



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL**

**CARACTERIZACIÓN DE QUESO ADOBERA DE  
SOYATLÁN DEL ORO, ATENGO, JALISCO**

**TESIS**

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA**



**DIRECCION GENERAL ACADEMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

**PRESENTA:**

**ANAHÍ SÁNCHEZ CERVANTES**



**OCTUBRE, 2012**

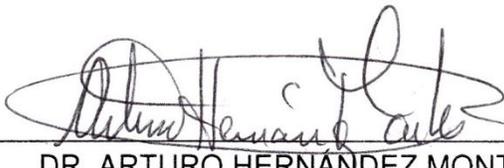
**Chapingo, Estado de México**

**CARACTERIZACIÓN DE QUESO ADOBERA DE SOYATLÁN DEL ORO,  
ATENGO, JALISCO**

Tesis realizada por **Anahí Sánchez Cervantes** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
AGROALIMENTARIA**

DIRECTOR:   
M.C. ABRAHAM VILLEGAS DE GANTE

ASESOR:   
DR. ARTURO HERNÁNDEZ MONTES

ASESOR:   
M.C. ARMANDO SANTOS MORENO

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a la Universidad Autónoma Chapingo y al Programa de Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria por el financiamiento de mis estudios y por darme la oportunidad de vivir y aprender de esta gran experiencia.

Al M.C. Abraham Villegas de Gante por su suma paciencia y atinados consejos para elaborar el trabajo escrito, por retransmitirme el interés y orgullo por los quesos genuinos.

Al Dr. Arturo Hernández Montes por su invaluable y constante confianza, asesoría y apoyo.

Al M.C. Armando Santos Moreno por su orientación y comprensión.

Al Q.F.B. Adalberto Gómez Cruz por mostrarme las técnicas de microbiología.

A todos los ganaderos y queseros que hicieron posible esta investigación, gracias por su disponibilidad y amabilidad.

A Zoraida y Astrid por su aportación en los análisis microbiológicos y fisicoquímicos, mismos que fueron fundamentales en este trabajo.

A los integrantes del panel: Yolanda, Lucio, Magaly, Magdiel, Marco, Ana Estela, Nayelli, Daniel y Steffany, por su participación en la evaluación del queso.

A Esperanza, Alejandra, Ayné, Indalesio, Doris y Mauricio por su asistencia en la documentación y en los respectivos laboratorios.

A mis compañeros Alfredo, Juan Carlos e Irene, por compartirme sus talentos y resolver mis múltiples dudas.

## DEDICATORIAS

A mi Padre Celestial, porque has rodeado mi vida de enormes bendiciones, me sostienes fielmente y llenas cada espacio con tu grandeza, por confiar en mí y porque tus promesas siempre se cumplen.

A Pedro Santiago, por ser el regalo más precioso que el Señor pudo darme, porque en todo lo que haces encuentro un trozo de cielo, porque tus ojos iluminan mi camino, por tanto amor, paciencia y comprensión.

A mis padres, porque sin su constante y valiosa ayuda, habría sido muy complicad culminar mis estudios, gracias por hacerme sentir merecedora de su auxilio, por acompañarme todo este tiempo y por su infinita tolerancia.

A mi hermana Blanca, por darme grandiosas ideas y sabios consejos, por amar y cuidar de mi hijo y que así lograra cumplir con este logro que es de las dos.

A mi hermano Marco, porque los momentos que compartimos permanecerán en mi mente y en mi corazón, por creer en mí, desear lo mejor para nosotros y amarme sinceramente, porque siempre serás un maravilloso ejemplo a seguir y porque me motiva imaginarme que algún día mi alma te reencuentre.

A Ana Jimena, por hacerme sentir orgullosa de las metas que te propones y a la vez permanecer expectante y emocionada de las mías, haciéndome sentir el gran compromiso de no defraudar tu admiración.

## **DATOS BIOGRÁFICOS**

Anahí Sánchez Cervantes obtuvo el título de Ingeniero de Alimentos en la Universidad de las Américas, Puebla, en el año 2004, con el trabajo de tesis “Efecto combinado de pH y altas presiones sobre el nivel de inactivación de la flora microbiana nativa, *Escherichia coli* y pectinestearasa en néctar de mango y salsa tipo mexicana”.

# CARACTERIZACIÓN DE QUESO ADOBERA DE SOYATLÁN DEL ORO, ATENGO, JALISCO

## CHARACTERISATION OF ADOBERA CHEESE FROM SOYATLÁN DEL ORO, ATENGO, JALISCO

ANAHÍ SÁNCHEZ CERVANTES  
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO  
(Bajo la dirección de A. Villegas de Gante)

### RESUMEN

En México se encuentran dispersas una gran cantidad de queserías artesanales que emplean leche cruda para la elaboración de quesos genuinos de incomparable calidad nutritiva y sensorial, generando cientos de empleos y contrarrestando el déficit de productos lácteos en el país. Este trabajo evidenció los factores que dan un valor único al Queso Adobera de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco y se efectuó en dos épocas del año (lluvias y secas). Por muestreo dirigido se seleccionaron a 16 proveedores de leche de cinco queserías, se estudió el sistema agroindustrial, la calidad de la leche y del queso y los parámetros de su elaboración. La composición, densidad, pH, cuentas de mesófilos aerobios totales y el contenido de células somáticas de la leche fueron diferentes ( $P < 0.05$ ). Las propiedades composicionales, fisicoquímicas, de textura, sensoriales y las cuentas microbiológicas de los quesos mostraron también diferencias ( $P < 0.05$ ). Se generaron 10 descriptores sensoriales con los cuales se construyeron los perfiles descriptivos de los quesos. Se condujo una prueba de aceptabilidad con consumidores ( $n=120$ ). Los quesos con más aceptabilidad presentaron mayor aroma a leche fermentada y color. La cifras de los microorganismos en la leche y en el queso y la presencia de *Staphylococcus aureus* y *Salmonella spp.*, en el producto final, indican que no se cumple con la normatividad sanitaria vigente en México (NOM-243-SSA1-2010), lo cual se atribuye a la falta de conocimiento de prácticas sanitarias básicas en la ordeña de la leche y en la manufactura de este alimento, así como a sus propiedades intrínsecas.

**Palabras clave:** sensorial, microbiología, leche cruda, queso, textura.

### ABSTRACT

In Mexico there are scattered a lot of cheese makers who use raw milk for genuine cheese making. These cheeses had unparalleled sensory and nutrimental properties and the activity creates hundreds of jobs, counteracting the deficit of milk products in the country. This work reveals the factors that give to the Adobera Cheese from Jalisco a unique value that was conducted in two seasons (autumn, 2011 and spring, 2012). 16 providers of 5 dairies were selected by directed sampling. The agrifood system, milk and cheese quality and the processing parameters were studied. Spring milks were different from autumn ( $P < 0.05$ ) in chemical composition, density, pH, titrable acidity, total aerobic mesophilic and somatic cell count. The physicochemical, textural, sensory and microbiological properties of cheeses, also showed differences ( $P < 0.05$ ). Ten descriptors were generated by a 9 member panel using descriptive analysis techniques. Global acceptability was assessed by consumers ( $n = 120$ ) using a 9 point hedonic scale. Cheeses with greater fermented milk aroma and color had higher acceptability. The microbiological accounts in milk and cheese and the presence of *Staphylococcus aureus* and *Salmonella spp.* in cheeses indicate that the products don't compliance the sanitary standards in Mexican standards (NOM-243-SSA1-2010). This is attributed to lack of knowledge of basic health practices in milking and in the manufacture of this food, and their intrinsic properties.

**Keywords:** sensory, microbiology, raw milk, cheese, texture.

## CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>DATOS BIOGRÁFICOS</b> .....	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	<b>x</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>CAPITULO I INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Justificación .....	5
1.2 Objetivos .....	7
1.2.1 Objetivo general .....	7
1.2.2 Objetivos particulares .....	7
<b>CAPITULO II MARCO DE REFERENCIA</b> .....	<b>9</b>
2.1 Contexto internacional de la producción de leche.....	9
2.2 Contexto nacional de la producción de leche.....	10
2.3 Contexto internacional de la producción de queso.....	13
2.4 Contexto nacional de la producción de queso.....	15
2.5 El sistema agroindustrial.....	17
2.6 La agroindustria quesera en México .....	19
2.7 Los quesos mexicanos genuinos .....	20
2.8 La tipicidad .....	23
2.9 Caracterización de quesos .....	27
2.9.1 Caracterización de quesos artesanales y tradicionales en el mundo.....	28
2.9.1.1. Caracterización de quesos mexicanos genuinos .....	30
2.10 Quesos elaborados con leche cruda.....	33
2.10.1 Patógenos en quesos de leche cruda .....	36

2.10.2 Sistemas naturales antimicrobianos .....	38
2.10.2.1 Actividad de agua ( $a_w$ ) .....	38
2.10.2.2 El pH .....	39
2.10.2.3 Sistema lactoperoxidasa (SLP) .....	40
2.10.3 Inocuidad en quesos de leche cruda .....	40
2.11 Los quesos de pasta texturizada .....	43
2.12 Color en quesos .....	45
2.13 Ubicación y descripción del área de estudio .....	46
<b>CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>52</b>
Apartado 3.1 El Sistema Agroindustrial del Queso Adobera de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco .....	52
3.1.1 Ubicación del área de estudio .....	52
3.1.2 Tamaño de muestra .....	52
3.1.3 Caracterización de la Cadena Agroindustrial y el Sistema Agroindustrial Leche-Queso Adobera de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco .....	53
3.1.4 Sistema de producción de leche .....	53
3.1.5 Características de la leche usada para la elaboración de queso .....	54
3.1.6 Proceso tecnológico .....	55
3.1.7 Análisis estadístico .....	55
Apartado 3.2 Caracterización fisicoquímica, microbiológica, textural y sensorial del Queso Adobera .....	56
3.2.1 Muestreo .....	56
3.2.2 Queso .....	57
3.2.2.1 Análisis químico proximal .....	57
3.2.2.2 Análisis microbiológico .....	57
3.2.2.3 Análisis de Perfil de Textura .....	59
3.2.2.4 Medición de color .....	60
3.2.2.5 Análisis sensorial descriptivo .....	60
3.2.2.6 Evaluación con consumidores .....	61
3.2.2.7 Análisis estadístico .....	62

3.2.2.7.1 Análisis de datos composicionales, fisicoquímicos y microbiológicos .....	62
3.2.2.7.2 Análisis de datos sensoriales .....	63
3.2.2.8 Relación entre variables .....	64
<b>CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>65</b>
Apartado 4.1 El Sistema Agroindustrial del Queso Adobera de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco.....	65
4.1.1 Sistema Agroindustrial.....	65
4.1.1.1 Lechería y Queso Adobera.....	68
4.1.2 Características de las explotaciones lecheras .....	69
4.1.3 Características de las queserías.....	73
4.1.4 Relaciones entre actores .....	78
4.1.4.1 Relaciones horizontales .....	78
4.1.4.2 Relaciones verticales.....	80
4.1.5 Análisis de la leche.....	81
4.1.5.1 Análisis fisicoquímico .....	81
4.1.5.2 Análisis microbiológico .....	85
4.1.6 Caracterización del proceso de producción .....	90
4.1.6.1 Recepción de la leche .....	92
4.1.6.2 Colado y atemperado de la leche .....	92
4.1.6.3 Cuajado.....	93
4.1.6.4 Formación de la cruz y asentamiento de la cuajada .....	93
4.1.6.5 Quebrado de la cuajada .....	93
4.1.6.6 Desuerado.....	94
4.1.6.7 Manejo de la cuajada (en bloques).....	94
4.1.6.8 Fermentación de la cuajada .....	95
4.1.6.9 Salado y molido.....	95
4.1.6.10 Moldeado .....	96
4.1.6.11 Prensado.....	96
4.1.6.12 Desmoldado, empacado y almacenamiento .....	97
4.1.7 Elementos para un análisis FODA.....	99

4.1.7.1 Fortalezas .....	99
4.1.7.2 Oportunidades.....	100
4.1.7.3 Debilidades .....	100
4.1.7.4 Amenazas .....	101
Apartado 4.2 Caracterización fisicoquímica, microbiológica, textural y sensorial del Queso Adobera .....	103
4.2.1 Queso.....	103
4.2.1.1 Análisis químico proximal .....	103
4.2.1.1.1 Queso Adobera de Mesa .....	103
4.2.1.1.2 Queso Adobera de Quesadilla .....	108
4.2.1.2 Análisis microbiológico .....	116
4.2.1.2.1 Queso Adobera de Mesa .....	116
4.2.1.2.2 Queso Adobera de Quesadilla .....	121
4.2.1.3 Queso Adobera de Quesadilla.....	126
4.2.1.3.1 Análisis de Perfil de Textura .....	126
4.2.1.3.2 Medición de color.....	128
4.2.1.3.3 Análisis sensorial descriptivo .....	130
4.2.1.3.4 Prueba de aceptabilidad .....	134
4.2.1.3.5 Relaciones entre variables.....	136
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES .....</b>	<b>142</b>
<b>Propuestas.....</b>	<b>146</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>149</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>159</b>

## LISTA DE CUADROS

		Página
<b>Cuadro 1</b>	Algunas características socioeconómicas de los productores de Queso Adobera en Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco .....	74
<b>Cuadro 2</b>	Composición de la leche cruda para la elaboración de queso adobera de quesadilla (por quesería y época del año).....	82
<b>Cuadro 3</b>	Bacterias mesófilas aerobias, contenido de células somáticas (CCS) y prueba de resazurina de la leche cruda para la elaboración de queso adobera de quesadilla (por quesería y época del año).....	86
<b>Cuadro 4</b>	Pesos y medidas promedio del queso adobera de quesadilla y de mesa.....	97
<b>Cuadro 5</b>	Matriz de proceso de fabricación del queso adobera de quesadilla.....	98
<b>Cuadro 6</b>	Composición del queso adobera de mesa (por quesería y época del año).....	104
<b>Cuadro 7</b>	Composición del queso adobera de quesadilla (por quesería y época del año).....	109
<b>Cuadro 8</b>	Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias, coliformes totales y fecales, hongos, levaduras y <i>Staphylococcus aureus</i> en queso adobera de mesa.....	117
<b>Cuadro 9</b>	Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias, coliformes fécales, hongos, levaduras y <i>Staphylococcus aureus</i> en queso adobera de quesadilla.....	122

<b>Cuadro 10</b>	Valores medios de las variables mecánicas medidas mediante el Análisis del Perfil de Textura en queso adobera de quesadilla.....	127
<b>Cuadro 11</b>	Índice de amarillamiento (IA), tono y pureza en queso adobera de quesadilla.....	129
<b>Cuadro 12</b>	Descriptorios sensoriales y referencias para la evaluación de queso adobera de quesadilla.....	130
<b>Cuadro 13</b>	Valores de intensidad para los atributos identificados en queso adobera de quesadilla.....	131
<b>Cuadro 14</b>	Cargas de correlación de los primeros dos componentes principales del ACP de los atributos sensoriales del queso adobera de quesadilla.....	134
<b>Cuadro 15</b>	Cargas de correlación de los primeros tres componentes principales del PLS1.....	136
<b>Cuadro 16</b>	Coeficientes de correlación entre las variables composicionales y las variables descriptivas del queso adobera de quesadilla.....	137
<b>Cuadro 17</b>	Coeficientes de correlación entre las variables fisicoquímicas ( $a_w$ , pH, tono, pureza, IA) y las variables descriptivas del queso adobera de quesadilla.....	139
<b>Cuadro 18</b>	Coeficientes de correlación entre las variables del perfil de textura y las variables descriptivas del queso adobera de quesadilla.....	140

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Página</b>
<b>Figura 1</b>	Producción mundial de leche en 2010.....	9
<b>Figura 2</b>	Distribución de la producción de leche en 2010.....	10
<b>Figura 3</b>	Distribución de la producción nacional de leche.....	12
<b>Figura 4</b>	Variación del precio de la leche a nivel nacional.....	13
<b>Figura 5</b>	Principales países productores de queso.....	14
<b>Figura 6</b>	Principales exportadores de queso de leche entera de vaca (2010).....	14
<b>Figura 7</b>	Principales importadores de queso de leche entera de vaca (2010).....	15
<b>Figura 8</b>	Principales cambios fisicoquímicos durante la chedarización de la cuajada.....	44
<b>Figura 9</b>	Regiones del Estado de Jalisco y municipios de la Región Sierra Amula.....	46
<b>Figura 10</b>	Localidades y vías de acceso al municipio de Atengo, Jalisco.....	48
<b>Figura 11</b>	Uso potencial del suelo en el municipio de Atengo, Jalisco.....	49
<b>Figura 12</b>	Representación del Sistema Agroindustrial: Leche-Queso Adobera de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco...	66
<b>Figura 13</b>	Algunos paisajes y terrenos de pastoreo del ganado en Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco.....	69

<b>Figura 14</b>	Algunos ejemplares del ganado del cual se obtiene la leche para elaborar el queso y condiciones de su alimentación en época de lluvias (a la izquierda) y en época de secas (derecha).....	70
<b>Figura 15</b>	Condiciones de ordeña manual y de colecta de la leche.....	72
<b>Figura 16</b>	Infraestructura de las queserías.....	75
<b>Figura 17</b>	Presentación del queso adobera.....	91
<b>Figura 18</b>	Diagrama general para la elaboración del queso adobera de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco.....	91
<b>Figura 19</b>	Manera en la que se recibe la leche a las queserías.....	92
<b>Figura 20</b>	Colado de la leche cuando se recibe en la quesería.....	92
<b>Figura 21</b>	Quebrado de la cuajada con cuchara de madera.....	93
<b>Figura 22</b>	Desuerado de la cuajada.....	94
<b>Figura 23</b>	Corte de la cuajada en bloques y desuerado.....	94
<b>Figura 24</b>	Chedarización de la cuajada.....	95
<b>Figura 25</b>	Salado de la cuajada e incorporación en mezcladora...	95
<b>Figura 26</b>	Moldeado de la cuajada en molde de acero inoxidable.	96
<b>Figura 27</b>	Formas en las que se prensa el queso adobera.....	96
<b>Figura 28</b>	Manera en la que se orea o refrigera el queso adobera.....	97
<b>Figura 29</b>	Medias de los valores de intensidad de los atributos sensoriales identificados en el queso adobera de quesadilla.....	132
<b>Figura 30</b>	Mapa de preferencia interno para la aceptabilidad global del queso adobera de quesadilla.....	135

<b>Figura 31</b>	Correlación de las variables composicionales con las variables sensoriales.....	138
<b>Figura 32</b>	Correlación de las variables fisicoquímicas con las variables sensoriales.....	139
<b>Figura 33</b>	Correlación de las variables del perfil de textura con las variables sensoriales.....	141

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

La agroindustria a través de su articulación con la agricultura (sobre todo la pequeña), incrementa el ingreso medio del agricultor porque reduce los costos tanto de transporte como de almacenamiento, valoriza mejor las cosechas, mantiene precios agrícolas promedio superiores, incrementa la productividad, amplía el mercado consumidor final, diversifica los productos y los mercados, y transfiere al productor agrícola los beneficios de una mayor racionalización interna, propia de la industria. La agroindustria, en consecuencia, es el componente productivo motriz del desarrollo agropecuario regional y nacional, además de que fomenta la creación de bienes y factores productivos, según las necesidades de desarrollo auto-propulsado y auto-sostenido (Villegas de Gante *et al.*, 2010a).

La leche puede consumirse como producto final o como materia prima para productos procesados. Es un producto que genera varios derivados, la mayoría de ellos altamente perecederos, lo cual se traduce en una amplia variedad de procesos agroindustriales. En el país tienen presencia la industria de lácteos muy importante mundialmente, incluye algunas grandes empresas nacionales, que concentran la pasteurización, y que, incluso han logrado internacionalizarse. Coexisten con estas empresas muchas otras más pequeñas, de tipo familiar y artesanal, dedicadas principalmente a la producción de queso, actividad que en México representa un ingreso significativo para muchos actores de la cadena, sobre todo del sector productor de leche

(SAGARPA, 2010). De acuerdo con Cesín *et al.* (2009), tanto para la ganadería lechera como para la agroindustria láctea, están subestimadas las cifras referentes a empleos generados debido a que hay en el país una cantidad significativa, y no determinada, de pequeñas empresas productoras de leche y derivados, estas últimas principalmente dedicadas a la elaboración de queso, con tecnología artesanal y que se insertan en el mercado informal, pero que sin embargo, son importantes generadoras de empleo al ser intensivas en mano de obra.

Por otro lado, también los intereses de ciertos sectores han querido catalogar a los alimentos artesanales y tradicionales como riesgosos microbiológicamente, por ejemplo, en México, la normatividad sanitaria vigente (v.g. la NOM-243-SSA1-2010) define que un queso es aquel que se elabora únicamente con leche pasteurizada. Con esta definición quedarían excluidas poco más de 30 variedades de queso que se elaboran con leche cruda en toda la República Mexicana, las toneladas que se comercializan de estos, la vasta cantidad de empleos que de esta actividad se generan y el desarrollo socioeconómico que favorecen en el lugar donde se producen.

Afortunadamente, en países como Francia, Italia y Suiza, en donde se producen anualmente cerca de 700, 000 toneladas de quesos de leche cruda (Beuvier y Buchin, 2004), está surgiendo con mayor auge, el interés por demostrar la importancia, económica, social y cultural de estos productos. Además, se ha observado en varias investigaciones que los atributos sensoriales y texturales

de estos quesos son únicas, altamente apreciadas y buscadas por el consumidor; y que ciertas propiedades intrínsecas como bajo pH (ca. 4.2), altos contenidos de sal (ca. 3.44 %) y baja actividad de agua (ca. 0.951) pueden propiciar que se obtenga un alimento inocuo (Villegas *et al.*, 2011).

En Jalisco, la entidad más lechera del país, se elabora desde hace poco más de un siglo una de las variedades mencionadas: el Queso Adobera de la Región Sierra Amula. Este alimento es producido principalmente en micro y medianas empresas ubicadas en la localidad de Soyatlán del Oro, en el municipio de Atengo. El nombre de este queso se atribuye precisamente a que se comercializa como bloques con forma de prisma rectangular o de *adobe*<sup>1</sup>.

Como materia prima para su elaboración se emplea leche cruda de vaca de ganado de libre pastoreo y su proceso se realiza por cuajado enzimático. Se puede clasificar como un queso de pasta semidura, prensada y tajable, se vende fresco, u oreado cierto tiempo. Se presenta en dos modalidades, como adobera de mesa y como adobera de quesadilla. El primero se elabora por un proceso más corto que el de quesadilla, ya que se omite el tardado paso de texturización-chedarización en el cual se debe favorecer una fermentación láctica que aumenta la acidez de la pasta, abatiendo el pH de la misma. Este proceso de fermentación imparte características especiales al queso para quesadilla, como fundir e hilar cuando se somete a calentamiento.

---

<sup>1</sup>El famoso bloque de construcción elaborado con arcilla, “lodo” o barro.

La cadena agroindustrial del queso adobera de esta región no ha sido estudiada, tampoco su proceso de elaboración ni características intrínsecas, como las microbiológicas, composicionales y sensoriales. La caracterización de este producto permitiría conocer el grado de articulación entre los actores que intervienen en el sistema y sus cualidades. Esta información serviría para difundir sus propiedades o incluso, proponer mejoras en las áreas que así lo requieran, y para despertar el interés de los que intervienen en su obtención, a fin de que sea revalorizado y que prevalezca en el mercado.

El objetivo de este trabajo fue explorar la cadena agroindustrial que da origen al Queso Adobera de Atengo, Jalisco, identificar sus actores y las relaciones existentes entre ellos; conocer la fisicoquímica y microbiología de la leche con la que se produce, describir su tecnología de producción y el efecto que tiene sobre sus propiedades; así como evaluar su estado microbiológico, para observar si el efecto de la acidificación de la pasta le otorga inocuidad al producto; sus características fisicoquímicas, de perfil de textura y atributos sensoriales.

La información recabada se presenta en dos partes. El primer apartado abarca la cadena agroindustrial, las propiedades de la leche usada como materia prima y el proceso general del queso. El segundo apartado se refiere a las características del producto en sí.

## 1.1 Justificación

Los quesos genuinos hechos de leche cruda tienen gran importancia y no sólo a nivel mundial, sino también nacional y localmente. Son altamente producidos, y aunque en México no se conocen las cifras exactas, generan un número considerable de empleos, ya que para que lleguen hasta la mesa de los consumidores, se necesita la acción colectiva de varios agentes en la cadena agroindustrial (v.g. ganaderos, queseros, ruteros, comerciantes, proveedores de insumos), favoreciendo el desarrollo económico del lugar en donde se elaboran.

Su importancia no sólo es económica sino también social y cultural porque generalmente son productos típicos y tradicionales, altamente reconocidos por sus cualidades sensoriales y nutrimentales.

Desafortunadamente, la mayoría de estos quesos sólo se aprecian y valoran local o regionalmente, en donde se sabe de su historia y se tiene la noción de que la materia prima empleada para su obtención es de calidad (v.g. leche fluida sin adición de otros ingredientes). Por lo que es necesario comenzar a difundir sus cualidades, que abarcan aspectos intangibles como la manera en la que se alimenta el ganado (v.g. en libre pastoreo), hasta lo que representa el queso para los que en esta actividad se involucran.

Así, el consumidor conocería las bondades de un queso genuino y adquiriría poder de elección cuando las compare con las propiedades de otro producto que parece queso, fabricado con ingredientes baratos, que han sido creados e

incorporados a este último con el único propósito de generar mayores ganancias a la industria que los elabora y que está sumamente disponible (también económicamente) en el mercado.

Entonces, la tarea de las Instituciones Educativas en México, que deseen aportar herramientas para el desarrollo rural a través de la continuidad en la producción quesera artesanal, es investigar, primeramente con un enfoque holístico a estos quesos (v.g. agentes que intervienen en el sistema agroindustrial, agentes de soporte en el entorno, actores en los eslabones de la cadena y su grado de articulación) y posteriormente al producto en sí (v.g. microbiología, fisicoquímica, textura).

Con ese trabajo, se lograría el primer paso, caracterizar a los quesos genuinos mexicanos a fin de que se preserve el patrimonio cultural que distingue a diversas regiones del país.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Caracterizar los procesos tecnológicos relacionados con la elaboración del Queso Adobera de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco e identificar los factores que intervienen en la producción considerando la cadena productiva. Evaluar la calidad fisicoquímica y sanitaria de la leche empleada en su obtención y determinar las propiedades microbiológicas, fisicoquímicas, de textura y sensoriales del queso.

### **1.2.2. Objetivos particulares**

- Identificar a los actores de la Cadena Agroindustrial Leche-Queso Adobera de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco, para describir su perfil y la interacción con los agentes socioeconómicos involucrados en la cadena agroindustrial
- Evaluar la calidad fisicoquímica (contenido de proteína, grasa, sólidos no grasos, acidez titulable y densidad) y microbiológica (prueba de resarzurina de una hora, mesófilos aerobios totales y contenido de células somáticas) de la leche de los proveedores que abastecen el mayor volumen de leche a cinco queserías seleccionadas por muestreo dirigido.

- Identificar los parámetros y etapas del proceso de producción del Queso Adobera Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco en sus dos variedades, adobera de mesa y adobera para quesadilla.
- Evaluar la microbiología (mesófilos aerobios totales, coliformes totales y fecales, hongos y levaduras, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella spp.*) y fisicoquímica (porcentaje de humedad, proteína, grasa, sólidos no grasos, cenizas, calcio, cloruro de sodio, pH y actividad de agua) del queso en sus dos variedades.
- Determinar el color, el perfil de textura y los atributos sensoriales del queso adobera de quesadilla.

## CAPITULO II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Contexto internacional de la producción de leche

El mercado mundial de la leche se caracteriza por ser altamente concentrado y por tener una estricta regulación, con diferencias significativas en los precios, generadas principalmente por los subsidios que otorgan los gobiernos de ciertos países al sector.

El mercado mundial de lácteos presenta especialización a nivel industrial. Uno de los segmentos que en la actualidad determina la oferta mundial es la producción de leche en polvo. En el 2010, se produjeron alrededor de 760 millones de litros de leche en todo el mundo y los principales países productores fueron Estados Unidos, India y China, como se puede observar en la Figura 1 (FAO, 2010).

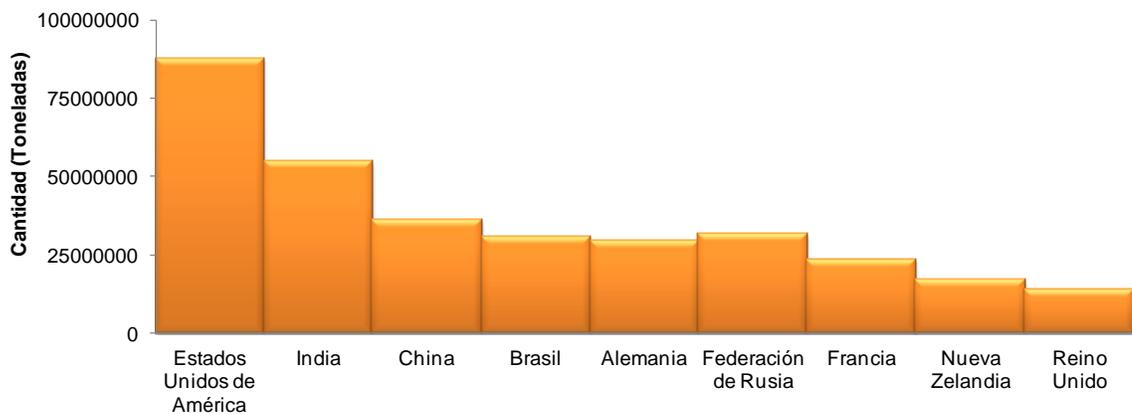


Figura 1. Producción mundial de leche en 2010.

Fuente: FAO, 2010

De acuerdo a los datos de la Figura 2, la distribución de la producción de leche en 2010, se halló concentrada en pocos países, ya que entre Estados Unidos (20%) y la Unión Europea (23%), produjeron el 43 % de la leche del mundo, esto contribuyó a que los países en vías de desarrollo sigan siendo dependientes de este producto, a través de las importaciones.

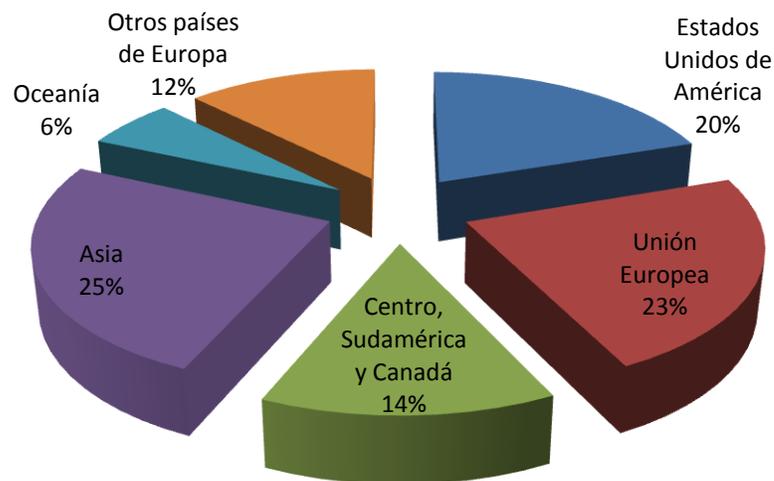


Figura 2. Distribución de la producción de leche en 2010.  
Fuente: FAO, 2010

La producción mundial de leche es considerada como prioritaria para la seguridad alimentaria, principalmente de la población infantil, debido a la riqueza de la composición de este alimento.

## 2.2. Contexto nacional de la producción de leche

México es un país dependiente en leche, debido a que para cubrir las necesidades de consumo de la población se ve en la necesidad de realizar

importaciones de productos lácteos por aproximadamente 568 mil toneladas y cerca de 37 millones de litros de leche fluida. Las importaciones cubren el déficit. En 2010 aproximadamente el 23% y en 2011 cerca del 26%.

En el 2011, las importaciones de leche entera en polvo (LEP) y de leche descremada en polvo (LDP), ascendieron a poco más de 224 millones de toneladas, y en este mismo año, el producto mayormente importado fue LDP (33% del valor total de las importaciones), le siguieron quesos (14.5%), grasa butírica deshidratada (%), preparaciones lácteas (6.2%), LEP (6.1%), lactosueros (5.6%), caseína (4.4%), y suero de mantequilla (2.6%). Los principales países de origen de las importaciones fueron: Estados Unidos de América (59.5%), Nueva Zelanda (16.9%) y un conjunto de 18 países que cubren el 23.5% (SIAP, 2011).

Los productos exportados más importantes son: preparaciones alimenticias con contenido de lácteos, leche condensada, LEP, quesos, caseína, suero de mantequilla, leche fluida y helados. La distribución del destino de las exportaciones está menos concentrada. Los EE.UU. ocupan el primer lugar con el 22%, le sigue Venezuela con el 20% y Guatemala con el 9% (SIAP, 2011).

En el 2011, la producción de leche en México fue de 10, 724, 288 toneladas (SIAP, 2011). En la Figura 3, se visualiza la distribución de la producción de leche durante el 2009, de esta se destaca que el estado de Jalisco es el que concentra el mayor porcentaje de producción de leche (18.01 %) y Coahuila

ocupa el segundo lugar aportando un 12.16 % de la producción nacional, es por ello que la Región Lagunera es la zona más importante en producción de leche. La contraparte de los estados con mayor producción, son Baja California Sur, Campeche, Colima, Distrito Federal, Guerrero, Nayarit, Nuevo León, Quintana Roo, Sinaloa, Tamaulipas y Yucatán, que aportan menos del 1% de manera individual a la producción nacional de leche (SIAP, 2010).

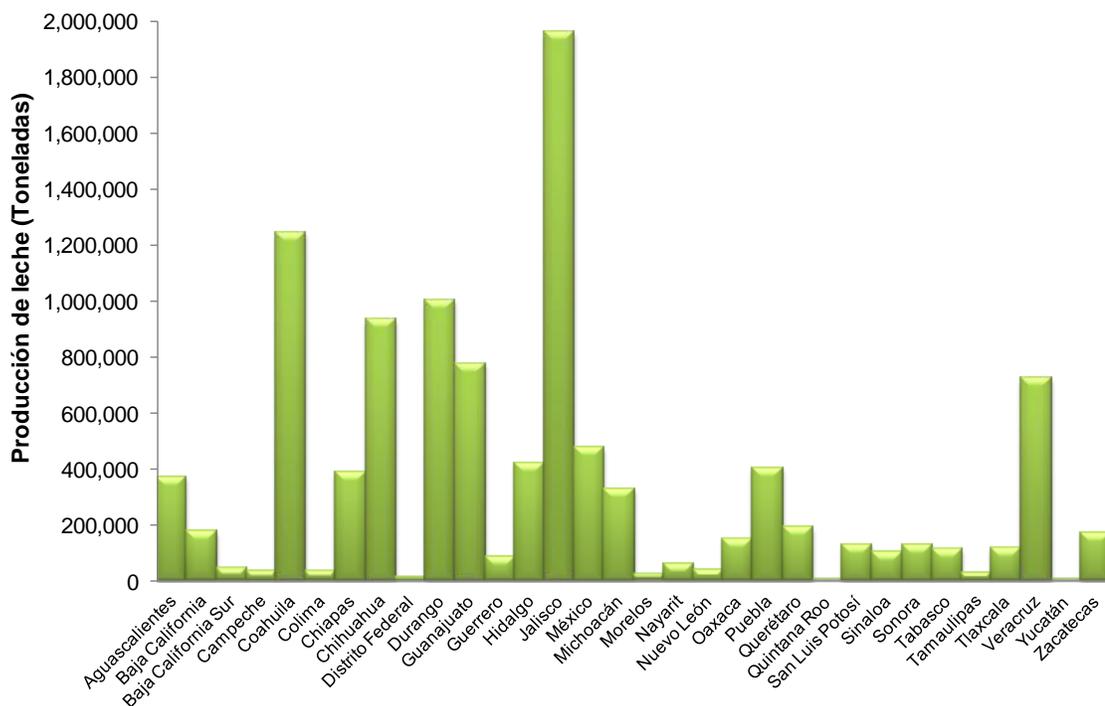


Figura 3. Distribución de la producción nacional de leche  
Fuente: SIAP, 2010.

La concentración de la producción nacional de leche en ciertas zonas del país ocasiona que exista una variación en los precios de ésta, debido a la ley de oferta y demanda; en la Figura 4 se observa la gran variación de precios de leche que existe en el país.

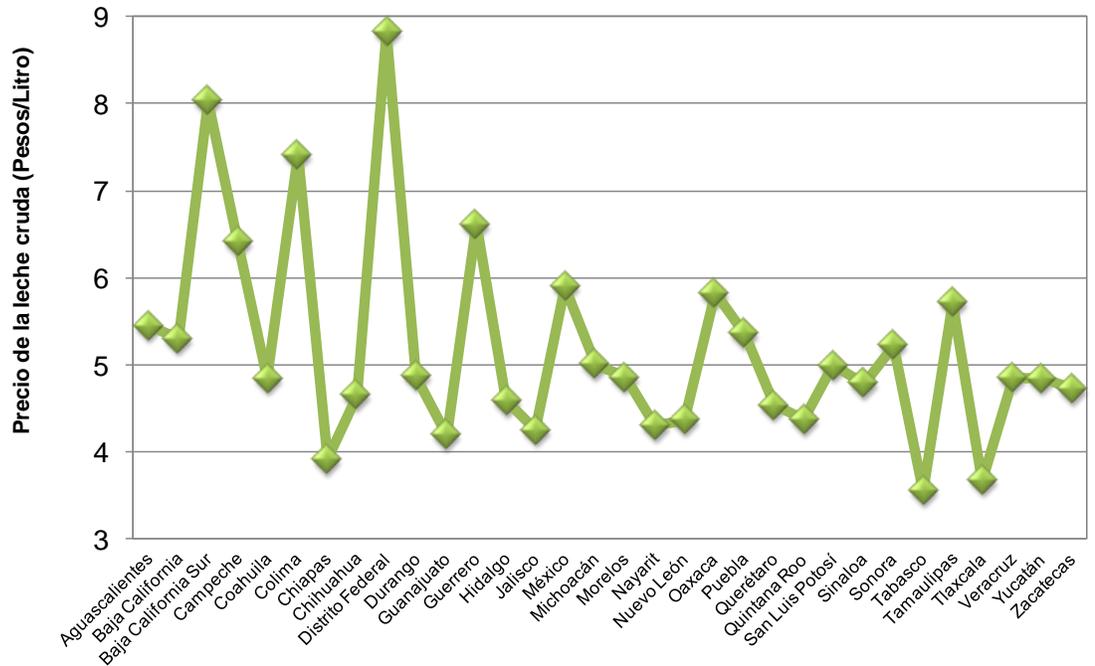


Figura 4. Variación del precio de la leche cruda a nivel nacional.  
Fuente: SIAP, 2010.

De las figuras 3 y 4 se puede concluir que en los estados en los que existe una menor producción de leche los precios son más altos; en 2010 el precio más alto se presentó en el Distrito Federal y fue de \$8.90 por litro y el más bajo en Tabasco de \$3.42 por litro, y al promediar los precios de todo el país se obtiene un precio promedio por litro de leche cruda de \$3.74 (SIAP, 2010).

### 2.3 Contexto internacional de la producción de queso

El queso es uno de los principales productos agrícolas del mundo. La producción mundial del queso es cercana a los 20 millones de toneladas anuales, esta cantidad es superior a la producción anual de granos de café, hojas de té, granos de cacao y tabaco juntos (FAO, 2011). En la Figura 5 se

observan los principales países productores de queso. Tres de los cinco países con mayor producción pertenecen a Europa, pero Estados Unidos de América es el principal productor de queso y de leche.

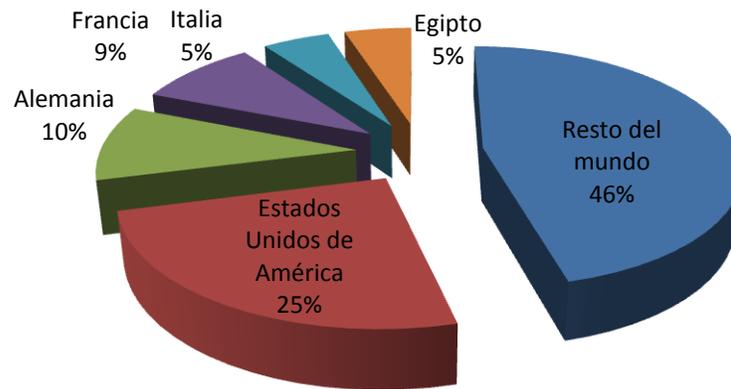


Figura 5. Principales países productores de queso  
Fuente: FAO, 2011

En cuanto a las exportaciones de queso de leche entera de vaca, el país con mayor valor monetario de ellas es Alemania, seguido de Francia, que es el mayor en cuanto a cantidad (Figura 6).

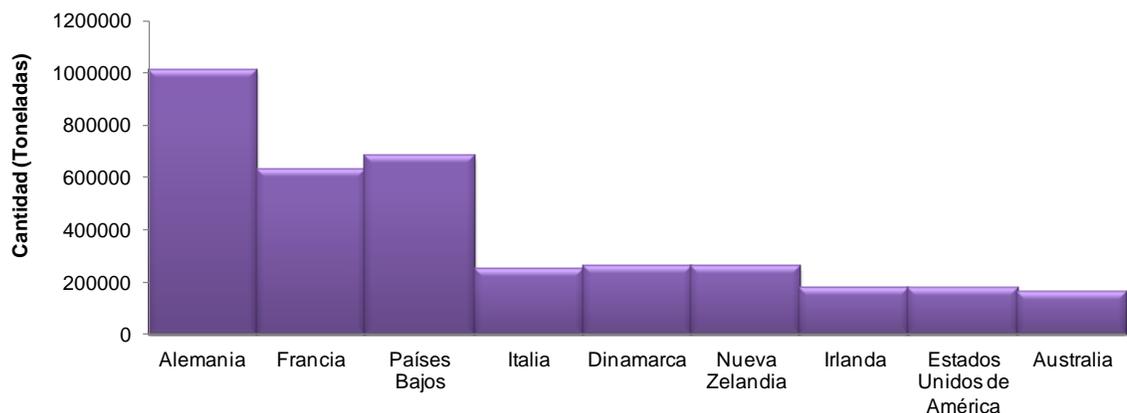


Figura 6. Principales exportadores de queso de leche entera de vaca (2010)  
Fuente: FAO, 2010

Los países que más queso de leche entera de vaca importan son Alemania, Reino Unido e Italia, en ese orden (Figura 7).

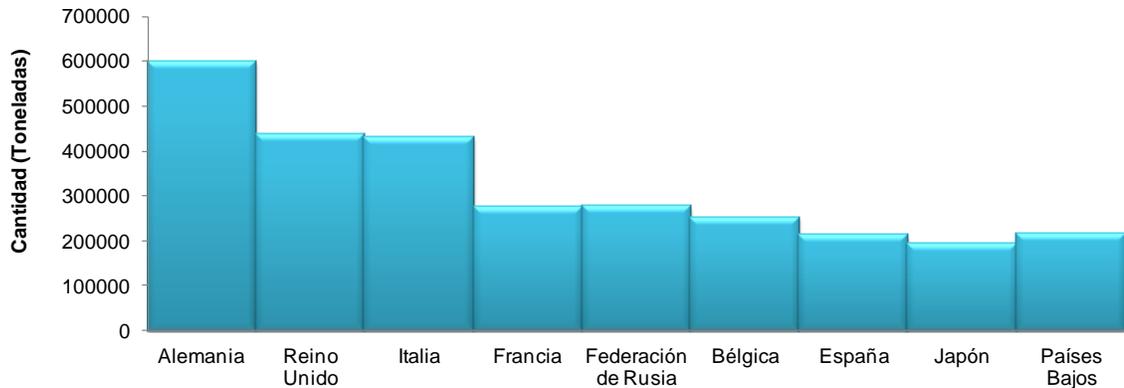


Figura 7. Principales importadores de queso de leche entera de vaca (2010)  
Fuente: FAO, 2010

En el consumo por persona, Grecia se encuentra en el primer puesto del ranking mundial, con una media de 27.3 kg consumidos por habitante anualmente. Francia es el segundo consumidor mundial, con unos 24 kg por persona, y los quesos Emmenthal y camembert son los quesos más consumidos. En la tercera posición se encuentra Italia, con 22.9 kg por persona/año. En Estados Unidos el consumo ha incrementado a 14.1 kg por persona/año y el queso mozzarella es el preferido (FAO, 2010).

## 2.4 Contexto nacional de la producción de queso

En México, la elaboración de queso en el año 2011 ascendió a 200 mil toneladas, si consideramos que en el mundo se producen 20 millones de toneladas en el mismo periodo, podemos decir que el uno por ciento procede

del país. Además del total de leche producida en ese año, y considerando un 10 % de rendimiento, deduciríamos que el 19 % del total de leche producida a nivel nacional, se destina a la elaboración de queso. Respecto al consumo nacional aparente (CNA) en el 2007 se reportó de 2.18 kg/per cápita/ año y este consumo se compone de un 30 a 35% de importaciones (Poméon, 2011). Estas cifras deben de tomarse con cuidado ya que no consideran el consumo de queso producido por el sector informal.

Sin embargo, y a pesar de la gran variedad de quesos regionales que el país presume, el queso amarillo industrializado es el más consumido por los mexicanos. En el 2011 se produjeron 45 mil 656 toneladas de este tipo de queso, empleado en cientos de preparaciones de comida rápida.

En segundo lugar está el panela, con 41 mil 740 toneladas, incluidos los regionales e industriales. El queso fresco ocupa la tercera posición, con 41 mil 293 toneladas, mientras que el doble crema, que se ocupa lo mismo en repostería que en cocina salada, se posicionó en el cuarto sitio con 34 mil 853 toneladas. Del queso chihuahua, en el quinto peldaño, se produjeron 33 mil 71 toneladas. Sorprende que el tradicional queso Oaxaca, reconocido internacionalmente, esté en el lugar seis, con 24 mil 789 toneladas superando al tipo manchego, con una producción de 22 mil 640 toneladas (INEGI, 2011).

Resulta importante mencionar que la mayor parte de estos “quesos” son de imitación, que de acuerdo con Guinee (2007) son aquellos que se manufacturan mezclando aceites comestibles, grasa, proteínas, otros ingredientes y agua;

dicha mezcla se vuelve homogénea con ayuda de calor, corte mecánico y sales emulsificantes.

Por otra parte, en el 2011, México importó un total de 78, 053 toneladas de queso (SIAP, 2011). Los quesos importados generalmente son de pasta semidura y dura, se comercializan en menor proporción de manera directa, ya que la mayor parte se emplea como insumo para otros productos (pizzería y elaboración de otros tipo de quesos) (Del Valle, 2007).

Además de las importaciones de queso, otro elemento que se tiene que considerar y que impacta a la producción nacional es la importación de insumos empleados para la elaboración de productos análogos y comercializados como quesos, estos insumos presentan precios bajos al ser considerados como subproductos en los países de origen (Del Valle, 2007).

## **2.5 El sistema agroindustrial**

El sistema agroindustrial (SAI) es un modelo teórico genérico muy útil para interpretar la realidad agrícola-industrial en un espacio geográfico determinado y presenta las siguientes cualidades: está formado por un conjunto de componentes conectados o relacionados de tal manera que forman o actúan como una unidad o un todo (estos componentes son interdependientes); existen relaciones funcionales entre sus partes, presenta una frontera que lo acota; tiene como referencia un entorno que lo circunda; tiende a autorregularse;

posee una cierta “direccionalidad”, y cuenta con “principios organizadores” (Villegas *et al.*, 2010a). En concreto, los elementos que conforman un SAI son:

- El eslabón primario: constituido por todos los productores primarios, agrícolas y pecuarios involucrados en la producción de la materia prima principal que circula en el sistema.
- El eslabón secundario: conformado por los industriales, con empresas de distinto tamaño y características, que transforman una materia prima agropecuaria específica. Se trata de empresas agroindustriales especializadas en el mismo producto.
- El eslabón terciario: constituido por todos los agentes de distribución del bien agroindustrial final específico; aquí se consideran los distribuidores y comercializadores mayoristas, y los comercializadores a detalle, que allegan los productos a los consumidores finales.

A manera de “arreglo en cadena” se vinculan la totalidad de los agentes activos de los eslabones del sistema. Las relaciones que pueden establecerse entre agentes de dos eslabones contiguos pueden ser económicas (mediante intercambio de dinero), sociales y de intercambio no comercial. El grado de articulación entre los agentes y entre los eslabones, dependerá de la intensidad de las relaciones que sostengan. El conjunto de eslabones articulados es la columna vertebral del sistema, y ésta se halla “rodeada” por una frontera abstracta, misma que se define por el producto, en un tiempo y área geográfica definidos.

Fuera del sistema, es decir en el entorno, se encuentran otros agentes como los proveedores de maquinaria y equipos, o de ingredientes menores, instituciones de investigación o apoyo a cualquiera de los eslabones, y el cliente final.

## **2.6 La agroindustria quesera en México**

Según la FAO (1997), el término “agroindustria” (AI) como actividad productiva, significa “la serie de actividades de manufactura mediante las que se elaboran materias primas y productos intermedios derivados del sector agrícola, lo cual incluye a todos los productos procedentes de la agricultura, la actividad forestal y la pesca”.

La agroindustria láctea nacional está conformada por el conjunto de empresas involucradas en el acondicionamiento y transformación de la leche en derivados. Esta agroindustria presenta dos rasgos notables: su heterogeneidad y su concentración económica y tecnológica (Cervantes *et al.*, 2010).

La agroindustria quesera (AIQ) se caracteriza por ser el subsector de la agroindustria lechera (AIL) con mayor número de empresas. Oficialmente existen alrededor de 1500 queserías, que emplean cerca de 20 mil personas (Castro *et al.*, 2001; INEGI, 2008).

Estos mismos autores estiman que además de las 130 000 toneladas de queso oficialmente producidas en 1997, se generó la misma cantidad, o incluso más, en el sector informal. Mientras que la venta directa de leche bronca se ha

marginalizado en México a favor de la leche ultrapasteurizada (UHT), las queserías informales siguen muy activas; incluso, en ciertas regiones (vg. Chiapas, Tabasco, Veracruz, es decir, las zonas tropicales) esas queserías han suplantado a la Nestlé, relevante empresa agroindustrial.

Plantear la informalidad de gran parte de la quesería mexicana merece una reflexión sobre lo que significa la economía informal, y cómo se desempeña en el caso particular de la quesería en México (Pomeon y Cervantes, 2010). En México, la industria quesera artesanal se puede clasificar convencionalmente en tres estratos (según el volumen de leche que procese diariamente): pequeña, transforma volúmenes menores a 2 000 L al día; mediana, procesa entre 2 000 y 20 000 L/día; gran industria, que maneja volúmenes superiores a 20 000 L /día (Villegas, 2004).

Actualmente no se ha podido cuantificar con precisión el impacto económico de la producción artesanal de queso en México, ya que un vasto número de los queseros opera en la informalidad, lo que sí se puede afirmar es que es sumamente importante, incluso socialmente ya que el número de actores involucrados en la cadena agroalimentaria es grande y esta actividad permite que haya mayor variedad de quesos en el país.

## **2.7 Los quesos mexicanos genuinos**

De acuerdo con Ortiz *et al.*, (2008), se entiende por alimento genuino, al que, respondiendo a las especificaciones reglamentarias, no contenga sustancias no

autorizadas ni agregados que configuren una adulteración y se expendan bajo la denominación y rotulados legales, sin indicaciones, signos o dibujos que puedan engañar respecto a su origen, naturaleza y calidad.

Según Villegas (2010b), los quesos mexicanos genuinos son aquéllos que se elaboran a partir de leche fluida de vaca o cabra, con el mínimo de aditivos, incorporando solamente los permitidos por las normas vigentes, por ejemplo, cuajo, cloruro de calcio y sal; poseen una fuerte raíz histórica que data desde la Colonia hasta hace unas décadas y se elaboran en gran parte del territorio nacional, algunos son regionales y otros meramente locales. Entre los quesos que podemos mencionar se encuentran el Oaxaca, elaborado en Aculco, Estado de México y el Cotija Región de Origen, de la Sierra de Jalmich, sin embargo, se han identificado muchos otros quesos genuinos, cerca de 40, los cuales se producen en diferentes lugares de la República Mexicana.

Gran parte de estos quesos son elaborados por la industria artesanal, gozan de prestigio y aprecio por su origen, genuinidad y sus características sensoriales. Tal vez el único aspecto negativo que se les atribuye es que no son totalmente garantes de inocuidad, ya que una buena parte de ellos se elaboran con leche cruda, es decir sin pasteurizar.

Los agentes de fermentación en una pasta quesera son básicamente los microorganismos, principalmente bacterias que llegan a la leche por contaminación durante la ordeña y manejo posterior, y que pueden multiplicarse

en el lapso previo al acondicionamiento de la leche para hacer el queso (Villegas, 2012a). Los quesos artesanales genuinos generalmente se distribuyen sin etiqueta, de manera informal en tianguis, mercados y sobre todo a nivel local

Por otro lado, se producen quesos de imitación, que son aquéllos que tienen apariencia semejante al queso, pero que se elaboran sólo con una parte de leche fluida, y el resto de los sólidos lácteos procede de polvos lácteos como caseínas, caseinatos y leche en polvo; generalmente incorporan grasa vegetal como sustituto total o parcial de la grasa butírica. También existen imitaciones en donde no se emplea leche fluida, solamente polvos lácteos, grasa vegetal y aditivos, éstos son los análogos de queso (Villegas *et al.*, 2012a). Estos quesos industrializados (no genuinos, de imitación o análogos), se encuentran altamente disponibles en el mercado nacional y presentan una etiqueta con información que no siempre es veraz (PROFECO, 2011).

Por lo tanto, al no tener información de la materia prima empleada o de los procesos de producción de ambos “tipos de queso”, el consumidor no puede comparar y realmente elegir, más bien compra lo que tiene cerca o lo que puede pagar. Tal como lo mencionan Pomeón *et al.* (2011), ésta es la tendencia en el mercado mexicano del queso, donde no siempre se valorizan las diferencias cualitativas no visuales, existentes entre los quesos (v.g. alimentación del ganado, manera de obtención y composición de la leche), dificultando la posibilidad de los quesos genuinos para acceder a un

sobrepeso por calidad, favoreciendo a los quesos adulterados o de imitación porque normalmente son más baratos. De esta manera, los quesos de imitación desplazan del mercado a los quesos verdaderos o genuinos, aminorando la posibilidad de que los mexicanos prueben un queso de mayor calidad, al menos sensorial y nutrimentalmente hablando.

Entonces, de seguir con esta tendencia, tanto ganaderos como queseros continuarán desanimados de seguir con la producción de leche para elaborar quesos genuinos, abandonando tal actividad, porque al incrementarse el precio del alimento para ganado y al aminorar la venta de quesos, no generan rentabilidad en sus negocios. Todo esto, indudablemente, traerá como consecuencia que como nación seamos aún más dependientes de otros países en leche y sus derivados, y peor todavía, que se pierdan importantes fuentes de empleo, tan buscadas actualmente ante la crisis económica que aún no logramos superar.

## **2.8 La tipicidad**

Marescotti (2006), define a la *tipicidad* como la particularidad de un producto agroalimentario que se deriva de su relación con el territorio donde se elabora y en donde son consideradas las tradiciones históricas y culturales particulares en las que se ha desarrollado. Es el conjunto de características objetivas y subjetivas que permiten diferenciar un producto de otro que sea de la misma familia.

La tipicidad comprende tres dimensiones: las características del producto final (v.g.: composición, propiedades fisicoquímicas, reología y textura, propiedades sensoriales, microbiología, etc.); las prácticas relacionadas con la obtención de la materia prima (el ordeño y transporte, por ejemplo en el caso de los quesos) y su calidad simbólica, es decir, la representación sociocultural que tiene el producto para los consumidores (Villegas y Torres de la Cruz, 2011).

De acuerdo con Tregear (2003), los alimentos típicos son aquellos que tienen características especiales debido a sus ingredientes locales y técnicas de producción tradicionales, además de que tienen gran importancia por su contribución al desarrollo socioeconómico de áreas rurales dentro de un contexto histórico, considerando al territorio y su adaptación como factores determinantes de éxito.

Por otro lado, Posada y Velarde (2000), dicen que un producto típico es aquel que debe hallarse ligado espacialmente a un territorio y culturalmente a unas costumbres o modos, con un mínimo de permanencia en el tiempo o antigüedad, y debiendo poseer unas características cualitativas particulares que le diferencien de otros productos. Estos autores observan que el espacio geográfico (que incluye lo sociocultural y lo histórico) ocupa un papel importante en la definición de cierto tipo de consumo, el de los productos tradicionales. Ese espacio puede ser tanto el lugar donde se ejerce el consumo (comprar directamente en el establecimiento que lo produce), como un lugar que “certifica” la tradición del producto que se consume (calidad dada por el origen del mismo).

En el marco general de la revalorización de lo rural, diferentes organismos europeos han comenzado a emprender acciones que persiguen rescatar el origen de estos productos típicos, con el objetivo final de brindar un apoyo precompetitivo a sus productores, buscando que se afiancen en la actividad y puedan responder positivamente a la demanda urbana.

Y según Caldentey y Gómez (1997) este interés especial por la promoción de productos tradicionales específicos, bajo el calificativo de productos “típicos”, productos “de la tierra” o “especialidades regionales”, puede deberse a diversos motivos, entre los que cabe citar:

- La pérdida de competitividad de muchas zonas agrícolas respecto a la producción de cultivos de gran consumo indiferenciados, tras la progresiva liberalización de los mercados.
- El creciente interés de los consumidores por “la vuelta a lo natural” y por la gastronomía.
- La necesidad de aplicar técnicas de segmentación de los mercados, favorables a una mayor diferenciación productiva y contrarias a la estandarización.
- La naciente política de desarrollo rural que incorpora los enfoques basados en la calidad y el territorio y que plantea la necesidad de superar los enfoques tradicionales.

En este contexto, la potenciación de los productos autóctonos cobra un elevado interés, ya que descansa sobre algunos de los escasos elementos que una

determinada zona productora posee para satisfacer al mercado y ser competitiva en las actuales circunstancias: diferenciación, calidad y territorio. Ello puede ser vital en áreas marginales que no pueden competir en otros productos, pero también es válida para otras zonas en que la diferenciación puede resultar muy ventajosa.

Dentro del actual predominio del concepto de calidad, en el ámbito agroalimentario se está desarrollando un aspecto particular de la misma, como el relativo a las “características específicas de calidad” y dentro de ellas las que, relacionadas con el territorio, dan lugar a los llamados productos típicos o de la tierra. El territorio aporta diferenciación en sus tres dimensiones: geográfica, histórica y cultural, siendo económicamente definido por el conjunto de actividades y empresas en él ubicadas.

Tal como lo mencionan Bruckmeier y Tovey (2007-2008), los productos típicos incorporan conocimientos técnicos locales, desarrollados con la experiencia a lo largo del tiempo y referidos al lugar, a las variedades cultivadas y a las prácticas agrícolas.

Cientos de ejemplos de estos productos existen en México, uno de ellos es el chile habanero de Yucatán, el cual obtuvo la Denominación de Origen (DO) en el 2008. Para lograr lo anterior, se reunió información de su relación con la semilla, con la tierra, con el ambiente, con aspectos culturales e históricos, tanto de consumo como de producción (Rudiño, 2010). Los productores consideran que el haber obtenido la DO en este producto fomentó el desarrollo regional, ya

que al aumentar su fama, incrementó la producción y la generación de empleo, y se requieren de 15 a 20 personas para cosechar a mano cada hectárea sembrada.

Otro producto típico es la cecina del municipio de Yecapixtla, Morelos. La producción de este alimento da empleo al 70% de la población de Yecapixtla en tres eslabones de la cadena, ganadería, elaboración y comercialización. También podemos mencionar de manera general, otros alimentos típicos como los tamales, los tlacoyos, el mole, los escamoles, los chinicuiles, el aguamiel, y los quesos genuinos.

## **2.9. Caracterización de quesos**

Es la descripción de los rasgos o, como lo indica su nombre, las características inherentes que lo hacen único y distinto a los demás de su clase. Los rasgos específicos que caracterizan a un queso pueden ser diversos; desde el lugar, el tipo de productor y la tecnología usada para su fabricación, hasta características como la forma, el tamaño, la microbiología, composición, reología y características sensoriales, entre otros.

En el caso de los quesos tradicionales, la caracterización generalmente está enfocada a diferenciar a estos productos por las características originales que definen su *tipicidad*, para lograr integrarlos a un mercado más amplio o diferenciado. Su diferenciación puede hacerse, preferentemente, a través de

una figura de protección legal como una Marca Colectiva o una Denominación de Origen (IMPI, 2006).

### **2.9.1 Caracterización de quesos artesanales y tradicionales en el mundo**

Los quesos tradicionales se caracterizan por estar fuertemente ligados a su territorio de origen y por ser testimonio de la historia y la cultura de la comunidad que los produce. Cada queso tradicional es originado por un sistema complejo, dando como resultado un alimento con características organolépticas únicas y el desarrollo de éstas se vincula a varios factores: el ambiente que los rodea, el clima, los pastos nativos, la alimentación del ganado, el uso de leche cruda y su microflora nativa, la tecnología empleada con un rol humano único, en vez de tecnología automatizada, herramientas históricas y las condiciones de maduración.

Las cuestiones relacionadas a la seguridad de los alimentos frecuentemente son un falso argumento para explicar la prohibición de los productos tradicionales. Diversas investigaciones de brotes infecciosos ocasionados por alimentos han demostrado que los quesos hechos de leche cruda no poseen riesgos mayores que los de quesos industriales, hechos con leche pasteurizada. Una mala pasteurización, la contaminación cruzada, después del proceso y en almacenamiento son los factores principales que contribuyen a estos brotes (Licitra, 2010). Los quesos tradicionales no pueden identificarse solamente por ser elaborados con leche cruda, existe una gran variedad de

prácticas que tienen el potencial para hacerlos alimentos seguros (v.g. la maduración).

Se han realizado trabajos de investigación para caracterizar a los quesos tradicionales o artesanales, sobre todo en Europa, por ejemplo el del análisis microbiológico y bioquímico del queso artesanal “Peñamellera”, que fue efectuado por Estepar *et al.*, (1999). Por otro lado, Pisano *et al.*, (2006) se enfocaron en la caracterización microbiológica y química durante la maduración de *Fiore Sardo*, un queso tradicional hecho de leche de oveja, en donde se estudiaron 12 lotes diferentes de este queso duro artesanal, con denominación de origen, elaborado sin adición de iniciadores.

Se observaron desviaciones estándar altas en el porcentaje de humedad, de sólidos y del contenido de NaCl, posiblemente debido a las diferencias en los procesos de manufactura y de la composición de la leche. Las bacterias mesofílicas totales variaron entre  $10 \log_{10} \text{ UFC} \cdot \text{g}^{-1}$  a las 48 horas en las muestras de queso y  $3 \log_{10} \text{ UFC} \cdot \text{g}^{-1}$  en muestras de 9 meses de almacenadas.

Los coliformes totales y los estafilococos mostraron las más altas cuentas a las 48 horas de maduración y disminuyeron significativamente descendiendo a niveles por debajo de  $2 \log_{10} \text{ UFC} \cdot \text{g}^{-1}$  a los tres meses de almacenamiento. Las bacterias acidolácticas y enterocócicas fueron los microorganismos dominantes durante la maduración. Estas, representadas principalmente por las especies lácticas *Lactococcus lactis ssp.*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus*

*plantarum* y *Lactobacillus casei*. Los niveles más bajos de levaduras fueron detectados conforme transcurría el periodo de maduración del queso. Las especies de levaduras aisladas predominantes fueron las variedades *Debaryomyces hansenii* y *Kluyveromyces lactis*.

### **2.9.1.1 Caracterización de quesos mexicanos genuinos**

Otro estudio es el del perfil sensorial de queso Chihuahua mexicano (Van Hekken, 2006), en donde se analizaron sensorialmente quesos Chihuahua elaborados con leche cruda y pasteurizada. Los de leche cruda se percibieron como más intensos en sabor ácido, amargo y picoso que los pasteurizados. En general los atributos de textura fueron similares, pero se percibió al queso de leche cruda con mayor suavidad que el de pasteurizada. La microflora aerobia total estuvo en un rango de 8.5 a 9.6  $\log_{10}$  UFC\*g<sup>-1</sup> en los quesos de leche cruda y de 6.1 a 8.7  $\log_{10}$  UFC\*g<sup>-1</sup> en los quesos hechos con leche pasteurizada (Tunick *et al.*, 2008). Todas las muestras resultaron negativas (< 0.04 UFC\*g<sup>-1</sup>) para *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, *Campylobacter* spp., y *S. aureus* coagulasa positiva.

También, en el trabajo de Torres-Llanez *et al.* (2006), se caracterizó la microflora natural del queso Fresco Mexicano artesanal elaborado por seis productores en el estado de Sonora, encontrándose que las principales especies presentes en el mismo fueron *Lactococcus lactis* spp. *lactis*, *Enterococcus faecium* y *Lactobacillus casei*. Este tipo de información sugirió

que para obtener un queso con las mismas cualidades se deben agregar estos microorganismos como cultivo iniciador a la leche pasteurizada (misma que se ha quedado sin su flora nativa al someterse al tratamiento térmico).

Hernández *et al.* (2010), realizaron la caracterización del Queso Añejo de Zacazonapan, Estado de México. En este trabajo se efectuaron estudios fisicoquímicos, microbiológicos, texturales y sensoriales en el queso y también de la leche cruda usada en el proceso de elaboración del queso en seis diferentes queserías de la zona de estudio. Se encontraron diferencias entre los quesos (en humedad, grasa, NaCl, acidez titulable, pH, ácidos grasos libres, textura, color, cuenta total y coliformes) y entre la leche usada para cada uno de ellos.

De los análisis sensoriales de esta investigación se encontró que la mayor aceptabilidad fue para los quesos con mayor humedad, los más desmenuzables y cremosos. Los menos aceptados fueron los que tenían mayores puntajes en los atributos de duración de sabor, sabor a pescado, "olor a pies", ácido propiónico, sabor amargo, astringente y agrio. Este trabajo es la primera referencia para definir los parámetros que caractericen al queso Añejo en México.

González y Torres de la Cruz (2009), caracterizaron con un enfoque holístico (integral) al Queso de Poro de la Región de Los Ríos, Tabasco; atendiendo el aspecto sociotécnico y al producto en sí mismo (características composicionales, fisicoquímicas, sensoriales y de textura). En este estudio se

concluyó que existe potencialidad para obtener una figura de protección, por el carácter artesanal de este producto que tiene distinción, sus condiciones de historia, cultura productiva y territorio.

Sin embargo, también se evidenciaron deficiencias de nivel tecnológico y de capacitación, con las cuales se lograría un mejor control de la calidad de la leche de proceso y del producto. Promediando los valores obtenidos de los quesos provenientes de cinco queserías analizadas, en dos épocas del año (lluvias y secas), el porcentaje de humedad fue de 32.5%, el pH de 4.35 y el  $a_w$  de 0.942.

La evaluación microbiológica de éstos se realizó a los 15 días de haber sido elaborados (permaneciendo una semana temperatura ambiente y otra en refrigeración) y se observaron cuentas totales de mesófilos aerobios en un rango de 4.0 a 5.78  $\log_{10}$  UFC\*g<sup>-1</sup> y no se detectó la presencia de coliformes. El producto satisfizo los requerimientos de las normas mexicanas vigentes, lo cual pudo favorecerse por sus propiedades intrínsecas, es decir, su pH,  $a_w$  y porcentaje de humedad bajos, los cuales, conjuntamente ejercieron un efecto inhibitorio en el desarrollo de microorganismos.

Otro queso estudiado con este mismo enfoque, fue el Queso Crema de Chiapas (Villegas *et al.*, 2011). En este sistema se observó que el saber hacer en las pequeñas queserías es completamente tradicional y entre los resultados microbiológicos obtenidos, el de las cuentas de bacterias mesofílicas mostró que en el queso oscilaron entre 5 y 6 ciclos logarítmicos de unidades

formadoras de colonias. En época de lluvias no se detectaron coliformes y en época de secas, en dos de tres de las regiones estudiadas, se encontraron de 2 a 3 ciclos logarítmicos de unidades formadoras de colonias (con lo cual no se cumple con los límites de las normas mexicanas).

A pesar de que los muestreos de leche de los ranchos proveedores de las queserías estudiadas evidenciaron, en general, una baja calidad sanitaria, el producto final resultó limpio (presuntamente inocuo), lo que se atribuyó a las propiedades encontradas en el alimento como un pH bajo (ca. 4.2), baja  $a_w$  (ca. 0.95), bajo porcentaje de humedad (ca. 46%) y alto contenido de sal (ca. 3.4%). Este hecho resalta las bondades de las fermentaciones lácticas que tienen lugar en la cadena productiva del Queso Crema, durante la colecta, el proceso y el queso mismo.

## **2.10 Quesos elaborados con leche cruda**

Los quesos de leche cruda representan muchos años de tradición, constituyen el producto de un territorio específico, la evolución de una civilización rural y pueden ser considerados como un tipo de artesanía. Además, en Europa, constituyen una parte importante de la producción de quesos y actualmente, en este continente, la mayoría de los quesos tradicionalmente hechos con leche cruda han sido protegidos mediante la obtención de una denominación protegida de origen (PDO) (Batchmann *et al.*, 2011; Bertozzi y Panari, 1994). Y en México, de manera opuesta a lo que se produce y defiende en los países de

primer mundo, la normatividad vigente (NOM-243-SSA1-201), señala que los quesos son “aquellos productos elaborados de la cuajada de la leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales, con o sin adición de crema, obtenida de la coagulación de la caseína con cuajo, gérmenes lácticos, enzimas apropiadas, ácidos orgánicos comestibles y con o sin tratamiento ulterior, por calentamiento, drenada o prensada o no, con o sin adición de fermentos de maduración, mohos especiales, sales fundentes e ingredientes comestibles opcionales, dando lugar a las diferentes variedades de quesos pudiendo por su proceso ser: fresco, madurado o procesado”. Esta definición excluye a todas las variedades de queso que se elaboran en el país con leche cruda, es decir, a aquéllos que se producen con leche que no ha sido calentada a más de 40°C, o que haya pasado por cualquier otro tratamiento que tenga algún efecto antes de su elaboración.

Es sumamente importante mencionar que el hecho de que se empleé leche cruda no significa que los quesos serán de baja calidad microbiológica o que serán peligrosos. Los factores que pueden contribuir a obtener quesos de alta calidad son la obtención de leche cruda higiénica y su rápida transformación en queso. Además, se debe de llevar a cabo de manera continua, un control de calidad de la leche y un monitoreo de buenas prácticas del proceso y los criterios de seguridad de alimentos, que cada día son más aplicados para asegurar el mismo nivel de calidad sanitaria que los quesos de leche pasteurizada.

Prueba de la inocuidad en leche cruda es el estudio hecho por D'Amico y Donnelly (2009), que analizaron su calidad mediante la detección de los patógenos: *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., y *Escherichia coli* (O157:H7) en queserías artesanales de pequeña escala en Vermont. Los resultados indicaron que la mayoría de las leches producidas para estas queserías eran de calidad microbiológica alta, sin detección de los patógenos.

Además, independientemente de la variedad del queso, los que son hechos con leche cruda desarrollan sabores más diversos e intensos que los que se hacen usando leche pasteurizada y los primeros presentan atributos superiores en sabor, relacionados con el desarrollo más temprano y extenso de su microflora a causa de diferentes proteólisis, mayor lipólisis, y de manera general, a mayor formación de compuestos volátiles (Bachmann *et al.*, 2006).

Una investigación que respalda lo mencionado es la de Ballesteros *et al.* (2004), en el que se evaluaron microbiológica, bioquímica y sensorialmente a quesos Manchego de origen industrial y artesanal, determinándose que los quesos artesanales obtuvieron valores más altos que los quesos industriales en sus atributos sensoriales, lo que atribuyen a que los quesos artesanales hechos con leche cruda cuentan con un sistema enzimático más complejo lo cual pudo dar origen a cambios bioquímicos más fuertes en éstos. Los trabajos citados son unos pocos entre muchos más que respaldan que los quesos de leche cruda

cuentan con atributos sensoriales únicos y que al seguir con lo estipulado en la norma mexicana, éstos se perderían.

### **2.10.1 Patógenos en quesos de leche cruda**

Está ampliamente reconocido que la leche es una fuente de microorganismos patógenos. Los principales microorganismos patógenos que pueden estar presentes en la leche fresca manejada con falta de higiene y de ahí multiplicarse en quesos hechos con leche cruda son *Mycobacterium bovis* o *M. tuberculosis* y *Brucella abortus*, *Bruc. melitensis* o *Bruc. suis.*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli* enteropatógena (O157:H7). Varios de éstos son patógenos entéricos que habitan en el tracto intestinal de los rumiantes. Llevar a cabo procedimientos efectivos de limpieza, como la remoción de la materia fecal de la ubre antes de la ordeña, un régimen de sanitización de los recipientes de almacenamiento y las buenas prácticas de manufactura en los quesos, reducen el riesgo de contaminación por estos microorganismos (Pérez y Bucio, 2010; Varnam y Sutherland, 2001).

*Staphylococcus aureus* es un patógeno oportunista que puede ser muy resistente tanto a la respuesta inmune normal como a los agentes antimicrobianos. Esta resistencia es, en parte, debido a la producción de la enzima coagulasa. La coagulasa trabaja en conjunto con los componentes normales del suero para formar barreras protectoras de fibrina alrededor de las células, protegiéndolas así de la fagocitosis y otros tipos de ataques

(Viramontes y Portillo, 2011). La enzima cuagulasa puede encontrarse de dos maneras: coagulasa ligada y coagulasa libre. Existen dos formas de detectar la enzima coagulasa: la prueba en tubo, que detecta la presencia de ambos tipos de coagulasa, y la prueba en portaobjetos, que solo detecta la coagulasa ligada. Para la prueba en tubo, se adiciona el microorganismo a evaluar en un tubo que contiene plasma.

La coagulación del plasma en las primeras 24 horas indica una reacción positiva. Los factores coagulantes normales del suero empiezan a actuar después de alrededor de 24 horas, por lo que es muy importante leer la prueba antes de que esto ocurra. Cualquier engrosamiento o formación de hebras de fibrina en el plasma es considerado un resultado positivo. Esta prueba es, principalmente, utilizada para separar el patógeno *Staphylococcus aureus* (coagulasa positivo) de *Staphylococcus epidermis* (coagulasa negativo).

De acuerdo con Viramontes y Portillo (2011), en la prueba en portaobjetos, las bacterias se colocan en un portaobjetos que contiene una pequeña cantidad de plasma. La aglutinación de las células en los primeros dos minutos indica la presencia de coagulasa. Si la coagulación se observa después de dos minutos, el resultado es considerado negativo. En los quesos tradicionales, normalmente no se usan cultivos iniciadores activos, por lo que si *Staphylococcus aureus* se encuentra en cantidades elevadas, la producción de toxina puede representar un riesgo significativo. Los quesos blandos contienen altos niveles de humedad y si están elaborados con leche cruda y son manipulados constantemente, son más propensos que las variedades de quesos duros y semi duros al crecimiento

de microorganismos indeseables. Otra de las causas que pueden originar el crecimiento de los microorganismos es el almacenamiento de los quesos a temperaturas entre 10 y 15°C. Para producir un queso de leche cruda con buena calidad, la leche debe ser también de buena calidad: con cuentas bacterianas por debajo de 20 000 UFC\*mL<sup>-1</sup> (4.3 log<sub>10</sub> UFC\*mL<sup>-1</sup>) y CCS por debajo de 400, 000 mL<sup>-1</sup>; obtenerse bajo condiciones de higiene extremas y mantenerse a temperaturas menores a 4°C (Fox *et al.*, 2000).

Los factores intrínsecos que deben considerarse para obtener un queso seguro (libre de patógenos) son: la calidad de la leche, los cultivos iniciadores o el crecimiento de bacterias ácido lácticas nativas durante la elaboración del queso (microflora competitiva), el contenido nutrimental, el porcentaje de humedad, el pH, la acidez, la presencia de compuestos antimicrobianos (naturales o adicionados como el NO<sub>3</sub>), el contenido de sal, la actividad de agua y los cambios químicos que ocurren durante el añejamiento de los quesos. Entre los extrínsecos están el tipo de empaçado, el tiempo, temperatura y condiciones de almacenamiento o maduración, las etapas del proceso, historia del producto y uso tradicional (Donnelly, 2004).

## **2.10.2 Sistemas naturales antimicrobianos**

### **2.10.2.1 Actividad de agua (a<sub>w</sub>)**

Los microorganismos tienen la necesidad perentoria de agua, ya que sin ella no es posible que exista crecimiento. La cantidad de agua necesaria para el

crecimiento de los microorganismos es variable. Esta demanda de agua se expresa de forma más apropiada como agua disponible o actividad de agua ( $a_w$ ), que se define como la presión de vapor de solución (de sustancias disueltas en agua en la mayoría de los alimentos), divididas por la presión de vapor del disolvente (generalmente agua). Cada microorganismo tiene una  $a_w$  máxima, una óptima y una mínima de crecimiento. Cuando la  $a_w$  desciende por debajo del valor óptimo, se produce un alargamiento de la fase lag (fase de latencia) de crecimiento, una disminución de la velocidad de crecimiento, y una disminución de la cantidad de sustancia celular. Modificaciones que varían para cada microorganismo y de acuerdo con el soluto utilizado para disminuir la  $a_w$ .

### **2.10.2.2 El pH**

En general, las bacterias se desarrollan con preferencia en medios neutros o ligeramente alcalinos (pH 6.5-7.5) y la mayoría tolera variaciones de pH entre 5.0 y 9.0. Aunque las bacterias presentan un rango de tolerancia para las variaciones de pH, los productos de su metabolismo en un medio de cultivo pueden alterar el pH de manera tal que inhiba su crecimiento. Algunas bacterias producen sustancias alcalinas y muchas otras producen ácidos en cantidad suficiente para modificar el pH. El pH de los quesos generalmente se encuentra entre 4.5 y 5.3, lo cual puede ser un factor importante en el control del crecimiento bacteriano en los mismos. Las bacterias ácido lácticas (BAL), especialmente los lactobacilos, tienen un pH óptimo de crecimiento cercano a

7.0, sin embargo, pueden crecer a pH de 4.0. Muchos mohos y levaduras pueden crecer a valores de pH por debajo de 3.0, aunque un rango óptimo de pH es entre 5.0 y 7.0 (Fox *et al.*, 2000).

### **2.10.2.3 Sistema lactoperoxidasa (SLP)**

El sistema de lactoperoxidasa es un sistema inhibitorio que naturalmente se encuentra en la leche cruda. Este sistema tiene tres componentes: lactoperoxidasa, tiocianato y peróxido de hidrógeno. Se requieren todos estos componentes para que la leche muestre efectos antimicrobianos. Los psicrótrofos gram negativos como las pseudomonas son extremadamente sensibles a este sistema. Se necesitan alrededor de 0.5 a 1.0 ppm de lactoperoxidasa para que el sistema sea efectivo y la leche de vaca normalmente contiene 30 ppm de lactoperoxidasa.

Ciertas cantidades de tiocianato y peróxido de hidrogeno están disponibles en la leche. Para que el sistema tenga un efecto inhibitorio, se necesitan cerca de  $100 \text{ U} \cdot \text{mL}^{-1}$  de peróxido de hidrógeno y la leche de vaca contiene alrededor de  $1\text{-}2 \text{ U} \cdot \text{mL}^{-1}$ . El tiocianato es efectivo cuando está presente a 0.25 mM y sus niveles en la leche son de un rango de 0.02-0.25 mM (Donnelly, 1998).

### **2.10.3 Inocuidad en quesos de leche cruda**

Además, el descenso del pH vía fermentativa, sobre todo con una rápida acidificación en etapas tempranas del proceso, es un factor de microentorno de

gran efecto seleccionador de la microbiota de un queso de leche cruda; Beresford *et al.* (2001), demostraron que pHs menores de 4.5 tornan el medio muy hostil para poblaciones microbianas ácido-sensibles, como las coliformes y las enteropatógenas.

Otro efecto de selección microbiana puede llevarse a cabo en la maduración, como lo encontraron Albenzio *et al.* (2001), en un queso italiano con denominación de origen, el Canestrato Pugliese. Estos autores evaluaron microbiológicamente (almacenando durante 150 días) los quesos hechos con leche cruda y encontraron que a mayor tiempo de maduración, se iba disminuyendo la carga microbiológica y que hubo ausencia de coliformes al final de la prueba, siendo que éstos se detectaron en el queso fresco. Este tipo de investigaciones dan soporte a la afirmación de que al transcurrir el periodo maduración, los quesos adquieren mayor inocuidad debido a la disminución del pH y de la actividad de agua.

Martínez (2011) exploró la microbiota coliforme y patógena del Queso de Poro de Balancán, Tabasco. En este trabajo se evaluaron quesos provenientes de tres diferentes queserías, en el primer día análisis la edad de los quesos fue de 17 días. Las unidades experimentales se mantuvieron bajo condiciones asépticas a una temperatura de 25°C y se evaluaron nuevamente cada cinco días en un lapso de 30 días. A pesar de que en este periodo, en dos de los quesos estudiados (que no disminuyeron su pH) la carga de mesófilos aerobios totales, hongos y levaduras se incrementó, el producto cumplió con las normas

sanitarias vigentes en cuanto a coliformes fecales, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* y *Staphhylococcus aureus*. Estos resultados permitieron afirmar que este importante queso artesanal, de humedad entre 28.94 y 31.78 por ciento, contenido de sal bajo, entre 0.42 y 0.53% y pH entre 4.15 y 6.31, es inocuo.

Por otro lado, Aparicio (2011), estudió la microbiología del Queso Crema de Chiapas, muestreando quesos de dos queserías y conservándolos a temperaturas entre 20 y 22°C por un periodo de cinco semanas.

La evaluación las cuentas de mesófilos aerobios y coliformes totales se efectuó cada semana durante este periodo (el primer día de los análisis los quesos tenían diez días de haber sido elaborados) y la presencia de los patógenos: *Staphylococcus aureus* y *Salmonella spp.*, a la tercer semana del comienzo de los análisis.

Las cifras de mesófilos aerobios totales iniciaron en 4.66 log<sub>10</sub> UFC g<sup>-1</sup> y al final del lapso de estudio fueron de 2.57 log<sub>10</sub> UFC g<sup>-1</sup>. No se detectaron coliformes totales ni los patógenos mencionados. Cabe destacar que el a<sub>w</sub> de las muestras fue de 0.92, el contenido de humedad de 36% y el de sal del 3.8%; además, el pH fue disminuyendo de 4.33 hasta llegar a 3.92, favoreciendo que las cuentas de mesófilos también disminuyeran. El autor menciona que las propiedades composicionales y fisicoquímicas de este queso crearon las condiciones para que se inhibiera el crecimiento de patógenos, no obstante de conservarse a temperatura ambiente y de ser elaborado con leche cruda, en un clima tropical.

## **2.11 Los quesos de pasta texturizada**

Son aquéllos en cuya cuajada, durante cierta fase de la fabricación, se desarrolla una textura más o menos “fibrosa”, producto de la formación de estructuras orientadas, constituídas por micelas o submicelas caseínicas modificadas (“fusionadas”), e incluso de moléculas de caseína desnaturalizada (Villegas, 2012b).

El grado de texturización de la cuajada puede ser poco notable. La texturización de la pasta es muy clara en el queso cheddar, cuyo proceso inicia con la adición de cuajo a la leche a unos 30°C, después la cuajada se corta y “el grano” se trabaja, y se calienta a 37-39°C por 30 min, transcurrida una hora, se efectúa el desuerado y la cuajada cortada (en bloques) se cheddariza. En el proceso tradicional de cheddarización, los bloques de cuajada se van apilando unos sobre otros permitiendo, a la vez, que la pasta se acidifique más o menos en un lapso de 2 a 4 horas, por la actividad de la microflora láctica, hasta llegar a un pH de 6.1 a 5.4, debido a la fermentación láctica.

En la cheddarización, los gránulos de la cuajada se funden y la textura cambia de suave y friable a ligeramente dura, compacta, lisa y flexible, obteniéndose la fibrosidad característica en este producto; la razón de este cambio se debe a que la matriz viscoelástica de caseína, bajo la presión de varios bloques apilados (en el caso del queso Cheddar), o por el propio peso de cada uno de ellos, fluye restringidamente, permitiendo cierta orientación de las fibras de fosfocaseinato/ pospoparacaseirato de calcio, parcialmente desmineralizadas.

Fox *et al.* (2000) resumen en el siguiente diagrama (Figura 8) los cambios fisicoquímicos que se presentan en la cuajada durante la chedarización.

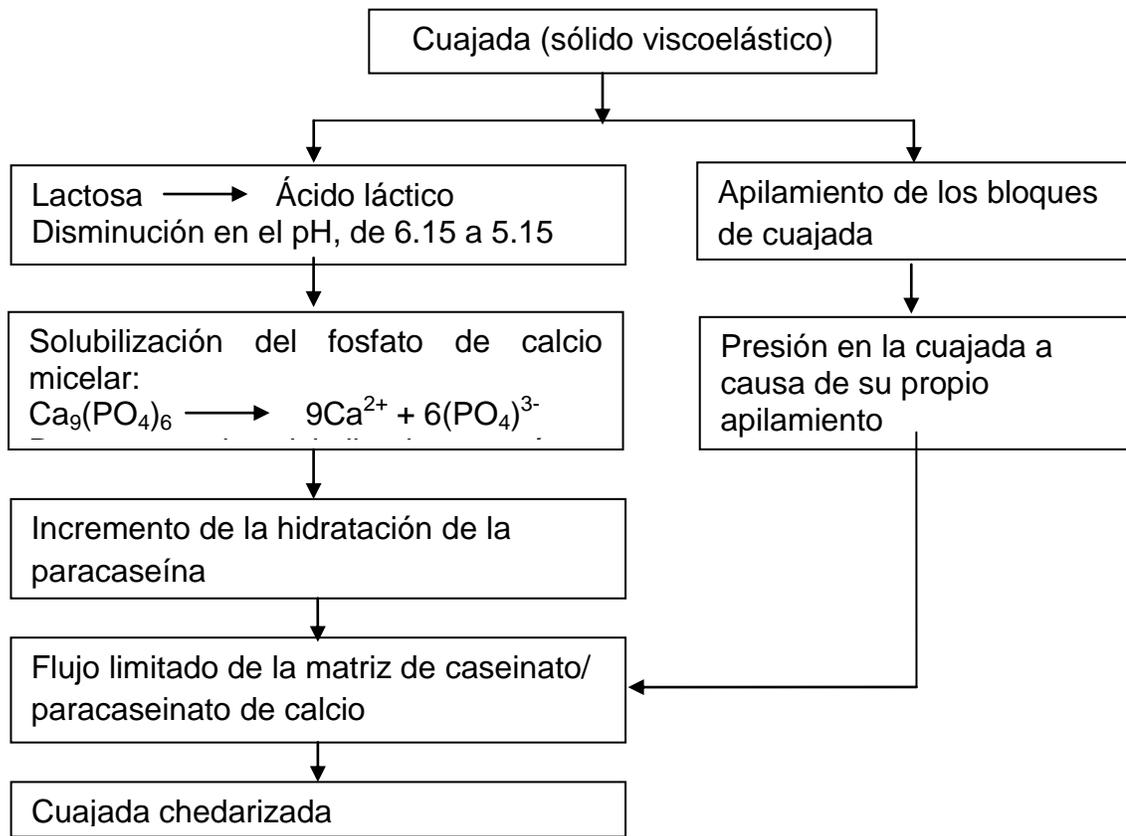


Figura 8. Principales cambios fisicoquímicos durante la chedarización de la cuajada

Fuente: Fox *et al.* (2000).

Villegas (2012b) menciona que la chedarización trae consigo un conjunto de cambios fisicoquímicos que favorecen el flujo limitado de la cuajada durante su manejo en tina, y la texturización; el autor comenta que los más notables son:

- La solubilización del calcio micelar, ligado a la caseína y paracaseína, y que actúa como un agente cementante entre las micelas y submicelas modificadas de la matriz.

- Un decremento en la concentración del “calcio matricial”, del orden de 5 al 40 por ciento, a medida que el pH de la cuajada disminuye de unos 6.15 a 5.2.
- Un incremento en la hidratación de la caseína/paracaseína, la cual aumenta al abatirse el pH de 6.5 a 5.15, aproximadamente.

También de acuerdo con Villegas (2012b), los quesos de pasta texturizada se dividen en dos grupos: el cheddar y similares en algún grado, por ejemplo, el tipo manchego mexicano, el Chihuahua, el adobera jalisciense (de “quesadilla”) y el colby; y el grupo de los quesos de pasta hilada (*filata*), como el mozzarella, el Oaxaca, el asadero y el guaje. En éstos la cuajada, fuertemente texturizada y con un pH alrededor de 5.1 -5.3, al ser sometida a calentamiento y amasado es capaz de estirarse. En estas pastas, ya trabajadas, se aprecia mucho mejor el carácter “texturizado”.

## **2.12 Color en quesos**

El color es un atributo importante de los alimentos y sirve como un índice de calidad. Los principales pigmentos en la leche son los carotenoides, los cuales se obtienen de la dieta del animal, específicamente cuando se alimentan en libre pastoreo.

Los carotenoides son pigmentos secundarios involucrados en la fotosíntesis. Debido al sistema de doble enlace conjugado, absorben la luz visible y

ultravioleta, lo que les da color entre el amarillo y el rojo. Los carotenoides son responsables del color en varios alimentos (v.g. zanahoria y maíz). También están presentes en las hojas de las plantas, en donde su color se enmascara por las verdes clorofilas. Los animales no sintetizan los carotenoides, pero en su dieta, los absorben de las plantas. Algunos animales los almacenan en sus tejidos, los cuales adquieren el color. El ganado vacuno transfiere los carotenoides al tejido adiposo, por lo que la leche de bovinos y sus derivados son amarillos, en una amplitud que depende del contenido de carotenoides en la dieta del ganado.

### 2.13 Ubicación y descripción del área de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en el estado de Jalisco, en la Región de la Sierra Amula, como se puede observar en la Figura 9.

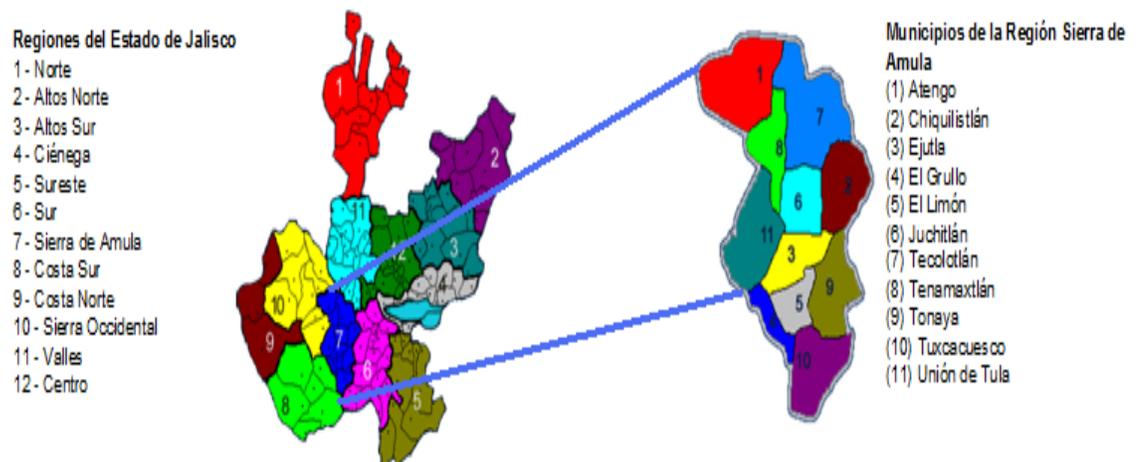


Figura 9. Regiones del Estado de Jalisco y municipios de la Región Sierra Amula.

Fuente: Gobierno del Estado de Jalisco. Centro Estatal de Estudios Municipales.

En el municipio de Atengo, perteneciente a la Región de la Sierra Amula se encuentra la comunidad de Soyatlán del Oro, que es una de sus localidades más importantes, entre otros aspectos, por su concentración de población y tradición quesera desde hace más de un siglo (información recabada mediante entrevistas dirigidas a los dueños de las queserías) y en la cual se visitaron cinco de las queserías artesanales que elaboran como sus principales productos, queso adobera de mesa, adobera "para quesadilla" y panelas (quesos panela).

Otras comunidades de importancia son Atengo, Yerbabuena, Agostadero y Macuchi, en donde también se elaboran quesos, pero la procedencia de la leche es del ganado de la casa y el alimento es para autoconsumo. Según su etimología náhuatl, Atengo significa: "en la orilla del agua" (atl-agua. tendli-orilla o labio y co-lugar); también se ha interpretado como "lugar situado al borde del río " o " en la ribera".

El municipio de Atengo se encuentra ubicado entre los paralelos 20°12' y 20°27' de latitud norte; los meridianos 104°09' y 104°25' de longitud oeste; altitud entre 1 400 y 2 300 m. Colinda al norte con los municipios de Mixtlán y Tecolotlán; al este con los municipios de Tecolotlán y Tenamaxtlán; al sur con los municipios de Tenamaxtlán, Ayutla y Cuautla; al oeste con los municipios de Cuautla, Atenguillo y Mixtlán. Cuenta con 21 localidades y una población total de 4 918 habitantes. El territorio municipal tiene un extensión de 412.42 kilómetros cuadrados, que representan tan sólo el 0.56% de la superficie del estado de

Jalisco (INEGI, 2009). En lo referente a su fisiografía, se encuentra en las provincias del Eje Neovolcánico (80.29%) y la Sierra Madre del Sur (19.71%) (INEGI, 2009). En la Figura 10, se observa que la comunidad de Soyatlán del Oro se encuentra muy cerca de la cabecera municipal, Atengo, y la mayor parte de los caminos entre las comunidades del municipio son brechas y terracería.



Figura 10. Localidades y vías de acceso al municipio de Atengo, Jalisco.  
Fuente: Gobierno del Estado de Jalisco, Centro Estatal de Estudios Municipales.

En este municipio existen atractivos naturales que caracterizan el lugar, como zonas montañosas y serranías que en su altura fluctúan alrededor de los 1,400 a 2,100 metros, la superficie plana y semiplana es reducida (López, 2002). Además, cuenta con bosques localizados en la parte norte, oeste y sur de la cabecera municipal donde se ubica el Picacho, La Tetilla y Telexeca.

El clima es semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (92.02%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (7.98%); las temperaturas oscilan entre 16 y 22°C, con una precipitación media anual de 800 – 1100 mm (INEGI, 2009). Los vientos dominantes son en dirección noreste y los días promedio con heladas son de 29 en el año.

Gran parte de este poblado se encuentra formado de suelos cafés y café rojizo de bosque (López, 2002). El suelo predominante es el cambisol (62.11%), aunque también se presentan el phaeozem (16.98%), regosol (9.62%), umbrisol (4.95%), leptosol (2.88%), luvisol (2.79%) y andosol (0.13%) (INEGI, 2009). El uso del suelo se distribuye en agricultura (19.58%), zona urbana (0.54%), bosque (59.48%), pastizal (19.29%) y selva (1.11%) (INEGI, 2009). El uso potencial del suelo se distribuye como se muestra en la Figura 11, donde se observa claramente que el municipio tiene un potencial muy alto para la agricultura, ya que más del 90% del territorio de Atengo es adecuado para esta actividad además, es significativa la superficie en posesión de ejidatarios.

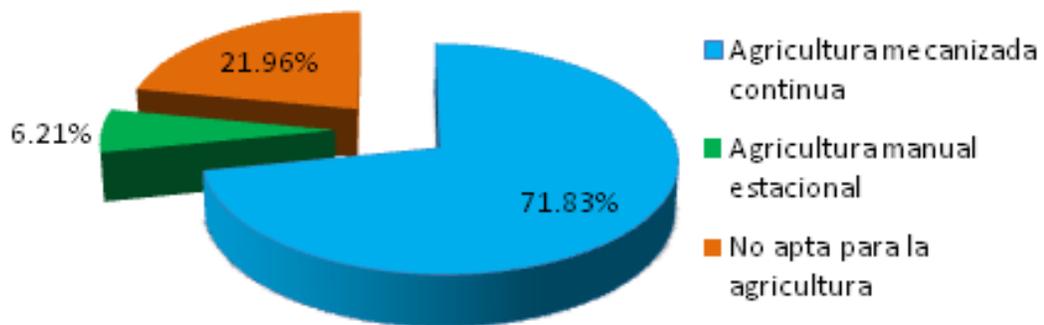


Figura 11. Uso potencial del suelo en el municipio de Atengo, Jalisco  
Fuente: INEGI, 2009.

Los recursos hidrológicos del municipio los constituyen los ríos Atengo y San Pedro, conjuntamente con arroyos de caudal permanente como el Salitre La Pila y Yerbabuena; sólo en época de lluvias se forman los arroyos de caudal, principalmente Cofradía de Pimienta, Los Guajes y Agua Fría. Cuenta además con almacenamientos de agua como la presa de la Garruñoza y diversos pozos profundos (López, 2002).

Parte de la riqueza natural con que cuenta el municipio está representada por 13,600 hectáreas de bosque, donde predominan especies de encino, pino, roble y oyamel; y en las zonas planas, vegetación baja espinosa y matorral. Cuenta con recursos minerales como oro, plata y cobre; además de minerales no metálicos como ópalo y barita. Entre la fauna se encuentran el venado y el jabalí, así mismo la componen especies menores como conejo, armadillo, ardilla, tecolote, gallina y gavián entre otros (López, 2002).

Las actividades económicas principales del municipio son la agricultura, destacando el cultivo del maíz y el garbanzo; la ganadería, principalmente con producción de bovinos, aves y porcinos; industria con seis establecimientos instalados, destacando la fabricación de muebles no metálicos y la construcción de infraestructura en la zona urbana; actividad forestal, producción de pino para aserradero, de encino para combustibles y oyamel para celulosa; turismo, hospedaje y restaurantes; comercio, principalmente establecimientos que venden artículos de primera necesidad relacionados con las ramas alimentaria, textil y de calzado.

La industria se abastece con materias primas de la localidad para la elaboración de productos lácteos, materias de construcción, forrajes y carbón; las artesanías que produce son principalmente chamarras forradas a mano, muebles típicos y soguillas de piel (López, 2002).

## **CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Apartado 3.1 El Sistema Agroindustrial del Queso Adobera de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco**

#### **3.1.1 Ubicación del área de estudio**

Se visitó los municipios de Tenamaxtlán, Tecolotlán, Ayutla y Atengo, en el estado de Jalisco, en la Región Sierra Amula, con la finalidad de delimitar la zona de estudio de producción del Queso Adobera. Después de obtener información se eligió la localidad de Soyatlán del Oro, perteneciente al municipio de Atengo, por ser el lugar donde se concentra el mayor número de queserías y conocerse por su tradición quesera de más de cien años. Este trabajo se realizó en dos épocas del año: durante la época de lluvias (septiembre, 2011) y de estiaje (abril, 2012).

#### **3.1.2 Tamaño de muestra**

Se utilizó un muestreo dirigido tomando una muestra de cinco queserías, las cuales se identificaron como A, B, C, D ó E; éstas fueron seleccionadas porque cubrieron ciertos aspectos como el volumen de producción, elaboración de queso adobera en sus dos variedades durante todo el año y reputación en el mercado.

Para conocer el perfil de los ganaderos y el estatus de la calidad de la leche empleada para elaborar los quesos, de cada quesería se seleccionaron por

muestreo dirigido a tres proveedores de leche, considerando los registros de los queseros en donde se observaron los que mayor volumen de leche entregaban conformando así una muestra de 16 ganaderos.

### **3.1.3 Caracterización de la Cadena Agroindustrial y el Sistema Agroindustrial Leche-Queso Adobera de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco**

La identificación y descripción de los actores de la cadena agroindustrial se determinó a través de entrevistas abiertas y encuestas estructuradas y validadas en campo; hechas a los ganaderos y a los queseros, que son también los comercializadores de la cadena. Las encuestas aplicadas fueron dos: una para la creación del perfil general del ganadero (Anexo I) y otra para conocer el perfil del quesero (Anexo II). Se obtuvo información relacionada con los agentes de soporte que se encuentran “en el entorno de la cadena” para poder efectuar una descripción del sistema agroindustrial, considerando sus características, su dinámica y los recursos específicos que lo componen, como son el *saber hacer* y las relaciones entre los actores del sistema.

### **3.1.4 Sistema de producción de leche**

La investigación se realizó de forma observacional, visitando las unidades de producción primarias, se presencié la rutina de la ordeña y recolección de la leche para poder describir las características operacionales.

### 3.1.5 Características de la leche usada para la elaboración del queso

Con guantes estériles, cofia, cubreboca y jeringas estériles, se tomaron 300 mL de leche, de los recipientes que la contenían y al momento en el que los ganaderos la entregaban a las queserías. De la misma manera se muestreó la leche usada para elaborar el queso (leche de mezcla), para su análisis en el lugar.

Las muestras se mantuvieron a bajas temperaturas (4 a 8°C) en recipientes herméticos que contenían hielo con la finalidad de conservarlas mientras se les efectuaban en primer lugar, los análisis microbiológicos y posteriormente los fisicoquímicos, todos estos con tres mediciones repetidas.

Para las siembras microbiológicas previamente se limpió con alcohol una cámara de rayos UV y una mesa en donde ésta se colocó. Se encendió la lámpara de rayos UV para esterilizar el área de siembra y dentro de ésta se realizaron diluciones  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  y  $10^{-6}$  ocupando tubos "Vacutainer" que contenían 9 mL de agua estéril, para la cuenta total de bacterias mesófilas aerobias,  $\log_{10}$  (UFC\*mL<sup>-1</sup>) de acuerdo a la NOM-092-SSA1-1994 (con modificación en Placa Petrifilm®).

Para el Conteo de Células Somáticas (CCS\*mL<sup>-1</sup>), se siguió el Método Rápido con PortaSCC®. También se evaluó la calidad microbiológica, *grosso modo*, con la prueba de reducción de resarzurina de una hora (Villegas, 2003).

El pH, con un potenciómetro (HI 98128 Hanna Instruments, Italia) calibrado con buffers de pH 4 y 7 (Sigma, México); acidez titulable (método 947.05; AOAC,

1995); y sólidos no grasos (SNG), grasa, proteína y densidad con un analizador de leche Ekomilk-M (Bultheth 2000 Ltd., Bulgaria).

### **3.1.6 Proceso tecnológico**

En las queserías, se llevó a cabo la observación a detalle de los pasos que se siguen en la fabricación del queso desde el momento de la recepción de la leche hasta el desprensado de los quesos, al siguiente día.

Se investigaron los siguientes parámetros de fabricación en cada quesería: edad de la leche, volumen de leche procesada, temperatura de cuajado, tipo y dosis de cuajo, tiempo de cuajado, tiempo de desuerado, acidez del suero (en el caso del adobera de quesadilla, por el método Dornic), cantidad de sal, tipo y tiempo de prensado, peso y medidas de los quesos obtenidos y temperatura y humedad relativa de refrigeración con un higrómetro (LabQuest de Vernier®). Con ayuda de esta información se procedió a elaborar un diagrama de bloques general del proceso de producción del queso.

### **3.1.7 Análisis estadístico**

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo de parcela dividida (Montgomery, 1991), en donde la parcela mayor fue la época del año y la parcela menor fue la quesería u origen del queso. Se realizó un análisis de varianza a los resultados de las mediciones fisicoquímicas y microbiológicas de

las leches para identificar diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ). Se usó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para las comparaciones de medias. Los datos se analizaron con el paquete SAS versión 9.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC, EEUU).

## **Apartado 3.2 Caracterización fisicoquímica, microbiológica, textural y sensorial del Queso Adobera**

### **3.2.1 Muestreo**

De ocho queserías existentes se seleccionaron cinco de ellas al considerar que procesaban mayores volúmenes de leche y que elaboraban ambas variedades de queso. Se muestrearon piezas de queso durante la época de lluvias (septiembre 2011) y secas (abril 2012).

Estas se colocaron dentro de hieleras que contenían geles congelados y fueron llevadas al lugar de análisis en un lapso de  $10 \pm 2$  h, a la temperatura promedio en la cual se almacenan ( $8 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Posteriormente fueron conservados en refrigeración a  $5^\circ\text{C}$  a fin de realizarles las pruebas correspondientes. Los análisis microbiológicos se efectuaron a los cuatro días de haber sido fabricados, en el caso del queso adobera de quesadilla, y a los seis días en el caso del queso adobera de mesa.

En los días subsecuentes se realizaron análisis de composición química (grasa, proteína, humedad, cenizas, NaCl, y calcio) y fisicoquímicos (pH y  $a_w$ ) para ambos quesos, en época de lluvias y de secas; y análisis sensorial, de color y

del perfil de textura para el queso adobera de quesadilla, en época de lluvias. Todos los análisis se efectuaron por triplicado.

### **3.2.2 Queso**

#### **3.2.2.1 Análisis químico proximal y fisicoquímico**

Se midió el pH de los quesos con un potenciómetro de penetración Hanna HI 98230 (Hanna Instruments, Italia) calibrado con buffers de pH 4 y 7 (Sigma de México), las mediciones se realizaron a 24°C en tres puntos del queso: la base, el centro y la superficie, para reducir el efecto de posibles diferencias en la maduración.

Se determinó el contenido de grasa por el método Gerber-Van Gulik, la acidez titulable (método 920.124; AOAC, 1995), la humedad (método 926.08; AOAC, 1995), el contenido de cenizas (método 935.42; AOAC, 1995), la proteína (método 935; AOAC, 1995), el contenido de NaCl (método 935.43; AOAC, 1995), y el contenido de  $\text{Ca}^{2+}$  (método 991.25; AOAC, 1995). La actividad de agua se obtuvo con un medidor de actividad de agua Aqualab (Decagon, WA, EE.UU) a 25°C.

#### **3.2.2.2 Análisis microbiológico**

Se pesaron 25 gramos de queso y se licuaron con 225 mL de una solución estéril de agua peptonada (DIBICO® S.A de C.V., México) al 1 % (p/v) en una

licuadora Oster modelo 450-20 (Sunbeam Mexicana, S.A. de C.V.) durante 1 min a velocidad baja y 1 min a velocidad alta. Se prepararon siete diluciones,  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  y  $10^{-7}$ , usando una solución estéril de agua peptonada al 1 % (p/v) y se sembraron en placa y en tubo dependiendo del tipo de análisis.

Las bacterias mesófilas aerobias totales se enumeraron en Agar Nutritivo (BDBioxon<sup>®</sup>, Becton Dickinson de México S.A de C.V., México), los coliformes totales en Agar Bilis Rojo-Violeta (BDBioxon<sup>®</sup>, Becton Dickinson de México S.A de C.V., México), los coliformes fecales en Caldo Lauril Sulfato con MUG (BBL, Becton, Dickinson and Company, EUA.), *Staphylococcus aureus* en Agar de Baird Parker (DIBICO<sup>®</sup> S.A de C.V., México) a 35°C durante 24 ± 48 h y los hongos y levaduras en Agar de Papa y Dextrosa (BDBioxon<sup>®</sup>, Becton Dickinson de México S.A de C.V., México) a 25°C por 3, 4 y 5 días.

Para detección de *Samonella spp.* primero se realizó un preenriquecimiento que consistió en incubar la dilución  $10^{-1}$  a 35 ± 2°C por 24 horas, para cada una de las etapas subsecuentes en este análisis las condiciones de incubación fueron las mismas. Posteriormente se inoculó un mililitro de la dilución  $10^{-1}$  en tubos que contenían Caldo Selenito-Cistina (Difco<sup>™</sup> Becton Dickinson, USA) y Caldo Tetrionato (BDBioxon<sup>®</sup>, Becton Dickinson de México S.A de C.V., México).

Transcurridas otras 24 horas se tomaron asadas de ambos tubos y se aisló la bacteria sembrando por estría cruzada en tres medios selectivos: Agar con

sulfito de bismuto (BDBioxon<sup>®</sup>, Becton Dickinson de México S.A de C.V., México), Agar entérico Hecktoen (DIFCO) y Agar xilosa lisina desoxicolato (BDBioxon<sup>®</sup>, Becton Dickinson de México S.A de C.V., México).

Las colonias sospechosas se sometieron a las pruebas bioquímicas y se inocularon en tubos con Agar de tres azúcares y hierro (BDBioxon<sup>®</sup>, Becton Dickinson de México S.A de C.V., México) y de hierro y lisina (BDBioxon<sup>®</sup>, Becton Dickinson de México S.A de C.V., México), por estría en la superficie inclinada y por punción en el fondo. Las colonias presuntamente positivas en estos medios se inocularon en Caldo Urea (BDBioxon<sup>®</sup>, Becton Dickinson de México S.A de C.V., México).

### **3.2.2.3 Análisis de Perfil de Textura**

De cada queso se prepararon muestras cilíndricas usando un sacabocados metálico. Las dimensiones de las muestras fueron de 10 mm de diámetro y 10 mm de altura. Los cilindros de queso se tomaron del al menos 12 mm de profundidad del queso para reducir el efecto de secado en la superficie. Se empleó el analizador de textura TA-Xt2i (Stable Micro Systems; Surrey, UK), con una celda de carga de 5 kg. Las muestras se comprimieron uniaxialmente a una deformación del 50% utilizando un disco acrílico de 35 mm de diámetro (A/BE35) a velocidad pre-ensayo, ensayo y postensayo del cabezal de un mm s<sup>-1</sup>. A partir de las curvas de fuerza vs tiempo, se determinaron la dureza, la adhesividad, la cohesividad, el resorteo, y la masticabilidad de los quesos.

#### **3.2.2.4 Medición de color**

Se midió el color de los quesos utilizando un espectrofotómetro MiniScan 45/0 LAV (HunterLab, Hunter Associates Laboratory, EE. UU). Se obtuvieron los valores de  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  utilizando la escala CIELAB, con D65 como iluminante, y con un ángulo del observador de  $10^\circ$ ; y el índice de amarillamiento (YI DI925 2/C). Se calcularon el tono y la pureza del color,  $(\tan^{-1}(b^* \cdot a^{*-1}), (a^{*2}+b^{*2})^{1/2})$ .

#### **3.2.2.5 Análisis sensorial descriptivo**

Con el análisis secuencial ( $\alpha = 0.2$ ,  $\beta = 0.05$ ,  $P_0=0.33$ ,  $P_1=0.6$ ,  $P_d=0.4$  y  $n = 9$ ) y a través de pruebas triangulares, se seleccionaron once individuos (siete mujeres y cuatro hombres, de entre 20 y 35 años) de un grupo de 120 personas, considerando su habilidad sensorial, con el objeto de conformar un panel para el análisis descriptivo del queso adobera de quesadilla.

Los panelistas tuvieron un entrenamiento de 48 horas en un lapso de tres semanas para familiarizarse con la metodología, la escala y los atributos a evaluar. Se pidió a los panelistas que describieran los quesos lo más específicamente posible y que generaran su propia terminología. Los miembros del panel evaluaron cada queso en forma individual y escribieron los atributos identificados.

Posteriormente, el líder del panel junto con los panelistas, acordaron por consenso los descriptores del queso. Las referencias fueron propuestas por los

panelistas y los valores de su intensidad fueron ubicados en escalas de intervalo de 15 cm (0=ausencia del atributo, 15=extremadamente fuerte). De la misma manera, se acordó la metodología para evaluar cada atributo (Anexo IV).

A cada panelista y de forma aleatoria, se sirvieron cubos de muestras del interior de los bloques de queso, de dimensiones aproximadas de 1.5 x 2.0 x 1.0 cm, a temperatura de  $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , en vasos de plástico codificados con números aleatorios de tres dígitos. Los atributos de sabor, aroma y textura de cada muestra fueron evaluados por triplicado por cada panelista.

Las variables independientes fueron los quesos y los panelistas, y las variables dependientes comprendieron los diez atributos de sabor, aroma y textura generados por el panel. Los quesos se evaluaron por un periodo de tres días. Las evaluaciones se condujeron en un laboratorio de evaluación sensorial con cabinas individuales e iluminadas con luz de día. Los panelista siempre tuvieron disponibles agua para enjuague y referencias para los atributos a evaluar.

#### **3.2.2.6. Evaluación con consumidores**

Se efectuó una prueba de aceptación a los quesos después de una semana de haber realizado su análisis descriptivo. La prueba se condujo con un grupo de consumidores (n= 120) conformado por estudiantes y personal administrativo de la Universidad Autónoma de Chapingo, 60 de los cuales fueron mujeres y 60 hombres, entre los 14 y 48 años de edad. Los quesos se cortaron en cubos de aproximadamente 2 x 1 x 1 cm y se presentaron en orden aleatorio y

balanceado en vasos de plástico, codificados con números aleatorios de 3 dígitos. Las muestras se presentaron en forma monádica y fueron evaluadas para aceptación global utilizando una escala hedónica de 9 puntos, donde 1= disgusta extremadamente y 9= gusta extremadamente.

### **3.2.2.7 Análisis estadístico**

#### **3.2.2.7.1 Análisis de datos composicionales, fisicoquímicos, microbiológicos y de perfil de textura**

Se realizó un análisis de varianza utilizando un diseño completamente al azar con arreglo factorial 5 x 2 (factor A: quesería y factor B: época del año en la que se produjo el queso) con tres repeticiones de cada tratamiento. El factor quesería representó en el queso el efecto del proceso de elaboración adoptado en cada unidad de producción sobre sus propiedades. El factor época representó el efecto de la composición de la leche sobre las propiedades del queso en cada época.

Para las variables composicionales, fisicoquímicas, microbiológicas y de perfil de textura del queso (grasa, ceniza, humedad, proteína, NaCl, Ca<sup>2+</sup>, pH, aw, cuenta de mesófilos aerobios totales, coliformes totales y fecales, hongos y levaduras, *Staphylococcus aureus*, dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad, masticabilidad y color) se utilizó el modelo lineal:  $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$ . Donde  $\mu$  fue la media poblacional observada,  $\alpha_i$  principal a nivel  $j$  del

factor B (época),  $\alpha\beta_{ij}$  es el efecto de la interacción a nivel  $i$  del factor A y el efecto principal a nivel  $j$  del factor B (Cochran y Cox, 2008). Se usó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para la comparación de medias y para identificar diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ). Los datos se analizaron con el paquete de programas SAS versión 9.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC).

### **3.2.2.7.2 Análisis de datos sensoriales**

Se empleó un diseño de bloques al azar balanceado con un arreglo en parcela dividida, donde la parcela mayor fueron los quesos, la parcela menor los panelistas, las repeticiones se consideraron como bloques y se evaluó la interacción panelista\*tratamiento.

Las separaciones de medias se realizaron mediante procedimientos DMS, y el monitoreo de los panelistas (Kwan y Kowalski, 1980), mediante el análisis de componentes principales (ACP) (SAS versión 9.1; SAS Institute, Inc., Cary, NC). En la prueba afectiva se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, donde los bloques fueron los consumidores, y se efectuó un análisis de varianza con separaciones de medias mediante DMS.

Se elaboraron mapas de preferencia interno con las medias de los datos de consumidores. Se utilizó una regresión de cuadrados mínimos parciales (PLS1) con validación cruzada para analizar la aceptabilidad de los consumidores en relación con los datos descriptivos.

Ambos análisis, el mapa de preferencia interno y el PLS1, se llevaron a cabo usando el programa The Unscrambler version 9.2 (Camo Process AS, Oslo, Norway).

### **3.2.2.8 Relaciones entre variables**

Para establecer las relaciones entre las variables composicionales, fisicoquímicas y texturales del queso con las variables descriptivas generadas por los panelistas, se realizaron regresiones de mínimos cuadrados PLS2 para explicar las variaciones en las medidas de las variables dependientes a través de las variaciones de las medidas de las variables independientes. Adicionalmente, se realizaron regresiones PLS1 para explicar las variaciones de las medidas de las variables dependientes, de mayor importancia en la regresión PLS2, a través de las variaciones en las medidas de las variables independientes utilizando el programa The Unscrambler version 9.2 (Camo Process AS, Oslo, Norway).

La regresión PLS se basa en encontrar un modelo de regresión lineal mediante la proyección de las variables dependientes e independientes consideradas en un nuevo espacio. Este nuevo espacio es creado considerando nuevas variables denominadas factores del PLS, los cuales son generados utilizando combinaciones lineales de las variables dependientes e independientes consideradas en el análisis.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Apartado 4.1 El Sistema Agroindustrial del Queso Adobera de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco**

#### **4.1.1 Sistema Agroindustrial**

Atengo es un municipio de 412.42 km<sup>2</sup> que representan tan sólo el 0.56% de la superficie estatal. Soyatlán del Oro, es una de sus poblaciones y tiene alrededor de 2500 habitantes. La principal actividad en esta localidad es la ganadería para la obtención de leche y la comercialización de productos lácteos, específicamente de quesos, los cuales se producen en ocho establecimientos, siendo cinco de éstos los que procesan mayor volumen de leche.

No existen muchos intermediarios para que la leche llegue a las queserías, en ocasiones, tanto la producción de leche como la elaboración de quesos, comercialización y venta de insumos para el ganado, se realiza por los miembros de una misma familia, esto favorece que la leche se procese rápidamente y no sufra acidificación antes de ser cuajada (Figura 12).

La cadena de comercialización también es corta, ya que los queseros cuentan con transporte y venden tanto a mayoristas como al cliente final, por lo cual, la mayor parte de las utilidades se quedan en las queserías. Un punto de venta del producto es en las mismas queserías en donde los habitantes locales, una vez que han consumido el queso (normalmente al transcurrir una semana después de la compra), se vuelven a abastecer.

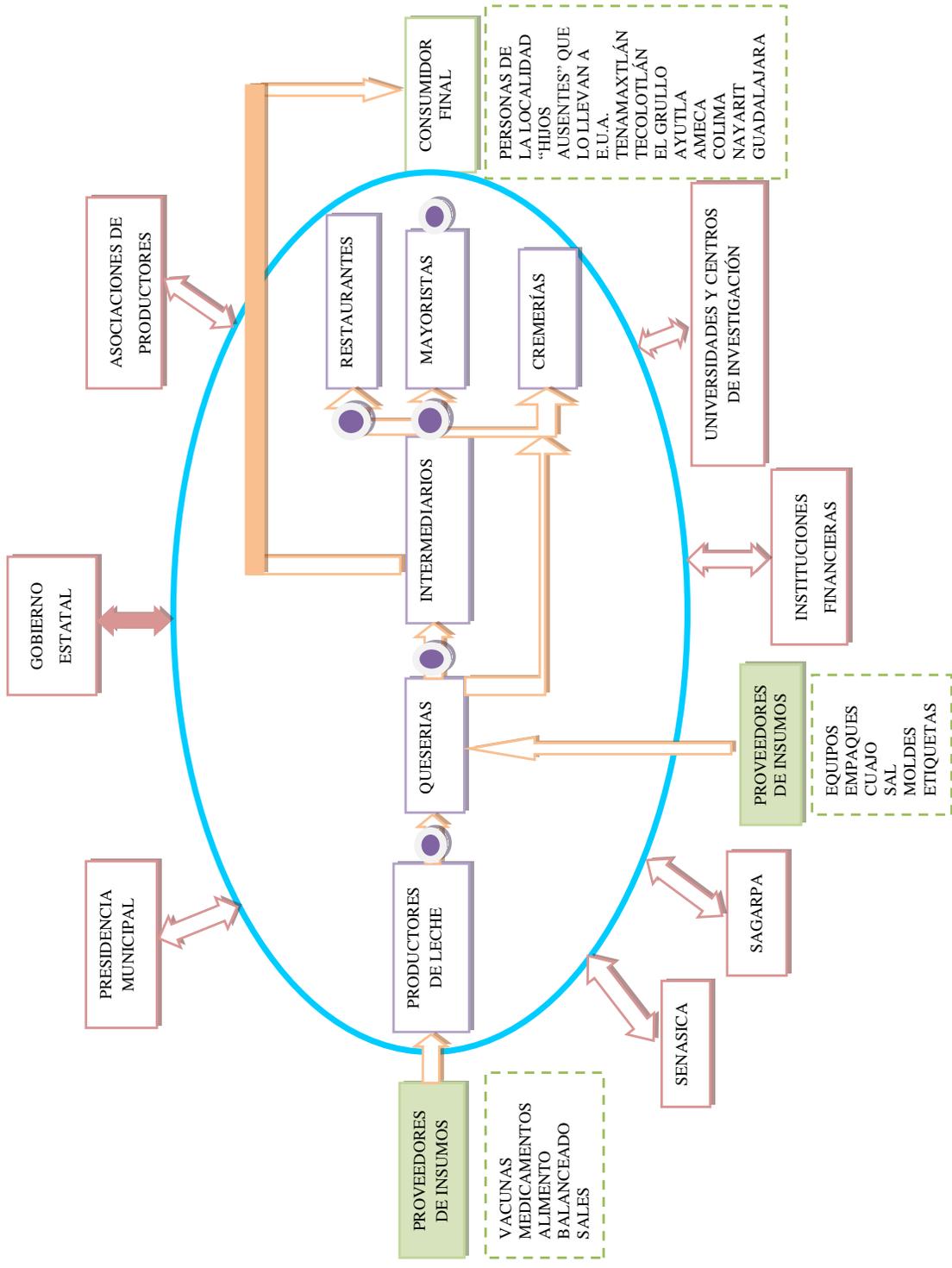


Figura 12. Representación del sistema agroindustrial: Leche-Queso Adobera de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco.

Además de que se vende localmente en la población del municipio (de Atengo), otros lugares de distribución son los municipios de Tenamaxtlán, Tecolotlán, Ameca y Autlán; en Ayutla y de ahí a Michoacán, Colima y Nayarit; en la Cooperativa de El Grullo y en la ciudad de Guadalajara. El producto se destina a restaurantes, bodegas comerciales, cremerías, tiendas y mercados populares.

Algunos de los clientes principales son los llamados “hijos ausentes” (personas que emigraron a EU), quienes en el mes de octubre llegan a las fiestas patronales de Soyatlán del Oro, y al regresar a EUA llevan con ellos hasta 50 piezas de Queso Adobera; en algunas ocasiones la demanda es tan alta, que los queseros no pueden cubrirla. En lo que se refiere a los proveedores de insumos, existen pequeños proveedores en la región y una gran oferta de maquinaria y equipo en Los Altos de Jalisco, por ser éste un estado con tradición lechera y el principal productor de leche a nivel nacional.

Los agentes de soporte identificados son la Presidencia Municipal, Instituciones de Investigación (UACH), Instituciones financieras, SAGARPA, FIRA, entre otras. SAGARPA participa en el sistema con muestreo y tratamiento de vacas enfermas.

La Presidencia Municipal coopera en la organización de eventos como La Feria del Queso. Ocasionalmente, según la información recabada en las encuestas, por parte del Gobierno del Estado se han dado cursos a ganaderos sobre la alimentación del ganado y reproducción por inseminación artificial.

#### **4.1.1.1 Lechería y Queso Adobera**

Soyatlán del Oro tiene una producción promedio de leche de 3000 litros diarios. Debido a que en época de lluvias hay mayor disposición de forraje, también es cuando se presenta la mayor producción del año. La productividad por animal es variable y depende del tipo de ganado, por lo que oscila entre 3 y 10 litros de leche /vaca/día, con un promedio de 6 litros de leche/vaca/día.

El mayor porcentaje de leche se comercializa dentro de Atengo, aunque también se vende en el municipio de Tenamaxtlán, y un menor porcentaje se destina para autoconsumo. Los productos lácteos que se obtienen son queso (adobera y panela) y crema. Estos productos se comercializan dentro de Soyatlán, en la cabecera municipal, en los municipios de El Grullo, Autlán, Ameca, Tenamaxtlán y en la ciudad de Guadalajara.

El alimento de mayor producción a partir de la leche es el queso Adobera, el cual es un producto tradicional en la región, altamente consumido por los propios habitantes de Soyatlán del Oro. El queso Adobera tiene dos variedades, el Adobera de Mesa y el Adobera de Quesadilla; ambos se elaboran con leche cruda de vaca. El primero es un queso que parece existir desde hace más de un siglo (según información obtenida en entrevistas) y se consume fresco o con mayor tiempo de oreado; es de pasta semidura, prensada y tajable. El segundo es un queso de pasta texturizada, un poco chedarizado, de pasta semidura, prensada y tajable que se conserva en refrigeración en punto de venta. La importancia de este alimento tradicional es tal que con la finalidad de dar a

conocerlo y promover la cultura y el turismo de la región, se ha efectuado ya por segunda ocasión la Feria del Queso a nivel regional, celebrada del 24 al 25 de Julio en Soyatlán del Oro, Atengo. En este evento, los queseros preparan un “stand” en donde el público, que generalmente pertenece a la región y al municipio, puede probar y comprar los quesos provenientes de diferentes queserías; además de que puede presenciar y disfrutar de charrería, grupos musicales y exposición ganadera.

#### **4.1.2 Características de las explotaciones lecheras**

Las unidades de producción de leche son familiares, en predios extensos, como lo muestra la Figura 13, que van desde 23 hasta 2000 ha, con régimen de pequeña propiedad, predominantemente (93% de los casos).



Figura 13. Algunos paisajes y terrenos de pastoreo del ganado en Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco.

Una porción pequeña del territorio de Atengo es destinado a la agricultura, para el cultivo de granos como maíz y avena, que se utilizan para alimentar al ganado, pero la mayor proporción territorial es utilizada para la ganadería extensiva. La mayor parte de los sistemas de producción es de doble propósito. Las principales cruzas de razas vacunas observadas en la región son el pardo suizo europeo y americano con simmenthal y con charolais; en menor proporción existen cruzas con razas cebú, brahman y holstein (Figura 14).



Figura 14. Algunos ejemplares del ganado del cual se obtiene la leche para elaborar el queso y condiciones de su alimentación en época de lluvias (a la izquierda) y en época de secas (derecha).

Estas cruzas se realizan para combinar la resistencia del ganado a las condiciones en las que pasta (normalmente se desplaza en cerros o en zonas boscosas y con piedras) con una mayor producción de leche (en promedio se obtiene por vaca entre tres y 10 L por día).

Respecto a los corrales de ordeña, el 75% tiene cerco de alambre y piedra y el 25% sólo es de piedra. Durante la época de lluvias, el ganado se alimenta en libre pastoreo, en potreros donde rebrotan y maduran pastos nativos (i.e.

gramas<sup>1</sup> nativas) e introducidos (v.g. tanzania, estrella africana, andropón, rodex, jaragua, baffel, etc); en época de secas, la alimentación se basa en esquilmos acondicionados (v.g. rastrojo de maíz, picado) y suplementos a base de gramíneas y pastas proteicas.

Los ganaderos de la zona tienen en promedio 30 años de dedicarse a esta actividad, misma que en la mayoría de los casos, fue heredada por sus padres y abuelos, lo que significa que cuentan con alta tradición del *saber hacer* de la lechería local. El número de vacas de cada ganadero varía de 12 hasta 200 y ordeñan diariamente, en promedio, de 20 a 400 L de leche de las vacas en producción, que son de cuatro hasta 70. La obtención de la leche, en la totalidad de los casos, se efectúa una vez al día (Figura 15) y el 75% de los ganaderos inicia la ordeña con apoyo del becerro y el 100% reproduce su ganado por monta natural.

El 93% de los 16 ganaderos encuestados proporciona suplementos a sus animales, como sales minerales y sal común, y el 68.8% considera que hay plantas nativas que contribuyen al sabor de la leche como pataishte, aceitilla, hoja china, lanilla, grama natural, quelite, acahute y taeste; el 69% sí fertiliza sus potreros. Sólo el 12.5% lleva a cabo un control de sus malezas realizando corte y el resto lo hace con herbicidas. El 87.5% realiza rotación de sus potreros.

---

<sup>1</sup>*Gramas*: planta gramínea, con el tallo rastrero, que echa raicillas por los nudos. *Gramínea*: Aplícase a plantas monocotiledóneas que tienen tallos cilíndricos, interrumpidos de trecho en trecho por nudos; hojas alternas que abrazan el tallo; flores dispuestas en espigas o en panojas, y grano seco cubierto por las escamas de la flor; como los cereales y las cañas (Diccionario Agrícola, 2012).

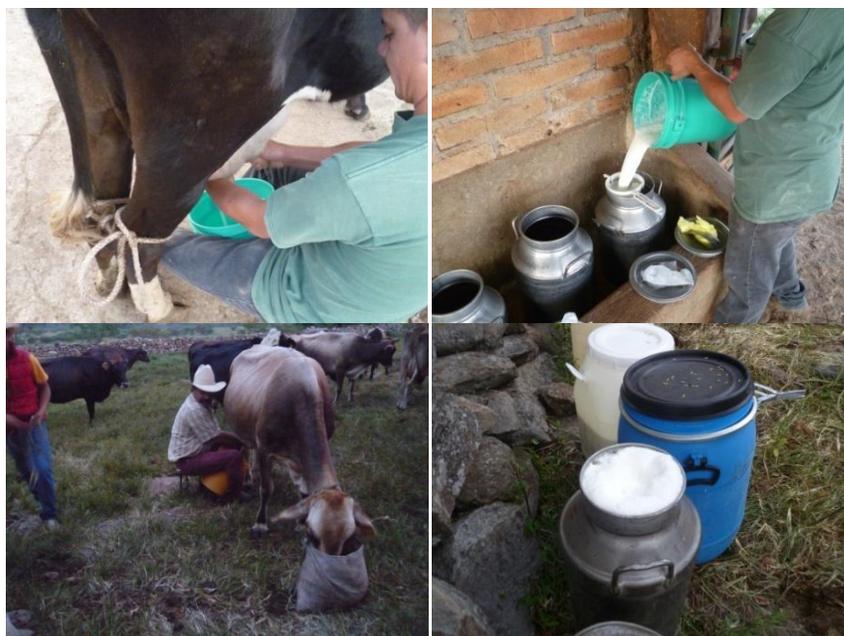


Figura 15. Condiciones de ordeña manual y de colecta de la leche.

El 100% de los ganaderos mencionó que las vacas beben agua no potable, pudiendo provenir de un ojo de agua, de un bordo, de manantial, de represa, de arroyo o de alguna noria. El 82% de los ganaderos encuestados indicó que el agua con la que lavan las cubetas o recipientes de ordeña no es potable.

El 100% de los productores participa en el programa de control de tuberculosis, trata la mastitis con antibióticos y venden la leche durante todo el año. El 68% recibe apoyo de PROGAN o PROCAMPO y el 50% ha recibido algún curso por parte del Gobierno.

A ningún ganadero le han rechazado la leche por problemas de calidad y, en general, la obtención de la leche se efectúa sin seguir técnicamente una rutina de ordeño que contribuya a una buena calidad microbiológica de la leche. La producción diaria de leche en Soyatlán, es cercana a los 6000 L, y es producida

por una población aproximada de 20 ganaderos que proveen a las cinco queserías estudiadas. Sin embargo, se estima que existen 50 ganaderos que producen también leche pero que la comercializan en la cabecera municipal y en Tenamaxtlán. El precio de la leche que se vende a los queseros oscila durante el año entre 4.00 y 4.80 pesos por litro, siendo mejor pagada en la época en que escasea, es decir, en estiaje.

Se observó, en todos los casos, que la relación de los lecheros con su queso es directa y que predomina un buen trato debido a que existe flexibilidad en los tiempos de recepción de la leche, y a que tanto el proveedor como el queso se solidarizan cuando fluctúa la demanda de la leche a lo largo del año.

En el 80% de queserías estudiadas, uno de los principales proveedores de leche es el marido de la dueña de la quesería, por lo tanto, se puede afirmar que la relación del proveedor con el cliente es intensa y está basada en la confianza, la cual podría generar capital social y representa una fortaleza importante de este sistema.

#### **4.1.3 Características de las queserías**

La muestra estudiada de queseros propietarios de las unidades productivas reveló que el 80 por ciento son oriundos de Soyatlán del Oro y que siempre han producido en su lugar de origen. Las razones por las que han permanecido en la comunidad es que tienen actividades colaterales como la ganadería y la agricultura, además de que no pagan la renta de un local.

Todos los queseros son mayores de 30 años; incluso, el 60% es mayor de 45 años (Cuadro1). El nivel máximo de estudios es de secundaria y en promedio tienen 24 años de experiencia en el ramo.

Cuadro 1. Algunas características socioeconómicas de los productores de Queso Adobera en Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco.

<b>Características de los queseros</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
Edad (años)	43	31 a 60
Escolaridad	Secundaria	
Tiempo en la quesería	24	12 a 50
Número de proveedores	8	1 a 15
Volumen de leche que procesa (litros)	870	120 a 3000
Número de empleos directos que genera	3	1 a 7

n=5

Fuente: elaboración propia con datos de encuestas aplicadas.

Estos datos muestran que existe un gran *saber hacer* acumulado en el conjunto de las queserías que elaboran este producto. Por otro lado, el 20 por ciento de los queseros fueron trabajadores de otra agroindustria en la zona y aprendieron el proceso de elaboración, conocieron el entorno que rodea la producción de quesos y, en asociación, iniciaron su propia empresa.

Las queserías se abastecen por un mecanismo de integración vertical (autoabasto, en cuatro de cinco queserías), y por coordinación vertical con algunos productores de leche independientes. La elaboración del queso se realiza en establecimientos que forman parte del predio familiar, en queserías que son anexas a la vivienda de los dueños, es decir, en cuartos construidos dentro del mismo hogar. Sólo el 20% de las empresas tienen las instalaciones fuera del mismo.

En la totalidad de los casos, se trata de pequeños locales que tienen lo básico para elaborar los quesos (Figura 16); en éstos se cuenta con infraestructura, equipos y herramientas como tambos o tinas de plástico con capacidad de unos 200 L para ir almacenando la leche y efectuar el cuajado, zarzos, moldes de madera y de acero inoxidable, básculas, palas o cucharas de madera o de acero inoxidable para agitar la leche y el cuajo, o para desbaratar la cuajada, cubetas de plástico para colocar la cuajada con el suero en las bolsas de manta, mesas de acero inoxidable, tinas con declive para desuerar, mezcladora, molino con criba, refrigerador; en dos de ellas se tiene una prensa mecánica y en las tres restantes se prensa con tablas de madera y piedras sobrepuestas que se colocan sobre los moldes con queso.



Figura 16. Infraestructura de las queserías.

De manera general, el tipo de tecnología que emplean es muy similar entre las empresas, combinan equipo de plástico, madera y acero inoxidable. De las innovaciones tecnológicas más importantes podemos mencionar la adquisición de equipo (mesas, revolvedora), moldes de acero inoxidable, y una descremadora, por medio de la cual obtienen crema, que es un producto altamente demandado; algunos poseen una prensa mecánica que da mayor homogeneidad en la humedad del producto final.

Uno de los factores que contribuyen a la innovación tecnológica es que existen relaciones de confianza entre las queserías A y D(\*), con lo que específicamente la quesería D asesora a la A en la compra de equipo o maquinaria y esta última introduce tecnología en su proceso. El principal lugar de adquisición de la tecnología es en Los Altos de Jalisco, ya que esa zona se caracteriza por su industria quesera.

La muestra estudiada revela que las unidades de producción son pequeñas, ya que su volumen de proceso oscila entre unos 120 a 3000 L por día; esto y la reducida gama de productos elaborados, en la que predomina el adobera (en alguna de sus modalidades), así como la forma de transmisión del conocimiento de hacer el producto, evidencia que se trata de queserías muy artesanales, cuya práctica productiva está anclada en la tradición. Los mismos queseros son los que distribuyen y comercializan su queso, que es su única fuente de ingresos.

---

\*En el anexo III se presenta la identificación de las queserías estudiadas.

La venta la realizan tanto al menudeo como al mayoreo; sus clientes son constantes y algunos, ocasionales. El precio de venta del queso oscila de acuerdo a la época de producción y va de 50 pesos por kilogramo en época de lluvias a 70 pesos en época de secas, en el caso del Adobera de Mesa; y de 50 pesos por kilogramo en época de lluvias a 80 pesos por kilogramo en época de lluvias, en el caso del Adobera de Quesadilla.

En los comercios donde entregan su producto les pagan al contado u otorgan crédito. La venta a crédito consiste en entregar el queso en tiendas, mercados y cremerías y transcurrida una semana se efectúa el cobro. El queso se distribuye localmente, pero éste es un porcentaje menor del que se distribuye en lugares como La Cooperativa de El Grullo, en el mercado de Autlán, en cremerías y tiendas. En uno de los casos, el quesero manda el producto al municipio de Ayutla y de ahí se distribuye a Michoacán, Nayarit y a Colima. En todos los casos la mano de obra empleada es tanto familiar como asalariada. Todos los queseros entrevistados mencionaron que cuentan con sucesores en su negocio, y son sus hijos.

Los queseros mencionaron que el queso se ha analizado en su calidad sanitaria en laboratorios de Autlán o de Guadalajara y que los resultados han sido favorables; también de que a tres de las cinco queserías, el Gobierno ha otorgado algún crédito para la compra de equipo. Por otra parte, tres de los cinco queseros están asociados para la organización de la Feria del Queso y piensan que esta asociación les beneficia, al dar a conocer su producto.

Se puede afirmar que no obstante el carácter artesanal de las queserías que producen el queso adobera, por el hecho de tener sucesores para su gestión a futuro, se percibe que hay perspectivas alentadoras para el *cluster* que conforman; empero, el muestreo de campo evidenció que los apoyos hacia la actividad quesera local por parte de las instituciones de gobierno han sido limitados, concentrándose en algunos créditos para equipo y eventuales cursos de capacitación; por lo que tendría que reforzarse la participación de las instituciones.

#### **4.1.4 Relaciones entre actores**

##### **4.1.4.1 Relaciones horizontales**

Los dueños de la quesería A y de la quesería D tienen buena relación, debido a que uno de los socios de la quesería D es hermano de la dueña de la quesería A(\*). Esta relación es favorable ya que el socio asesora a ambas queserías en la adquisición de equipos para el proceso (v. g. mezcladora) o para el análisis de la leche (como buretas para medir acidez).

Por otra parte, existen ganaderos que distribuyen leche a ambas queserías y la cantidad que entregan depende de si hay mayor o menor demanda en cada una de ellas, lo cual es acordado por los dueños de estas queserías.

---

(\*) En el anexo III se identifica a las queserías muestreadas en el estudio.

La dueña de la quesería E también tiene buena relación con la dueña de la quesería B, la cual se refleja porque ambas están en la asociación para La Feria del Queso. Los hijos de las dueñas de estas queserías están interesados en fomentar la promoción de su producto y para este mismo evento contactaron a un asesor y organizaron una exposición que trató el tema de Marca Colectiva. Esta tuvo el propósito comenzar a sensibilizar a todos los queseros y unirse en un futuro cercano para beneficiarse a través de la promoción de las cualidades de su producto. Sin embargo, los dueños de la quesería C trabajan individualmente, ellos producen la leche, elaboran el queso y lo distribuyen; no se interesan en participar con los otros queseros ni asisten a reuniones en las que son convocados.

En la relación entre queseros se pudo observar un descontento hacia el dueño de la quesería D, lo cual es ocasionado porque al establecerse hace dos años en el pueblo, y con la finalidad de acaparar la mayor cantidad de leche, ha ofrecido a los ganaderos un mejor pago por la misma. Esto ha ocasionado que algunos proveedores de las queserías B y E hayan dejado de abastecerles y que actualmente entreguen su producto en la quesería D.

Por otro lado, los ganaderos cuentan con una Asociación Ganadera a nivel municipal y varios de ellos mantienen una relación familiar cercana. Todos ellos participan en programas de vacunación y certificación de su ganado como hatos libres de tuberculosis y brucelosis. Existe además un programa promovido por SAGARPA y la Secretaría de Desarrollo Rural (SEDER), el cual beneficia a los

productores que realizan actividades agrícolas, ganaderas, de desarrollo rural sustentable y de acuacultura y pesca y que tienen intención de generar fuentes de empleo, fortalecer su unidad productiva y mejorar sus ingresos. Mediante este programa los ganaderos han obtenido apoyo para adquirir sementales, vientres ovinos, corrales de manejo, asistencia técnica y capacitación. Este tipo de asociaciones y programas aportan beneficios que de manera individual serían muy difíciles de conseguir.

#### **4.1.4.2 Relaciones verticales**

Los ganaderos que abastecen la leche a los queseros son del mismo municipio; en el caso de la quesería A, que cuenta con seis proveedores, la dueña tiene una relación estrecha con tres de ellos, siendo dos sus familiares directos. Para el caso de la quesería B, la cual cuenta con cinco a seis proveedores, también existe relación del tipo familiar estrecha con uno de ellos. En la quesería C el único proveedor de leche es el esposo de la dueña de la quesería.

El socio de la quesería D, que es la más recientemente establecida en la localidad, cuenta con alrededor de 20 proveedores, mismos que ha ganado por pagarles a un mejor precio la materia prima. Finalmente en la quesería E, que cuenta con seis a siete proveedores, el esposo de la dueña también abastece la leche y se cuenta con una relación estrecha de amistad con otro de los proveedores. La mayoría de los queseros ha permanecido desde que iniciaron la producción de queso. De manera general, se puede afirmar que existe confianza entre proveedores y queseros ya que ha existido constancia en el

aprovisionamiento, sin embargo, en la actualidad, por la búsqueda de mejor precio de la leche, los queseros E y B mencionan que existe incertidumbre con los ganaderos.

Los queseros se relacionan con un número de proveedores que va de uno a 20, con la mayoría de ellos se ha mantenido una relación duradera y ha sido de hasta ocho años. Las relaciones duraderas entre quesero y proveedor se deben a que los ganaderos han entregado producto de buena calidad, porque existe relación familiar y de amistad, y debido a la constancia y pago oportuno en la compra de la leche. El trato que han hecho queseros y ganaderos ha sido verbal y lo que han exigido los ganaderos es que les compren durante todo el año la leche, aunque en época de lluvias existe mayor oferta de la misma. Este trato beneficia tanto a los ganaderos como a los productores, porque en época de lluvias los ganaderos venden su leche y en época de secas, cuando ésta escasea, los queseros aseguran su abastecimiento.

#### **4.1.5 Análisis de la leche**

##### **4.1.5.1 Análisis fisicoquímico**

La parcela mayor (época del año) y la parcela menor (quesería) tuvieron un efecto significativo para todas las variables ( $p < 0.0001$ ) y se presentaron interacciones; la interacción entre los factores época y quesería tuvo efecto significativo ( $p < 0.0001$ ) en densidad, pH y acidez titulable. Las leches de cuatro

queserías (excepto la C) presentaron un contenido de grasa mayor durante la época de lluvias (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición de la leche cruda para la elaboración de queso adobera de quesadilla (por quesería y época del año).

Quesería	Grasa (%)		Proteína (%)	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	4.03 ± 0.41 <sup>adX</sup>	3.46 ± 0.21 <sup>aY</sup>	3.42 ± 0.11 <sup>acX</sup>	3.34 ± 0.03 <sup>deY</sup>
B	4.2 ± 0.44 <sup>acbX</sup>	3.75 ± 0.24 <sup>aY</sup>	3.41 ± 0.01 <sup>aX</sup>	3.28 ± 0.06 <sup>bY</sup>
C	4.26 ± 0.01 <sup>aeX</sup>	4.17 ± 0.01 <sup>bX</sup>	3.45 ± 0.00 <sup>acX</sup>	3.36 ± 0.01 <sup>deY</sup>
D	3.81 ± 0.43 <sup>dX</sup>	3.42 ± 0.90 <sup>aY</sup>	3.35 ± 0.04 <sup>bX</sup>	3.30 ± 0.04 <sup>abdX</sup>
E	4.35 ± 0.28 <sup>beX</sup>	3.53 ± 0.21 <sup>aY</sup>	3.46 ± 0.09 <sup>cX</sup>	3.36 ± 0.09 <sup>eY</sup>

Quesería	SNG (%)		Densidad	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	9.01 ± 0.28 <sup>acX</sup>	8.79 ± 0.11 <sup>aY</sup>	1.031 ± 0.0023 <sup>aX</sup>	1.032 ± 0.0012 <sup>aX</sup>
B	8.97 ± 0.05 <sup>aX</sup>	8.63 ± 0.16 <sup>bY</sup>	1.031 ± 0.0010 <sup>aX</sup>	1.034 ± 0.0009 <sup>bY</sup>
C	9.1 ± 0.01 <sup>cX</sup>	8.84 ± 0.04 <sup>cY</sup>	1.035 ± 0.0000 <sup>bX</sup>	1.032 ± 0.0000 <sup>aY</sup>
D	8.81 ± 0.11 <sup>bX</sup>	8.7 ± 0.10 <sup>dbcX</sup>	1.031 ± 0.0009 <sup>aX</sup>	1.032 ± 0.0002 <sup>aX</sup>
E	9.12 ± 0.23 <sup>cX</sup>	8.75 ± 0.10 <sup>ebcY</sup>	1.033 ± 0.0012 <sup>cX</sup>	1.035 ± 0.0006 <sup>bY</sup>

Quesería	pH		Acidez titulable	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	6.64 ± 0.09 <sup>aX</sup>	6.8 ± 0.02 <sup>aY</sup>	19 ± 0.48 <sup>aX</sup>	17.81 ± 0.26 <sup>aY</sup>
B	6.39 ± 0.06 <sup>bX</sup>	6.85 ± 0.02 <sup>aY</sup>	19.28 ± 0.22 <sup>bX</sup>	16.94 ± 0.32 <sup>bY</sup>
C	6.75 ± 0.00 <sup>cX</sup>	6.63 ± 0.00 <sup>bY</sup>	19 ± 0.00 <sup>aX</sup>	18 ± 0.00 <sup>aY</sup>
D	6.53 ± 0.12 <sup>dY</sup>	6.81 ± 0.02 <sup>aY</sup>	18.96 ± 0.40 <sup>aX</sup>	17 ± 0.46 <sup>bY</sup>
E	6.63 ± 0.02 <sup>aX</sup>	6.85 ± 0.03 <sup>aY</sup>	19.13 ± 0.43 <sup>abX</sup>	18.13 ± 0.35 <sup>aY</sup>

SNG = Sólidos no grasos

<sup>1</sup>mg de ácido láctico mL<sup>-1</sup> de leche

Medias en filas con superíndices diferentes (X ó Y) fueron diferentes (P≤0.05)

Medias en columnas con superíndices diferentes (a, b, c ó d) fueron diferentes (P≤0.05)

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales

El contenido de proteína y SNG también fue mayor en la época de lluvias, aunque para el caso de la quesería D, esa diferencia no fue significativa. Las

leches B y E fueron más densas durante la época de estiaje debido a que en esta época el contenido de grasa fue menor; la leche C fue más densa en época de lluvias. Todas las leches tuvieron un pH mayor en época de secas. Así mismo, todas las leches tuvieron una acidez titulable mayor en época de lluvias lo cual se explica porque en esta época también se detectó mayor contenido de proteína.

Durante la época de lluvias, las leches de las queserías E y C tuvieron el mayor contenido de grasa, estas leches fueron obtenidas de cruza de ganado pardo suizo con simmenthal, con charolais y con cebú en una producción de 4 a 10 L por día. La leche con menor contenido de grasa y proteína fue la D, la cual se obtuvo de cruza de angus, suizo americano, holstein y brahman, con promedios de producción más altos en un rango de siete a 15 L.

Las vacas que producen menor cantidad de leche generalmente presentan una composición más alta en grasa, proteína y SNG. La leche E que tuvo el mayor contenido de proteína, tuvo también el mayor contenido de SNG, seguido de las leches C y A.

La leche D que fue la de menor contenido de proteína también fue la más baja en SNG. La densidad más alta se encontró en la leche C seguida de la leche E. La leche B presentó el pH más bajo (6.39) seguido del pH de la leche D (6.53) y la acidez titulable más alta se encontró también en la leche B.

El pH de la leche de una vaca sana se encuentra en un rango de 6.6 a 6.7; valores más bajos pueden sugerir el crecimiento de microorganismos que

fermentan la lactosa en ácido láctico. Por otro lado, valores de pH más altos pueden ser ocasionados por mastitis o por estrés fisiológico en el animal ordeñado, dando lugar a que el balance mineral de la leche se altere por los cambios en la permeabilidad de la barrera sangre-leche; por ejemplo en la última etapa del ciclo de lactación o durante una infección mastítica (Tamime, 2009). El pH de las leches A, C y E se encontró dentro del rango presente en leche fresca (6.63-6.75).

En la época de estiaje no se observó que la leche de mayor contenido de grasa fuera la proveniente de la quesería C y para las otras cuatro leches no hubo diferencias significativas. La leche E presentó el mayor porcentaje de proteína y también obtuvo el valor más alto en acidez titulable. Las diferencias en acidez se relacionan con la variación en el contenido proteico aunque también influye la temperatura y el tiempo a la cual se comienza a procesar la leche. Las leches con mayor contenido proteico fueron las C, E y A y también fueron las de mayor porcentaje de SNG. La leche C tuvo el pH más bajo y de segundo valor más alto en acidez titulable.

De manera general, el contenido de grasa, proteína, SNG y la acidez titulable fue más alta en época de lluvias que en época de secas. El pH tuvo un comportamiento a la inversa ya que fue menor en época de lluvias que en época de secas. En todos los casos, considerando lo estipulado con la NMX-F-700-COFOCALEC-2004, las leches se clasifican como Clase A tanto para contenido de grasa como para proteína y sobrepasan el porcentaje mínimo de

SNG ( $83 \text{ g L}^{-1}$ ) y densidad ( $1.0295 \text{ g L}^{-1}$  a  $15^{\circ}\text{C}$ ) que indica la norma. La densidad en ambas épocas se encontró entre el rango de densidad relativa encontrado en la leche bronca en México que va 1.026 a 1.034 con un promedio de  $1.030 \text{ g L}^{-1}$  a  $15^{\circ}\text{C}$  (Villegas, 2004). El alto contenido de proteína y grasa en la leche, es un indicador de los rendimientos que se obtendrán en queso, por lo que podemos inferir que cualquiera de las leches dará un buen rendimiento del producto.

Los ganaderos cuentan con gran variedad de razas y sus cruzas; pero su alimentación depende de la época del año y de los cultivos de cada propietario. Estos factores contribuyen a la variación de la leche entre queserías y entre épocas del año.

#### **4.1.5.2 Análisis microbiológico**

El factor época del año fue significativo sólo para la cuenta de los mesófilos aerobios totales ( $p < 0.0001$ ). El factor quesería fue significativo para el CCS y para la cuenta de mesófilos aerobios totales ( $p < 0.0001$ ). La interacción entre los factores época y quesería tuvo efecto significativo para ambas mediciones ( $p < 0.0001$ ).

En el Cuadro 3 se observa que las cuentas de mesófilos aerobios totales en todas las leches fueron más altas en época de lluvias que en época de secas. Para la prueba de resazurina y el CCS no se observó ninguna tendencia, pero la leche B presentó las cuentas más altas de CCS en ambas épocas.

Cuadro 3. Bacterias mesófilas aerobias, contenido de células somáticas (CCS) y prueba de resarzurina (de una hora) en leche cruda usada para la elaboración de queso adobera de quesadilla (por quesería y época del año).

Mesófilos aerobios totales (Log <sub>10</sub> UFCg <sup>-1</sup> )			Interacción época* quesería (P)
Quesería(*)	Lluvias	Secas	
A	5.91 ± 0.53 <sup>aX</sup>	4.66 ± 0.26 <sup>aY</sup>	<0.0001
B	6.41 ± 0.51 <sup>bX</sup>	4.51 ± 0.30 <sup>aY</sup>	
C	6.00 ± 0.00 <sup>abX</sup>	5.37 ± 0.02 <sup>bY</sup>	
D	6.42 ± 0.26 <sup>bX</sup>	4.32 ± 0.89 <sup>acY</sup>	
E	5.85 ± 0.21 <sup>aX</sup>	4.97 ± 0.84 <sup>cY</sup>	

Contenido de Células Somáticas			
Quesería	Lluvias	Secas	
A	<175,000 ± 0.00 <sup>aX</sup>	<300,000 ± 122,474.49 <sup>aY</sup>	<0.0001
B	<500,000 ± 0.00 <sup>bX</sup>	<375,000 ± 64,951.91 <sup>aY</sup>	
C	<375,000 ± 150,623.70 <sup>cX</sup>	<300,000 ± 0.00 <sup>aX</sup>	
D	<175,000 ± 0.00 <sup>aX</sup>	<300,000 ± 70,710.68 <sup>aY</sup>	
E	<175,000 ± 0.00 <sup>aX</sup>	<175,000 ± 41,457.81 <sup>bX</sup>	

Prueba de reducción de rezarsurina de una hora			
Quesería	Lluvias	Secas	
A	Buena	Regular	
B	Media a buena	Buena	
C	Media	Buena	
D	Media a buena	Buena	
E	Buena	Buena	

Medias en filas con superíndices diferentes (X ó Y) fueron diferentes (p≤0.05)

Medias en columnas con superíndices diferentes (a, b, c ó d) fueron diferentes (p≤0.05)

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

De acuerdo con lo establecido por la NMX-F-700-COFOCALEC-2004 para la cuenta total de bacterias mesofílicas aerobias (en UFC\*mL<sup>-1</sup>), solamente las leches de A, B, D y E producidas en época de secas pueden clasificarse como Clase 1; la leche de C en esa misma época es Clase 2. Las leches A, C y E en época de lluvias entran en la Clase 4, y las leches B y D en ésta época salen de lo establecido en esta norma (ya que sus contenidos son mayores a 1, 000, 000

de UFC mL<sup>-1</sup>. En este aspecto, podríamos considerar que aunque la leche es ordeñada y enviada a las queserías en un lapso relativamente corto (en promedio cuatro horas) no se tienen hábitos de limpieza durante la ordeña, ni en el almacenamiento y transporte de la leche. Aunado a esto, si se considera que la leche es rica en proteína, grasa y SNG, se crean condiciones que favorecen el crecimiento de bacterias.

Tal como lo menciona Tamime (2009), la leche es un medio ideal para el crecimiento de muchos microorganismos porque tiene un alto contenido de agua y abundantes nutrientes en un medio casi neutro (pH de 6.4 a 6.8). La leche contiene una abundante cantidad de nutrientes disponibles en forma de lactosa, grasa butírica, citrato y compuestos nitrogenados (proteínas, aminoácidos, amoníaco, urea y otros compuestos nitrogenados no proteicos) que pueden usar los microorganismos para obtener energía. El tipo y la cantidad de microorganismos en la leche cruda dependerán de la temperatura, tiempo de almacenamiento y condiciones en que ésta se maneje después de la ordeña (Varnam y Sutherland, 2001).

Respecto al CCS y tomando como referencia también lo establecido en esta norma, solamente la leche B en época de lluvias es de Clase 2, pero el resto de las leches en ambas épocas se clasifican como de Clase 1. Los factores que contribuyen al incremento en el CCS de la leche pueden ser: mastitis subclínica, un estado avanzado de lactación, varias pariciones, estrés y nutrición deficiente. Estos resultados indican que al menos uno de los proveedores de leche de la quesería B ordeñó leche de vacas con alguna de estas condiciones.

Fox *et al.* (2000) mencionan que la leche proveniente de vacas con mastitis afecta la coagulación, la sinéresis de la cuajada y reduce el rendimiento del queso. El incremento de CCS en un rango de  $10^5$  a  $10^6$   $\text{CS}\cdot\text{mL}^{-1}$ , aumenta progresivamente la concentración de las proteínas del suero, especialmente de Ig, y disminuye los niveles de caseína y grasa. El impacto negativo del CCS en el rendimiento del queso es a causa de la proteólisis de las caseínas  $\alpha_s$  ( $\alpha_{s1}$ - +  $\alpha_{s2}$ .) y  $\beta$ , a productos que son solubles en el suero y que no se recuperan en el queso.

Además, una menor concentración de la proteína que forma el gel, ocasiona una disminución en la velocidad de firmeza en la cuajada y, por lo tanto, un menor grado de las interacciones caseína-caseína en el corte del gel y durante la agitación. El gel que se obtiene bajo estas condiciones presenta mayor susceptibilidad a desmoronarse durante el corte y agitación, dando lugar a una mayor pérdida de “finos” de la cuajada y de grasa de la leche.

Otra razón por la que el rendimiento de queso disminuye es que valores elevados de CCS aumentan la susceptibilidad al daño en la membrana del glóbulo de grasa de la leche, la cual eleva la susceptibilidad de la grasa a la lipólisis por las lipasas lipoproteicas endógenas de la leche y por las lipasas de las bacterias psicrótrofas. Según Battro (2010), un contenido menor de 350,000 de células somáticas en leche de vaca, es conveniente para elaborar queso.

Los organismos que ocasionan mastitis entran al canal de la ubre infectando el tejido interior. Cuando la ubre ya está inflamada, el número de microorganismos

se incrementa de manera considerable. En consecuencia, durante el ordeño, una alta concentración de microorganismos infecciosos puede ser transmitida a la leche. La concentración de estos microorganismos, que a menudo son asociados a la mastitis, depende del estado infeccioso del ganado (clínico o subclínico), de la etapa de infección y de la fracción de animales infectados (Chambers, 2002).

Existe una gran variedad de microorganismos que ocasionan mastitis pero de manera general se clasifican en los que pueden transmitirse al ganado por contagio y los que se encuentran en el medio ambiente. Los primeros se transmiten por contagio de una vaca a otra, con o sin intermediarios, entre estos patógenos los más comunes son *S. aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Corynebacterium bovis* (Makovec y Ruegg, 2003).

Los microorganismos que se encuentran en el ambiente, se hallan naturalmente en el área de ordeño y están presentes en las heces, en el lugar donde se echa el ganado y en el suelo (que en muchas ocasiones es lodo). Después de que la ubre de la vaca se ha contaminado en la parte exterior, estos patógenos entran a la ubre ocasionando la infección; entre los más comunes se encuentran *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae* y bacterias gran-negativas, como *Escherichia coli* y *Klebsiella spp* (Makovec y Ruegg, 2003; Ruegg, 2003; Sampimon *et al.*, 2004).

Dependiendo de la etapa infecciosa, una sola vaca puede excretar arriba de 7  $\log_{10}$  de UFC mL<sup>-1</sup> de patógenos de mastitis. En un hato de 100 vacas en

ordeña, una solamente puede ser responsable de contaminar toda la leche ordeñada hasta en 5 log de UFC mL<sup>-1</sup> (Bramley y McKinnon, 1990; Chambers, 2002).

#### **4.1.6 Caracterización del proceso de producción**

El Queso Adobera de Soyatlán del Oro se elabora con leche cruda y entera de vaca, y tiene dos variantes, el adobera de mesa, que existe desde hace más de un siglo, y el adobera de quesadilla que se elabora desde hace 60 años y cuya técnica de elaboración se adquirió por imitación. El queso adobera de mesa se elabora por un proceso más corto que el de quesadilla, ya que se omite el tardado paso de texturización-chedarización que lleva varias horas, en el cual se debe favorecer una fermentación láctica para que aumente la acidez de la pasta; esto es, que se abata el pH de la misma (v.g. hasta 5.5 - 5.3).

En el queso adobera de quesadilla este proceso de fermentación imparte características especiales, como fundir e hilar fácilmente cuando se somete a calentamiento, por ejemplo en una tortilla para preparar este típico “antojito” mexicano. Por contraste, el queso adobera de mesa contiene mayor humedad, una textura blanda y hulosa, y carece de la propiedad de fundir fácilmente al someterse a calentamiento, por lo que es preferido para su incorporación en platillos más diversos. El de mesa se vende fresco u oreado y el de quesadilla fresco o conservado en refrigeración. Se presentan en el mercado en forma de “adobes”, en piezas de aproximadamente un kilogramo (Figura 17).



Figura 17. Presentación del queso adobera.

En general, los pasos para realizar ambos quesos son los mismos (Figura 18), pero la diferencia radica en que después del corte de la cuajada se procede a la adición de sal (adobera de mesa), sin pasar por una etapa de acidificación (adobera de quesadilla). En seguida se describe con mayor detalle cada etapa del proceso.

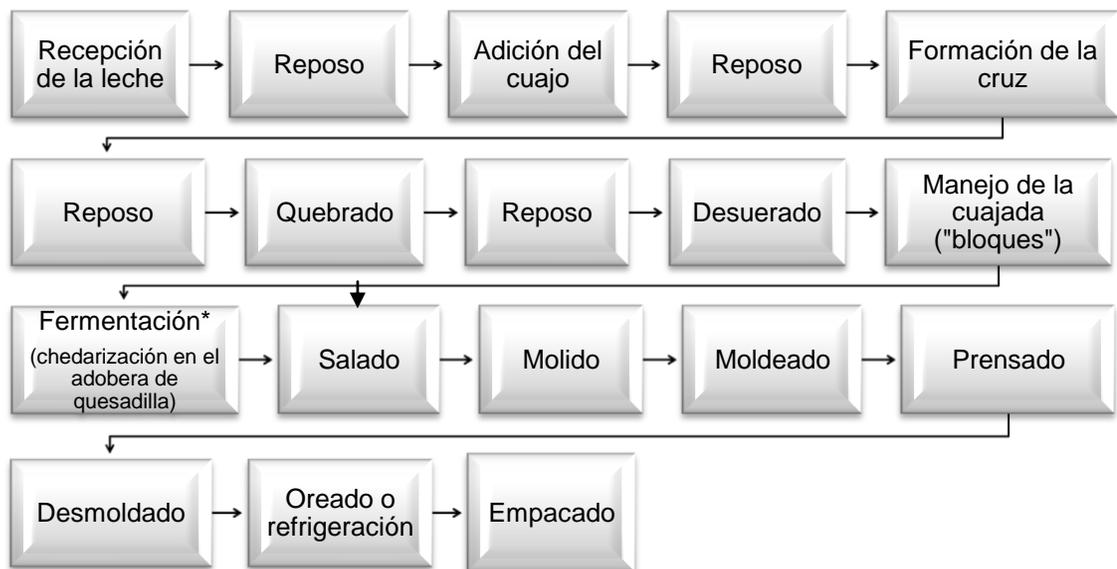


Figura 18. Diagrama general para la elaboración del queso adobera de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco.

#### 4.1.6.1 Recepción de la leche

La leche es ordeñada y se vierte en peroles de acero inoxidable o de plástico, en ocasiones se cuela al irse almacenando, posteriormente estos recipientes se acomodan en una mula o en camionetas y se transporta a las queserías (figura 19). La leche que se recibe tiene edad de 3.5 h, en promedio.



Figura 19. Manera en la que se recibe la leche a las queserías.

#### 4.1.6.2 Colado y atemperado de la leche

La leche se cuela con una tela para eliminar contaminación física gruesa, como pelos de vaca, insectos, restos de alimento del ganado y se deposita en tambos de plástico azules de capacidad aproximada de 200 L (Figura 20).



Figura 20. Colado de la leche cuando se recibe en la quesería.

Se estima al tacto su temperatura, para determinar si se cuaja enseguida o se espera a que se enfríe (si tiene más de 32°C) o a que se entibie (si tiene menos de 28° C).

#### **4.1.6.3 Cuajado**

Se mide el volumen de cuajo enzimático marca “Guadmex” (potencia 1:10,000) que va a adicionarse, en promedio se usan 0.15 mL de cuajo \* L<sup>-1</sup> de leche. El tiempo de reposo una vez que se adicionado el cuajo varía desde una hasta 24 horas.

#### **4.1.6.4 Formación de la cruz y asentamiento de la cuajada**

Si se ha obtenido un gel, se forma una cruz con un cuchillo en la parte superior de la cuajada. Se dejan transcurrir diez minutos para permitir que suba el suero.

#### **4.1.6.5 Quebrado de la cuajada**

Con una cuchara, o pala de madera, o de acero inoxidable, comienza a quebrarse la cuajada por tres minutos (Figura 21), posteriormente se deja asentar por 20 minutos.



Figura 21. Quebrado de la cuajada con cuchara de madera.

#### 4.1.6.6 Desuerado

Con una cubeta se vierte la cuajada en una bolsa de manta con el fin de realizar en desuerado (Figura 22), para facilitar esta etapa, se trata de hacer pasar primero el suero. El tiempo de desuerado va de diez minutos a cuatro horas.



Figura 22. Desuerado de la cuajada.

#### 4.1.6.7 Manejo de la cuajada (“bloques”)

Se saca la cuajada de la funda y comienza a cortarse en cuadros de unos 10 cm por lado, permitiendo que otra vez escurra el suero por unos 18 minutos (Figura 23). En el caso del queso adobera de mesa, el siguiente paso es el salado y el molido, y para el queso adobera de quesadilla, previamente se favorece la fermentación láctica, como a continuación se detalla.



Figura 23. Corte de la cuajada en bloques y desuerado.

#### 4.1.6.8 Fermentación de la cuajada

Se reposa la cuajada en botes o en tinas de plástico y de ésta desprende otro poco de suero, mismo que la va acidificando (Figura 24). Ya que el suero exudado ha alcanzado unos 51.4°D, se saca la cuajada y se procede a salarla, este paso tarda varias horas (v.g. 19 a 24 horas)



Figura 24. Chedarización de la cuajada.

#### 4.1.6.9 Salado y molido

La cuajada se sala a mano, o colocándola en una revolvedora e incorporando sal gruesa procedente del Estado de Colima (Figura 25), en un rango de 1.5 al 2.14% de sal por kg de cuajada, después, se hace pasar por un molino de criba.



Figura 25. Salado de la cuajada e incorporación en mezcladora.

#### 4.1.6.10 Moldeado

La cuajada se moldea manualmente y se envuelve en manta dentro de moldes de madera o de acero inoxidable, a manera de que la cuajada no quede al ras del molde, sino formando una especie de bordo que lo sobrepasa (Figura 26), para que después del prensado se obtenga forma de prisma rectangular.



Figura 26. Moldeado de la cuajada en molde de acero inoxidable.

#### 4.1.6.11 Prensado

Los moldes se colocan en hileras y se les encima una tabla de madera. Se aplica presión con una prensa mecánica (en queserías A y D) o con piedras (queserías B, C y E) como lo muestra la Figura 27 El tiempo de prensado varía de acuerdo a la urgencia de entrega de algún pedido, o también a la demanda, normalmente va de 9 a 21 horas.



Figura 27. Formas en las que se prensa el queso adobera.

#### 4.1.6.12 Desmoldado, almacenamiento y empackado

Se sacan las piezas de queso de los moldes y se almacenan en zarzos (a temperatura ambiente) o se meten dentro de bolsas y se guardan en refrigeración (entre 4 y 14°C), a una humedad relativa (HR) del 65 al 86%. Al momento de venderse se envuelven en papel de estraza, o en plástico autoadherible, y se les coloca una etiqueta (Figura 28).



Figura 28. Manera en la que se orea o refrigera el queso adobera.

En el Cuadro 4 se observan los pesos y medidas promedio de queso adobera de quesadilla y de mesa; en el Cuadro 5 se presentan los principales parámetros de fabricación del queso adobera de mesa y de quesadilla.

Cuadro 4. Pesos y medidas promedio del queso adobera de quesadilla y de mesa.

Tipo de queso	Adobera de quesadilla	Adobera de mesa
Peso (g)	1012.57 ± 15.32	1031.64 ± 23.65
Largo (cm)	13.43 ± 0.75	13.00 ± 1.07
Ancho (cm)	10.29 ± 1.19	11.41 ± 1.42
Alto (cm)	7.43 ± 0.66	6.47 ± 0.66
Volumen (cm <sup>3</sup> )	1017.51 ± 27.86	950.76 ± 57.55

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales con n = 50

Cuadro 5. Matriz de proceso de fabricación del queso adobera de mesa y de quesadilla

Parámetros evaluados	Quesería					Media	Desv. Std. <sup>2</sup>
	A	B	C	D	E		
Edad de la leche (h)	3.25	3.5	3	4	3	3.35	0.42
Volumen procesado (L)	230	200	140	600	120	258	196.3
Temperatura de cuajado (°C)	29	30	29	32	30	30	1.22
Dosis de cuajo* (mL L <sup>-1</sup> de leche)	0.04	0.25	0.21	0.18	0.09	0.16	0.09
Tiempo de cuajado (h)	2.5	1.25	24	1.25	2	6.2	9.96
Tiempo de quebrado (min)	5	1	NA	2	2	2.5	1.7
Tiempo de desuerado (min)	25	60	360	120	5 a 10	114.5	143.8
Tiempo de asentado una vez que se quiebra la cuajada (min)	15	15	5	17.5	45	19.5	15.0
Tiempo de chedarización (h)	19	20	24	20	23	21.2	2.2
Acidez alcanzada en el suero (°D)	71	59	33	60	34	51.4	17.0
Cantidad de sal por cuajada (%)	1.5	1.74	2.14	2.0	1.9	1.84	0.24
Prensado	Prensa mecánica	Piedras	**	Prensa mecánica	Piedras	NA	NA
Tiempo de prensado (h)	12	15	2.5**	18	19	13.3	6.6
Temperatura de conservación en refrigeración (°C)	9	14	4	4	12	8.6	4.6
Humedad relativa de refrigeración (%)	79.5	75	86	66	77	76.7	72.8

<sup>2</sup> Desviación estándar

\* En todos los casos se utiliza cuajo líquido enzimático marca "Guadmex" potencia 1:10,000

\*\* Permanece en moldes sin someterse a prensado

#### **4.1.7. Elementos para un análisis FODA**

El análisis del sistema dio la pauta para delimitar los siguientes elementos de un análisis FODA que a continuación se describen:

##### **4.1.7.1. Fortalezas**

- Alta disponibilidad de leche ya que su ordeño, venta y transformación en derivados, es la principal actividad económica en esta región.
- La materia prima para elaborar el queso es obtenida de ganado alimentado en libre pastoreo.
- Tradición quesera artesanal por más de 100 años (queso adobera de mesa).
- Existencia de un recurso cognitivo territorial que es el *saber-hacer*.
- Buena articulación entre los proveedores de leche y los productores de queso, ya que las relaciones están basadas en la confianza.
- Interés de algunos dueños de las queserías por unirse y obtener beneficios a largo plazo, como la exclusividad en el nombre de su producto.
- Recursos naturales disponibles y peculiares del territorio, como ojos de agua, extensos terrenos para pastar y superficies de siembra de maíz y pastos.
- Es un producto auténtico y nutritivo, ya que está compuesto de proteínas y grasa de leche entera, sin procesar, apreciado sensorial, cultural y socialmente.

#### **4.1.7.2 Oportunidades**

- Revalorización del producto por parte de las comunidades en Atengo y en los municipios aledaños, así como en el Estado de Jalisco.
- La persona a cargo de la Presidencia Municipal de Atengo valora y reconoce la importancia de la tradición quesera en la región, por lo que puede impulsar la promoción del queso.
- Interés de algunos agentes de la cadena por el rescate de los productos genuinos como el que elaboran.
- Eventos como la Feria del Queso (realizada en dos años consecutivos) pueden ser un medio a través del cual los queseros den a conocer las cualidades de su producto.
- Presencia de redes sociales internacionales y de nacionales, interesadas en la revalorización de los quesos artesanales y genuinos.
- El retorno a los productos artesanales o tradicionales está de moda y se relacionan con propiedades altamente nutritivas, psicosensores y simbólicas que, además, promueven un acercamiento a la región de procedencia en contraste con el mundo industrializado; el queso adobera es un alimento que entra en esta categoría.

#### **4.1.7.3 Debilidades**

- Estacionalidad en la producción de leche (lluvias y secas), ocasionando variaciones en los precios y en el volumen de leche a procesar, lo que a

su vez, crea tensión entre los actores del eslabón primario y del secundario.

- Desánimo por parte de los ganaderos, debido a los altos precios en los granos para alimento del ganado y al bajo precio de venta de la leche.
- Desconocimiento en el sector primario y secundario de las buenas prácticas ganaderas y de manufactura.
- Es un producto que se vende fresco o con poco tiempo de maduración (oreado), de alta actividad de agua, con un pH medio y relativamente bajo contenido de sal, condiciones que pueden favorecer la proliferación de microorganismos indeseables ya que no se llevan a cabo prácticas básicas de sanidad en la ordeña de la leche y en la manufactura del queso.

#### **4.1.7.4 Amenazas**

- Que la actual normatividad mexicana establezca que los quesos sólo pueden ser elaborados con leche pasteurizada, situación que desalienta a los queseros de continuar con esta actividad ya que un cambio en este sentido es difícil por falta de recursos financieros y el negocio sería poco rentable, además de que se modificarían las características sensoriales en el queso.
- Falta de conocimiento en los consumidores de la existencia de quesos genuinos, ya que los de imitación son de mayor acceso, tanto económicamente como por su alta disponibilidad en los mercados.

- Las nuevas generaciones se están habituando al consumo de quesos de imitación que ofrecen grandes empresas queseras, muy tecnificadas, y éstos tienen otros ingredientes como grasas vegetales, saborizantes, gomas y colorantes para simular que son hechos de leche y para generar mayores utilidades a estas empresas.
- Posibles conflictos o ruptura de relaciones entre los productores queseros debido a diferencias en afinidad por partidos políticos.
- Abandono en la actividad del sector primario, por pago inconstante en la leche.

## **Apartado 4.2 Caracterización fisicoquímica, microbiológica, textural y sensorial del Queso Adobera**

### **4.2.1 Queso**

#### **4.2.1.1 Análisis químico proximal**

De acuerdo con la NMX-F-713-COFOCALEC-2005, el queso en sus dos variedades se clasifica como un producto de humedad media, semiblando (porcentaje de humedad sin materia grasa (%HSMG) entre 61-69%) y semigraso (25-45% de grasa) (cuadro 6 y 7). Además, cumple con las especificaciones mínimas de proteína (10%<sub>m/m</sub> mín), grasa (20%<sub>m/m</sub> mín) y humedad (80%<sub>m/m</sub> máx).

##### **4.2.1.1.1 Queso Adobera de Mesa**

El factor época fue significativo para las variables de humedad, grasa, cenizas, calcio, NaCl, pH y  $a_w$ . El factor quesería fue significativo para el porcentaje de humedad, de proteína, de cenizas, de calcio y de NaCl, así como para el pH y la  $a_w$  ( $p < 0.05$ ).

La interacción entre los factores época y quesería tuvo efecto significativo para todas las variables excepto para el contenido de proteína y cenizas. En lo que respecta a los contenidos de proteína se puede distinguir que el queso B presenta la menor cantidad de proteína en ambas épocas (Cuadro 6) que, según Inda (2000), puede deberse a un corte prematuro de la cuajada,

generando cantidades innecesarias de “polvo” o “finos”, que se depositan en el fondo de la tina de quesería y se van con el lactosuero, en lugar de contribuir al rendimiento del queso; también hace referencia de que un alto contenido de humedad o grasa debilita la firmeza de la estructura dado que, necesariamente, las proteínas deben estar más alejadas entre sí.

Cuadro 6. Composición del queso adobera de mesa (por quesería y época del año).

Quesería	Humedad (%)		Grasa (%)	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	48.05 ± 0.29 <sup>ax</sup>	49.98 ± 2.74 <sup>ax</sup>	26.4 ± 0.51 <sup>ax</sup>	26.5 ± 1.93 <sup>ay</sup>
B	53.57 ± 0.90 <sup>bx</sup>	50.83 ± 1.36 <sup>ay</sup>	24.5 ± 0.50 <sup>bx</sup>	28.55 ± 1.38 <sup>by</sup>
C	50.27 ± 1.30 <sup>ax</sup>	41.9 ± 0.46 <sup>by</sup>	24.33 ± 0.29 <sup>bx</sup>	29.14 ± 0.73 <sup>by</sup>

Quesería	Proteína (%)		Cenizas (%)	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	20.84 ± 1.06 <sup>ax</sup>	19.50 ± 1.66 <sup>ax</sup>	3.47 ± 0.35 <sup>ax</sup>	5.23 ± 0.18 <sup>ay</sup>
B	17.32 ± 0.60 <sup>bx</sup>	17.16 ± 2.19 <sup>ax</sup>	3.37 ± 0.11 <sup>ax</sup>	4.63 ± 0.14 <sup>by</sup>
C	20.75 ± 0.29 <sup>ax</sup>	22.27 ± 1.23 <sup>bx</sup>	2.97 ± 0.21 <sup>bx</sup>	4.87 ± 0.20 <sup>aby</sup>

Quesería	NaCl (%)		Calcio (%)	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	4.13 ± 0.17 <sup>ax</sup>	2.80 ± 0.23 <sup>ay</sup>	0.93 ± 0.04 <sup>ax</sup>	0.78 ± 0.04 <sup>ay</sup>
B	3.02 ± 0.23 <sup>bx</sup>	2.35 ± 0.12 <sup>by</sup>	0.79 ± 0.06 <sup>bx</sup>	0.73 ± 0.03 <sup>ax</sup>
C	2.07 ± 0.10 <sup>cx</sup>	2.13 ± 0.12 <sup>bx</sup>	0.90 ± 0.02 <sup>ax</sup>	0.94 ± 0.04 <sup>bx</sup>

Quesería	aw		pH	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	0.955 ± 0.0035 <sup>ax</sup>	0.960 ± 0.0008 <sup>ay</sup>	6.33 ± 0.07 <sup>ax</sup>	5.98 ± 0.09 <sup>ay</sup>
B	0.968 ± 0.0021 <sup>bx</sup>	0.964 ± 0.0010 <sup>by</sup>	5.47 ± 0.06 <sup>bx</sup>	5.95 ± 0.16 <sup>ay</sup>
C	0.977 ± 0.0015 <sup>cx</sup>	0.954 ± 0.0014 <sup>cy</sup>	6.43 ± 0.01 <sup>ax</sup>	5.44 ± 0.08 <sup>by</sup>

Medias en filas con superíndices diferentes (X ó Y) fueron diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Medias en columnas con superíndices diferentes (a, b, c ó d) fueron diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Fuente: Castro (2012) y elaboración propia con datos experimentales.

De lo anterior podemos deducir que la quesería B presenta la menor cantidad de proteína debido a que es el queso que mayor porcentaje de humedad

presenta y que en su proceso de elaboración el tiempo desde que se adiciona el cuajo hasta que se realiza el corte (1.25 h) es menor al tiempo en los procesos del queso A (2.5 h) y del C (24 h). De la comparación entre épocas vemos que existió variabilidad por lo que no se tiene una tendencia clara.

En época de lluvias, el porcentaje de cenizas fue menor en la quesería C y en época de secas, sólo hubo diferencia entre la quesería A y B, siendo mayor el contenido de cenizas en la A.

En general, se observa que la quesería A presentó un porcentaje de cenizas mayor en ambas épocas, y este resultado coincide con sus contenidos de sal y de calcio, que fueron también mayores que los de las queserías B y C. Para la época de lluvias se puede observar que no existen diferencias estadísticamente significativas en la humedad del queso A y del C; que el queso B fue el que presentó el mayor porcentaje de humedad en ambas épocas. De acuerdo con Inda (2000), un factor o etapa determinante en el contenido de humedad es en la sinéresis que experimenta la cuajada y la pasta durante el proceso.

La principal causa de ésta es el rearrreglo de la red proteica continua que forman las micelas de paracaseína. El proceso se inicia cuando, después que la acción del cuajo ha generado la firmeza adecuada en el gel, éste se corta, creando así una superficie libre a través de la cuál puede ocurrir la expulsión de líquido. Por eso, generalmente el tamaño del corte es proporcional al contenido de humedad deseado en el queso. En la fabricación de la mayoría

de los quesos, se agita la mezcla de la cuajada y lactosuero. Esta medida tiene como propósito aumentar la velocidad de la sinéresis. El resultado final de la sinéresis se refleja en el contenido de humedad del queso, una vez prensado.

De acuerdo con los parámetros de proceso medidos, el tiempo de quebrado de la cuajada fue mayor en la quesería A, esto ocasiona que los cortes de la cuajada sean más pequeños y se desuere con mayor facilidad de cuajada, reflejándose en su menor contenido de humedad en esta época. En la época de secas, el queso C tuvo menor contenido de humedad y fue diferente al queso A y al B.

El queso con mayor porcentaje de grasa fue el A, seguido de los quesos B y el C, entre los cuales no hubo diferencias. Según Alais (1985), el contenido de materia grasa varía de un tipo de queso a otro, dentro de amplios límites y depende de la composición de la leche utilizada; por otra parte, la manera de coagular la leche y la manera de trabajar la cuajada influyen sobre la cantidad de materia grasa retenida en esta última; sin embargo, considerando las condiciones de la materia prima, no podemos observar en este caso una tendencia ya que no hubo diferencias significativas en el contenido de grasa de las leches A, B y C.

En época de secas se presentó un comportamiento inverso, ya que el queso con menor grasa fue el A y los de mayor porcentaje fueron el B y el C entre los cuales tampoco hubo diferencia. Cabe destacar que todos quesos de secas

tuvieron mayor grasa que los de lluvias y esta tendencia también se encontró en el los quesos de adobera de quesadilla.

El queso B presentó el menor porcentaje de calcio en ambas épocas; de acuerdo con Alais (1985), la proporción de los minerales que quedan en el queso, sobre todo el calcio, es tanto más baja cuando más desarrollada se encuentra la acidez, para un mismo grado de acidificación, el contenido en sales varía de acuerdo con el contenido de agua.

En este caso, como se pudo observar, el queso B también obtuvo el pH más bajo en las dos temporadas. Comparando las dos temporadas no hubo diferencias para los quesos B y C; ésta sólo se presentó en el queso A, que tuvo más porcentaje en temporada de lluvias. Para ambas épocas, el queso A tuvo el mayor porcentaje de sal, seguido del queso B y del C. Estos resultados coinciden con lo observado en el proceso ya que la quesería A y B adicionan 8% de sal por kilogramo de cuajada húmeda y en la quesería C se agrega el 3% solamente.

Las diferencias en el queso A y B pueden ser atribuidas a que el queso A tiene un menor porcentaje de humedad y  $a_w$  que el queso B lo cual favorece una mayor concentración de sal. La sal desempeña un papel técnico fundamental en la fabricación del queso facilitando el desuerado, es decir, la eliminación de agua libre al modificar el grado de hidratación de la pasta (Dumais *et al.*, 1991). Este comportamiento se cumple ya que el queso A tiene menor actividad de agua. Además, según Fox *et al.*, (2000), altas concentraciones

de sal están asociadas con incrementos en los niveles de grasa y proteína, debido a la pérdida de agua del queso. En el queso Cheddar, existe una relación inversa significativa entre el porcentaje de grasa y de humedad. Este comportamiento se cumple sólo en el queso A, en época de lluvias. El pH fue mayor en la época de lluvias que en época de secas para el queso A y el C; ambos quesos en época de lluvias tuvieron el pH más elevado.

El queso B tuvo una tendencia inversa y junto con el queso A, en la época de lluvias, fue mayor su pH respecto al queso C. En lo referente a la  $a_w$  los quesos B y C fueron más altos en época de lluvias que en época de secas y el queso A tuvo un comportamiento al revés, esta tendencia fue igual en cuanto humedad se refiere.

#### **4.2.1.1.2 Queso Adobera de Quesadilla**

El factor época fue significativo para las variables grasa, ceniza, calcio, NaCl, pH y  $a_w$  ( $p < 0.05$ ) y el factor quesería fue significativo para todas las variables. La interacción entre los factores época y quesería tuvo efecto significativo para la humedad, el contenido de grasa, ceniza, calcio y NaCl y para el pH y  $a_w$ .

En las dos épocas, el contenido de proteína también fue mayor en los quesos D, A y B; sin diferencia significativa entre ellos; en los quesos con menor contenido de proteína fueron el C y E, y estos tuvieron diferencia significativa sólo en época de lluvias (Cuadro 7).

Cuadro 7. Composición del queso adobera de quesadilla (por quesería y época del año)

Quesería	Humedad (%)		Grasa (%)	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	46.36 ± 0.85 <sup>aX</sup>	47.36 ± 1.51 <sup>aX</sup>	25.67 ± 0.68 <sup>aX</sup>	28.42 ± 2.48 <sup>aY</sup>
B	46.22 ± 1.18 <sup>aX</sup>	42.64 ± 2.20 <sup>bY</sup>	26.83 ± 1.25 <sup>aX</sup>	33.50 ± 1.22 <sup>bY</sup>
C	50.77 ± 0.49 <sup>cX</sup>	46.25 ± 2.52 <sup>aY</sup>	25.67 ± 1.99 <sup>aX</sup>	28.83 ± 2.73 <sup>aY</sup>
D	46.13 ± 0.57 <sup>aX</sup>	45.11 ± 1.84 <sup>aX</sup>	23.17 ± 3.43 <sup>bX</sup>	30.00 ± 1.79 <sup>aY</sup>
E	46.72 ± 2.17 <sup>aX</sup>	57.23 ± 2.85 <sup>dY</sup>	27.50 ± 0.84 <sup>aX</sup>	28.67 ± 1.47 <sup>aX</sup>

Quesería	Proteína (%)		Cenizas (%)	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	20.25 ± 0.86 <sup>aX</sup>	21.23 ± 0.49 <sup>aX</sup>	7.08 ± 0.31 <sup>aX</sup>	3.14 ± 0.07 <sup>adY</sup>
B	19.56 ± 0.92 <sup>abcX</sup>	21.38 ± 2.09 <sup>aX</sup>	6.15 ± 0.31 <sup>bX</sup>	3.53 ± 0.35 <sup>abY</sup>
C	17.51 ± 1.39 <sup>bcX</sup>	17.19 ± 0.96 <sup>bX</sup>	6.02 ± 0.07 <sup>bX</sup>	4.94 ± 0.03 <sup>cY</sup>
D	21.13 ± 1.47 <sup>aX</sup>	23.25 ± 1.72 <sup>aX</sup>	6.17 ± 0.67 <sup>bX</sup>	3.98 ± 0.05 <sup>bY</sup>
E	17.90 ± 0.50 <sup>cX</sup>	16.10 ± 1.33 <sup>bX</sup>	4.89 ± 0.53 <sup>eX</sup>	2.75 ± 0.47 <sup>dY</sup>

Quesería	NaCl (%)		Calcio (%)	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	3.42 ± 0.04 <sup>aX</sup>	1.23 ± 0.06 <sup>adY</sup>	0.88 ± 0.02 <sup>aX</sup>	0.66 ± 0.02 <sup>cY</sup>
B	2.63 ± 0.08 <sup>cX</sup>	1.15 ± 0.08 <sup>aY</sup>	0.84 ± 0.03 <sup>aX</sup>	0.74 ± 0.03 <sup>bY</sup>
C	3.44 ± 0.09 <sup>aX</sup>	3.22 ± 0.01 <sup>bX</sup>	0.55 ± 0.07 <sup>cX</sup>	0.46 ± 0.00 <sup>dY</sup>
D	2.94 ± 0.23 <sup>bX</sup>	1.61 ± 0.08 <sup>cY</sup>	0.77 ± 0.07 <sup>bX</sup>	0.88 ± 0.01 <sup>aY</sup>
E	2.97 ± 0.22 <sup>bX</sup>	1.47 ± 0.36 <sup>cdY</sup>	0.58 ± 0.02 <sup>cX</sup>	0.39 ± 0.06 <sup>eY</sup>

Quesería	aw		pH	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	0.971 ± 0.003 <sup>aX</sup>	0.976 ± 0.0031 <sup>aY</sup>	5.33 ± 0.04 <sup>aX</sup>	5.05 ± 0.05 <sup>aY</sup>
B	0.976 ± 0.009 <sup>bX</sup>	0.964 ± 0.0012 <sup>bY</sup>	5.35 ± 0.08 <sup>aX</sup>	5.95 ± 0.14 <sup>bY</sup>
C	0.973 ± 0.004 <sup>abX</sup>	0.954 ± 0.0020 <sup>cY</sup>	5.51 ± 0.05 <sup>bX</sup>	5.38 ± 0.11 <sup>cY</sup>
D	0.973 ± 0.003 <sup>abX</sup>	0.968 ± 0.0018 <sup>dY</sup>	5.30 ± 0.06 <sup>aX</sup>	5.21 ± 0.05 <sup>dY</sup>
E	0.976 ± 0.004 <sup>cbX</sup>	0.972 ± 0.0049 <sup>aY</sup>	5.08 ± 0.08 <sup>cX</sup>	4.74 ± 0.07 <sup>eY</sup>

Medias en filas con superíndices diferentes (X ó Y) fueron diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Medias en columnas con superíndices diferentes (a, b, c, d ó e) fueron diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Fuente: Villanueva (2012) y elaboración propia con datos experimentales.

En época de lluvias, el queso con mayor contenido de grasa (E) corresponde a la leche E, que tuvo el porcentaje de grasa más alto. Los quesos A, B y C fueron los segundos más altos en contenido de grasa y no tuvieron diferencias significativas con el queso E, ni entre ellos; esta tendencia corresponde con la observada en las leches A, B y C; el queso D y la leche D tuvieron el menor porcentaje de grasa siendo diferentes de manera significativa al resto de los quesos y de las leches.

En época de secas, el queso B tuvo el menor contenido de grasa, pero no se observa una tendencia igual en la leche de esta época, ya que no hubo diferencia en el porcentaje de grasa entre las leches A, B, D y E.

Cabe destacar que el porcentaje de grasa y de proteína tuvieron un comportamiento inverso, ya que los quesos con mayor porcentaje de grasa tuvieron los menores contenidos de proteína; esta tendencia se contrapone con lo que mencionan Guinee *et al.* (2006) acerca de que en los quesos se ha demostrado que los incrementos en la cantidad de proteína aumentan el porcentaje de grasa recuperada en éstos.

En época de lluvias, el queso con más porcentaje de humedad fue el C y fue diferente de manera significativa al A, B, D y E. Este resultado se debe a que en la quesería C no se realiza un prensado de los quesos, simplemente, una vez que se escurre la cuajada en la bolsa de manta, se pasa a los moldes y se deja en los mismos durante cierto tiempo. Aunque en los quesos A, B, D y E no hubo diferencias significativas, el D fue el de menor porcentaje de humedad

y también el de menor contenido de grasa. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Green y Grandison (1987), quienes mencionan que los quesos con porcentajes elevados de grasa, debidos a una menor pérdida de grasa en el suero, presentan una humedad más alta y en este caso, la mayor pérdida de humedad también dio lugar a una mayor pérdida de grasa.

En época de secas, el queso con mayor porcentaje de humedad fue el E y el de menor fue el B. Entre los quesos A, C y D no hubo diferencia significativa. En este caso, se ve una tendencia contraria a lo encontrado en época de lluvias y a lo reportado por Green y Grandison (1987), porque el queso B, que fue el menor en porcentaje de humedad, es el de mayor porcentaje de grasa.

De manera general, podemos decir que existieron variaciones en el porcentaje de humedad en el queso de ambas épocas y que no se identificó alguna tendencia.

De acuerdo a la clasificación de los quesos, con base a su contenido de humedad, que establecen Fox *et al.* (2004), los quesos muy duros tienen porcentajes menores a 25%; los duros se encuentran entre 25 y 36%; los semi-duros tienen de 36 al 40% y los blandos más del 40%.; por lo que podemos decir que de acuerdo con esta clasificación el queso Adobera de Quesadilla se cataloga como un queso blando, debido a que su contenido de humedad es mayor de 40% en las cinco queserías analizadas y en ambas épocas.

También se observó que el contenido de grasa de los quesos en época de secas fue mayor que en época de lluvias ( $p < 0.05$ ). Es bien sabido que en época de estiaje, debido a una menor disponibilidad de alimento en el ganado, la producción del mismo es menor, lo que origina que se obtenga leche con mayores contenidos de grasa.

Comparando las dos épocas, en el contenido de proteína no se observaron diferencias significativas. En época de lluvias, el porcentaje de cenizas fue mayor en el queso A y menor en el queso E. En época de secas, el queso C fue el de mayor porcentaje y el E el de menor también.

En época de lluvias el queso B fue el de menor porcentaje de sal, lo que no coincide con lo observado en los procesos, ya que la quesería A y B son las que menos sal adicionan a sus productos. Los quesos A y C tuvieron mayor contenido de sal, lo que corresponde sólo para la quesería C porque en los parámetros medidos, se detecta que en esta se agrega más sal que en las otras cuatro.

En época de secas, la quesería C también tuvo el mayor porcentaje de sal (lo que coincide con lo encontrado en época de lluvia y con lo observado en el proceso), y el queso B junto con el A, presentaron el menor porcentaje. Estos resultados, de los quesos C y B, coinciden con la tendencia observada en época de lluvias. El porcentaje de sal fue menor en época de secas, a excepción del queso C en el que no se encontró diferencia de acuerdo a la época ( $p < 0.05$ ).

Las variaciones en el contenido de NaCl se deben a que en cada una de las queserías se adiciona la cantidad de esta de acuerdo a su receta particular. El NaCl es un inhibidor importante del crecimiento microbiano en el queso. Sus principales funciones en el queso Cheddar son controlar la fermentación ácido láctica después de que se ha logrado el pico óptimo; reducir la humedad mediante la sinéresis de la cuajada; suprimir el crecimiento de microorganismos perjudiciales; y crear cambios físicos en las proteínas, las cuales influyen en la textura del queso, en la solubilidad de las proteínas y en la conformación proteica (Donnelly, 1998).

Los quesos A y B presentaron el mayor contenido de calcio en época de lluvias, y los de menor porcentaje fueron el C y el E. En época de secas, el queso D tuvo mayor contenido de calcio y el E el menor. En el caso del queso E estos resultados tienen una tendencia similar en el contenido de cenizas.

En las queserías A, B, C y E, el porcentaje de calcio fue mayor en época de lluvias que en época de secas ( $p < 0.05$ ). El que la quesería D tenga un valor mayor en época de secas puede atribuirse a que se haya innovado el proceso, adicionado  $\text{CaCl}_2$  para obtener un mayor rendimiento en la cuajada. Lo anterior se especula porque en esta quesería se tiene asesoría de un quesero que tiene producción a mayor escala y en donde los procesos son más tecnificados.

Respecto a la  $a_w$ , en época de lluvias, los quesos B, C, D y E no tuvieron diferencias significativas y el queso A fue en el que se encontró el valor más

bajo de la misma. Estos resultados coinciden en cierto grado con lo observado para el porcentaje de humedad, en donde se detectó que tampoco hubo diferencias entre los quesos B, D y E.

En época de secas, el queso A y E tuvieron los valores más altos de  $a_w$  y el queso C, el más bajo. En el queso E hay correspondencia con el porcentaje de humedad, ya que en esta época también tuvo el mayor porcentaje de la misma. A excepción del queso A, la  $a_w$  de todos los quesos fue mayor en época de lluvias, este queso presentó la  $a_w$  más baja en esta temporada aunque no fue diferente ( $p < 0.05$ ) a los quesos C y D.

El queso C fue el más elevado en pH, en época de lluvias, lo anterior se debe a que el proceso de acidificación de la cuajada en la quesería C es diferente al del resto, ya que una vez que se ha adicionado el cuajo a la leche, ésta se deja reposar por 24 horas para que se acidifique, sin embargo, la totalidad del suero que se va generando, permanece con la cuajada.

Al día siguiente se estila la cuajada sin haberse cerciorado de que se ha alcanzado la acidez para que el queso realmente tenga propiedades fundentes (por ejemplo en la quesería A y D se checa la acidez del suero empleando una bureta).

En el caso de la quesería C, la acidez en el suero fue menor a la del resto de las queserías, dando lugar a un queso con pH mayor. En época de secas, el queso B tuvo un mayor pH, y en ambas épocas el pH más bajo se encontró en el queso E, no obstante, en esta queso según lo medido en su proceso, la

acidez en el suero no fue la más elevada. El pH de los quesos, a excepción del queso B, también fue menor en época de secas. Las condiciones de mayor temperatura en primavera pudieron dar lugar a un mayor desarrollo de las BAL y por lo tanto a una mayor acidificación, ocasionando disminución del pH con mayor prontitud que en época de secas.

Este comportamiento no tuvo la misma tendencia en las leches, ya que a excepción de la leche C, las demás presentaron un pH más alto en secas y mayor acidez titulable en época de lluvias, lo que coincide con lo observado en las pruebas microbiológicas de la leche, en las que se detectaron menores cuentas en época de secas, dando lugar a una menor acidificación de ésta y por lo tanto, un pH más alto. El hecho de que los resultados de leche respecto al queso no coincidan en el pH puede ser atribuible a que independientemente de las condiciones en las que se haya recibido la materia prima, las condiciones de proceso influyen totalmente en las propiedades finales del queso.

La composición química de la leche, especialmente las concentraciones de caseína, grasa, calcio y pH, tienen la mayor influencia en varios aspectos en la manufactura de los quesos, específicamente en la capacidad del cuajo para formar la cuajada, en la fuerza del gel, en la sinéresis de la cuajada y en la composición y rendimiento del queso. Cuando la leche se produce estacionalmente, la composición de la leche presenta gran variación y se

presenta mayor variabilidad a causa de las pariciones en el año, lo cual afecta el estado nutricional del ganado (Fox *et al.*, 2000). La variación entre los contenidos de grasa y proteína se relaciona a las diferencias encontradas en la composición de la leche y la variación en pH, humedad y NaCl se explica por las diferencias encontradas en el proceso de las cinco queserías.

Tal y como se ha observado de manera general en quesos artesanales en los cuales se busca obtener una Denominación de Origen, los resultados composicionales demuestran una gran variación (Lebecque *et al.*, 2001).

#### **4.2.1.2 Análisis microbiológico**

##### **4.2.1.2.1 Queso adobera de mesa**

El factor época fue significativo en todos los casos excepto para coliformes totales ( $p < 0.05$ ). El factor quesería fue significativo para la cuenta de mesófilos aerobios totales, para coliformes fecales y para *Staphylococcus aureus* ( $p < 0.05$ ).

La interacción entre los factores época y quesería tuvo efecto significativo en mesófilos aerobios totales, *Staphylococcus aureus*, coliformes totales y fecales ( $p < 0.05$ ). En el Cuadro 8 se presentan las cifras microbiológicas encontradas.

Cuadro 8. Cuenta de bacterias mesófilicas aerobias, coliformes totales y fecales, hongos, levaduras y *Staphylococcus aureus* en queso adobera de mesa.

Q	Mesófilos aerobios totales (log <sub>10</sub> UFC*g <sup>-1</sup> )		Coliformes totales (log <sub>10</sub> UFC*g <sup>-1</sup> )	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	6.57 ± 0.21 <sup>aX</sup>	7.73 ± 0.19 <sup>aY</sup>	6.55 ± 0.88 <sup>aX</sup>	6.42 ± 0.70 <sup>aX</sup>
B	5.72 ± 0.07 <sup>bX</sup>	7.53 ± 0.18 <sup>aY</sup>	8.00 ± 0.43 <sup>bX</sup>	6.55 ± 0.88 <sup>aY</sup>
C	6.72 ± 0.06 <sup>aX</sup>	7.81 ± 0.23 <sup>aY</sup>	6.42 ± 0.70 <sup>aX</sup>	8.00 ± 0.43 <sup>bY</sup>

Q	Coliformes fecales (log <sub>10</sub> UFC*g <sup>-1</sup> )		Hongos (log <sub>10</sub> UFC*g <sup>-1</sup> )	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	3.04 ± 0.00 <sup>aX</sup>	4.04 ± 0.00 <sup>aY</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>aX</sup>	2.70 ± 2.57 <sup>aY</sup>
B	2.32 ± 0.00 <sup>bX</sup>	2.02 ± 0.58 <sup>cX</sup>	1.10 ± 1.91 <sup>aX</sup>	2.51 ± 0.52 <sup>aX</sup>
C	2.18 ± 0.00 <sup>bX</sup>	2.99 ± 0.37 <sup>bY</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>aX</sup>	1.43 ± 1.25 <sup>aX</sup>

Q	Levaduras (log <sub>10</sub> UFC*g <sup>-1</sup> )		<i>Staphylococcus aureus</i> (log <sub>10</sub> UFC*g <sup>-1</sup> )	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	4.49 ± 0.20 <sup>aX</sup>	4.84 ± 0.41 <sup>aX</sup>	6.28 ± 0.21 <sup>aX</sup>	6.91 ± 0.25 <sup>aY</sup>
B	4.75 ± 0.08 <sup>aX</sup>	4.95 ± 0.44 <sup>aX</sup>	5.42 ± 0.10 <sup>bX</sup>	6.45 ± 0.23 <sup>bY</sup>
C	4.10 ± 0.17 <sup>aX</sup>	5.00 ± 0.77 <sup>aY</sup>	6.24 ± 0.16 <sup>aX</sup>	6.57 ± 0.15 <sup>bX</sup>

Medias en filas con superíndices diferentes (X ó Y) fueron diferentes (p≤0.05)  
 Medias en columnas con superíndices diferentes (a, b, c ó d) fueron diferentes (p≤0.05) Fuente: Castro (2012) y elaboración propia con datos experimentales.

Las cuentas de hongos no presentaron diferencias entre los quesos en ninguna de las épocas. El límite máximo permitido por la NOM-243-SSA1-2010 es de 500 UFC g<sup>-1</sup> (2.70 log<sub>10</sub> UFC g<sup>-1</sup>), por lo que todos los quesos en ambas épocas se encuentran dentro de norma. Las cuentas de estos microorganismos fueron más altas en época de secas, en todos los quesos.

En las levaduras tampoco se encontraron diferencias significativas entre las queserías en cada época y solamente el queso C en época de secas

presentó cuentas más elevadas que en época de lluvias porque para los demás quesos, ente épocas tampoco hubo diferencia. Los límites permitidos son también  $2.70 \log_{10} \text{ UFC g}^{-1}$ , por lo que se concluye que todos los quesos están fuera de norma.

En temporada de lluvias, el queso B presentó cuentas más bajas de mesófilos aerobios totales, pero en época de secas no se presentaron diferencias entre los quesos. En los quesos A y C, se presentaron cuentas más altas de estos microorganismos en época de secas. La NOM-243-SSA1-2010 no muestra valores de bacterias mesofílicas aerobias para quesos frescos, pero aun si se consideraran los límites establecidos para helados y sorbetes,  $5.3 \log_{10} \text{ UFC g}^{-1}$ , todos los quesos estarían fuera de norma.

Sin embargo, Bonetta *et al.*, (2008) encontraron cuentas desde 6.77 hasta  $11.48 \log_{10} \text{ UFC g}^{-1}$  en quesos provenientes de cinco queserías que elaboran queso “Robiola di Roccaverano” a nivel industrial y artesanal en Italia; dichos quesos fueron analizados a los cero días de almacenamiento y producidos en tres épocas del año (primavera, verano y otoño). Estos resultados son importantes ya que los autores mencionan que en ese país el producto cumple con las normas. Por otro lado, el análisis de los quesos de mesa fue realizado a los seis días de elaboración y tal como lo determinaron estos autores, este tipo de microorganismos pueden incrementan en número a mayor tiempo de almacenamiento, como fue en el caso de dos de los quesos estudiados.

El queso B en época de lluvias tuvo cuentas más altas en coliformes totales, y el queso C las tuvo en época de secas. En el queso A no se tuvieron diferencias entre épocas. El queso B tuvo cuentas más altas en lluvias que en secas y el queso C, en secas que en lluvias por lo cual no se pudo definir una tendencia. Las bacterias coliformes son capaces de proliferar en los alimentos, incrementando su número rápidamente, sin que necesariamente haya habido una alta contaminación (Olivas y Alarcón, 2004). Según lo establecido en la NOM-243-SSA1-2010 en donde sólo se encuentra la especificación para quesos de suero, el límite permitido son 100 UFC g<sup>-1</sup> por lo que considerando este valor, todos los quesos quedan fuera de norma. No obstante, Bonetta *et al.* (2008) observaron cuentas de coliformes desde 1.56 hasta 6.11 log<sub>10</sub> UFC g<sup>-1</sup> en quesos artesanales e industriales.

El queso A en ambas épocas presentó la mayor carga de coliformes fecales. Los quesos B y C no tuvieron diferencias significativas en época de lluvias, pero en época de secas el queso C tuvo cuentas más elevadas. En los quesos A y C, las cuentas de coliformes fecales fueron mayores en época de secas que en época de lluvias. La norma mencionada reporta que en cuanto a los coliformes fecales (*E. coli*), su valor debe ser menor a 100 UFC g<sup>-1</sup> para quesos frescos, por lo tanto las tres queserías se encuentran fuera de norma en las dos épocas analizadas.

Little *et al.*, (2008) detectaron que no se cumplió con las normas en muestras de quesos madurados y semiduros provenientes del Reino Unido ya que encontraron cuentas arriba de 5 log<sub>10</sub> UFC g<sup>-1</sup> en quesos de leche cruda y

arriba de  $3 \log_{10}$  UFC  $g^{-1}$  en quesos de leche pasteurizada. Bonetta *et al.*, (2008) detectaron cuentas hasta de  $2.48 \log_{10}$  UFC  $g^{-1}$  de *E. coli* a los cero días de almacenamiento en los quesos elaborados artesanalmente.

Los quesos A y C tuvieron las cuentas más elevadas en *Staphylococcus aureus* en época de lluvias. En la prueba de coagulasa sólo el queso B resultó negativo en esta época. El queso A fue el más contaminado en época de secas. La NOM-243-SSA1-2010 establece como límite máximo 1000 UFC  $g^{-1}$  para quesos frescos y quesos de suero, por lo tanto las todas las queserías están fuera de norma. En el mismo estudio, Little *et al.* (2008) detectaron que no se cumplió con las normas porque encontraron que en quesos de leche cruda se tuvieron cuentas arriba de  $4 \log_{10}$  UFC  $g^{-1}$ , pero que en quesos de leche pasteurizada, se hallaron cuentas arriba de  $3 \log_{10}$  UFC por gramo.

Las pruebas de detección de *Salmonella spp.*, dieron positivo para todos los quesos, excepto para el B en época de lluvias. La norma también determina que este microorganismo debe estar ausente en 25 gramos, por lo que solamente el queso B en temporada de lluvias, está libre de ambos patógenos. Es importante mencionar que en países como E.U.A., Finlandia, Países Bajos, Inglaterra, Alemania y Polonia, los quesos hechos de leche cruda estuvieron relacionados con brotes infecciosos con la misma frecuencia que los quesos hechos de leche pasteurizada (en un 30% cada uno).

Para el 40% restante, no se especificó el tratamiento realizado a la leche. De acuerdo con De Buyser *et al.* (2001) y con Donnelly (2001), nunca se ha

demostrado claramente que los quesos hechos de leche cruda sean menos seguros que aquellos hechos con leche pasteurizada.

Por otro lado, Grappin y Beuvier (1997), notaron que el crecimiento de patógenos en quesos de leche cruda depende en gran parte, de la variedad del queso y de la tecnología empleada. Varias investigaciones han demostrado que los patógenos crecen mejor en quesos con humedad alta, pH elevado, y bajos contenidos de sal, que en quesos cocidos y madurados por largos periodos de tiempo.

#### **4.2.1.2.2 Queso adobera de quesadilla**

El efecto quesería y el efecto época fueron significativos para todos los microorganismos evaluados excepto para *Staphylococcus aureus* ( $p < 0.05$ ). La interacción entre los factores época y quesería tuvo efecto significativo en mesófilos aerobios totales, coliformes totales, hongos, levaduras, y *Staphylococcus aureus* ( $p < 0.05$ ).

En el Cuadro 9 se observa que las cuentas microbiológicas, con excepción de las cifras de hongos en los quesos A, B y E, en época de lluvias, y los quesos A, C, D y E, en época de secas; y de los coliformes fecales en el queso D en época de lluvias, todas las cuentas de los quesos rebasan los límites establecidos por la NOM-243-SSA1-2010.

Cuadro 9. Cuenta de bacterias mesófilas aerobias, coliformes totales y fecales, hongos, levaduras y *Staphylococcus aureus* en queso adobera de quesadilla.

Q	Mesófilos aerobios totales (log <sub>10</sub> UFC*g <sup>-1</sup> )		Coliformes totales (log <sub>10</sub> UFC*g <sup>-1</sup> )	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	8.24 ± 0.08 <sup>aX</sup>	8.47 ± 0.04 <sup>aX</sup>	6.44 ± 0.07 <sup>aX</sup>	8.72 ± 0.00 <sup>aY</sup>
B	8.48 ± 0.23 <sup>acX</sup>	7.54 ± 0.11 <sup>cX</sup>	6.78 ± 0.32 <sup>aX</sup>	7.34 ± 0.29 <sup>bY</sup>
C	8.42 ± 0.07 <sup>abX</sup>	8.49 ± 0.04 <sup>aX</sup>	6.31 ± 0.12 <sup>aX</sup>	8.78 ± 0.00 <sup>aY</sup>
D	8.56 ± 0.02 <sup>bcX</sup>	8.05 ± 0.21 <sup>bY</sup>	6.63 ± 0.43 <sup>aX</sup>	8.50 ± 0.48 <sup>aY</sup>
E	8.52 ± 0.09 <sup>bcX</sup>	6.29 ± 0.25 <sup>cY</sup>	6.29 ± 0.04 <sup>aX</sup>	8.45 ± 0.54 <sup>aY</sup>

Q	Coliformes fecales (log <sub>10</sub> UFC*g <sup>-1</sup> )		Hongos (log <sub>10</sub> UFC*g <sup>-1</sup> )	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	3.38 ± 0.00 <sup>aX</sup>	4.04 ± 0.00 <sup>aX</sup>	2.3 ± 0.00 <sup>bX</sup>	2.48 ± 0.48 <sup>acX</sup>
B	2.91 ± 0.54 <sup>aX</sup>	3.80 ± 0.42 <sup>aX</sup>	2.3 ± 0.00 <sup>bX</sup>	2.73 ± 0.05 <sup>cY</sup>
C	2.88 ± 0.87 <sup>aX</sup>	3.65 ± 0.67 <sup>abX</sup>	2.48 ± 0.00 <sup>bX</sup>	2.00 ± 0.00 <sup>bY</sup>
D	1.79 ± 0.77 <sup>bX</sup>	2.78 ± 0.76 <sup>bY</sup>	2.9 ± 0.00 <sup>aX</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>dY</sup>
E	3.38 ± 0.00 <sup>aX</sup>	4.04 ± 0.00 <sup>aX</sup>	2.00 ± 0.00 <sup>cX</sup>	2.26 ± 0.24 <sup>abX</sup>

Q	Levaduras (log <sub>10</sub> UFC*g <sup>-1</sup> )		<i>Staphylococcus aureus</i> (log <sub>10</sub> UFC*g <sup>-1</sup> )	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
A	3.55 ± 0.13 <sup>aX</sup>	5.26 ± 0.49 <sup>abY</sup>	6.63 ± 0.01 <sup>abX</sup>	5.71 ± 0.28 <sup>aY</sup>
B	3.75 ± 0.13 <sup>aX</sup>	4.70 ± 0.25 <sup>bcY</sup>	5.86 ± 0.21 <sup>dbX</sup>	6.37 ± 0.61 <sup>aX</sup>
C	3.11 ± 0.03 <sup>aX</sup>	3.65 ± 0.43 <sup>dX</sup>	6.40 ± 0.14 <sup>acbX</sup>	6.24 ± 0.30 <sup>aX</sup>
D	3.07 ± 0.09 <sup>aX</sup>	5.92 ± 0.00 <sup>aY</sup>	5.16 ± 0.57 <sup>dX</sup>	6.43 ± 0.12 <sup>aY</sup>
E	3.19 ± 0.17 <sup>aX</sup>	4.42 ± 1.09 <sup>cY</sup>	6.65 ± 0.04 <sup>aX</sup>	6.10 ± 1.04 <sup>aX</sup>

Medias en filas con superíndices diferentes (X ó Y) fueron diferentes (p≤0.05)  
Medias en columnas con superíndices diferentes (a, b, c ó d) fueron diferentes (p≤0.05)

Fuente: Villanueva (2012) y elaboración propia con datos experimentales.

En coliformes fecales, el queso D tuvo las cuentas más bajas en ambas épocas, aunque en secas no presento diferencias con el queso C. Entre el resto de los quesos tampoco hubo diferencias en ninguna de las dos épocas. Entre épocas tampoco hubo diferencias, a excepción del queso D, que tuvo cuentas más elevadas en época de secas.

En mesófilos aerobios totales, en época de lluvias no hubo diferencia significativa entre los quesos B, D y E; y el valor más bajo se detectó en el queso A. En época de secas, no hubo diferencias entre los quesos A y C y las cuentas más bajas fueron para los quesos B y E. Entre épocas hubo diferencias sólo para los quesos D y E, siendo las cuentas más altas en temporada de lluvias.

En época de lluvias no se diferenciaron los quesos en las cuentas de coliformes totales, y en época de secas, sólo el queso B fue diferente al resto, presentando cuentas más bajas. En todos los casos, los quesos en época de secas tuvieron cuentas más elevadas de coliformes fecales. Esta tendencia puede explicarse porque en primavera hay mayores temperaturas que pueden favorecer el crecimiento de este tipo de microorganismos.

Estos resultados de manera general, y en gran medida, se explican por el tiempo de reposo prolongado de la leche antes de utilizarse para elaborar el queso, ya que este va desde las tres hasta las seis horas, además de que en las queserías no se han establecido buenas prácticas de manufactura.

Por otro lado, la cantidad de coliformes fecales, que son un indicador de la presencia de materia fecal, mostró contaminación elevada en el producto lo que puede deberse a que la mayoría de las ordeñas se realizan en campo, en corrales totalmente expuestos a corrientes de aire en donde se mezcla polvo y materia fecal del ganado, mismas que van a dar a la leche recién ordeñada, además de que las personas encargadas de llevar a cabo esta actividad no

lavan los pezones de las vacas, ni sus manos. Una desventaja del queso es que su pH va de 5.08 a 5.51 y el contenido de sal es relativamente bajo ya que va del 1.7 al 2.2 por ciento.

De acuerdo con Donnelly, 2007, se han encontrado, de manera general, cuentas más altas de coliformes en quesos blandos en comparación con quesos duros o semi duros, debido a que los primeros, tienden a tener pH más altos, periodos más cortos de maduración, alta actividad de agua y bajas concentraciones de sal.

Además, la autora menciona que los coliformes son sensibles al ácido y que esta sensibilidad aumenta por mucho, con el incremento en la concentración de sal y la disminución de la actividad de agua. Melilli *et al.* (2004), descubrieron que el presalado de la cuajada antes del estiramiento en quesos de pasta hilada, hechos de leche cruda, fue una medida simple y efectiva para reducir las cuentas de coliformes y para prevenir la producción temprana de gas en queso Ragusano.

En el queso D, en época de lluvias, se presentó mayor cuenta de hongos. En época de secas, en el queso A y B se observaron las mayores cuentas, y contrario a lo observado en lluvias, el queso D, tuvo ausencia de estos microorganismos. Entre épocas, sólo los quesos C y D tuvieron cuentas más altas en lluvias que en secas, lo que puede inferirse de que en lluvias las condiciones de mayor humedad, favorecen el desarrollo de hongos. En época de lluvias no hubo diferencias entre los quesos, en las cuentas de levaduras.

En época de secas, el queso D tuvo mayores valores y el C los más bajos. Entre épocas, a excepción del queso C, las cuentas fueron mayores en época de secas que en época de lluvias. También en esta época, para *Staphylococcus aureus* se observó que el queso D tuvo el menor número del patógeno, y en época de secas no hubo diferencia entre los quesos. Entre épocas sólo se observó diferencias entre los quesos A y D, siendo las cuentas más altas en lluvias para el primero, y en secas para el segundo.

La presencia de *Staphylococcus aureus* en las muestras de queso, resultan de un mal manejo en el proceso de ordeña y elaboración del producto ya que este microorganismo indica el contacto directo del humano en los alimentos.

Las cuentas tan altas se deducen de que en el corte de la cuajada después del estilado, al vaciarla a la mezcladora, al pasarla de la mezcladora al molino, en su amasado, en el acondicionamiento para moldearla y en su empaclado y traslado como producto final, a los zarzos o al refrigerador los queseros tienen contacto directo con la cuajada, además de que no usan cubrebocas ni cofia.

El crecimiento de este patógeno puede presentarse aún cuando la  $a_w$  es menor a 0.94 y el pH varía de 4 a 8; en este caso, en todas las muestras el promedio de  $a_w$  fue mayor de 0.97 y el pH se encuentra en el rango antes mencionado, por lo que las características en este queso favorecen el crecimiento del patógeno. Ya que la NOM-243-SSA1-2010 indica que paracualquier producto lácteo, *Salmonella spp.*, debe de estar ausente en 25 g de muestra, todas las queserías se encuentran fuera de norma respecto a este

patógeno también. Alvarado *et al.*, (2011), detectaron presencia de *Salmonella spp.* en dos de cinco marcas de queso adobera de Tepatitlán de Morelos, Jalisco., elaborado con leche cruda. Bachmann y Spahr (1995) inocularon con  $10^4$  y  $10^6$  UFC mL<sup>-1</sup>, *E. coli*, *S. typhimurium*, *S. aureus* y *L. monocytogenes* en queso Suizo semi duro hecho con leche cruda y demostraron que al transcurrir 90 días de maduración, el producto estuvo libre de todos los patógenos (excepto de *L. monocytogenes*).

Los autores concluyeron que las bacterias potencialmente patógenas, excepto *L. monocytogenes*, no sobreviven en este queso producido con buenas prácticas de manufactura, debido al efecto sinérgico de sistemas enzimáticos antimicrobianos activos en la leche fresca, cultivos lácticos iniciadores antagónicos, una rápida acidificación y actividades antimicrobianas de las bacterias ácido lácticas, combinados con condiciones específicas de salado y maduración.

#### **4.2.1.3 Queso Adobera de Quesadilla**

##### **4.2.1.3.1 Análisis del Perfil de Textura**

Los parámetros de dureza, adhesividad, cohesividad, resorteo y masticabilidad variaron entre las muestras de queso provenientes de los diferentes productores (Cuadro 10).

Cuadro 10. Valores medios de las variables mecánicas medidas mediante el Análisis de Perfil de Textura en queso adobera de quesadilla.

Queso	Dureza (N)	Adhesividad (N s)	Cohesividad	Resorteo	Masticabilidad (N)
<b>A</b>	4.34 ± 0.34 <sup>a</sup>	-0.15 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.29 ± 0.07 <sup>d</sup>	0.23 ± 0.03 <sup>d</sup>	5.69 ± 2.26 <sup>a</sup>
<b>B</b>	2.24 ± 0.23 <sup>c</sup>	-0.16 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.51 ± 0.08 <sup>b</sup>	0.25 ± 0.03 <sup>cd</sup>	3.99 ± 0.68 <sup>b</sup>
<b>C</b>	1.52 ± 0.20 <sup>d</sup>	-0.14 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.58 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.33 ± 0.02 <sup>ab</sup>	2.39 ± 0.44 <sup>c</sup>
<b>D</b>	4.51 ± 0.25 <sup>a</sup>	-0.23 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.38 ± 0.03 <sup>c</sup>	0.29 ± 0.04 <sup>bc</sup>	5.16 ± 0.84 <sup>a</sup>
<b>E</b>	3.50 ± 0.29 <sup>b</sup>	-0.13 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.18 ± 0.02 <sup>e</sup>	0.37 ± 0.16 <sup>a</sup>	1.65 ± 0.78 <sup>c</sup>

Superíndices con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre los tratamientos  $p < 0.05$ .

Fuente: elaboración propia con datos experimentales.

El queso con mayor contenido de humedad (C) presentó el valor más bajo en dureza y el queso de menor contenido de humedad y grasa (D) presentó el valor más alto en dureza y el segundo más alto en masticabilidad. El queso E que tuvo el segundo valor en dureza mostró el valor más alto en resorteo. En queso Ras, Awad (2006), observó que la dureza, cohesividad, resorteo y masticabilidad incrementan con la pérdida de humedad ya que ésta actúa como un plastificante en la matriz de proteína, haciéndola menos elástica y más susceptible a fracturarse bajo compresión.

También se ha reportado que las propiedades texturales de los quesos se ven influenciadas por su composición química y que a menor contenido de grasa aumenta la dureza (Kücüköner y Haque, 2006). El queso E que fue el de mayor contenido de grasa, fue el segundo más alto en dureza y presentó los valores más bajos de cohesividad y de adhesividad; Bryant *et al.* (2006) al evaluar la textura de queso Cheddar detectaron que a menor porcentaje de grasa la dureza se incrementa mientras la adhesividad y la cohesividad de los

quesos disminuye y que los atributos de textura fueron influenciados por la naturaleza de la matriz proteica que variaba con la remoción de la grasa.

Beuvier y Buchin (2004), mencionan que la textura de los quesos es la expresión macroscópica de la matriz del queso (v.g. de su composición y organización), y que ésta se forma durante dos etapas del proceso: en su manufactura y en la maduración. Durante la maduración, se forma la matriz, comenzando con la coagulación de la leche, en donde las caseínas se organizan en una red, entrapando a los glóbulos de grasa, agua y burbujas de gas.

La estructura inicial de la red se determina por la composición de la leche y también por las condiciones tecnológicas de la coagulación: parámetros en el cuajado y el trabajo en la tina que influye el contenido de humedad en la cuajada. La red se modifica entonces por acidificación debido a la fermentación de la lactosa, comenzando en la tina y culminando en el molde. La acidificación influye en la desmineralización de las caseínas y su hidratación tanto como en sus interacciones.

#### **4.2.1.3.2 Medición de color**

Los quesos presentaron diferencias significativas en color ( $p < 0.05$ ) como lo muestra el Cuadro 11. Los valores de tono variaron desde 80.72 hasta 82.62°, lo cual indica que las tonalidades se aproximan al amarillo (90°). Los quesos A, C, D y E tuvieron un tono más cercano al amarillo, mientras que el queso B

presentó un valor ligeramente menor. El queso que presentó mayor pureza y mayor índice de amarillamiento fue el B. El queso E obtuvo el color menos puro y el menor índice de amarillamiento.

Cuadro 11. Índice de amarillamiento (IA), tono y pureza en queso adobera de quesadilla.

Queso	IA	Tono*	Pureza
<b>A</b>	43.96 ± 0.54 <sup>c</sup>	82.62 ± 0.42 <sup>a</sup>	23.84 ± 0.34 <sup>c</sup>
<b>B</b>	54.14 ± 1.33 <sup>a</sup>	80.72 ± 0.68 <sup>d</sup>	29.63 ± 0.92 <sup>a</sup>
<b>C</b>	52.24 ± 0.49 <sup>b</sup>	81.77 ± 0.57 <sup>bc</sup>	28.47 ± 0.32 <sup>b</sup>
<b>D</b>	51.65 ± 1.46 <sup>b</sup>	81.34 ± 0.49 <sup>c</sup>	28.19 ± 1.02 <sup>b</sup>
<b>E</b>	41.75 ± 0.92 <sup>d</sup>	82.24 ± 0.31 <sup>ab</sup>	22.95 ± 0.55 <sup>d</sup>

\*Valores expresados en grados

Superíndices con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre los tratamientos  $p < 0.05$ .

Fuente: elaboración propia con datos experimentales.

Olson *et al.*, (2011) evaluaron el color en muestras de queso Chihuahua hechos con leche cruda y con leche pasteurizada en dos épocas del año (primavera y verano). La estacionalidad no tuvo un efecto significativo en el cambio de color total, pero el tipo de leche usada sí, sobre todo al incrementar el tiempo de envejecimiento de los quesos (siendo mayor el cambio en los quesos de leche cruda).

La composición el alimento consumido por las vacas ha sido asociado con las diferencias de color debido al mayor contenido de caroteno de las vacas que consumen pastos de montaña (Verdier-Metz *et al.*, 2000). Se ha demostrado que los consumidores consideran el color como un atributo de calidad importante en los quesos ya que lo relacionan con el control en su proceso.

#### 4.2.1.3.3 Análisis sensorial descriptivo

Se generaron 10 atributos para caracterizar el sabor, aroma, color y la textura del queso adobera de quesadilla (Cuadro 12). Estos se clasificaron en atributos de aroma, apariencia, textura, sabor y sensación residual.

Cuadro 12. Descriptores sensoriales y referencias para la evaluación de queso adobera de quesadilla.

Atributo	Descripción	Referencia e intensidad
<b>Aroma</b>		
Ácido propiónico	Aroma característico del ácido propiónico, se evoca como el olor a pies.	Queso Cotija. Intensidad =12.8
Leche fermentada	Aroma que evoca al de la leche búlgara.	Leche de búlgaros. Intensidad =10.1
Establo	Aroma que evoca el estiércol de vaca.	Estiércol seco de vaca. Intensidad =11
<b>Apariencia</b>		
Color	El grado de presencia del tono amarillo del espectro visible.	Queso manchego. Intensidad =8.5
<b>Textura</b>		
Untuosidad	Facilidad para extender la muestra sobre el paladar usando la lengua en un movimiento de adelante hacia atrás.	Queso crema comercial. Intensidad = 15
Granulosidad	Presencia de partículas gruesas que se perciben al extender la muestra sobre el paladar.	Queso tipo requesón. Intensidad = 12.2
Cohesividad	Grado en que la muestra puede ser deformada sin romperse al colocarse dentro de la boca y presionarla con los molares.	Galletas saladas. Intensidad = 0
<b>Sabor</b>		
Ácido	Uno de los gustos básicos, como el producido por los ácidos.	Solución de ácido cítrico al 0.175%. Intensidad = 9
Salado	Uno de los gustos básicos, como el producido por la sal común.	Queso Cotija. Intensidad =12.2
<b>Sensación residual</b>		
Grasoso	Sensación de recubrimiento en la boca que permanece después de deglutir.	Queso Gouda. Intensidad =11

Fuente: Elaboración propia con propuestas de los panelistas.

Durante el entrenamiento de los once panelistas seleccionados inicialmente, se observaron interacciones cruzadas y de magnitud, mismas que fueron disminuyendo al transcurrir la familiarización de los participantes con la metodología y la evaluación del queso.

En la prueba final se consideró sólo a nueve panelistas que mostraron ser más precisos y consistentes en las pruebas. Finalmente, se logró un buen desempeño del panel, mismo que se evidenció al no existir interacciones significativas ( $p < 0.05$ ) para las variables estudiadas, a excepción de “sabor a leche fermentada”. El análisis descriptivo demostró diferencias en todos los atributos (Cuadro 13).

Cuadro 13. Valores de intensidad para los atributos identificados en queso adobera de quesadilla.

	Queso				
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Aroma a ácido propiónico	4.4 ± 3.00 <sup>d</sup>	3.8 ± 1.96 <sup>bc</sup>	6.7 ± 2.06 <sup>a</sup>	3.4 ± 1.93 <sup>c</sup>	3.5 ± 2.05 <sup>c</sup>
Aroma a leche fermentada	3.8 ± 2.09 <sup>b</sup>	5.8 ± 1.79 <sup>a</sup>	3.3 ± 2.06 <sup>b</sup>	5.9 ± 1.86 <sup>a</sup>	5.6 ± 2.07 <sup>a</sup>
Aroma a estable	4.3 ± 2.92 <sup>b</sup>	2.5 ± 1.77 <sup>c</sup>	6.7 ± 2.43 <sup>a</sup>	2.2 ± 1.64 <sup>c</sup>	2.0 ± 1.65 <sup>c</sup>
Color	3.9 ± 2.13 <sup>c</sup>	7.1 ± 1.34 <sup>a</sup>	6.8 ± 1.15 <sup>a</sup>	5.4 ± 1.89 <sup>b</sup>	4.1 ± 2.43 <sup>c</sup>
Untuoso	6.3 ± 2.69 <sup>b</sup>	6.2 ± 1.63 <sup>b</sup>	8.9 ± 1.78 <sup>a</sup>	4.9 ± 2.06 <sup>c</sup>	4.6 ± 2.51 <sup>c</sup>
Granuloso	4.8 ± 2.45 <sup>c</sup>	5.3 ± 3.12 <sup>c</sup>	2.1 ± 1.54 <sup>d</sup>	6.9 ± 2.10 <sup>b</sup>	7.8 ± 2.24 <sup>a</sup>
Cohesivo	4.1 ± 3.23 <sup>c</sup>	5.6 ± 2.45 <sup>b</sup>	6.9 ± 2.27 <sup>a</sup>	3.9 ± 2.66 <sup>c</sup>	1.9 ± 1.29 <sup>d</sup>
Sabor ácido	5.6 ± 2.42 <sup>b</sup>	5.0 ± 1.44 <sup>b</sup>	5.4 ± 2.51 <sup>b</sup>	5.1 ± 1.61 <sup>b</sup>	7.0 ± 1.51 <sup>a</sup>
Sabor Salado	6.6 ± 2.04 <sup>a</sup>	4.1 ± 1.50 <sup>c</sup>	5.3 ± 2.27 <sup>b</sup>	4.7 ± 1.75 <sup>bc</sup>	5.0 ± 1.90 <sup>b</sup>
Grasoso	4.1 ± 1.97 <sup>bc</sup>	4.6 ± 1.68 <sup>b</sup>	6.9 ± 1.52 <sup>a</sup>	3.7 ± 1.28 <sup>cd</sup>	3.1 ± 1.50 <sup>d</sup>

Superíndices con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre los tratamientos  $p < 0.05$ .

Fuente: elaboración propia con datos experimentales.

Los quesos A y C fueron los que tenían mayor contenido de sal y también fueron evaluados como los más salados. El queso B que fue el de menor porcentaje de sal, también fue evaluado con el valor más bajo para este atributo. Se observó menor variación para los atributos de aroma a leche fermentada y sabor ácido (con una variación máxima de 2.1 puntos entre los quesos y para cada atributo). La variación de las intensidades de los descriptores sensoriales del queso adobera de quesadilla se visualizan mejor en la Figura 29.

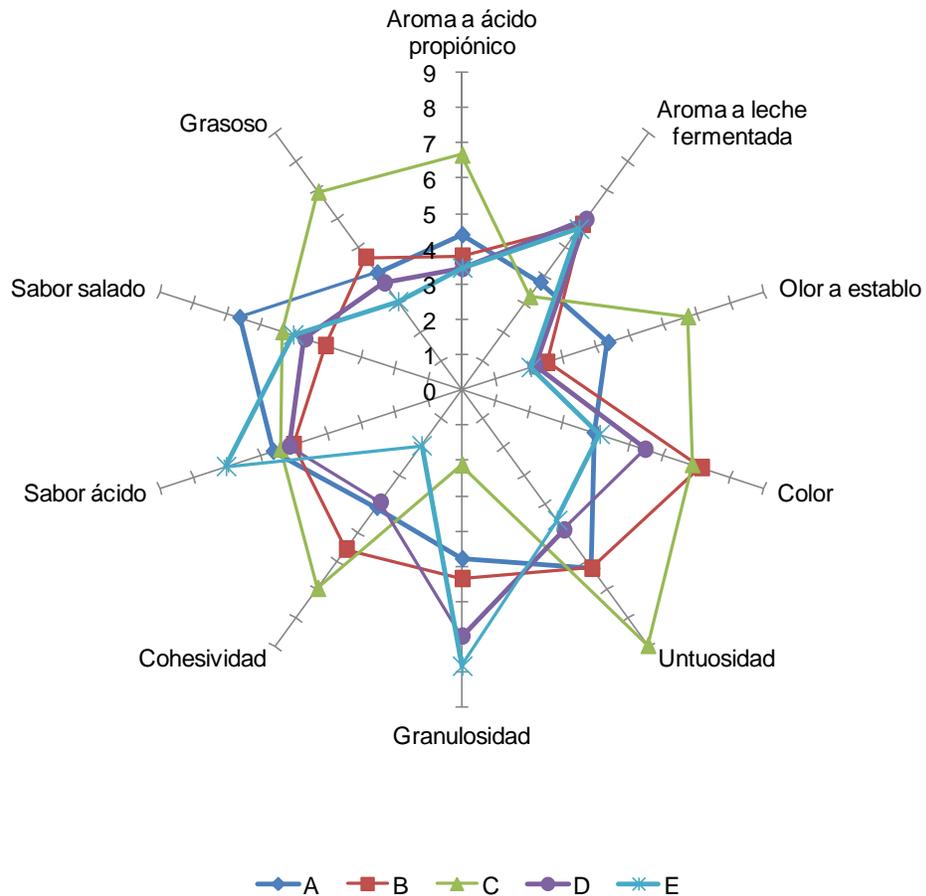


Figura 29. Medias de los valores de intensidad de los atributos sensoriales identificados en el queso adobera de quesadilla.

El queso E, evaluado como el más ácido, presentó el pH más bajo, siendo diferente de manera significativa al resto de los quesos, tanto química como sensorialmente. Por otro lado, sí hubo una mayor variación entre los quesos para los atributos de granulosidad, cohesividad y grasoso

Las variaciones en el perfil sensorial de las muestras se atribuyen a las diferencias en la alimentación del ganado, así como en los procesos de moldeado, molido y prensado de cada quesería, además, sin menospreciar el rol de otros factores, tal como lo indican Callon *et al.* (2005), los microorganismos son necesarios para el desarrollo de las características sensoriales, por medio de la acidificación de la pasta y otras actividades metabólicas, y en este caso, la flora nativa presente en la leche usada para elaborar el queso seguramente varió entre cada quesería.

De hecho, este mismo autor menciona que cuando se comparan las propiedades sensoriales de quesos hechos con leche cruda, con aquellos hechos con leche pasteurizada o microfiltrada, se detecta que la microflora nativa de la leche es un factor determinante en la obtención de propiedades sensoriales específicas de quesos hechos con leche cruda.

El análisis de componentes principales de los datos descriptivos mostró que los dos primeros componentes principales (CPs) explicaron el 94% de la variabilidad de los quesos (Cuadro 14). El primer componente principal (CP1) explicó el 69% de la varianza de los datos y se correlacionó en forma positiva

con los atributos de untuosidad, cohesividad y grasoso; y se correlacionó de manera negativa con el atributo de granulosidad. El segundo componente principal (CP2) explicó el 25% de la varianza y se correlacionó de manera positiva con el atributo sabor salado y de manera negativa con el de aroma a leche fermentada.

Cuadro 14. Cargas de correlación de los primeros dos componentes principales del ACP de los atributos sensoriales del queso adobera de quesadilla.

Atributos	CP1	CP2
Aroma a ácido propiónico	<b>0.36</b>	0.12
Aroma a leche fermentada	-0.31	-0.37
Aroma a establo	<b>0.36</b>	0.21
Color	0.22	<b>-0.51</b>
Untuoso	<b>0.38</b>	0.01
Granuloso	<b>-0.38</b>	-0.04
Cohesivo	<b>0.35</b>	-0.24
Sabor ácido	-0.19	0.38
Sabor Salado	0.09	<b>0.58</b>
Grasoso	<b>0.37</b>	-0.09

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales

#### 4.2.1.3.4 Prueba de aceptabilidad

La aceptabilidad del queso evaluado por los consumidores presentó diferencias ( $p < 0.05$ ). El rango de los puntajes se encontró entre 5.32 y 6.73. Los quesos B (6.73<sup>a</sup>) y D (6.47<sup>a</sup>) obtuvieron los puntajes más altos en aceptabilidad global y los quesos E (5.38<sup>cb</sup>) y A (5.32<sup>c</sup>) fueron evaluados con los puntajes más bajos.

Las muestras más aceptadas (o las menos rechazadas) presentaron mayores puntajes en los atributos de aroma a leche fermentada y en color y los valores

más bajos en sabor salado y sabor ácido. La Figura 30 muestra el mapa de preferencia interno para el queso adobera de quesadilla.

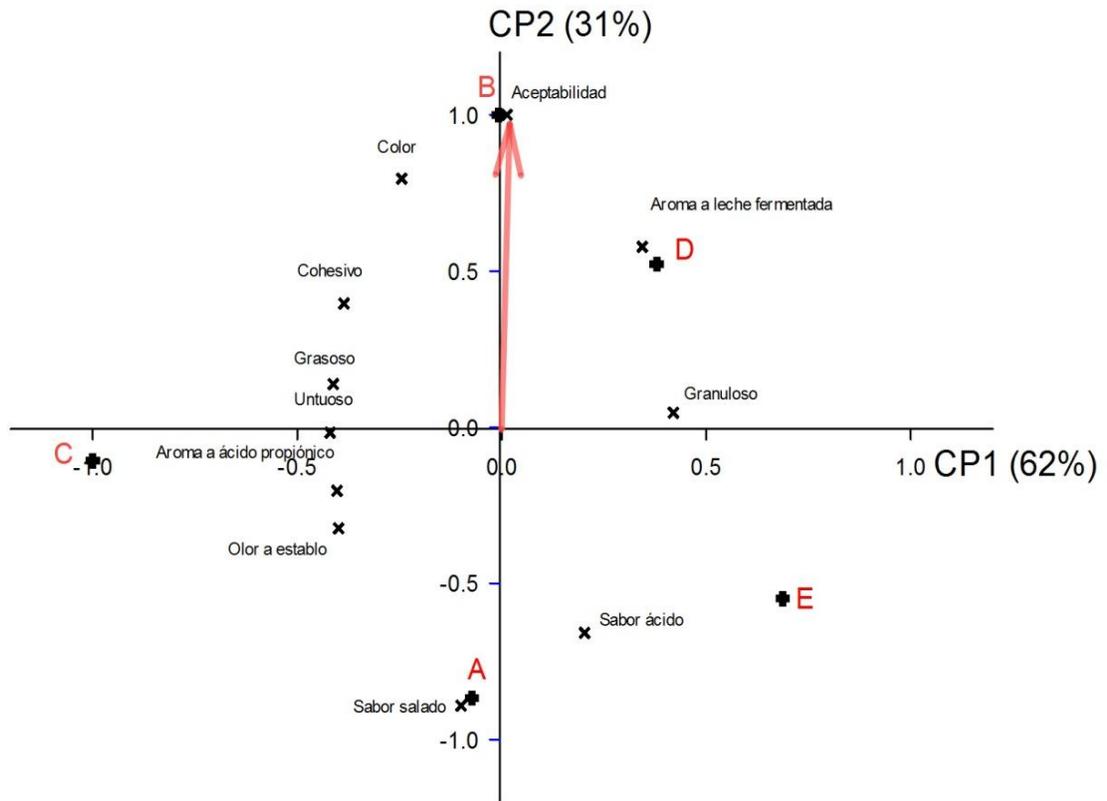


Figura 30. Mapa de preferencia interno para la aceptabilidad global del queso adobera de quesadilla.

El queso B presentó también el mayor índice de amarillamiento y fue el más preferido, este resultado es contrario a lo reportado por Ritvanen *et al.*, (2010), ya que al efectuar un QDA en quesos tipo Havarti reducidos en grasa, concluyeron que los quesos menos aceptados fueron los más amarillos y suaves. La muestras A y E, que fueron las menos aceptadas, presentaron valores más altos en los atributos de sabor salado y ácido. La muestra A fue la segunda en el atributo de olor a establo.

#### 4.2.1.3.5 Relaciones entre variables

El PLS1 de los datos descriptivos (X) y la aceptabilidad (Y) mostró buena correlación ( $r=0.98$ ). Para las variables descriptivas, el CP1 explicó el 61% y el CP2 el 25% y para la variable de aceptabilidad el CP1 explicó el 97% y el CP2 el 1%. En el Cuadro 15 se observa que las variables que mayor peso tienen, en valor absoluto, en el CP1 fueron la aceptabilidad, el color y el sabor salado (esta última negativamente). En el CP2 las variables de mayor peso fueron untuosidad, cohesividad y granulosidad (negativamente).

Cuadro 15. Cargas de correlación de los primeros dos componentes principales del PLS1.

Atributos	CP1	CP2
Aceptabilidad	<b>0.63</b>	0.05
Aroma a ácido propiónico	-0.17	0.45
Aroma a leche fermentada	0.40	-0.42
Olor a establo	-0.25	0.47
Color	<b>0.48</b>	0.30
Untuosidad	-0.06	<b>0.50</b>
Granulosidad	0.08	<b>-0.52</b>
Cohesividad	0.20	<b>0.51</b>
Sabor ácido	-0.38	-0.39
Sabor salado	<b>-0.58</b>	0.16
Grasoso	0.04	0.48

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

Se analizó la relación entre las variables composicionales y las variables del análisis descriptivo empleando PLS2. La interpretación de los resultados mostró que las variables que tuvieron mayor correlación fue el aroma a ácido

propiónico, el aroma a leche fermentada y el olor a establo. Para esas variables de mayor correlación se corrió el PLS1 entre la variable y el conjunto de datos composicionales (Cuadro 16).

Cuadro 16. Coeficientes de correlación entre las variables composicionales y las variables descriptivas del queso adobera de quesadilla.

Atributos	PLS2	PLS1
Aroma a ácido propiónico	<b>0.90</b>	<b>0.82</b>
Aroma a leche fermentada	<b>0.80</b>	<b>0.97</b>
Olor a establo	<b>0.88</b>	<b>0.95</b>
Color	0.02	NS
Untuosidad	0.69	NS
Granulosidad	0.28	NS
Cohesividad	0.62	NS
Sabor ácido	0.00	NS
Sabor salado	0.23	NS
Grasoso	0.62	NS

NS=No significativo

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

Las variables composicionales NaCl y humedad tienen correlación con las variables sensoriales de olor a establo, aroma a ácido propiónico, grasoso y untuosidad (Figura 31).

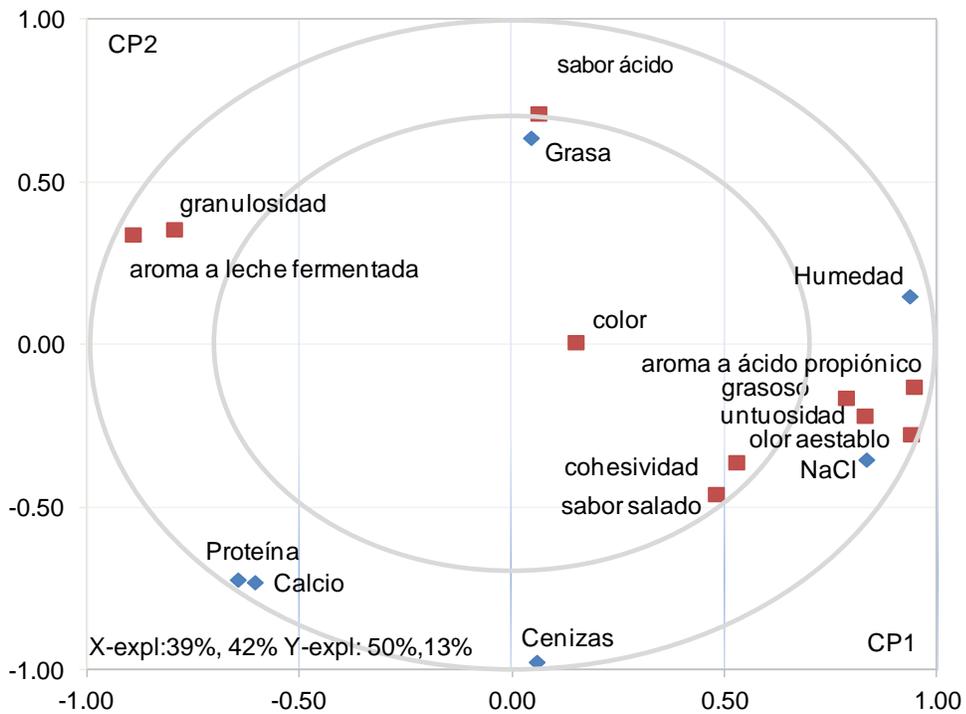


Figura 31. Correlación de las variables composicionales con las variables sensoriales.

La variable instrumental de grasa se correlaciona con la variable sensorial de sabor ácido. La variable de granulosidad tiene correlación con el aroma a leche fermentada y la variable de contenido de proteína con la de contenido de calcio.

También se analizó la relación entre los atributos fisicoquímicos y las variables descriptivas del queso. Se observó que los atributos de cohesividad, sabor ácido, sabor salado y color tuvieron una alta correlación con los atributos fisicoquímicos en el PLS1 (Cuadro 17).

Cuadro 17. Coeficientes de correlación entre las variables fisicoquímicas (aw,ph, tono, pureza, IA) y las variables descriptivas del queso adobera de quesadilla.

Atributos	PLS2	PLS1
Aroma a ácido propiónico	0.53	NS
Aroma a leche fermentada	0.73	NS
Olor a establo	0.66	NS
Color	<b>0.92</b>	<b>0.97</b>
Untuosidad	0.61	NS
Granulosidad	0.71	NS
Cohesividad	<b>0.86</b>	<b>0.88</b>
Sabor ácido	<b>0.83</b>	<b>0.83</b>
Sabor salado	<b>0.97</b>	<b>0.96</b>
Grasoso	0.65	NS

NS= No significativo

Fuente: elaboración propia con datos experimentales

En la Figura 32 podemos ver que las variables de pureza e índice de amarillamiento tienen alta correlación con la variable sensorial de color.

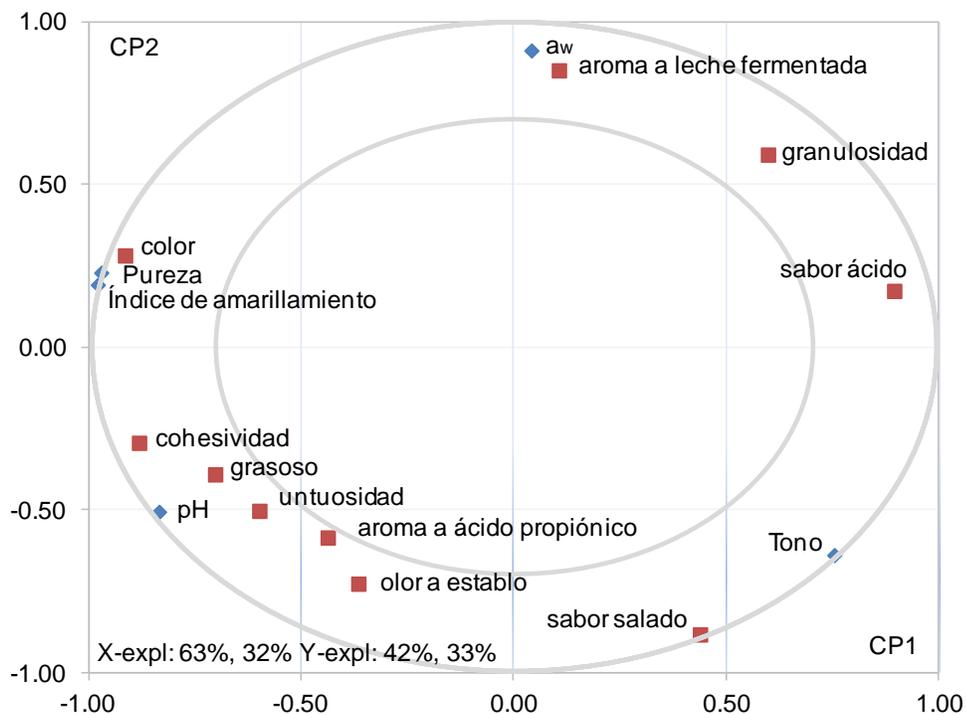


Figura 32. Correlación de las variables fisicoquímicas con las variables sensoriales.

El primer componente de la matriz “X” explica el 63% y el segundo explica el 32% (total 95%). El primer componente de la matriz “Y” explica el 42% y el segundo 33% (total 75%). Al analizar la relación entre el perfil de textura y las variables del análisis descriptivo observamos que los atributos color y cohesividad tienen una buena correlación con las propiedades texturales de los quesos en el PLS1 (Cuadro 18).

Cuadro 18. Coeficientes de correlación entre las variables de perfil de textura y las variables descriptivas del queso adobera de quesadilla.

Atributos	PLS2	PLS1
Aroma a ácido propiónico	0.53	NS
Aroma a leche fermentada	0.13	NS
Olor a establo	0.37	NS
Color	<b>0.77</b>	<b>0.94</b>
Untuosidad	0.67	0.66
Granulosidad	0.56	NS
Cohesividad	<b>0.72</b>	<b>0.96</b>
Sabor ácido	0.14	NS
Sabor salado	0.13	NS
Grasoso	0.77	0.72

NS= No significativo

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

De la Figura 33 observamos que la variable instrumental de cohesividad tiene alta correlación con la variable sensorial de cohesividad. Las variables sensoriales de color, grasoso y untuosidad tienen también buena correlación.

El primer componente de la matriz “X” explica el 43% y el segundo el 37% (total 80%). El primer componente de la matriz “Y” explica el 48% y el segundo el 13% (61%).

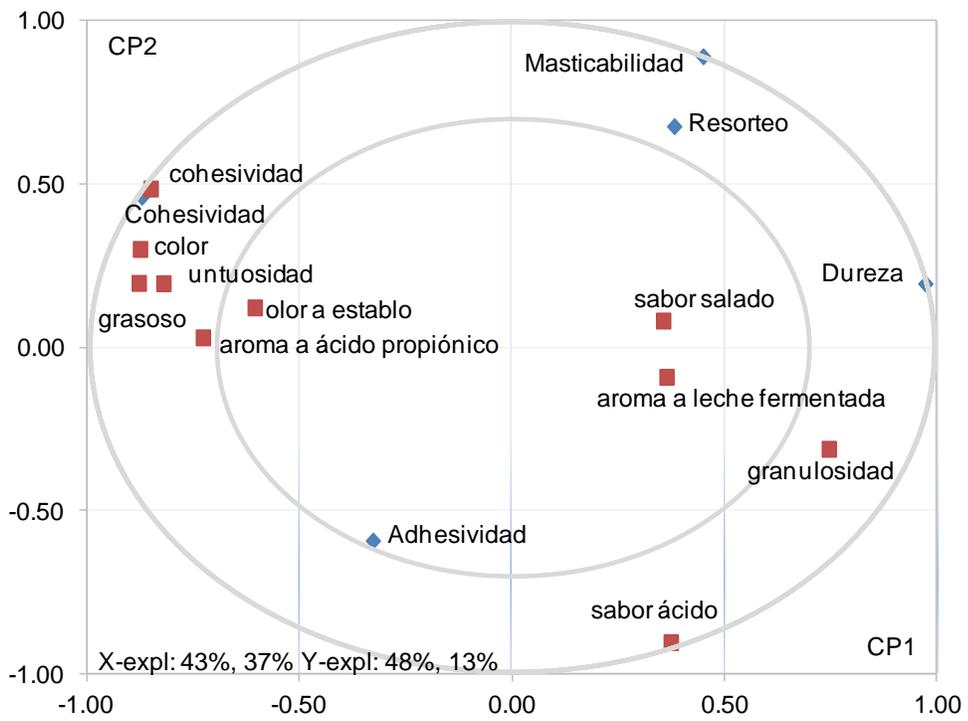


Figura 33. Correlación de las variables del perfil de textura con las variables sensoriales.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

- Las leches presentaron diferencia en sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas, éstas se atribuyen a la variación en los sistemas de producción ganadera, es decir, a los diversos tipos de razas y sus cruza, a la alimentación de los animales, a las condiciones de ordeño y manejo de la leche y a la época del año.
- El queso adobera en sus dos variedades, es un alimento nutritivo, y que cumple con la NMX-F-713-COFOCALEC-2005 en lo referente a las especificaciones mínimas de contenido de humedad, grasa y proteína, clasificándose como un producto semiblando y semigraso.
- Los resultados microbiológicos indican que el queso no satisface la NOM-243-SSA1-2010 en las cifras de coliformes totales y fecales, hongos y levaduras y en los patógenos *Staphylococcus aureus* y *Salmonella spp.*
- Existe variación en las condiciones de producción del Queso Adobera en sus dos modalidades, lo cual se atribuye al *saber hacer* tradicional, aprendido por cada quesero.
- Es un producto que forma parte fundamental del sustento de todos los actores del sistema, como ganaderos y queseros, además de los que de

ellos dependen, por lo que tiene gran valor económico, además de social y cultural.

- El sistema agroindustrial que produce el Queso Adobera de Soyatlán del Oro, presenta las siguientes fortalezas: tradición en la elaboración de este producto por más de cien años, recursos naturales y culturales locales bien identificados y disponibles; cierta articulación entre los proveedores de leche y los queseros, así como buena reputación del producto, auténtico, y de alta calidad nutritiva y sensorial, bien apreciada socialmente.
- El carácter artesanal en la elaboración del queso no debe ignorar el aspecto sanitario, ya que las cifras microbiológicas revelan que el producto está fuera de los límites que marca la normatividad mexicana vigente (NOM-243-SSA1-2010), por lo que es urgente poner en práctica condiciones de manejo higiénico durante la ordeña y la elaboración del mismo.
- Este trabajo permite ver alternativas a la pasteurización de la leche, como el cuidado higiénico en su manejo y en la elaboración del queso además de las fermentaciones que pueden suceder en este último. Lo anterior permitiría obtener un alimento inocuo manteniendo la diversidad de microorganismos en la leche cruda y la riqueza de los quesos que con

esta materia prima se elaboran, los cuales son distinguidos por sus atributos sensoriales.

- Esta investigación puede servir como referencia para definir los parámetros que caracterizan al queso adobera de esta región, mismos que puede usarse para realizar mejoras que permitan incrementar su calidad y otorgue beneficios permanentes a todos los agentes que participan en esta cadena agroindustrial.
- Lo anterior sugiere que este queso, con calidad ligada al origen, puede constituirse en un factor de desarrollo local en los municipios donde se elabora, si aumenta su difusión en el mercado como producto distinguido; más si se considera el interés de varios agentes de la cadena agroindustrial para rescatar y revalorizar este queso genuino, quienes pueden contribuir en recabar información de la importancia y cualidades de este producto y capacitar a ganaderos y queseros. Por ejemplo, otorgándoles propuestas de mejora de las condiciones de manejo sanitario durante la ordeña de la leche y hechura del queso.
- Empero se percibe necesaria la integración de los queseros en una organización formal, y el involucramiento sostenido de instituciones gubernamentales que favorezcan la acción conjunta de los queseros organizados.

- El queso Adobera de Soyatlán del Oro, demuestra ser un alimento auténtico, tradicional y nutritivo, con características específicas y propias del territorio en donde se elabora, además de tener fama dentro y alrededor de los municipios, por lo que ésta se puede aprovechar y promocionar sus cualidades y que sus productores obtengan mayores beneficios durante su comercialización.

## Propuestas

- Los ganaderos deben de fomentar entre sus trabajadores las buenas prácticas ganaderas, al menos las más básicas, como el lavado minucioso de los recipientes en donde colectan la ordeña, efectuar el lavado de los pezones y de sus manos con agua limpia, realizar el despunte, filtrar la leche cuando se vierte en los recipientes de colecta y mantener éstos últimos tapados y ubicados en áreas donde no pueda contaminarse la leche.
- Los corrales tienen que permanecer en condiciones de limpieza aceptables, retirando el estiércol para evitar que éste se acumule y que la leche sea más susceptible de contaminarse. Además, el personal que ordeña y que transporta la leche debe estar debidamente aseado y usar ropa limpia, evitando el contacto directo con la leche.
- Los colaboradores de las queserías deben de usar cofia y cubre bocas, además deben lavarse las manos frecuentemente, ya que en la mayor parte del proceso, toman con las manos la cuajada, por ejemplo, para introducirla a la revolvedora o al molino, para salarla y para moldearla.
- Los queseros deben de realizar limpieza y desinfección de instalaciones, equipos y superficies de contacto con los quesos, porque durante el

tiempo de estudio de los procesos, sólo se observó que se realizaba una limpieza de manera superficial y utilizando únicamente agua.

- Cuando el producto sea almacenado en zarzos, éstos deben estar ubicados en cuartos aislados, debido a que en las queserías se identificó que los quesos estaban expuestos a corrientes de aire y que cerca de los zarzos había incluso animales; y si es refrigerado, no debe guardarse junto con otros alimentos (v.g. carne) y el refrigerador debe limpiarse al menos una vez por semana.
- Las bolsas de plástico con las que son empacados, deben estar en resguardo, es decir, de mantenerse dentro de algún contenedor o envueltas en un material que evite que puedan contaminarse.
- Se pueden realizar modificaciones al proceso, por ejemplo, asegurar que la acidez de la pasta baje de pH hasta 5.1-5.3 y emplear mayor porcentaje de sal (v.g. 3 por ciento) para que aparte de que se mejoren sus propiedades fundentes, se inhiba el crecimiento de los microorganismos inicialmente presentes en la leche.
- Al ser un producto de alta actividad de agua (ca. 0.968), se sugiere realizar los análisis microbiológicos como máximo al siguiente día de su elaboración, y con estos resultados inferir si es que deben venderse para consumo inmediato, esto es porque en esta investigación se

evaluaron los productos a los cuatro (adobera de quesadilla) y a los seis días (adobera de mesa) de su fabricación, periodo durante el cual se conservaron en refrigeración, lo cual pudo favorecer que en vez de madurarse y de bajar su actividad de agua, se mantuviera su humedad y proliferarán más los microorganismos inicialmente presentes.

## Bibliografía

- Alais, Ch. (1985). Ciencia de la leche: principios de técnica lechera. Ed. Reverté. España. pp: 873.
- Albenzio, M., Corbo, M.R., Rehman, S.U., Fox, P.F., De Angelis, M., Corsetti, A., manualma Sevi, A. y Gobbetti, M. (2001). Microbiological and biochemical characteristics of Canestrato Pugliese cheese made from raw milk, pasteurized milk or by heating the curd in hot whey. *International Journal of Food Microbiology*. 67. pp: 35-48.
- Alvarado G. J., Acevedo Z, Y., Gómez, N. I.L., Montoya, G. M. A., Serna, L. A. A., Anaya, E. L. M., y Villagran de la M. B. A. (2011). Evaluación de la calidad microbiológica, presencia de patógenos, antibióticos y adulteración en quesos frescos en Tepatitlán de Morelos, Jalisco. XII Congreso Internacional Inocuidad de Alimentos. Noviembre 2011.
- Aparicio, S. (2011). Evolución de la microflora bacteriana total y coliforme y detección de patógenos en Queso Crema de Chiapas. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp:
- Awad, S. (2006). Texture and flavour development in Ras cheese made from raw and pasteurised milk. *Food Chemistry*. 97. pp: 394-400.
- Bachmann, H.P., Fröhlich-Wyder, M.T., Jakob, E., Roth, E., Wechsler, D., Beuvier, E., y Buchin, S. (2011). Raw milk cheeses. En: *Encyclopedia of Dairy Sciences*. (Eds. Fuquay J.W., Fox P.F. y McSweeney P.L.H.) Segunda edición. Vol. 1. pp: 652-660. Ed. San Diego Academic.
- Bachmann, H.P., Fröhlich-Wyder, M.T., Jakob E., Roth, E., Wechsler, D., Beuvier, E., y Buchin, S. (2006). Cheese. Raw milk cheeses. *Food Control*. 17. pp: 229-233.
- Bachmann, H. P. y Saphr, U. (1995). The fate of potentially pathogenic bacteria in Swiss hard and semihard cheeses made from raw milk. *J. Dairy Sci*. 78. 476-483.
- Ballesteros, C., Poveda, J.M., González-Viñas, M.A., y Cabezas, L. (2006). Microbiological, biochemical and sensory characteristics of artisanal and industrial Manchego cheeses. *Food Control*. 17. pp: 249-255.
- Battro, P. (2010). Quesos Artesanales. Historia-Descripción- Elaboración. Ed. Albatros Saci. Argentina. pp: 161.
- Beresford, P.T, Fitzsimons, A. N., Brennan, L. N., Cogan M. T. (2001). Recent Advances in Cheese Microbiology, *Int. Dairy Journal*, 11. pp: 259-254.

- Bertozzi, L. y Panari, G. (1994). Cheeses with Apellation d'Origine Controlée (AOC): factors that affect quality. *Int. Dairy J.* 3. 297-312.
- Beuvier, E. y Buchin, S. 2004. Raw Milk Cheeses. En: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. 3<sup>rd</sup> Ed. Por P.F. Fox, P.L.H. Mc Sweeney, T. Cogan y T. Guinee. Elsevier.
- Bonetta, S., Coisson, J.D., Barile, D., Bonetta, S., Travaglia, F., Piana, G., Carraro, E. y Arlorio, M. (2008). Microbiological and Chemical Characterization of a Typical Italian Cheese: Robiola di Roccaverano. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56. pp: 7223-7230.
- Bramley, A.J. & McKinnon, C.H. (1990). The microbiology in raw milk. En: *Dairy Microbiology*, 2<sup>nd</sup> edn, Vol. 1, (ed. R.K. Robinson), pp. 163-208, Elsevier Science Publishers, London.
- Bruckmeier, K., y Tovey, H. (2007-2008). Dinámicas del conocimiento, identidad territorial y desarrollo rural sustentable en la Unión Europea. *Opera*. 7. pp: 85-106.
- Bryant, A., Ustunol, Z., y Steffe, J. (2006). Texture of Cheddar Cheese as Influenced by Fat Reduction. *Journal of Food Science*. 60. pp: 1216-1219.
- Caldentey, A. P. y Gómez, M. A. C. (1997). Productos agroalimentarios típicos y territorio. *Alimentos con historia. Alimentos de calidad. Distribución y consumo*. pp. 69-75.
- Callon, C., Berdagué, J. L., Dufour, E., y Montel, M.C. (2005). The effect of raw milk microbial flora on the sensory characteristics of salers-type cheeses. *J. Dairy Sci.* 88. 3840-3850.
- Castro, M. A. (2012). Determinación de la microbiota mesófila aerobia, coliforme y patógena (*Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*) de queso adobera de mesa de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Castro, L.C.J., Sánchez, R.G., Iruegas, E.L.F., y Saucedo, L.G. (2001). Tendencias y oportunidades de desarrollo de la red leche en México. En: *FIRA Boletín Informativo*. Vol. XXXIII. No. 317. 9a. Época. Año XXX. Septiembre, México, D.F.
- Cervantes E. F., Villegas de Gante A., Cesín V. A. y Santos M. A. (2010). El sistema agroindustrial lácteo. En: *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010*. Vol II. Agroindustria, Comercio y Mercados (Coord. Valle G.

- S). Editorial Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. pp: 217-242.
- Cesín Vargas, A., Cervantes E. F. (2009). Ganadería lechera mexicana. Situación actual, retrovisión y perspectivas. En: La lechería familiar en México. (Coord. Álvarez M. A). Editorial Manuel Porrúa. México. pp: 13-29.
- Chambers, J.V. (2002). The microbiology of raw milk. En: Dairy Microbiology Handbook, 2<sup>rd</sup> edn Vol. 1, (ed. R.K. Robinson), pp: 39-90, John Wiley & Sons, New York.
- Cochran, W. G. y Cox, G.M. 2008. Diseños experimentales. Editorial Trillas. México.
- Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados. (2005) NMX-F-713-COFOCALEC-2005. Sistema producto leche-alimentos-lácteos-queso y queso de suero-denominaciones, especificaciones y métodos de prueba.
- Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados. (2004). NMX-F-700-COFOCALEC-2004. Sistema producto leche-Alimento lácteo leche cruda de vaca- Especificaciones físico-químicas y sanitarias y métodos de prueba.
- D'Amico, D.J. y Donnelly, C.W. (2010). Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont: Effect of farm characteristics and practices. *Journal of Dairy Science*. 93 (1). pp:134-147.
- De Buyser, M. L., Dufour, B., Marie, M. y Lafarge, V. (2001). Implication of milk and milk products in food borne diseases in France and in different industrialized countries. *Int. J. Food Microbiol*. 67. 1-17.
- Del Valle, M. (2007). Sistema de innovación y transformaciones socioeconómicas de la agroindustria de los quesos en México. VII Congreso ALASRU, 2007.
- Diccionario agrícola. En: [www.inforagro.com](http://www.inforagro.com). (Fecha de consulta: Septiembre, 2012).
- Domínguez, L. A., Villanueva, C. A., Arriaga, J. C. M., Espinosa, O. A. (2011). Alimentos artesanales y tradicionales: el queso Oaxaca como un caso de estudio del centro de México. *Estudios sociales*. 19. 38. pp: 165-193.
- Donnelly, W. C. 2007. What factors should be considered to reduce coliform counts?. *Pathogens and food poisoning bacteria*. En: *Cheese problems solved*. (Ed. McSweeney, P.L.H.). Ed. CRC. Nueva York. pp: 143-144.

- Donnelly, C.W. (2004). Growth and survival of microbial pathogens in cheese. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Vol.1. pp: 541-555. General Aspects- Elsevier Ltd. NY, EUA.
- Donnelly, C. W. (2001): Factors associated with hygienic control and quality of cheeses prepared from raw milk: a review. Bulletin 369. International Dairy Federation, Brussels. pp. 16-27.
- Donnelly, C.W. (1998). Factors Associated with Hygienic Control and Quality of Cheeses Prepared from Raw Milk: A Review. Journal of Food Protection. 61. pp: 1405-1407.
- Dumais, R., Blais, J. A., y Conrad, F. (1991). Queso. En: Ciencia y tecnología de la leche. (ed. Amiot, J.) Ed. ACRIBIA, S.A. España. pp: 246-296.
- Estepar, J., Sánchez, M.D.M., Alonso, L., y Mayo, B. (1999). Biochemical and microbiological characterization of artisanal "Peñamellera" cheese: analysis of its indigenous lactic acid bacteria. International Dairy Journal. 9. pp: 737-746.
- FAO, (2011) Base de datos FAOSTAT. En línea: [www.fao.org](http://www.fao.org). (consulta: 9 de Septiembre de 2012).
- FAO, (2010) Base de datos FAOSTAT. En línea: [www.fao.org](http://www.fao.org). (consulta: 9 de Septiembre de 2012).
- FAO. (1997). Estudio mundial de la agricultura y alimentación. Ed. FAO. Roma, Italia.
- Flores V. J. J. y Villegas de G. A. 1990. ¿Los Quesos de Leche Bronca, Condenados a Desaparecer. Programa Interdisciplinario Agricultura Agroindustria (PIAI). Universidad Autónoma Chapingo (mimeografiado).
- Fox, P. F., McSweeney P.L.H., Cogan T. M., y Guinee T. P., (2004). Cheese chemistry, physics and microbiology. Vol 2. 3ra Edición. Ed. Elsevier academic press, EUA. pp: 564.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M. McSweeney, P. H. L. (2000). Fundamentals of cheese science. Ed. Aspen Publication. USA. pp: 343.
- Gerrini, P. y Prost, A. (2003). "Conjuguer l'Elaboration, Techniques, et Enjeux Socio-economiques. Construction de L'AO Broccio Corce" en Seminaire INRA-INAO. Systemes d'Elevage et Tipicité des Produits Laitiers. 15-16 de enero.
- Gobierno del Estado de Jalisco. Centro Estatal de Estudios Municipales de Jalisco. Directorio de los H. Ayuntamientos del Estado de Jalisco. 1983-1995.

- González, A. C. C. y Torres de la Cruz, J. A. (2009). Caracterización del Queso de Poro de la Región de los Ríos, Tabasco: aspectos sociotécnicos y tipicidad del producto. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- Grappin, R., Beuvier, E., (1997). Possible implications of milk pasteurization on the manufacture and sensory quality of ripened cheese. *International Dairy Journal*.7. pp: 751-761.
- Green y Grandison, 1987. In: Fox, P. F. *Cheese chemistry, physics and microbiology*. Vol. 1. Elsevier Science Publishers. Londres, Reino Unido.
- Guinee, T. H. (2007). Introduction: what are analogue cheeses?. En: *Cheese, problems solved*. (Ed. McSweeney, P.L.H.). Editorial CRC. Whashington, D.C., Nueva York, EUA. pp: 384-286.
- Guinee, T. P., O'Kennedy, B.T., y Kelly, P. M. 2006. Effect of milk protein standardization using different methods of the composition and yields of cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*. 89. pp: 468-482.
- Hernández, M. C., Hernández M. A., Aguirre M. E., Villegas. D. G. A. (2010). *International Journal of Dairy Technology*. 63. pp: 1-9.
- Inda, C. A. (2000). Optimización de rendimiento y aseguramiento de inocuidad en la industria de quesería: Ed. Organización de los Estados Americanos. pp:157 .
- INEGI, 2008. *El sector alimentario en México*. Aguascalientes, México.
- Instituto de Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) (2011). En línea: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/14/14011.pdf> (consulta: 09 de noviembre de 2011).
- Instituto de Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) (2009). En línea: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/14/14011.pdf> (consulta: 20 de abril de 2011).
- Instituto Mexicano de la Protección Industrial (IMPI). 2006. Declaración de protección de denominación de origen. IMI-01-008. Comisión Federal de Mejora Regulatoria. Secretaría de Economía. México.
- Küçüköner, E., y Haque, Z.U. (2006). Physicochemical properties of low-fat and full-fat Cheddar cheeses. *International Journal of Dairy Technology*. 59. pp: 166-170.

- Kwan, W. y Kowalski, B.R. (1980). Data analysis of sensory scores. Evaluation of panelists and wine score cards. *J. Food. Sci.* 45. pp: 213-216.
- Lebecque, A., Laguet, A., Davaux, M.F., y Dufour, E. (2001). Delineation of the texture of Salers cheese by sensory analysis and physical methods. *Lait.* 81. pp: 609-623.
- Licitra, G. (2010). World wide traditional cheeses: Banned for business?. *Dairy Sci. Technol.* 90. pp: 357-374.
- Licitra, G. (2010). Worldwide traditional cheeses: Banned for business?. *Dairy Sci. Technol.* 90. pp: 357-374.
- Little, C.L., Rhoades J.R Sagoo S.K Harris J. Greenwood M. Mithani V. Grant K. McLauchlin J. (2008). Microbiological quality of retail cheeses made from raw, thermized or pasteurized milk in the U.K.. *Food Microbiology.* 25. pp: 340-312.
- López, L. (2002). Apuntes históricos. Boletín informativo del Archivo Histórico de Jalisco. Memoria y cultura de los municipios. Gobierno de Jalisco. Secretaría General de Gobierno. 37. 1-4.
- Makovec, J.A. y Ruegg, P.L. (2003). Results of milk samples submitted for microbiological examination in Wisconsin from 1994 to 2001. *Journal of Dairy Science,* 86. pp: 3466-3472.
- Marescotti, A. (2006). "Le Dimensione della Tipicità Prodotti Agroalimentari" en Guida per la Valorizzazione dei Prodotti Agroalimentari Tipicità (concetti, metodi e strumenti). Manuale. Florencia, Italia. ARSIA.
- Martínez, V. H. S. (2011). Exploración de la microbiota coliforme y patógena de queso de poro de Balancán, Tabasco. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp: 30-55.
- Melilli, C., Barbamo, D.M., Caccamo, M., Calvo, M.A., Schembari, G. y Licitra, G. (2004). Influence of brine concentration, brine temperature, and presalting on early gas defects in raw milk pasta filata cheese. *J. Dairy Sci.* 87. Pp: 3648-3657.
- Montgomery, D. (1991). Diseño y análisis de experimentos. Ed. John Wiley. E.U.A. pp: 419-423.
- Olivas, E. E y Alarcón, L. R. (2004). Manual de Prácticas de Microbiología Básica y Microbiología de Alimentos. Departamento de Ciencias Básicas del ICB. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Chihuahua, México.
- Olson, D. W., Van Hekken, D.L., Tunick, M. H., Tomasula, P.M., Molina-Corral, F.J., y Gardea, A.A. (2011). Mexican Queso Chihuahua: Functional

- properties of aging cheese. *Journal of Dairy Science*. 94. pp: 4292-4299.
- Ortiz, R., Gutiérrez, R., Vega, S., Díaz, G. y Schettino, B. (2008). Contaminación de los alimentos. Universidad Autónoma Metropolitana. ReCiTelA. Vol. 8. No. 1. México.
- Pérez, P.F. y Bucio, G.A. (2010). Microbial safety of raw milk cheeses traditionally made at a pH below 4.7 and with other hurdles limiting pathogens growth. (Ed: Méndez, V. A.). *Current Research Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*.
- Pisano, M. B., Fadda, M. E., Deplano, M., Corda, A., and Cosentino, S. (2006). Microbiological and chemical characterization of Fiore Sardo, a traditional Sardinian cheese made from ewe's milk. *International Journal of Dairy Technology*. 59. pp: 171-179.
- Poméon, T. (2011). De la retórica a la práctica del patrimonio: procesos de calificación de los quesos tradicionales mexicanos. Tesis de Doctorado en Problemas Económico-Agroindustriales. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Poméon, T y Cervantes, E. F., (2010). El sector lechero y quesero en México de 1990 a 2009: Entre lo global y lo local. Reporte de Investigación. CIESTAAM. UACH, Estado de México.
- Poméon, T., Barragán. L. E., Cervantes, E. F., Boucher, F., Cervantes, E. F. (2011). ¿Denominación de origen o denominación genérica?: el caso del queso Cotija. En: *De la leche al queso. Queserías rurales en América Latina*. Boucher, F. Brun, V. Coord. pp: 47-72.
- Posada, M.G y Velarde, I. (2000). Estrategias de desarrollo local a partir de productos alimentarios típicos: el caso del Vino de la Costa en Buenos Aires, Argentina. *Problemas del desarrollo*. 31. 121. , México, IIEC-UNAM. pp: 63-85.
- Procuraduría del Consumidor (PROFECO). Consultado en: [www.profeco.gob.mx](http://www.profeco.gob.mx) (Fecha de consulta: 06 de Septiembre de 2011).
- Ritvanen, T., Lilleber, L., Tupasela, T., Suhonen, U., Eerola, S., Putkonen, T., y Peltonen, K. (2010). The characterization of the most-liked reduced-fat Havarti-type cheeses. *Journal of Dairy Science*. 93. pp: 5039-5047.
- Rudiño, L. E. (2010). La moda del habanero. *La jornada del campo*. 29. pp:13-14.

- Ruegg, P.L. (2003). The role of hygiene in efficient milking. *Milking and Milk Quality*, 406. pp: 1-6.
- SAGARPA (2010). Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2010. *Claridades Agropecuarias*. 207. pp: 34-43.
- Sampimon, O. C., Vernooij, J.C.A. & Sol, J. (2004). Praktische aspecten rond droogzetten. *Tijdschrift Diergeneeskunde*, 129. pp: 823-833.
- Secretaria de Salud. (2010). NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
- Secretaria de Salud. (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
- Servicio Información Agroalimentaria (SIAP, Enero 2011). Consultado en [http://www.campomexicano.gob.mx/portal\\_sispro/index.php?portal=lech\\_egovino](http://www.campomexicano.gob.mx/portal_sispro/index.php?portal=lech_egovino), el día 20 de abril de 2011.
- Servicio Información Agroalimentaria (SIAP, Octubre 2010). Consultado en [http://www.campomexicano.gob.mx/portal\\_sispro/index.php?portal=lech\\_egovino](http://www.campomexicano.gob.mx/portal_sispro/index.php?portal=lech_egovino), el día 13 de octubre de 2012.
- Tamime, A (2009). *Milk Processing and Quality Management*. Ed. Wiley Blackwell. UK. pp: 37.
- Torres-Llanez, M.J., Vallejo-Córdoba, B., Díaz-Cinco, M.E., Mazorra-Manzano, M.A. y González-Córdoba, A.F. (2006). Characterization of the natural microflora of artisanal Mexican Fresco cheese. *Food Control*. 17. pp: 683-690.
- Tregear, A.(2003) From Stilton to Wimto: Using Food History to Re-think Typical products in Rural Development. *Sociologia Ruralis*. 43. 2. pp: 91-107.
- Tunick, M. H., Van Hekken, D.L. Molina-Corral, F.J., Tomasula, P.M., Call, J., Luchansky, J., y Gardea, A.A. (2008). Mexican Chihuahua cheese: Make procedures, composition, protein profiles, and microbiology. *Int. J. Dairy Technol*. 61. pp:62-69.
- Van Hekken, D. L., Drake, M. A., Molina Corral, F. J., Guerrero Prieto, V. M. y Gardea, A. A. (2006). Mexican Chihuahua cheese: sensory profiles of young cheese. *Journal of Dairy Science*. 89. pp: 3729-3738.
- Varnam, A.H. & Sutherland, J. P. (2001). *Milk and Milk Products-Technology, Chemistry and Microbiology*, Aspen Publishers, Gaithersburg, MD.

- Verdier-Metz, I., Coulon, J.B., Pradel, P., Viallon, C., Albouy, H., y Berdagué, J.L. (2000). Effect of the botanical composition of hay and casein genetic variants on the chemical and sensory characteristics of ripened Saint-Nectaire type cheeses, *Lait*. 80. pp: 361-370.
- Villanueva P. Z. (2012). Exploración de la microbiota coliforme y patógena del queso Adobera Texturizado de Soyatlán del Oro, Atengo, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Villegas de Gante, A. (2004). Tecnología quesera. Trillas. México, D.F.
- Villegas de Gante A., Cervantes E. F y Altamirano C. J. R. (2010a). Marco conceptual para el estudio de la agroindustria mexicana. En: Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010. Vol II. Agroindustria, Comercio y Mercados (Coord. Valle G. S). Editorial Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. pp: 23-47.
- Villegas de Gante, A. (2010b). La maduración en los quesos artesanales mexicanos. Lácteos y cárnicos mexicanos. Alfa editores técnicos, S.A. México.
- Villegas de Gante, A. (2012a). La maduración en los quesos artesanales mexicanos. En: La leche y los quesos artesanales en México. (Coord. Cervantes E. F y Villegas de Gante, A). Editorial Porrúa. México. pp: 156.
- Villegas de Gante, A. (2012b). Los quesos mexicanos de pasta texturizada (Un enfoque sobre el queso tipo manchego mexicano). En: La leche y los quesos artesanales en México. (Coord. Cervantes E. F y Villegas de Gante, A). Editorial Porrúa. México. pp: 200-202.
- Villegas de Gante, A. y Torres de la Cruz. J. A. (2011). El Queso de Poro de Los Ríos, Tabasco, México. Su potencialidad para contribuir al desarrollo local vía activación del SIAL. En: De la leche al queso. Queserías rurales en América Latina. (Coord. Boucher F. y Brun. V). Editorial. Miguel Ángel Porrúa. D. F. México. pp: 73-98.
- Villegas de Gante, A., Santos, M. A., y Hernández, M. A. (2011). Caracterización del Queso Crema de Chiapas (aspectos socioeconómicos y tipicidad del producto). Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Texcoco, Estado de México.
- Villegas de Gante, A., y Santos, M. A. (2003). Calidad de la leche cruda. Manual de prácticas. Universidad Autónoma Chapingo. pp: 35-37.

Viramontes, R. S. y Portillo, R. M.C. (2010). Identificación de microorganismos: actividades prácticas para el laboratorio. Editorial Universidad Autónoma de Chihuahua. México. pp: 175-176.

## Anexos

### Anexo I. Cuestionario a productores lecheros

#### Datos Generales

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Nombre del rancho: \_\_\_\_\_ Años como ganadero: \_\_\_\_\_

#### Producción

- 1) ¿Cuál es la superficie de producción con que cuenta para alimentar a su ganado?
- 2) ¿Cuál es el régimen de propiedad de sus tierras?
- 3) ¿Qué siembra?
- 4) ¿Con qué alimenta a su ganado?
- 5) ¿Utiliza concentrados?
- 6) ¿Cuál es el tamaño de su hato?
- 7) ¿Bajo qué sistema de producción explota su ganado, especializado o doble propósito?
- 8) ¿Qué razas comprenden su ganado?
- 9) Su hato ¿Está libre de enfermedades como la brucelosis y tuberculosis?
- 10) Para la reproducción de su ganado ¿Realiza monta natural o inseminación artificial?
- 11) ¿Cuántos ordeños realiza al día?
- 12) ¿Cuántas vacas tiene en ordeña?
- 13) ¿Cuántos meses duran en ordeña sus vacas?
- 14) ¿Ordeña con apoyo del becerro o sin él?
- 15) ¿Lava y seca los pezones antes del ordeño?
- 16) ¿Aplica presellador y sellador?
- 17) ¿Sus vacas presentan mastitis?
- 18) ¿Cuántos litros de leche obtiene por vaca?
- 19) ¿Qué hace con la leche que obtiene?
- 20) ¿De qué material son los recipientes para el transporte de la leche?
- 21) Según la temporada, ¿Cuál es el precio que percibe por la leche que vende?
- 22) ¿Su comprador le paga por calidad o maneja un solo precio?

## Anexo II. Cuestionario a productores queseros

### Datos Generales

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Nombre de la quesería: \_\_\_\_\_

Años en el ramo: \_\_\_\_\_

### Producción

1. ¿Cuántos tipos de queso procesa?
2. ¿Cuáles?
3. ¿Cuál queso de los mencionados anteriormente se vende más?
4. ¿Cuánto tiempo ha producido queso?
5. ¿Qué volumen de leche procesa al día?
6. ¿Compra la leche?
7. ¿Cuál es el precio que paga por la leche en lluvias y cuál en secas?
8. ¿Cuántos proveedores de leche tiene?
9. ¿Cuánto le duran sus proveedores?
10. ¿En dónde vende su queso?
11. ¿Cuál es el precio de venta del queso adobera en lluvias y secas?
12. La mano de obra ¿es familiar o asalariada?
13. ¿Cuántas personas trabajan en su quesería en época de lluvias y cuántas en secas?
14. ¿De qué forma aprendió a elaborar el queso?
  - Por observación e imitación
  - Tradición familiar
  - Capacitación
15. ¿Cuenta con algún sucesor que continúe con la tradición de elaborar queso?
16. ¿Puede explicar su proceso de producción?

**Anexo III. Claves para identificar las queserías cuya leche y quesos se analizaron para conocer su calidad.**

	<b>Quesería</b>	<b>Propietario</b>	<b>Dirección y teléfono</b>	<b>Clave</b>
Quesería 1	Quesos Panelas Crema “El Tesoro”	Carlos Pelayo Cuevas	Javier Mina No. 35, Soyatlán del Oro, Atengo, Jal. Tel: 01 349 771 04 78	A
Quesería 2	Quesos y productos lácteos Soyatlán del Oro	Abel Fernández y familia	Isabel Santana No. 165, Soyatlán del Oro, Atengo, Jal. Tel: 013497710236	B
Quesería 3	Quesos y cremas Rosarito	Ma. Cruz Morelos Peña	Hidalgo No.58, Soyatlán del Oro, Atengo, Jal. C.P. 48180. Tel: 01349 77 10 228	C
Quesería 4	Sin nombre aún	Donato González Amaya y Javier de los Santos	Juárez No. 60 Soyatlán del Oro, Atengo, Jal. Tel: 01349 10 20 118	D
Quesería 5	Productos lácteos Lupita Moreno	Ma. Guadalupe Moreno Jiménez	Zaragoza No. 88, Soyatlán del Oro, Atengo, Jal. Tel: 013497710249	E

## Anexo IV. Descriptores sensoriales y métodos para evaluar

Atributo	Descripción
<b>Aroma</b>	
Ácido propiónico	Destape la muestra, acérquela a 3 cm de su nariz y aspire fuerte una vez.
Leche fermentada	Destape la muestra, acérquela a 3 cm de su nariz y aspire fuerte una vez.
Establo	Destape la muestra, acérquela a 3 cm de su nariz y aspire fuerte una vez.
<b>Apariencia</b>	
Color	Tome la muestra con un palillo, colóquela en un plato y pártala por la mitad. Observe el interior de la muestra con un ángulo de 45°. NO toque la muestra.
<b>Textura</b>	
Untuoso	Tome una de las mitades de muestra de la prueba de color, colóquela en la lengua y extiéndala sobre el paladar con un movimiento de adelante hacia atrás en tres ocasiones.
Granuloso	Tome la otra mitad de muestra de la prueba de color, colóquela en la lengua y frote contra el paladar cuatro veces de izquierda a derecha.
Cohesivo	Coloque un cubo de queso entre los molares y presiónelo sin llegar a romperlo.
<b>Sabor</b>	
Ácido	En caso de ser necesario tome otro cubo de queso y póngalo entero en su boca, mástiquelo con los molares y perciba en los laterales de la lengua.
Salado	En caso de ser necesario tome otro cubo de queso, póngalo entero en su boca, mástiquelo con los molares y perciba en la parte de atrás de la lengua (no al fondo).
<b>Sensación residual</b>	
Grasa	Evalúe 10 segundos después de deglutir.