|                       | <b>Microorganismos</b>         |                           |                                |                    |                                  |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------------------|
|                       | Coliformes<br>fecales<br>NMP/g | <i>S. aureus</i><br>UFC/g | Hongos y<br>levaduras<br>UFC/g | Salmonela<br>UFC/g | <i>L. monocytogenes</i><br>UFC/g |
|                       | 24/48 h                        | 48 h                      | 48 h                           | 48 h               | 48 h                             |
| <b>Tepetitán</b>      |                                |                           |                                |                    |                                  |
| 10 <sup>-1</sup> (R1) | *SC                            |                           | *SC                            | *SC                | *SC                              |
| 10 <sup>-1</sup> (R2) | *SC                            |                           | 230                            | *SC                | *SC                              |
| 10 <sup>-2</sup> (R1) | *SC                            | *SC                       | *SC                            | *SC                | *SC                              |
| 10 <sup>-2</sup> (R2) | *SC                            | *SC                       | *SC                            | *SC                | *SC                              |
| 10 <sup>-3</sup> (R1) | *SC                            | *SC                       | *SC                            | *SC                | *SC                              |
| 10 <sup>-3</sup> (R2) | *SC                            | *SC                       | *SC                            | *SC                | *SC                              |
| 10 <sup>-4</sup> (R1) |                                | *SC                       |                                |                    |                                  |
| 10 <sup>-4</sup> (R2) |                                | *SC                       |                                |                    |                                  |
| <b>Macuspana</b>      |                                |                           |                                |                    |                                  |
| 10 <sup>-1</sup> (R1) | *SC                            |                           | **IC                           | *SC                | *SC                              |
| 10 <sup>-1</sup> (R2) | *SC                            |                           | 3,910                          | *SC                | *SC                              |
| 10 <sup>-2</sup> (R1) | *SC                            | *SC                       | 21,300                         | *SC                | *SC                              |
| 10 <sup>-2</sup> (R2) | *SC                            | *SC                       | *SC                            | *SC                | *SC                              |
| 10 <sup>-3</sup> (R1) | *SC                            | *SC                       | *SC                            | *SC                | *SC                              |
| 10 <sup>-3</sup> (R2) | *SC                            | *SC                       | *SC                            | *SC                | *SC                              |
| 10 <sup>-4</sup> (R1) |                                | *SC                       |                                |                    |                                  |
| 10 <sup>-4</sup> (R2) |                                | *SC                       |                                |                    |                                  |

\*SC: sin crecimiento

\*\*IC: incontables

En el cuadro anterior se concentran los resultados del análisis microbiológico para el cual se hallaron los siguientes valores promedio de carga microbiana: para ambas muestras la carga de coliformes fecales, *S. aureus*, salmonela y *L. monocytogenes* fueron ausentes, esto posiblemente, sea debido a que la mayoría de estos microorganismos no son ácidosresistentes, esto es, no toleran un pH inferior a 4 como se mencionó en su taxonomía o también puede ser atribuido a que algunos son sensibles a la sal. Por ejemplo las bacteria coliformes no son ácidosresistentes, su crecimiento se frena e incluso se detiene a medida que progresa la maduración, que es otro factor determinante en este tipo de queso; ya que a causa de una comercialización tardada, termina por ser madurado. Por ello se dice que sufre una maduración involuntaria hasta de varios meses según Villegas (1993).

Para el caso de coliformes se incluyen en el cuadro 13 los resultados de las dos técnicas realizadas (cuenta en placa y Petrifilm) y en las cuales no hubo crecimiento de éste microorganismo tanto para las dos muestras como para los dos métodos.

Referente a la cuenta de hongos y levaduras se hallaron los siguientes valores promedio de carga microbiana, Tepetitan 115 UFC/g y Macuspana 6,302 UFC/g; de acuerdo con Scholz (1997) posiblemente el alto contenido de estos organismos es debido al uso de utensilios poco higiénicos y a la población de la leche por hongos procedentes del aire, que posteriormente pasan a los productos.

Anteriormente se menciona que no hubo presencia de *S. aureus*; sin embargo, se presentó crecimiento de *Staphylococcus spp* (figura 6) para los cuales se tienen los resultados siguientes mostrados en el cuadro 14.

Cuadro 14. Recuento de *Staphylococcus spp*

| Muestras              | Conteo a las 24 h UFC/g | Conteo a las 48 h UFC/g |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Tepetitan</b>      |                         |                         |
| 10 <sup>-2</sup> (R1) | *SC                     | **IC                    |
| 10 <sup>-2</sup> (R2) | *SC                     | **IC                    |
| 10 <sup>-3</sup> (R1) | *SC                     | 55,000                  |
| 10 <sup>-3</sup> (R2) | *SC                     | *SC                     |
| 10 <sup>-4</sup> (R1) | *SC                     | 40,000                  |
| 10 <sup>-4</sup> (R2) | *SC                     | *SC                     |
| <b>Macuspana</b>      |                         |                         |
| 10 <sup>-2</sup> (R1) | *SC                     | *SC                     |
| 10 <sup>-2</sup> (R2) | *SC                     | 68,000                  |
| 10 <sup>-3</sup> (R1) | *SC                     | *SC                     |
| 10 <sup>-3</sup> (R2) | *SC                     | *SC                     |
| 10 <sup>-4</sup> (R1) | *SC                     | 70,000                  |
| 10 <sup>-4</sup> (R2) | *SC                     | *SC                     |

\*SC: sin crecimiento

\*\*IC: incontables

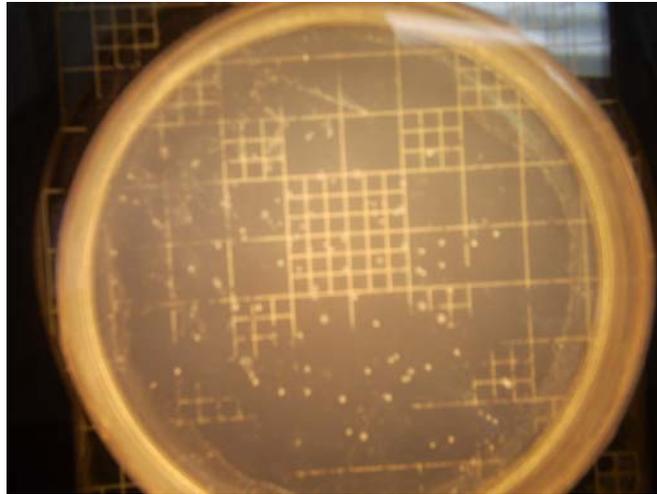


Figura 6. Colonias de *Staphylococcus spp.*

De acuerdo al cuadro 14 se encontró crecimiento de *Staphylococcus* (anexo 6.2.3), por consiguiente se realizaron pruebas para confirmar o descartar la presencia de *Staphylococcus aureus*; los test realizados fueron tinción de gram, siendo el resultado gram (+), como se observa en la figura 7 y para coagulasa resultaron coagulasa negativos, por lo tanto los *Staphylococcus* hallados no fueron coagulasa positivos objeto de estudio, ya que son los que se encuentran restringidos por la normatividad debido a su patogenicidad. En general, la carga microbiana de los quesos en estudio (Tepetitan y Macuspana) se encontraron libres de microorganismos patógenos.

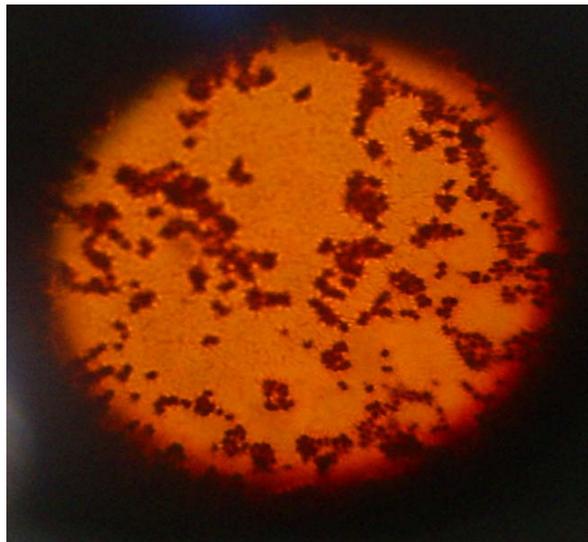


Figura 7. Tinción de gram de *Staphylococcus spp.*

### 4.3.- Comparación de los datos obtenidos con las normas establecidas y constatar si existe diferencia entre ambas muestras

#### 4.3.1.- Comparación de los datos fisicoquímicos

Para apreciar mejor las comparaciones entre las características fisicoquímicas e identificar si existe diferencia significativa entre una región y otra, se presentan los resultados en el cuadro 15 del análisis de varianza realizado ( $p \leq 0.01$  %) para cada parámetro con respecto a la región de procedencia. Se concentran las medias, la desviación estándar, la significancia de acuerdo a la t-student y los rangos para los principales componentes establecidos en la norma para quesos frescos en general.

Cuadro 15. Concentración de los resultados estadísticos para cada parámetro fisicoquímico y su comparación con la norma vigente

| Región    | Parámetro     | Norma % | Media obtenida % | $\sigma$ |
|-----------|---------------|---------|------------------|----------|
| Tepetitan | Humedad       | 42-55   | 54.66 (A)        | 0.33     |
| Macuspana | Humedad       | 42-55   | 51.66 (B)        | 0.33     |
|           |               |         |                  |          |
| Tepetitan | Grasa         | 10-25   | 22.33 (B)        | 0.33     |
| Macuspana | Grasa         | 10-25   | 24.33 (A)        | 0.33     |
|           |               |         |                  |          |
| Tepetitan | Proteína      | *SN     | 16.93 (A)        | 0.89     |
| Macuspana | Proteína      | *SN     | 18.57 (A)        | 0.89     |
|           |               |         |                  |          |
| Tepetitan | Cenizas       | *SN     | 2.31 (B)         | 0.03     |
| Macuspana | Cenizas       | *SN     | 2.48 (A)         | 0.03     |
|           |               |         |                  |          |
| Tepetitan | Sodio         | *SN     | 0.21 (A)         | 0.00     |
| Macuspana | Sodio         | *SN     | 0.23 (A)         | 0.00     |
|           |               |         |                  |          |
| Tepetitan | Carbohidratos | *SN     | 3.75 (A)         | 0.03     |
| Macuspana | Carbohidratos | *SN     | 2.94 (A)         | 0.03     |
|           |               |         |                  |          |
| Tepetitan | pH            | *SN     | 3.82 (A)         | 1.22     |
| Macuspana | pH            | *SN     | 3.94 (A)         | 1.22     |

\*SN: sin normatividad

En el cuadro anterior es posible observar las variaciones de los componentes para cada una de las muestras, las cuales de acuerdo al análisis de varianza realizado muestran diferencias significativas  $p < 0.01$  % entre una región y otra, aunque no en todos los parámetros. Las letras A y B representan la significancia, cuando es A y A no existe diferencia significativa entre una región y otra, pero cuando es A y B sí existe diferencia entre ambas muestras.

A continuación se muestran las gráficas de las medias para ambas regiones y los cuadros con resultados del análisis t-student para cada uno de los parámetros.

### Humedad

Respecto a este parámetro es posible citar que existen diferencias significativas entre ambas muestras ( $P \leq 0.01$  %), como se aprecia en la figura 8 para el análisis de medias y en el cuadro 16 para el análisis t-student realizado.

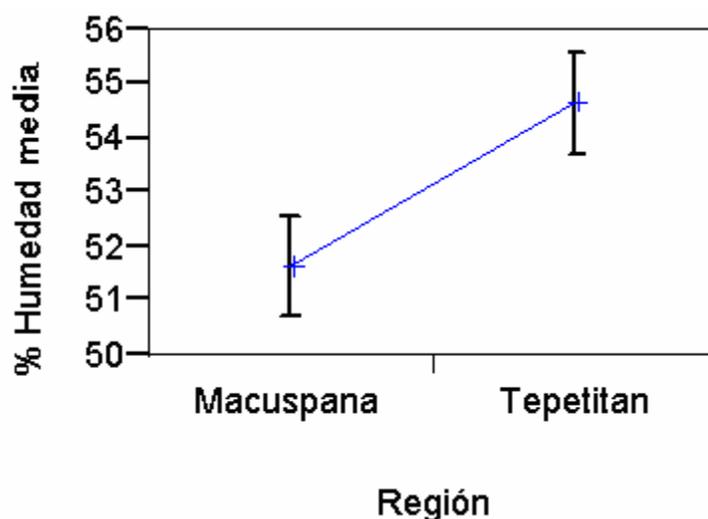


Figura 8. Gráfica de medias del contenido de humedad.

Cuadro 16. Análisis t-student correspondiente a humedad

| Región    |   |   | Media |
|-----------|---|---|-------|
| Tepetitan | A |   | 54.66 |
| Macuspana |   | B | 51.66 |

Existen diferencias entre ambas regiones, resultando los productos de Tepetitan con mayor contenido de agua respecto a los de Macuspana, los resultados medios de uno y otro se ajustan a los rangos establecidos por la normatividad correspondiente.

## Grasa

Para grasa se observó diferencia significativa entre la composición fisicoquímica de una región y otra ( $P \leq 0.01$  %), esto se puede percibir en la figura 9 para el análisis de medias y en el cuadro 17 para el análisis t-student realizado.

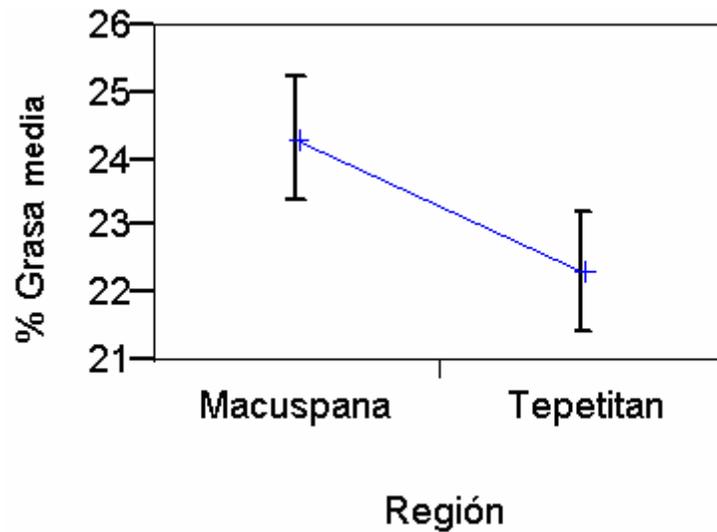


Figura 9. Gráfica de medias del contenido de grasa.

Cuadro 17. Análisis t-student correspondiente a grasa

| Región    |   |   | Medias |
|-----------|---|---|--------|
| Macuspana | A |   | 24.33  |
| Tepetitan |   | B | 22.33  |

Existen diferencias significativas entre una región y otra. Las muestras de Macuspana resultaron con mayor contenido de materia grasa, finalmente ambas se ajustan a los rangos establecidos por las normatividad vigente.

## Proteínas

Respecto a este componente es posible citar que no hubo diferencias significativas entre las muestras ( $P \leq 0.01$  %), como se aprecia en la figura 10 para el análisis de medias y más claramente en el cuadro 18 correspondiente al análisis t-student realizado.

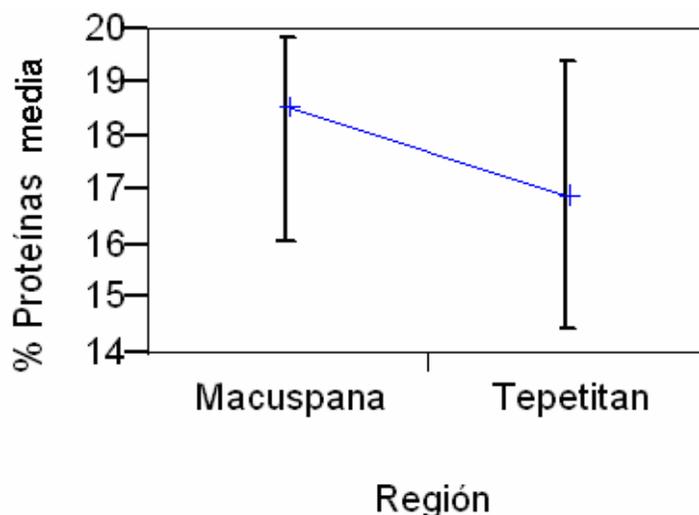


Figura 10. Gráfica de medias del contenido de proteínas.

Cuadro 18. Análisis t-student correspondiente a proteínas

| Región    |   | Media |
|-----------|---|-------|
| Macuspana | A | 18.57 |
| Tepetitan | A | 16.93 |

Respecto a proteínas no hubo diferencias entre ambas regiones y en relación a su legislación, no existe normatividad que regule su contenido.

## Cenizas

En cuanto a cenizas sí hubo diferencia significativa entre la composición media de una región y otra ( $P \leq 0.01$  %), esto se puede apreciar en la figura 11 para el análisis de medias y en el cuadro 19 para el análisis t-student efectuado.

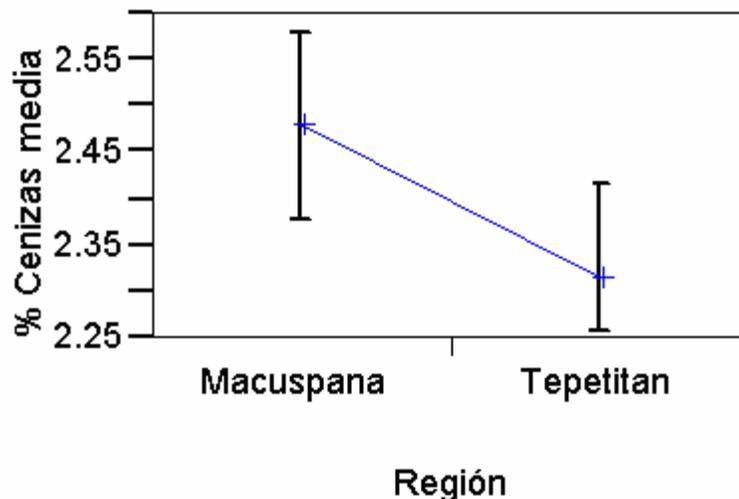


Figura 11. Gráfica de medias del contenido de cenizas.

Cuadro 19. Análisis t-student correspondiente a cenizas

| Región    |   |   | Media |
|-----------|---|---|-------|
| Macuspana | A |   | 2.48  |
| Tepetitan |   | B | 2.31  |

Existen diferencias significativas entre una región y otra; respecto a este parámetro no existe normatividad que regule su contenido.

## Sodio

Respecto a este elemento es posible citar que no hubo diferencias significativas entre ambas muestras ( $P \leq 0.01$  %), como puede verse en la figura 12 para el análisis de medias y en el cuadro 20 para el análisis t-student realizado.

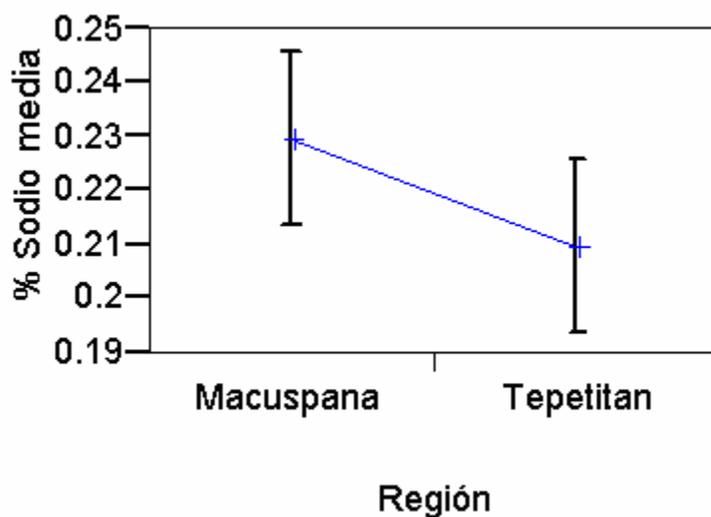


Figura 12. Gráfica de medias del contenido de sodio.

Cuadro 20. Análisis t-student correspondiente a sodio

| Región    |   | Media |
|-----------|---|-------|
| Macuspana | A | 0.23  |
| Tepetitan | A | 0.21  |

Respecto a este parámetro no hubo diferencias entre ambas muestras y para los resultados medios obtenidos no existe normatividad que regule el contenido de sodio.

## Carbohidratos

Respecto a este componente es posible citar que no hubo diferencias significativas entre las muestras ( $P \leq 0.01$  %), como se observa en la figura 13 para el análisis de medias y más claramente en el cuadro 21 correspondiente al análisis t-student realizado.

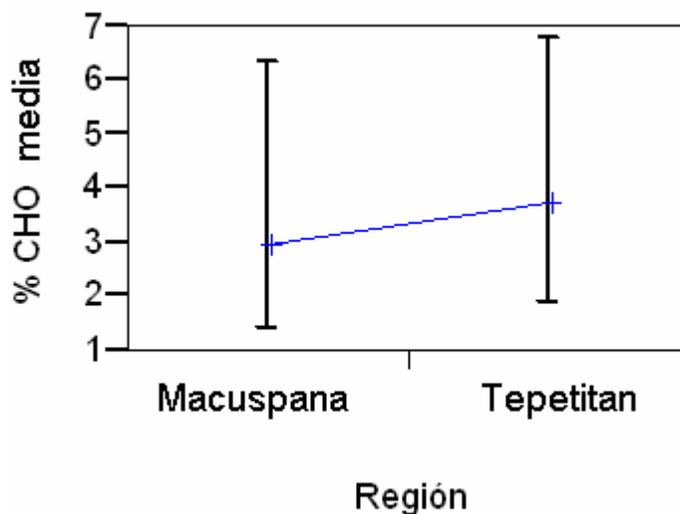


Figura 13. Gráfica de medias del contenido de carbohidratos.

Cuadro 21. Análisis t-student correspondiente a carbohidratos

| Región    |   | Media |
|-----------|---|-------|
| Tepetitan | A | 3.75  |
| Macuspana | A | 2.94  |

Estos datos fueron calculados por diferencia del contenido de sólidos totales y en la normatividad vigente no existe regulación de su contenido.

## pH

Para los valores de pH determinados no se presentaron diferencias significativas entre los productos de una región y otra ( $P \leq 0.01$  %), esto se puede percibir en la figura 14 para el análisis de medias y en el cuadro 22 para el análisis t-student realizado.

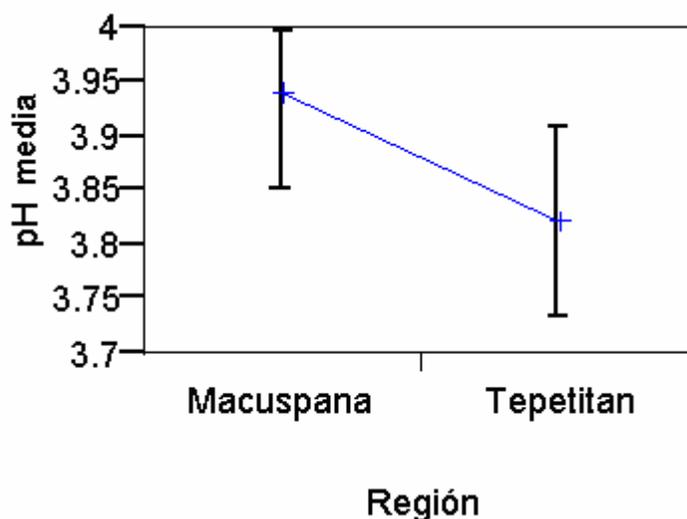


Figura 14. Gráfica de medias de los valores de pH.

Cuadro 22. Análisis t-student correspondiente al pH

| Región    |   | Media |
|-----------|---|-------|
| Macuspana | A | 3.94  |
| Tepetitan | A | 3.82  |

Para este parámetro no hubo diferencias entre ambas muestras y tampoco existen normas que lo regulen, ya que está en función del tipo de queso, proceso de coagulación y estado de maduración.

En general las muestras de ambas regiones presentaron diferencias significativas en tres de los siete parámetros evaluados y sólo dos de ellos son regulados por la normatividad vigente. Los contenidos de humedad y grasa son los que se encuentran regulados por la norma Salvadoreña NSO 67.01.14:05, y para ambas muestras evaluadas los resultados se ajustan a los rangos establecidos por dicha norma.

En el cuadro 23 se presentan los resultados obtenidos de las determinaciones fisicoquímicas, los cuales se expresan como las medias del análisis de varianza realizado.

Cuadro 23. Medias de la composición fisicoquímica de ambas muestras

| Parámetros | Muestra / región |             |
|------------|------------------|-------------|
|            | Tepetitan %      | Macuspana % |
| Agua       | 54.66            | 51.66       |
| S. Totales | 45.33            | 48.33       |
| Grasa      | 22.33            | 24.33       |
| Proteínas  | 16.93            | 18.57       |
| Cenizas    | 2.31             | 2.48        |
| Sodio      | 0.21             | 0.23        |
| CHO's      | 3.75             | 2.94        |
| pH         | 3.82             | 3.94        |

En las figuras 15 y 16 se muestra la composición gráfica del queso para las zonas de Tepetitan y Macuspana respectivamente, basadas en el cuadro 23.

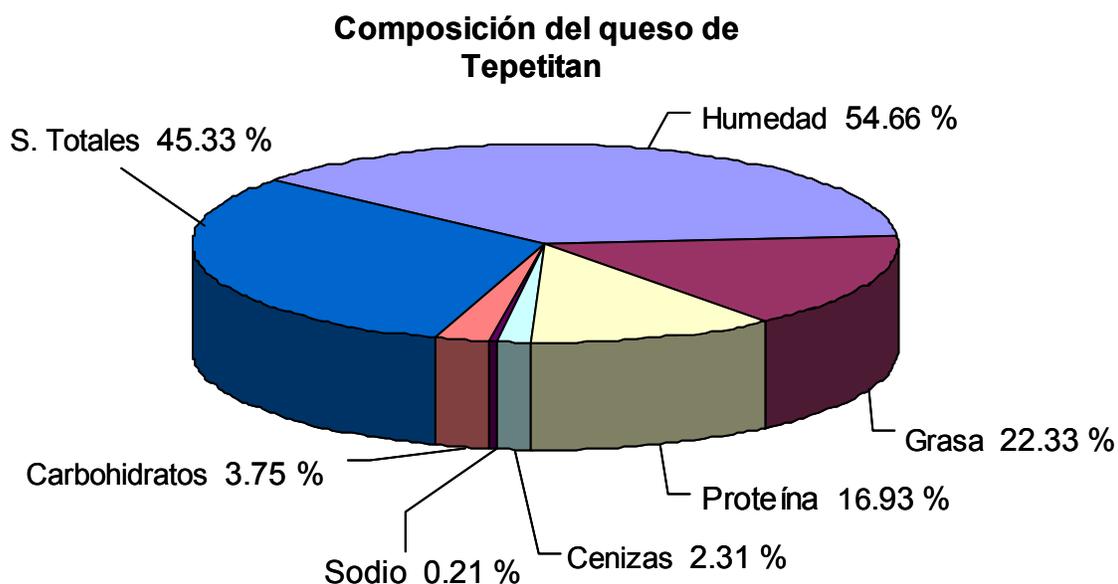


Figura 15. Composición media del queso de la región de Tepetitan.

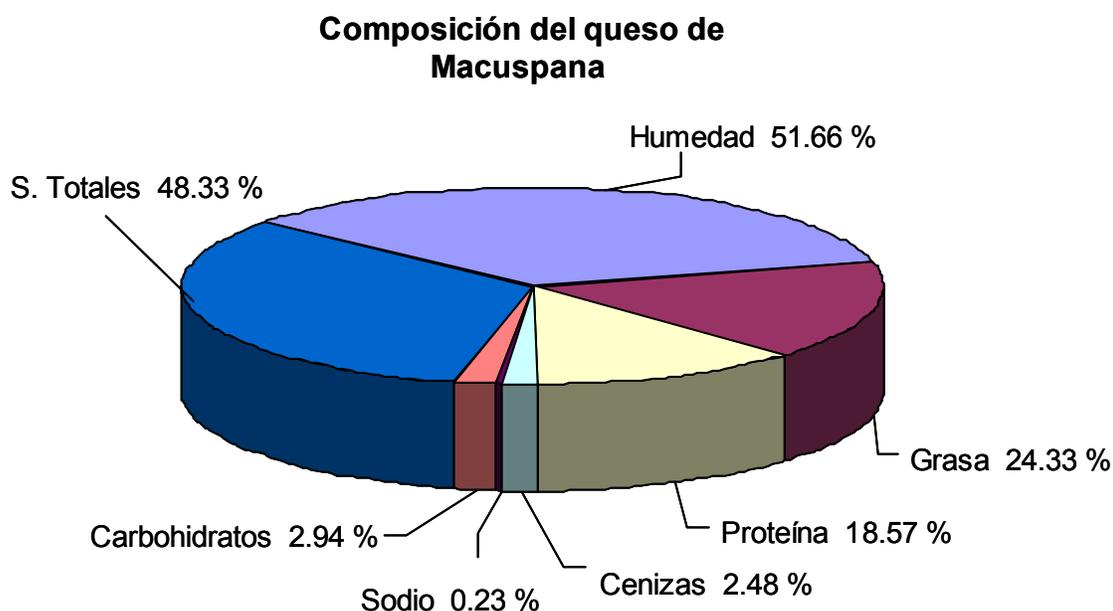


Figura 16. Composición media del queso de la región de Macuspana.

#### 4.3.2.- Comparación de los datos microbiológicos

Los quesos deben cumplir con las especificaciones microbiológicas inscritas en el cuadro 24 respecto a quesos frescos, las cuales son establecidas por la Norma Oficial Mexicana 121 de la Secretaría de Salud.

Cuadro 24. Especificaciones Sanitarias para quesos frescos, madurados y procesados, establecidas por la NOM-121-SSA1-1994

| Microorganismos<br>(Límite máximo) | Quesos   |              |              |
|------------------------------------|----------|--------------|--------------|
|                                    | Frescos  | Madurados    | Procesados   |
| Coliformes fecales (NMP/g)         | 100      | 50           | --           |
| Staphylococcus aureus (UFC/g)      | 1000     | 100          | Menos de 100 |
| Hongos y Levaduras (UFC/g)         | 500      | Menos de 500 | 100          |
| Salmonela en 25 g                  | Ausente  | Ausente      | Ausente      |
| Listeria monocytogenes en 25 g     | Negativo | Negativo     | Negativo     |

Fuente: Secretaría de Salud, 1996.

A continuación se presenta el cuadro 25 con los resultados del análisis microbiológico correspondiente a las muestras de las dos regiones evaluadas y la confrontación con los límites máximos de la norma anterior.

Cuadro 25. Concentración de las características microbiológicas de las muestras evaluadas

| Microorganismos                       | Quesos frescos<br>(Límite máximo) | Queso<br>sopero<br>Tepetitan | Queso<br>sopero<br>Macuspana |
|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Coliformes fecales (NMP/g)            | 100                               | *SC                          | *SC                          |
| <i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)  | 1000                              | *SC                          | *SC                          |
| Hongos y Levaduras (UFC/g)            | 500                               | 115                          | 6,302                        |
| Salmonela en 25 g                     | Ausente                           | Ausente                      | Ausente                      |
| <i>Listeria monocytogenes</i> en 25 g | Negativo                          | Negativo                     | Negativo                     |

\*SC: sin crecimiento

Es posible apreciar en el cuadro anterior, que ambas muestras se encuentran dentro de lo establecido por la NOM-121-SSA1-1994 referente a quesos frescos; para los casos de Coliformes fecales, *Staphylococcus aureus*, Salmonela y *Listeria monocytogenes*, al no presentarse crecimiento de estos microorganismos; a excepción del contenido de hongos y levaduras que para la región de Macuspana los resultados estuvieron fuera de norma.

Sin embargo, se hallaron colonias de *Staphylococcus* que de acuerdo a las pruebas confirmatorias realizadas no son patógenos y por lo tanto, no se encuentran restringidos por la normatividad vigente.

En general, la carga microbiana de las muestras en estudio se encontraron exentas de microorganismos patógenos, relativo a la normatividad vigente. Sin embargo, con las medias obtenidas para el recuento de *Staphylococcus spp* y hongos y levaduras es posible indicar que sí existe diferencia entre las muestras de una región y otra, ya que en ambos conteos las muestras de Macuspana presentaron resultados mayores con respecto a Tepetitan.

## V.- CONCLUSIONES

- ◆ De acuerdo a los resultados obtenidos en las determinaciones realizadas a las muestras de quesos soperos procedentes de las regiones tabasqueñas en cuestión, es posible concluir que, la calidad fisicoquímica es similar para ambas muestras, a pesar de existir diferencias significativas ( $P \leq 0.01$  %) en el contenido de humedad, grasa y cenizas. En cuanto al pH los resultados obtenidos para las dos regiones se hallaron comprendidos entre 3.70 y 4.0, lo cual resulta ser un factor muy importante en la conservación de los quesos en un clima tan difícil como el tropical.
- ◆ La calidad higiénica de ambas muestras en cuanto al contenido de microorganismos patógenos es aceptable, respecto a lo que marca la normatividad mexicana, esto al no hallarse presencia alguna de los principales agentes que causan intoxicaciones alimentarias. Se presentó crecimiento de *Staphylococcus spp* que de acuerdo a las pruebas confirmatorias no fueron coagulasa positivos (*S. aureus*), que son los que se encuentran restringidos por las normas vigentes, debido a su alto grado de patogenicidad.
- ◆ La favorable calidad microbiológica con la que cuentan los quesos analizados, es debida tal vez, al bajo pH que poseen, ya que la mayoría de los microorganismos patógenos no son acidorresistentes y su crecimiento se ve frenado e incluso se detiene a medida que progresa la maduración según lo expuesto por Amiot (1991).
- ◆ De acuerdo a la comparación efectuada con las normas vigentes para el caso de las características microbiológicas, se obtuvo que las muestras procedentes de la región de Macuspana presentaron un crecimiento promedio de 6,302 UFC/g de hongos y levaduras, el cual no cumple con lo establecido por la NOM-SSA1-121-1994, por el contrario las muestras de Tepetitán

presentaron un crecimiento promedio de 115 UFC/g, el cual resulta inferior al límite máximo marcado por la NOM-SSA1-121-1994.

- ◆ En cuanto a los parámetros fisicoquímicos estos fueron comparados con la Norma Salvadoreña NSO 67.01.14:05 para quesos en general, la cual es una adopción del Codex Stan, dicha norma sólo regula el contenido de grasa y humedad, para ambos parámetros las muestras analizadas (Tepetitán y Macuspana) se ajustaron a lo establecido por la norma. En México no existe normatividad que regule los parámetros fisicoquímicos para quesos en general.
- ◆ Es posible concluir que sí existen diferencias entre las muestras de una región y otra, ya que los quesos procedentes de Tepetitán mostraron una calidad microbiológica más apropiada a la normatividad vigente, ajustándose a todos los parámetros marcados por la norma oficial mexicana. Las muestras de Macuspana, por el contrario, no cumplen con lo establecido para el contenido de hongos y levaduras. Respecto a su composición fisicoquímica se presentó diferencia sólo en tres de los siete parámetros evaluados, por lo que se puede opinar que posiblemente el proceso de elaboración artesanal de queso soperó en ambas regiones este controlado y en cierto grado estandarizado. Tal vez debido al conocimiento empírico adquirido por los queseros a través de los años.

## VI.- ANEXOS

### 6.1.- Formulación del Agar Palcam selectivo para Listeria

#### Medio base

| Ingredientes              | Cantidades |
|---------------------------|------------|
| Peptona                   | 23 g       |
| Almidón                   | 1 g        |
| Cloruro de sodio (NaCl)   | 5 g        |
| Agar                      | 13 g       |
| Manitol                   | 10 g       |
| Citrato férrico amoniacal | 0.5 g      |
| Esculina                  | 0.8 g      |
| Dextrosa (glucosa)        | 0.5 g      |
| Cloruro de litio (LiCl)   | 15 g       |
| Rojo de fenol             | 0.08 g     |
| Agua destilada            | 1 l        |

#### Agentes selectivos

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| Sulfato de polimixina B | 10 mg |
| Agua destilada          | 2 ml  |
| pH final $7.2 \pm 0.1$  |       |

#### Preparación:

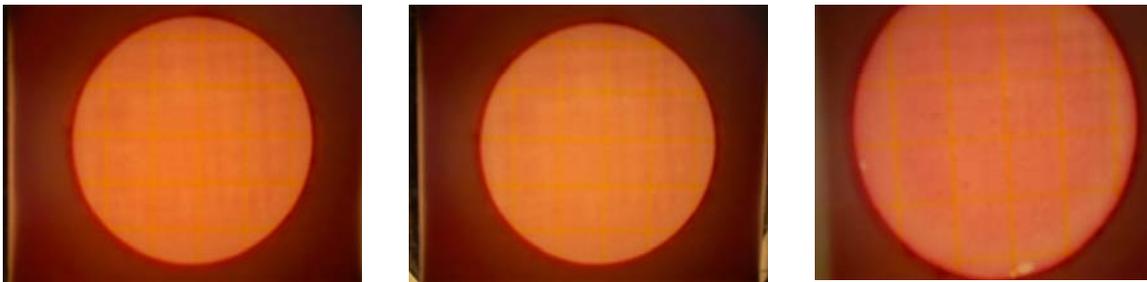
Pesar cada ingrediente del medio base y disolver en 1 litro de agua destilada. Esterilizar a  $121 \pm 1^\circ\text{C}$  por 15 minutos. Disolver el agente selectivo en agua destilada estéril y esterilizar por filtración. Adicionar 1 ml de la solución de agentes selectivos a 500 ml de medio base estéril el cual ha sido enfriado a  $50^\circ\text{C}$ . Mezclar y vaciar en cajas petri.

## 6.2.- Fotos

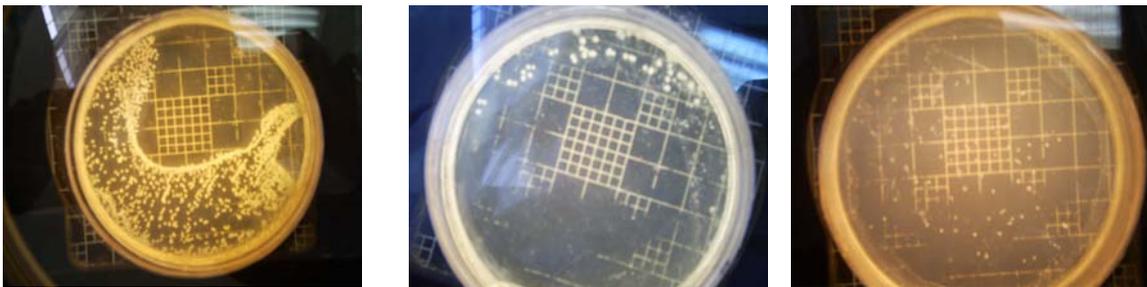
### 6.2.1.- Fotos de muestras de queso sopero presentes en el mercado



### 6.2.2.- Fotos del conteo de Coliformes en placas Petrifilm



### 6.2.3.- Fotos del conteo de *Staphylococcus spp* en cajas con agar Chapman



### 6.2.4.- Fotos de la tinción de gram de *Staphylococcus spp*



## VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Adams, M.R.** y Moss, M.O. 1997. Microbiología de los Alimentos. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España.

**Amiot, J.** 1991. Ciencia y Tecnología de la Leche. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España. pp. 254-263.

**AOAC.** 1980. Oficial Methods of Analysis. Thirteenth edition. Published by the AOAC. Washington, DC., USA.

**Bourgeois, C.M.,** Mescle, J.F. y Zucca, J. 1995. Microbiología Alimentaria. Vol. I. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España.

**Bryan, A. H.,** Bryan, C.A. y Bryan, C.G. 1971. Bacteriología “Principios y practicas”. Ed. Continental, S.A. México, D.F.

**Compairé, C.** 1976. Quesos “Tecnología y control de calidad”. 2ª edición. Ed. Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid, España.

**Dilanjan, S. Ch.** 1984. Fundamentos de la elaboración del queso. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España. pp. 9-13.

**ICMSF. 1998.** Microorganismos de los Alimentos “Características de los patógenos microbianos”. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España.

**Könemann V.** 1999. Guía Completa de Alimentos “Más de 1000 ingredientes exóticos y tradicionales”. Ed. Star Standard Industries Ltd., Köln, Alemania.

**Luquet, F.M.** 1991. Leche y Productos Lácteos “De la mama a la lechería”. Vol. I. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España. pp. 8-11.

**Lynch, M.J.**, Raphael, S.S., Mellor, L.D., Spare, P.D. e Inwood, M.J.H. 1987. Métodos de Laboratorio. Vol. II. 2ª edición. Ed. Interamericana, S.A. de C.V., México, D.F.

**Mahaut, M.**, Jeantet R. y Brulé, G. 2003. Introducción a la Tecnología Quesera. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España.

**Morelli, L.** 1947. Fabricación de Quesos “Manuales practicos”. Ed. Glem., Buenos Aires, Argentina.

**Pamplona, J.D.** 2002. Enciclopedia de los alimentos y su poder curativo. Vol. I. Ed. Safeliz, S.L. Zaragoza, España. pp. 9-13

**Robinson, R.K.** 1987. Microbiología Lactológica. Vol. II. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España.

**Santos, A.** 1987. Leche y sus derivados. Ed. Trillas, S.A. de C.V., México, D.F. pp. 183-185.

**Scholz, W.** 1997. Elaboración de Quesos de Oveja y Cabra. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España. pp. 6-9.

**Veisseyre, R.** 1972. Lactología Técnica. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, España. pp. 325-328.

**Villegas de Gante, A.** 1993. Los Quesos Mexicanos. Ed. CIESTAAM., México, D.F.

**Villegas de Gante, A.** 2004. Tecnología Quesera. Ed. Trillas, S.A. de C.V., México, D.F.

**3M Microbiology.** 2004. Petrifilm™. Coliform Count Plate. Published by the 3M. St. Paul, MN., USA.

## REFERENCIAS DE INTERNET

**Anónimo 1.** Disponible en: <<http://www.es.wikipedia.org/wiki/Leche>>, el 21 de Enero de 2007.

**Anónimo 2.** Disponible en: <<http://www.es.wikipedia.org/wiki/Queso>>, el 24 de Enero de 2007.

**CONACYT.** Norma Salvadoreña NSO 67.01.14:05. Norma General del Codex para el Queso. Estándares de Calidad. Especificaciones. Publicada en el 2003. Consultada el 15 de Febrero de 2007. Disponible en: <[http://www.puntofocal.gov.ar/notific\\_otros\\_miembros/sica\\_67.01.14.05.pdf](http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/sica_67.01.14.05.pdf)>.

**Delgado, Cristina.** (Enero de 2004). Desde mesopotamia a nuestros días 1ª parte. Tecnología del Queso. Consultado el 24 de Enero de 2007. Disponible en: <<http://www.tecnologiadelqueso.com/noticias/20001.php>>.

**Enciclopedia de los Municipios de México<sup>1</sup>.** (2005). Estado de Tabasco, municipio Macuspana. Consultado el 21 de Febrero de 2007. Disponible en: <<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/tabasco/mpios/27012a.htm>>.

**Enciclopedia de los Municipios de México<sup>2</sup>.** (2005). Estado de Tabasco, municipio Balancán. Consultado el 21 de Febrero de 2007. Disponible en: <<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/tabasco/mpios/27001a.htm>>.

**Jesse, Ed.** (2003). World Trade in Dairy Products and the U.S. Role: An Illustrated Primer. Babcock Institute Discussion Paper No. 2003-2. Consultado el 25 de Febrero de 2007. Disponible en: <<http://www.aae.wisc.edu/pubs/dairyland/pdf/Babcock.2003-2.pdf>>.

**Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca de Uruguay (MGAP).** (Octubre de 2004). Estadísticas del Sector Lácteo 2003. Consultado el 23 de Febrero de 2007. Disponible en: <[http://www.mgap.gub.uy/diea/encuestas/Te36/Te36\\_Capitulo2.htm](http://www.mgap.gub.uy/diea/encuestas/Te36/Te36_Capitulo2.htm)>.

**Rodríguez, Martha C.** (18 de Agosto de 2004). Los Beneficios de la Pasteurización del Helado. Observatori de la Seguretat Alimentària, Universidad Autónoma de Barcelona. Consultado el 7 de Marzo de 2006. Disponible en: <<http://www.consumaseguridad.com/web/es/investigacion/2004/08/18/13976.php>>.

**Sánchez, Cecilia.** (2005). La Utilización de Leche Cruda *Versus* Pasteurizada en la Elaboración de Quesos. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara. Barquisimeto. Consultado el 20 de Noviembre de 2005. Disponible en: <<http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd56/leche.htm>>.

**Secretaría de Salud.** NOM-121-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias. Publicada el 23 de Febrero de 1996. Consultada el 30 de Septiembre de 2005. Disponible en: <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/121ssa14.html>>.

**SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera), SAGARPA.** (2003). Boletín de Leche Marzo-Abril de 2003. Indicadores de la Encuesta Industrial Anual por División y Clase de Actividad Económica, Sector Manufacturero. Consultado el 26 de Febrero de 2007). Disponible en: <<http://www.siea.sagarpa.gob.mx/Publicaciones/Archivos/Leche-marabr03.pdf>>.