



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL

CARACTERIZACIÓN DE QUESO AÑEJO DE
ZACAZONAPAN, ESTADO DE MÉXICO

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA

PRESENTA:

CAROLINA HERNÁNDEZ MORALES



JULIO, 2007

Chapingo, Estado de México



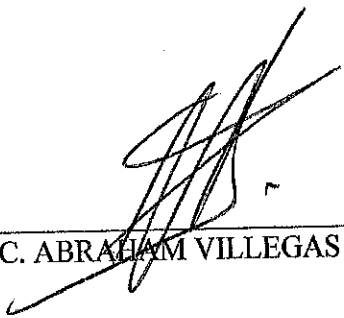
DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

**CARACTERIZACIÓN DE QUESO AÑEJO DE ZACAZONAPAN, ESTADO DE
MÉXICO**

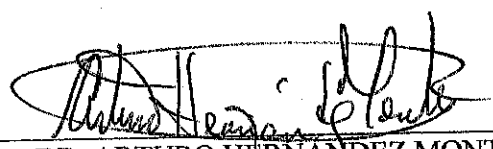
Tesis realizada por **Carolina Hernández Morales** bajo la dirección del Comité
Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para
obtener el grado de:

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

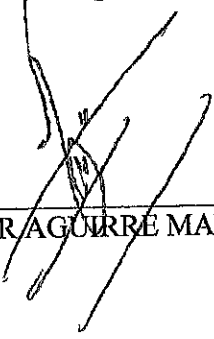
DIRECTOR:


M.C. ABRAHAM VILLEGAS DE GANTE

ASESOR:


DR. ARTURO HERNÁNDEZ MONTES

ASESOR:


M.C. ELEAZAR AGUIRRE MANDUJANO

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento de mis estudios.

Al M.C. Abraham Villegas de Gante por su dirección y acertados consejos para la realización de este trabajo.

Al Dr. Arturo Hernández Montes por su asesoría, orientación, dedicación y apoyo en todo momento para la realización y revisión de este trabajo.

Al M.C. Eleazar Aguirre Mandujano por su colaboración en las pruebas reológicas y la detallada revisión del documento.

Al M.C. David Rubio Hernández por sus sugerencias y revisión del documento.

A la Q.F.B. Faviola Morales Ledesma por su ayuda en los análisis químicos y microbiológicos.

A los integrantes del panel: Alberto, Antonio, Bárbara, Belén, Carlos, Chuy, Diana, Griselda, Pilar, Sandra, Verenice, Yali, y Zitanea por su entusiasta participación en la evaluación del queso.

A María, Sandra y Zitanea por su ayuda en las pruebas con consumidores.

A Javier, Adrián y Francisco por su asistencia en el estudio del sistema agroindustrial localizado.

DATOS BIOGRÁFICOS

Carolina Hernández Morales, realizó sus estudios de licenciatura en el Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo. Desarrolló una estancia en investigación en la École Supérieure d'Agriculture d'Angers en Francia, trabajando con pruebas a consumidores, y ha tomado cursos de actualización de la metodología sensorial con el Dr. Michael O'Mahony de la Universidad de California, Davis.

CARACTERIZACIÓN DE QUESO AÑEJO DE ZACAZONAPAN, ESTADO DE MÉXICO

CARACTERIZATION OF AÑEJO CHEESE FROM ZACAZONAPAN, ESTADO DE MÉXICO

CAROLINA HERNÁNDEZ MORALES
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

(Bajo la dirección de A. Villegas de Gante)

RESUMEN

Se estudió el sistema agroalimentario localizado (SIAL) del Queso Añejo de Zacazonapan, sus parámetros de fabricación, y las características fisicoquímicas de la leche y del queso. El trabajo se desarrolló durante el 2006, en 6 queserías del municipio de Zacazonapan. Las leches de primavera fueron diferentes ($P < 0.05$) a las de verano en grasa, sólidos no grasos, densidad, proteína, pH, y acidez titulable. También existieron diferencias ($P < 0.05$) en humedad, grasa, NaCl, acidez titulable, pH, ácidos grasos volátiles libres, mesófilos totales y coliformes, textura, reología, y color entre los quesos. Se generaron 20 descriptores mediante un análisis sensorial descriptivo por un panel de 13 personas. Se condujo una prueba de aceptabilidad con consumidores ($n = 60$) usando una escala hedónica de 9 puntos. El ANOVA, el mapa de preferencia interno y el PLS1 mostraron mayor aceptabilidad por los quesos con mayor aroma a mantequilla, desmoronabilidad y humedad, mientras que el queso menos preferido recibió valores más altos de intensidad del sabor global, amargo, astringente, picoso, aroma a pies, a pescado seco, y a ácido propiónico.

Palabras clave: queso, leche, SIAL, sensorial, reología

ABSTRACT

The localized agrifood system (LAS) of Añejo cheese from Zacazonapan, its fabrication parameters, and the physical-chemical characteristics of the milk and of the cheese were studied. The study was conducted in 6 dairies of Zacazonapan during the year 2006. Spring milk was different ($P < 0.05$) from summer milk for solids non fat, density, protein, pH and titratable acidity. Differences in moisture, fat, NaCl, titratable acidity, pH, free volatile fatty acids, total viable count and total coliforms, texture, rheology and color also existed among cheeses. Twenty descriptors were generated by a 13 member panel using descriptive analysis techniques. Global acceptability was assessed by consumers ($n = 60$) using a 9 point hedonic scale. ANOVA, internal preference mapping and PLS1 showed greater acceptability for cheeses with greater buttery aroma, crumbliness and moisture, while the least preferred cheese received greater scores for global taste intensity, feet aroma, fishy aroma, propionic acid aroma, bitterness, astringency and pungency.

Key words: cheese, milk, LAS, sensory, rheology

CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DATOS BIOGRÁFICOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	iv
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Antecedentes que condujeron a la conceptualización del SIAL.....	3
2.2 Agroindustria rural.....	5
2.3 Los sistemas agroalimentarios localizados.....	6
2.4 Marca colectiva y denominación de origen.....	9
2.5 Identidad territorial de los alimentos.....	11
2.6 Caracterización de quesos.....	12
2.7 Evaluación sensorial de quesos.....	14
2.7.1 <i>Análisis sensorial descriptivo</i>	14
2.7.2 <i>Aceptabilidad y mapas de preferencia</i>	16

	Página
2.8 Color de quesos.....	18
2.9 Composición de ácidos grasos volátiles de quesos.....	19
2.10 Reología y textura de quesos.....	20
2.11 Ubicación y descripción del área de estudio.....	24
2.11.1 Lechería y Queso Añejo.....	29
BIBLIOGRAFÍA.....	32

CAPÍTULO 1

EL SISTEMA AGROINDUSTRIAL LOCALIZADO

DEL QUESO AÑEJO DE ZACAZONAPAN, ESTADO DE MÉXICO.....	41
RESUMEN.....	42
ABSTRACT.....	42
1. INTRODUCCIÓN.....	43
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
2.1 Sistema agroindustrial localizado.....	44
2.2 Características de la leche usada para la elaboración de queso.....	47
2.3 Análisis estadístico.....	47
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
3.1 Características de las explotaciones lecheras.....	48
3.2 Características de las queserías.....	50
3.3 Relaciones entre actores.....	52
3.3.1 Relaciones horizontales.....	52

	Página
3.3.2 Relaciones verticales.....	54
3.4 Recursos y activos específicos que pudieran conducir a una estrategia de activación del SIAL.....	55
3.5 Proceso de manufactura del Queso Añejo.....	58
3.5.1 Preparación del cuajo.....	58
3.5.2 Preparación de la pasta de chile guajillo.....	58
3.5.3 Manufactura de queso.....	59
3.6 Análisis de la leche.....	63
CONCLUSIONES.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	68

CAPÍTULO 2

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA, REOLÓGICA Y SENSORIAL DE QUESO AÑEJO.....	71
RESUMEN.....	72
ABSTRACT.....	73
1. INTRODUCCIÓN.....	74
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	76
2.1 Muestreo.....	76
2.2 Leche.....	76
2.2.1 Análisis físicoquímicos.....	76
2.3 Queso.....	77
2.3.1 Análisis químico proximal.....	77

	Página
2.3.2 Ácidos grasos volátiles libres.....	78
2.3.3 Análisis microbiológicos.....	79
2.3.4 Análisis de Perfil de Textura.....	79
2.3.5 Reología.....	80
2.3.6 Medición de color.....	80
2.3.7 Análisis sensorial descriptivo.....	81
2.3.8 Evaluación por consumidores.....	82
2.4 Análisis estadístico.....	82
2.4.1 Análisis de datos instrumentales.....	82
2.4.2 Análisis de datos sensoriales.....	83
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	84
3.1 Leche.....	84
3.1.1 Análisis fisicoquímicos.....	84
3.2 Queso.....	86
3.2.1 Análisis químico proximal.....	86
3.2.2 Ácidos grasos volátiles libres.....	89
3.2.3 Análisis microbiológico.....	91
3.2.4 Análisis de Perfil de Textura.....	92
3.2.5 Reología.....	94
3.2.6 Medición de color.....	97
3.2.7 Análisis sensorial descriptivo.....	98
3.2.8 Evaluación por consumidores.....	102
CONCLUSIONES.....	104

	Página
BIBLIOGRAFÍA.....	105
ANEXOS.....	110

LISTA DE CUADROS

CAPÍTULO 1. EL SISTEMA AGROINDUSTRIAL LOCALIZADO DEL QUESO AÑEJO DE ZACAZONAPAN, ESTADO DE MÉXICO

Página

Cuadro 1. Principales parámetros de fabricación del Queso Añejo
en Zacazonapan, Estado de México.....61

Cuadro 2. Composición de la leche cruda para la elaboración
de Queso Añejo de Zacazonapan (por quesería y época del año)..... 64

CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL, REOLÓGICA, FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE QUESO AÑEJO

Cuadro 1. Composición de la leche cruda de las queserías..... 84

Cuadro 2. Análisis químico proximal de Queso Añejo.....86

Cuadro 3. Resultados del análisis de ácidos grasos volátiles libres
del Queso Añejo.....90

Cuadro 4. Número de unidades formadoras de colonias
de bacterias mesófilas totales y coliformes presentes en el Queso Añejo..... 92

Cuadro 5. Valores promedio de las variables mecánicas medidas por
análisis de perfil de textura..... 93

Cuadro 6. Resultados de la medición de color de Queso Añejo.....	98
Cuadro 7. Descriptores sensoriales, definiciones y referencias para la evaluación de Queso Añejo.....	99
Cuadro 8. Valores de la intensidad de los atributos sensoriales identificados en el Queso Añejo.....	100
Cuadro 9. Cargas de correlación de los primeros dos componentes principales del ACP de los atributos sensoriales del Queso Añejo.....	101
Cuadro 10. Cargas de correlación de los primeros tres componentes principales del PLS1 y coeficientes de regresión de los atributos sensoriales y la preferencia del Queso Añejo.....	104

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Ubicación y colindancias del municipio de Zacazonapan, en el Estado de México.....	25
Figura 2. División territorial del municipio de Zacazonapan.....	26
Figura 3. Uso del suelo en el municipio de Zacazonapan.....	30

CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL, REOLÓGICA, FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE QUESO AÑEJO

Figura 1. Curvas del perfil de textura de Queso Añejo.....	93
Figura 2. Módulo de almacenamiento (G') de Queso Añejo: queso C (●), queso D (○), queso E (▼), queso F (▽).....	95
Figura 3. Figura 2. Módulo de pérdida (G'') de Queso Añejo: queso C (●), queso D (○), queso E (▼), queso F (▽).....	95
Figura 4. Mapa de preferencia interno para la aceptación global del Queso Añejo.....	102

LISTA DE ABREVIATURAS

ACP – análisis de componentes principales

AGL – ácidos grasos libres

AGVL – ácidos grasos volátiles libres

AGV – ácidos grasos volátiles

AIR – agroindustrial rural

ANOVA – análisis de varianza

CP1 – componente principal 1

CP2 – componente principal 2

CPs – componentes principales

DMS – diferencia mínima significativa

DO – denominación de origen

G' – módulo de almacenamiento

G'' – módulo de pérdida

MC – marca colectiva

PLS1 – regresión de cuadrados mínimos parcial 1

SEDAGRO – Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México

SIAL – sistema agroalimentario localizado

SNG – sólidos no grasos

SPL – sistema productivo localizado

TPA – Análisis de Perfil de Textura

UAEM – Universidad Autónoma del Estado de México

1. INTRODUCCIÓN

En América Latina, el desarrollo de la agricultura y de la agroindustria rural ha estado marcado por grandes crisis, producto de las políticas económicas, de la liberalización comercial, y de la centralización de las políticas y la falta de programas para desarrollo social. Ante esta perspectiva es necesario abordar la agroindustria rural desde un enfoque de desarrollo local, mediante el cual se puedan activar los recursos específicos del territorio y desarrollar estrategias para el mejoramiento económico y social de la región. Para la implantación de estas estrategias es necesario, primero, conocer el territorio y sus actividades productivas más importantes, un ejemplo, ha sido el estudio de los sistemas agroindustriales localizados de las queserías rurales de Perú, Costa Rica, Colombia y México (Boucher, 2006).

Dentro del marco de estudio del sistema de producción rural, también se encuentra el estudio y caracterización de sus productos. La caracterización de tales productos tradicionales, entre los que se encuentra el queso, constituye un punto de partida para la conservación y la protección de su *tipicidad*. Es también el mejor medio para proveer las referencias necesarias para protegerlo legalmente mediante figuras jurídico-comerciales como la marca colectiva (MC) o la denominación de origen (DO). Ejemplo de ello son una notoria cantidad de quesos de los cuales se han realizado extensos estudios: el queso Bastelicaccia (Casalta *et al.*, 2001); los quesos Mahón, Cambozola, Gruyère,

Wensleydale, Blue Shropshire, Tetilla, Ambassadeur, Fontina, Appenzeller y Chaumes (Lawlor *et al.*, 2001); el Serpa (Roseiro *et al.*, 2003), entre otros. No obstante, en México los avances en la caracterización y tipificación de los quesos genuinos son exigüos.

El Queso Añejo es un queso semiduro y duro, elaborado con leche cruda de vaca y de pasta muy friable. Su maduración puede durar desde 15 días (queso oreado) hasta un año. Es producido en el municipio de Zacazonapan, en el Estado de México. Su tecnología de producción y composición general no habían sido estudiadas, y su caracterización puede permitir el establecimiento de un perfil general para el Queso Añejo, así como constituir una base para el manejo con calidad de su producción. Este estudio también define las cualidades distintivas del Queso Añejo y contribuirá al establecimiento de las referencias necesarias para la protección legal del producto, con el propósito de conservar, promover, autenticar y proteger las características específicas que definen su tipicidad.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el sistema agroindustrial localizado del Queso Añejo, identificar sus actores y las relaciones existentes entre ellos; identificar y describir la tecnología de producción y el efecto que tiene sobre las características del Queso Añejo; y evaluar sus características fisicoquímicas, microbiológicas, reológicas y sensoriales; así como identificar y describir la tecnología de producción y el efecto que tiene sobre las características del queso.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes que condujeron a la conceptualización de SIAL

El sistema agroalimentario localizado (SIAL) está basado en conceptos retomados de los distritos industriales y los clústers, pero transferidos a las zonas rurales. En 1923, el economista inglés Alfred Marshall planteó el concepto de distritos industriales, a partir del análisis sistemático de las economías externas de localización, por las que las empresas de un sector encuentran ventajas en aglomerarse espacialmente. Marshall distinguía tres factores generadores de externalidades que estimulan la concentración territorial de las empresas de un sector: los flujos de información relacionados con las habilidades y conocimientos del sector difundidos entre empresas vecinas, y que dan lugar a un proceso acumulativo, en el tiempo y el espacio, del saber hacer o conocimiento tácito del sector; la existencia de aglomeraciones de empresas que favorece el establecimiento de otras actividades complementarias proveedoras de insumos y servicios especializados, reduciendo los costos de producción para las empresas; la formación de un mercado de trabajo especializado y compartido por las empresas del sector, los patrones cuentan con una oferta amplia de trabajo especializado y los trabajadores ganan seguridad, al no depender de una única empresa (Callejón y Costa, 1996).

En 1970 y 1980, los neomarshallianos, Beccatini y Cappechi retomaron el concepto de distrito industrial para explicar el crecimiento de ciertas regiones de Italia y subrayaron, más allá de las externalidades, la importancia de las redes sociales y de la confianza entre protagonistas vinculados con una identidad territorial común (Boucher, 2006). En Francia, estos conceptos fueron retomados en la década de 1990 por Courlet y Pecqueur, quienes desarrollaron el concepto de Sistema Productivo Localizado (SPL) introducido por Beccatini en 1979 (Soto, 2006). Ellos destacaron la territorialidad como recurso estratégico de los actores económicos integrando un espacio de proximidad, y asociaron el SPL con una forma de desarrollo basada en dinámicas endógenas. El concepto está fundamentado en cuatro elementos: el sentimiento de pertenencia, la transmisión de los saberes tácitos o el saber hacer, el efecto permanente, y la importancia de los actores individuales. Pecqueur menciona que en los SPL destacan tres rasgos: lo pequeño, por su capacidad de adaptación y de flexibilidad; lo cercano, por sus relaciones directas y por la confianza; y lo intenso, por la densidad de empresas.

En los años 1990 surgió el concepto de clúster, una nueva definición de los antiguos distritos industriales, con dos variantes: la de Porter que considera al clúster como un agrupamiento de empresas del mismo sector, y la de Schmitz que considera a la aglomeración de empresas a nivel de un territorio específico (McCormick, 1999). El territorio fue el nuevo actor considerado en esta perspectiva, pero visto como un espacio construido histórica y socialmente, en el cual la eficiencia de las actividades económicas está fuertemente condicionada por las relaciones de proximidad y de pertenencia a una zona (Boucher *et al.*, 2000).

2.2 Agroindustria rural

En la década de 1980 se originó una corriente de pensamiento orientada a mejorar el bienestar de los productores primarios latinoamericanos mediante la valorización de su producción, denominada la Agroindustria Rural (AIR). Está basada en el supuesto de que la mayoría de los productores rurales no pueden subsistir produciendo solamente materia prima agropecuaria barata, sino que deben tener acceso al valor agregado producido a lo largo de la cadena alimentaria, en las etapas de poscosecha, desde la transformación hasta la comercialización (Boucher, 2001; Requier-Desjardins, 1999).

La AIR ha sido definida como la actividad que permite aumentar y retener en las zonas rurales, el valor agregado de la producción de las economías campesinas, a través de la ejecución de tareas poscosecha en los productos provenientes de explotaciones silvo-agropecuarias, tales como la selección, el lavado, la clasificación, el almacenamiento, la conservación, la transformación, el empaque, el transporte y la comercialización (Boucher, 2004). Las características de esta actividad han conceptualizado un tipo específico de agroindustria como elemento del desarrollo rural sostenible. Se encuentra localizada en zonas geográficas con articulaciones territorio-actores-sistemas complejas, y relaciones del campo con la ciudad cada vez más fuertes; y puede ser estudiada por dos enfoques: el de los productos, ya sea tradicionales, artesanales o autóctonos, o los nutraceuticos o funcionales; y el de las unidades empresariales.

Actualmente, la AIR se enmarca en un contexto caracterizado por la permanencia o aumento de la pobreza rural que se buscaba reducir hace 20 años, con su creación; y por

otro lado, se desarrolla en un entorno neoliberal, con un creciente aumento de la competencia con la industria alimentaria nacional e internacional.

2.3 Los sistemas agroalimentarios localizados

El concepto de SPL aplicado al sector agroalimentario conlleva a la creación del concepto de Sistema Agroalimentario Localizado. Los SIAL se definen como organizaciones de producción y de servicios (unidades de producción agrícolas, empresas agroalimentarias, comerciales, de servicio, de alimentación, etc.) asociadas, mediante sus características y su funcionamiento, a un territorio específico. El medio, los productos, las personas, sus instituciones, su saber hacer, sus comportamientos alimentarios, sus redes de relaciones; se combinan en un territorio para producir una forma de organización agro-alimentaria en una escala espacial dada (Muchnik y Sautier, 1998). En este caso, la noción de territorio se entiende como un espacio elaborado, construido histórica y socialmente, marcado en términos culturales, regulado institucionalmente, y en el cual la eficacia de las actividades económicas está fuertemente condicionada por las relaciones de proximidad y de pertenencia a este espacio; es un conjunto de factores y de relaciones muy estrechas entre sus habitantes y sus raíces territoriales (Muchnik y Velarde, 2003). La denominación de sistema 'localizado' fue adoptada debido a que el término está asociado a un proceso, a un sistema que se localiza, que no siempre estuvo en ese lugar y que tampoco existen garantías de que ahí permanezca; mientras que el término local está asociado a una cualidad sustantiva, inherente al sistema en un momento dado (Muchnik, 2006b).

Los SIAL son considerados como SPL específicos por estar vinculados hacia atrás con el sector agrícola, lo cual implica una relación fuerte con el territorio y los recursos naturales; y hacia delante con los consumidores a través de la orientación al consumo de alimentos que se vinculan a la salud y al simbolismo de los mismos (Salas *et al.*, 2005). El comportamiento de los actores del sistema se ve influenciado por la cercanía geográfica, efecto de la existencia histórica del territorio y de las relaciones de proximidad que lo delimitan, y que contribuye a establecer relaciones de cooperación-competencia; y por la proximidad organizacional, la cual engloba la proximidad debida a la pertenencia a las mismas organizaciones, compartiendo reglas y representaciones comunes (Pomeón *et al.*, 2006).

Boucher (2006) ha englobado el desarrollo y conceptualización de los SIAL dentro de dos grandes olas, la primera, desde 1998 hasta 2002, como la que permitió crear una primera definición del SIAL a partir de las nociones teóricas iniciadas por Marshall en los años 1920 y 1930, y consolidadas en los conceptos de SPL y de clúster, desarrollados en la década de 1990, con especial énfasis en el territorio, el sentido de pertenencia de los actores y los fenómenos de proximidad que contribuyen a la formación de concentraciones de AIR fuertemente ligadas a la zona geográfica y a la tradición, que ha conducido a la creación de una identidad sociocultural con una actividad de vida común. La segunda ola, o etapa de definición de los SIAL, comprendida entre el año 2002 y el 2006, considera la valorización de los recursos de un territorio específico a través de un proceso de activación. Inicialmente, el concepto de SIAL estuvo ligado a la definición de un espacio y los actores que lo componen, para pasar después a una definición del SIAL como un enfoque de estudio mediante el cual se puede crear, incluso, SIAles

inexistentes, con el propósito de iniciar acciones colectivas que lo conduzcan a su activación.

En el caso de los SIAL, el proceso de activación se da al valorizar el origen territorial de los productos, a través de la transformación de sus recursos específicos en activos específicos, esto permite que el SIAL pase de un estado pasivo a un estado activo. Los recursos son factores potenciales y los activos son factores en actividad, ambos pueden ser genéricos, es decir, se pueden encontrar en cualquier lugar, o específicos cuando están estrechamente asociados a las características de un territorio determinado (Rodríguez-Borray y Rangel-Moreno, 2003). La activación consta de dos etapas: la primera, denominada acción colectiva estructural, consiste en la creación de un grupo, asociación, cooperativa, o cualquier forma de organización de los agentes de la cadena, en forma horizontal y de preferencia vertical; y la acción colectiva funcional, relacionada con la construcción de un recurso territorializado como puede ser una etiqueta, una marca colectiva, o una denominación de origen (Boucher, 2004).

La aplicación del modelo SIAL en el sector de lácteos ha sido constatada en varios casos de estudio en Latinoamérica. Por ejemplo, en el caso de las queserías rurales de Cajamarca en Perú (Correa *et al.*, 2006), en el del queso Turrialba en las faldas del volcán Turrialba, en Santa Cruz, Costa Rica (Cascante-Sánchez, 2003), y en el caso del queso Cotija de la Sierra de Jalmich en México (Chombo, 2004a), donde los SIAL fueron constituidos a través del reforzamiento de sus actores y la construcción de acciones colectivas estructurales, mediante la creación de asociaciones de productores, y la realización de acciones colectivas funcionales con la creación de marcas colectivas en

el caso de Perú y México, una indicación geográfica en Costa Rica, y un proyecto de activación para los quesos Cotija y Turrialba mediante una denominación de origen.

La leche es considerada normalmente como un producto genérico de consumo masivo, aunque, como se ha visto en algunos casos, puede ser también considerada como un recurso específico, precursora de productos específicos como los quesos tradicionales. En este caso, la leche debe tener ciertas características, que le confieran a los productos su originalidad, relacionadas con el tipo y raza de ganado que la produce, su alimentación, y las condiciones geográficas y climáticas de la zona (Boucher, 2006). Al igual que la leche puede ser transformada en un activo específico, otros productos lácteos como los quesos tradicionales pueden ser también activados e insertados dentro del proceso más amplio de activación del territorio, lo cual garantizará, en forma más segura, su presencia en el mercado frente a la competencia de otro tipo de productos.

2.4 Marca colectiva y denominación de origen

En México, existen dos figuras legales importantes bajo las cuales se puede proteger a un producto, la marca colectiva y la denominación de origen. El Instituto Mexicano de la Protección Industrial (IMPI, 2006b) define a la marca colectiva como aquel signo visible que distingue en el mercado los servicios y productos de asociaciones, sociedades de productores, fabricantes, comerciantes o prestadores de servicios, legalmente constituidas, respecto de los productos o servicios de terceros. El signo o marca colectiva se refiere a la denominación y diseño protegidos por esta marca, y su uso está reservado exclusivamente a los miembros de las asociaciones, cooperativas u otras

organizaciones de productores que sean titulares de la marca colectiva (Asociación Regional de Productores de Queso Cotija Región de Origen, 2003). Mediante esta forma de protección legal, se le puede dar valor agregado o se puede revalorizar el producto en el caso de los productos artesanales o tradicionales, y tener acceso a un mercado con competencia justa, sólo aquellos productos que cumplen con las reglas de uso de la marca colectiva y que estén registrados como parte de la asociación titular de la marca podrán comercializar sus productos como tales, por ejemplo, la Marca Colectiva Queso Cotija Región de Origen, o la Marca Colectiva Queso Chihuahua Menonita. De esta manera, los productos tradicionales, muchas veces vinculados con la AIR, pueden eliminar la desventaja de los productos industriales de imitación que compiten con ellos en forma desleal.

La tipicidad de los productos está relacionada con su localización geográfica, la calidad de los insumos y sus técnicas de producción. Las condiciones climáticas de una zona geográfica determinada, imparten características específicas al producto, convirtiéndose en un factor muy importante para la determinación de su tipicidad (Brescia *et al.*, 2005). La denominación de origen es una figura de protección jurídica-comercial de un producto agroalimentario, cuya calidad se asocia a factores naturales y humanos que la región productora le brinda (Chombo, 2004a). De acuerdo con el IMPI (2006a), es definida como el nombre de una región geográfica del país que sirve para designar el producto originario de la misma, y cuya calidad y características se deben exclusivamente al medio natural y humano. La denominación de origen de los quesos artesanales actualmente puede ser presentada como una revalorización del producto, la reinvención de las tradiciones con el cambio tecnológico en los procesos productivos y

de transformación, la resignificación de la calidad, la ampliación del ámbito de circulación del producto y las transformaciones en el gusto del consumidor no local; es el rescate de la vocación regional distintiva (Rodríguez, 2001). Puede ser vista también como una estrategia de comercialización, como en el caso del queso Cotija (Chombo, 2004b). De esta manera el producto artesanal, revalorizado, puede competir de manera no convencional en el mercado actual como un producto diferenciado con un sobreprecio.

2.5 Identidad territorial de los alimentos

Los alimentos son un componente histórico esencial en la construcción de las identidades de individuos y sociedades, y actualmente se ha acentuado la búsqueda de alimentos que simbolizan la pertenencia a un lugar, a una sociedad, a una forma de comer. Aunque existen productos estándar difundidos ampliamente, se acentúa la búsqueda de productos y comidas culturalmente densos, como el mole poblano y las tortillas en México, moqueca de peixe en Brasil, el sancocho en Colombia, y el asado con cuero en Argentina, por mencionar algunos (Muchnik, 2006).

Los alimentos son vistos como símbolos, representan una identidad, delimitan socialmente a los hombres que se reconocen en tales símbolos, y al mismo tiempo fundamentan comportamientos sociales. Los alimentos arraigan a los hombres a un lugar, formando parte de la construcción de identidades colectivas e individuales, pese a la creciente globalización, debido a que la pertenencia a una familia, a una comunidad, a un país, sigue siendo una condición inmutable del ser humano. Los alimentos también

unen a los individuos entre ellos, comer además de alimentar el cuerpo, tiene una función social, la de reunir y compartir, alimentar los lazos entre la gente y marcar el ritmo de las festividades, todas las fiestas en todas las épocas del año involucran la comida. Por último, los alimentos unen en el tiempo, mediante celebraciones religiosas y culturales que unen a los hombres con sus antepasados a través de las tradiciones. Los rituales alimentarios han marcado en el tiempo y el espacio a muchas culturas cuyo saber hacer se ha modificado y adaptado hasta nuestro tiempo (Muchnik, 2004).

2.6 Caracterización de quesos

La caracterización de los 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 parámetros 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 tales como la forma, el tamaño, la microbiología, composición, reología, características sensoriales, entre otros. Su importancia radica en el grado en que contribuyen para diferenciar al producto otorgándole aceptabilidad y calidad reconocida por los consumidores, el grado en que favorecen al desarrollo de bases para el manejo de la calidad en su producción, y en qué tanto contribuyen al cumplimiento del objetivo planteado con la caracterización del queso.

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. La diferenciación de los

quesos artesanales o tradicionales, puede hacerse, preferentemente, a través de una figura de protección legal como una marca colectiva o una denominación de origen, pero para ello es necesario contar con la caracterización o descripción detallada del producto incluyendo sus características, componentes, forma de extracción y procesos de producción o elaboración; cuando sea determinante para establecer la relación entre la denominación y el producto, su forma de elaboración o producción y sus modos de envase o empaque. Es también necesario describir el lugar o lugares de producción del queso objeto de protección con la denominación de origen, y la delimitación del territorio de origen, atendiendo a los caracteres geográficos y a las divisiones políticas. Por último, debe hacerse un señalamiento detallado de los vínculos entre denominación, producto y territorio (IMPI, 2006a).

Se han realizado diversos estudios de quesos tradicionales con el objetivo de desarrollar innovaciones tecnológicas que mejoren la calidad del producto preservando su originalidad (Casalta *et al.*, 2001; Milci *et al.*, 2005), generar información general de la composición y características sensoriales de los quesos, así como los rangos en los que son aceptables para la industria o quesería local (Van Hekken *et al.*, 2006), y para verificar si estos rangos se ajustan a las normas locales (Roseiro *et al.*, 2003), y en mayor proporción, para determinar y evidenciar las características propias del queso como el sabor, textura, aroma, composición química, composición de volátiles, y las concernientes al sistema de producción bajo el cual se desarrolla su producción, así como el efecto que ésta, junto con el territorio y las condiciones climáticas, tiene sobre el producto final, todo con el objetivo de adquirir o mantener un estatus de queso protegido, por medio de una denominación de origen, apelación de origen o indicación

geográfica protegida, para el cual se tenga información cada vez más detallada que permita una diferenciación muy clara respecto a otras variedades similares (Macedo *et al.*, 1993; Bugaud *et al.*, 2002; Barron *et al.*, 2005; Di Cagno *et al.*, 2003; Coulon *et al.*, 1997).

2.7 Evaluación sensorial de quesos

2.7.1 Análisis sensorial descriptivo

La calidad sensorial es un aspecto crucial para la preferencia y venta del queso. La herramienta sensorial más poderosa en la investigación del sabor del queso es el análisis descriptivo, el cual ha sido ampliamente usado en la investigación del sabor del queso en las últimas décadas. Es una herramienta que requiere de una técnica descriptiva y el lenguaje para describir las propiedades de los alimentos. Existen varios enfoques del análisis descriptivo, como el Método de Perfil de Sabor, el Análisis Descriptivo Cuantitativo y la técnica Spectrum, entre otros (Drake, 2004; Drake y Civille, 2003). El análisis descriptivo puede ser usado para diferenciar quesos, para interpretar ciertos parámetros como las modificaciones a los procedimientos de producción, y en general para caracterizarlos. Se requiere de un entrenamiento largo para los jueces, y un uso correcto de la técnica descriptiva. En los últimos años, el estudio de los quesos, con el uso del análisis descriptivo como herramienta de investigación, se ha acentuado, y se ha hecho una amplia revisión del léxico usado en la evaluación sensorial del queso, en específico del queso Cheddar (Singh *et al.*, 2003; Drake y Civille, 2003). El léxico sensorial debe ser representativo, discriminativo, descriptivo, y no redundante respecto

al alimento que describe. Debe tener un significado preciso y claro tanto para los panelistas, como para los lectores de la publicación (Drake, 2004).

El Cheddar ha sido el queso el más estudiado. Roberts y Vickers (1994) desarrollaron 54 términos descriptivos de sabor y aroma para estudiar el sabor del queso Cheddar durante su maduración. A partir de quesos con componentes volátiles identificados, se ha caracterizado el sabor a nuez en queso Cheddar por medio de su análisis sensorial descriptivo (Avsar *et al.*, 2004). Existen también descriptores con significados detallados para otros tipos de queso (Bodyfelt *et al.*, 1988), incluso términos específicos para quesos con características especiales como los quesos franceses (Rétiveau *et al.*, 2005), pero hasta el momento sólo Drake *et al.* (2001) han desarrollado un léxico validado para queso Cheddar, con definiciones y referencias para cada uno de los términos.

El estudio sensorial de los quesos tradicionales y artesanales es un aspecto fundamental para establecer y asegurar que los atributos originales de estos quesos permanezcan, y ha sido especialmente útil como base para la definición de estándares de fabricación, para la implementación de mejoras tecnológicas y para que los quesos accedan a mercados más grandes, como en el caso del queso Chihuahua Menonita (Van Hekken *et al.*, 2006) y el queso Cotija (Plascencia-Navarro y Villanueva-Rodríguez, 2004), cuya caracterización sensorial les ha permitido definir los atributos que deben tener los quesos elaborados a nivel industrial y para exportación, para el primero; y parte de la descripción del producto necesaria para la obtención de una marca colectiva que ha diferenciado al queso Cotija en el mercado nacional e internacional. Como éstos, se ha obtenido el perfil sensorial de muchos otros quesos tradicionales, el del Idiázabal, el

Roncal, el Manchego (Bárcenas *et al.*, 2001), el Canestrato Pugliese, el Fiore Sardo, el Pecorino Romano (Di Cagno *et al.*, 2003), el Ezine (Karagul-Yuceer *et al.*, 2007), y el Murcia al Vino (Tejada *et al.*, 2006), entre otros.

Se ha observado que las características sensoriales de los quesos dependen de diversos factores, como el tiempo de maduración (Young *et al.* 2004), los cultivos usados para su elaboración (Garde *et al.*, 2005), el tipo de pastura consumida por el ganado (Verdier-Metz *et al.*, 2000; Bugaud *et al.*, 2001; Carpino *et al.*, 2004), el tipo y raza de ganado del cual se obtiene la leche para su fabricación, la época del año en la cual es producido, y las variantes genéticas de la β - y κ -caseína de la leche usada (Coulon *et al.*, 2004). Todos estos factores contribuyen al perfil sensorial único de cada uno de los quesos.

2.7.2 Aceptabilidad y mapas de preferencia

La aceptabilidad de los quesos está fuertemente ligada sus atributos sensoriales. Dentro de los estudios hedónicos de los quesos, los mapas de preferencia han permitido a los investigadores el entendimiento de los atributos sensoriales que influyen sobre la preferencia de los consumidores (Murray y Delahunty, 2000). Los mapas de preferencia son herramientas estadísticas comúnmente usadas para examinar la relación entre los datos descriptivos sensoriales y los de los consumidores, son un método de mapeo perceptual que genera representaciones gráficas de datos, e interpreta los patrones de preferencia al proyectar información externa a una configuración de puntos (Moskowitz *et al.*, 2006). En la evaluación sensorial se usan tres tipos de mapas de preferencia (Cruz *et al.*, 2002): los mapas de preferencia internos, que son un análisis de componentes

principales (ACP) de la matriz de valores hedónicos, el mapa perceptual de los productos está basado totalmente en los datos de aceptación obtenidos de los panelistas (Lawless y Heymann, 1999); los mapas de preferencia externos obtenidos de la correlación de los datos del análisis descriptivo analizados mediante un ACP, con cada uno de los consumidores en este espacio de ACP, por medio de un análisis de regresión (Tenenhaus *et al.*, 2005); y los mapas de preferencia extendidos, obtenidos de los coeficientes de correlación del mapa de preferencia interno y los descriptores del análisis sensorial (Cruz *et al.*, 2002).

Los mapas de preferencia se han utilizado en cada vez más estudios sensoriales de alimentos (Cordelle *et al.*, 2005; Thompson *et al.*, 2004; Kirkmeyer y Tepper, 2005). En el caso de los quesos, se ha estudiado la relación existente entre la intensidad de los atributos identificados a través del análisis descriptivo, y la percepción y aceptabilidad por parte de los consumidores. Young *et al.* (2004) mostraron, a través de mapas de preferencia interna, que los consumidores prefirieron quesos Cheddar con sabores y aromas suaves o poco desarrollados (Drake *et al.*, 2001). Roberts y Vickers (1994), quienes sólo realizaron un ACP con rotación y retención de factores, encontraron resultados similares para quesos Cheddar de diferente tiempo de maduración. Sin embargo, el mapa de preferencia externo del mismo estudio de Young *et al.* (2004) mostró resultados diferentes en los 6 segmentos de consumidores formados. Caspia *et al.* (2006) encontraron la formación de 7 segmentos de consumidores en los que algunos preferían sabores jóvenes o poco desarrollados y otros los sabores maduros del queso Cheddar. Se ha comparado también la aceptabilidad de quesos de diferentes variedades (Bárcenas *et al.*, 2001; Bárcenas *et al.*, 2003), y se han encontrado resultados similares a

los reportados, los quesos con notas lácteas suaves como el aroma a crema, a caramelo y el aroma dulce encontrados en el queso Manchego, se han preferido sobre los aromas más intensos encontrados en los quesos Idiazabal, Roncal y Castellano.

2.8 Color de quesos

El color es un atributo sensorial cuya percepción es muy variable y dependiente de factores tales como la iluminación, el ángulo desde el cual es observado, la persona por la que es observado, etc. Sin embargo, también es una característica muy importante de los quesos, es uno de los primeros atributos sensoriales percibidos al adquirir o consumir estos productos. Aunque el color puede ser medido sensorialmente, existen instrumentos diseñados para imitar condiciones fijas y constantes de observación por las personas, bajo condiciones de iluminación y ángulos de observación específicos.

El color es una característica importante en la industria, sobre todo para el control de calidad de los productos, sin embargo, poco se ha estudiado en quesos tradicionales. Se ha observado que la dieta del ganado puede influir sobre el color del queso, la variación del color en épocas diferentes del año está relacionada con los cambios en la concentración de β -caroteno de la leche (Kosikowski y Mistry, 1997). En general, el consumo de forraje verde incrementa el contenido de β -caroteno de la leche, proporcionando al queso un color más amarillo, esto es, valores instrumentales de 'b' más altos (Carpino *et al.*, 2004). La presencia de carotenos en la grasa de la leche contribuyente al color amarillo de los quesos, es proporcional a la concentración de carotenos presente en el plasma, la cual está fuertemente relacionada con la alimentación

(Verdier-Metz *et al.*, 2000). El color amarillo también se ve influenciado por el tiempo de maduración de los quesos, se ha observado que a mayor tiempo de maduración el color amarillo tiene valores más altos (Pinho *et al.*, 2004b).

2.9 Composición de ácidos grasos volátiles de quesos

El sabor y aroma de los quesos es una propiedad sensorial compleja, producida por la interacción entre compuestos químicos y receptores sensoriales. La hidrólisis de los triacilglicerol de la leche a ácidos grasos libres (AGL) por los microorganismos y las lipasas nativas de la leche es un proceso importante para el desarrollo del sabor durante la maduración de los quesos (Singh *et al.*, 2003; Mc Sweeney y Sousa, 2000). Éste es un fenómeno especialmente importante en los quesos elaborados con leche cruda, donde las lipasas nativas de la leche no son desactivadas por el proceso de pasteurización (Fernández-García *et al.*, 2006). Los compuestos volátiles de los quesos han sido estudiados ampliamente (Pinho *et al.*, 2004a; Lawlor *et al.*, 2003; Barron *et al.*, 2005). La disponibilidad de metodologías sensoriales e instrumentales mejoradas para el análisis de volátiles en la última década ha sido de gran ayuda en el entendimiento y caracterización del sabor del queso.

Los AGV de cadena corta y mediana son los principales contribuyentes al sabor y aroma de los quesos, los de cuatro o más carbonos son producidos generalmente por lipólisis de la grasa butírica (Ziino *et al.*, 2005). El ácido acético es el principal ácido volátil extraído como ácido graso libre (Kaminarides *et al.*, 2007). Los AGL son los principales contribuyentes al sabor y aroma de quesos de denominación de origen protegida como el

Idiazabal, el Roncal y el Zamorano, sus características sensoriales son más fuertes que las de otros quesos como el Manchego, cuya composición volátil está compuesta principalmente por alcoholes (Barron *et al.*, 2005). El ácido acético, el ácido propiónico y el ácido butírico son AGV de sabores muy fuertes, que pueden ser liberados por la fermentación de la lactosa a ácido láctico (Irigoyen *et al.*, 2007). Estos AGV también han sido identificados en otros quesos duros y semiduros (Lawlor *et al.*, 2002; Tavaría *et al.*, 2006).

Recientemente, se ha observado que la temporada del año influye sobre el sabor de los quesos (Casalta *et al.*, 2001), esto está estrechamente relacionado con la variación en la composición volátil, y la composición de AGL, de las leches y los quesos (Zeppa *et al.*, 2003; Fernández-García *et al.*, 2006). Se ha demostrado también la influencia de la microflora y el tipo de coagulante en el perfil de ácidos grasos de los quesos artesanales (Tavaría *et al.*, 2006; Garde *et al.*, 2005).

2.10 Reología y textura de quesos

La reología es el estudio del flujo y deformación de la materia. En alimentos, el término es usado en forma intercambiable con la textura, la cual se refiere al flujo, deformación y desintegración de una muestra al aplicar una fuerza. En forma estricta, la textura se relaciona con los alimentos sólidos, y la viscosidad, la tendencia a resistir el flujo, se relaciona con alimentos fluidos (Giese, 1995).

La textura del queso puede ser tan importante como su sabor. El queso natural no es completamente isotrópico u homogéneo, y su comportamiento reológico es no lineal fuera de ciertos límites. Atributos tales como la fracturabilidad dependerán por lo tanto de factores tales como el tiempo y la velocidad de deformación, el tipo de deformación usada (tensión o cizalla), la composición del queso, la temperatura, y la reproducibilidad de la geometría.

Las tres categorías de mediciones reológicas son las pruebas empíricas, imitativas, y fundamentales (Tunick, 2000). Las pruebas empíricas pueden ser tan sencillas como la manipulación del queso con los dedos para proveer información básica. Las pruebas imitativas tienen el propósito de imitar la masticación de un producto y proveer datos más extensos. Las pruebas fundamentales incluyen pruebas de compresión, dinámicas y transientes, y producen una explicación matemática del comportamiento reológico (Konstance y Holsinger, 1992; Tunick, 2000).

El interés en las propiedades mecánicas de los quesos se ha acrecentado, más allá de la información obtenida a través de pruebas imitativas, como el análisis de perfil de textura, la atención se ha centrado en sus propiedades dinámicas (Konstance y Holsinger, 1992; Ak y Gunasekaran, 1996). Las pruebas dinámicas proporcionan información de la conformación, la estructura y las interacciones de los materiales viscoelásticos. Estas mediciones se realizan bajo condiciones de cizalla oscilatoria de pequeña amplitud, al imponer una deformación sinusoidal variable y medir los resultados del estrés en la muestra. Los experimentos deben ser conducidos en la región viscoelástica lineal para mantener la estructura del material intacta (Tunick, 2000).

La caracterización reológica de los quesos es importante para determinar las características de cuerpo y textura de los productos, y cómo estos parámetros son afectados por la composición, las técnicas de procesamiento y las condiciones de almacenamiento (Konstance y Holsinger, 1992). Las pruebas dinámicas se han utilizado para comparar las propiedades reológicas del queso Mozzarella bajo diferentes condiciones de almacenamiento. Los resultados indican que el queso fue más duro o de tipo sólido-elástico después de un mes de almacenamiento a 10 °C y a 20 °C (Ak y Gunasekaran, 1996). Van Hekken *et al.* (2005) observaron que la congelación y el almacenamiento por períodos de tiempo largos afectan mínimamente la reología y la proteólisis del queso suave de cabra, mientras que la congelación por un tiempo corto alteró la matriz del queso, cuyas propiedades viscoelásticas disminuyeron durante el almacenamiento. Se ha estudiado también el efecto de la composición, el contenido de grasa, la humedad y la proteína, sobre las propiedades reológicas del queso. La reducción de grasa hace a los quesos más firmes, más elásticos, con valores más altos de G' , mientras que valores más altos de humedad tienen un efecto contrario, reduciendo la textura dura y plastificada del queso (Madsen y Ardö, 2001). Se ha correlacionado la proteólisis del queso durante la maduración con el decremento de G' , causante de una textura más suave (Lucey *et al.*, 2005). Incluso parámetros tales como la concentración del cuajo (Madadlou *et al.*, 2005) y la temporada del año en la cual es elaborado el queso (Tunick *et al.*, 2007), han demostrado tener efecto sobre las propiedades reológicas.

La textura de los quesos se ve afectada por su composición y el estado de su matriz proteínica y éstos a su vez pueden presentar diferencias por el tipo de leche con el cual son elaborados los quesos, la temporada del año en la cual se producen, el grado de

proteólisis obtenido durante su maduración, entre otros (Tunick *et al.*, 2007; Van Hekken *et al.*, 2007). La dureza de los quesos ha sido correlacionada con el contenido de α_{s1} -CN, observándose valores más bajos en quesos con tiempos de almacenamiento largos debido a la proteólisis y debilitamiento de la estructura del queso (Tunick y Van Hekken, 2002), mientras que el decremento en el contenido de grasa del queso aumenta su dureza (Küçüköner y Haque, 2006) y elasticidad (Tunick *et al.*, 2007). Se ha observado que la magnitud de los parámetros texturales depende de la compresión a la cual son sometidos. Lee *et al.* (1978) evaluaron las propiedades mecánicas de siete quesos (queso Crema, Camembert, Mozzarella, Muenster, Americano, Cheddar, Suizo) por medio de una prueba de compresión y encontraron que la proporción de trabajo, la fuerza adhesiva, y la recuperación elástica se vieron influenciados por la proporción de compresión, haciéndola el factor mecánico de mayor importancia. Antoniou *et al.* (2000) encontraron que la variable adhesividad fue la única que contribuyó sustancialmente a la caracterización de 15 variedades de queso francés, además de que las mediciones de compresión al 10 % evaluaron mejor la textura que las mediciones al 80 % debido a su semejanza con la mordida de los panelistas.

Por otro lado, se ha intentado correlacionar mediciones objetivas con atributos texturales sensoriales para una gran variedad de quesos. La mayoría de los estudios han empleado la medición de parámetros mecánicos derivados del desarrollo de la técnica de Análisis de Perfil de Textura o TPA, por sus siglas en inglés (Szczesniak, 1966). Algunos de estos estudios han reportado altas correlaciones (Lee *et al.*, 1978) para un número de parámetros mecánicos y atributos sensoriales. Otros estudios (Raphaelides *et al.*, 1995), sin embargo, han reportado la obtención de correlaciones muy bajas para cualquier

parámetro mecánico y sensorial usando la técnica de TPA. Recientemente, se ha comprobado que además de esta técnica, la medición de las propiedades mecánicas del queso por análisis de tensión, de compresión y de pruebas dinámicas, también es útil para caracterizar la textura de los quesos y tiene correlaciones aceptables con atributos sensoriales de textura (Antoniou *et al.*, 2000; Truong y Daubert, 2001; Brown *et al.*, 2003).

2.11 Ubicación y descripción del área de estudio

Zacazonapan es un municipio localizado al suroeste del Estado de México (Figura 1). Se ubica a una altura media de 1,470 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte y al oeste con el municipio de Oztoloapan, al sur con Tejupilco; al este con los municipios de Temascaltepec y Valle de Bravo. El territorio municipal tiene una extensión de 67.14 kilómetros cuadrados que representan el 0.3 % de la superficie estatal (Arroyo, 1999).

El municipio de Zacazonapan se encuentra situado sobre la sierra de Valle de Bravo, y parte del sistema montañoso de Zinantécatl. El territorio está compuesto por sierras complejas con cañadas, lomeríos y ocasionalmente espacios donde se asientan pequeños valles, como es el caso de la cabecera municipal, pertenecientes a la subprovincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.

riego o de temporal, mientras que los ubicados en laderas o pendientes, se emplean en la ganadería con resultados aceptables.

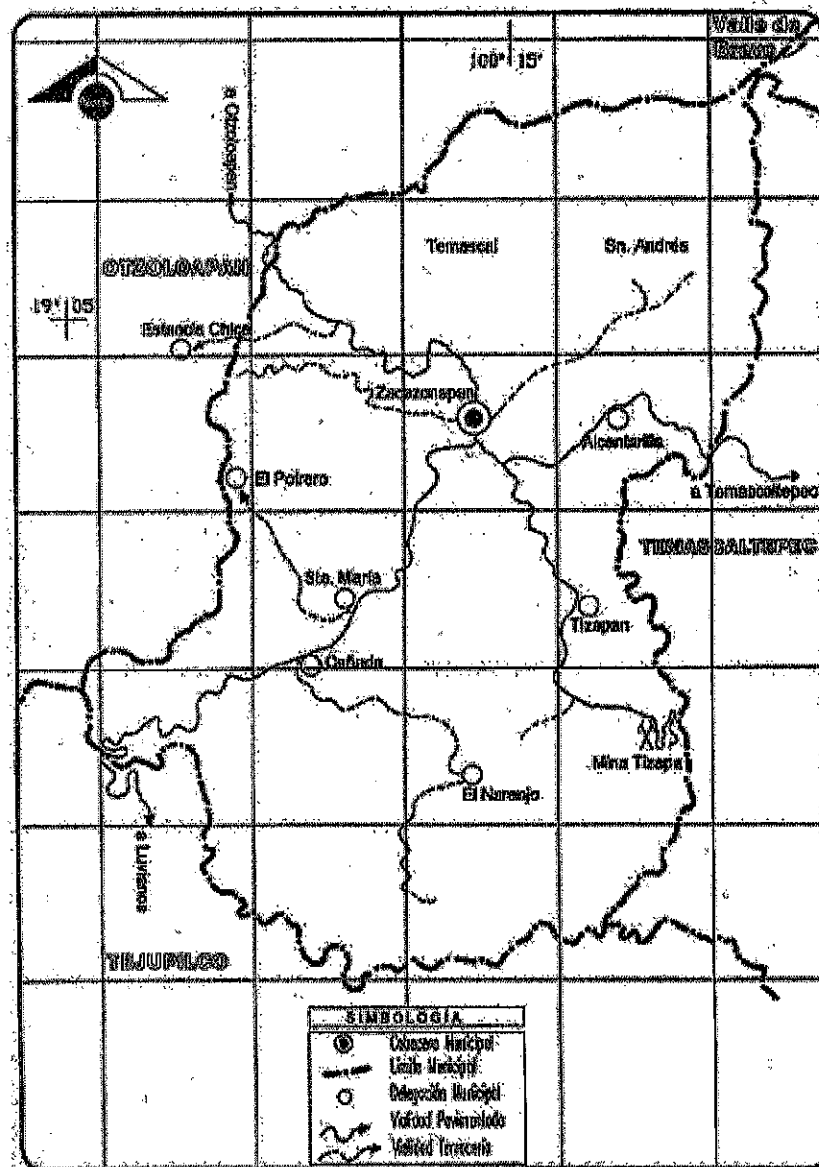


Figura 2. División territorial del municipio de Zacazonapan
Fuente: Arroyo (1999)

La hidrografía está representada por una serie de arroyos intermitentes y el río Temascaltepec, que es el más importante por su caudal permanente y porque recibe la afluencia de los arroyos, como los de Zacazonapan, La Papaya y San José, que bañan el municipio. Existe también una serie de manantiales, bordos y represas distribuidos en el municipio, y cuyo uso puede ser doméstico, para el abrevadero de ganado y para irrigar pequeñas superficies.

El clima predominante es el cálido, subhúmedo con humedad moderada. La temperatura media anual es de 23 °C, la máxima anual de 31 °C y la mínima anual de 15 °C. La precipitación es de 1,800 milímetros anuales, presentándose vientos en mayo y esporádicamente en agosto y septiembre (INAFED, 2006; Arroyo, 1999).

Se distinguen, en forma clara, dos épocas o estaciones anuales, la de lluvias y la de estiaje, aunque tres de las cuatro estaciones presentan características específicas: en la primavera hay existencia de frutas regionales como la naranja, la lima y la sandía; el verano es la estación de lluvias, tiempo de labores de cultivo y pastoreo para la producción de alimentos; y el otoño es la época de cosecha. La época de lluvias es muy clara y está presente en junio, julio, agosto y septiembre.

La flora es muy variada, existen especies como el pino que se localizan a mayor altitud, en forma descendente se encuentran asociaciones de pinos con encinos; después otros vegetales propios de los bosques tropicales, bosques caducifolios y bosques mixtos de árboles con leguminosas. Sin embargo, la vegetación original ha sido transformada por la práctica ganadera, en la mayor parte de los llanos y altiplanos que se ubican en el

municipio. Aún se pueden encontrar algunas hierbas silvestres como: helecho, carrizo, otate, ortiga, higuierilla o paraguas, heno, escobetillo, chayotillo, yerba del sapo, yerba del chivo, yerba de la burra, vemberecua, zeta, chamizo, bejucos, abrojos, prodigiosa, jabonera, maíz silvestre o teozintle, capitaneja, xiunina, entre otras.

El principal cultivo del municipio es el maíz, del cual un 30 % es para autoconsumo, 40 % para la alimentación animal y 30 % para el mercado. Los productos hortícolas mencionados se comercializan en Luvianos, Toluca y el Distrito Federal (Arroyo, 1999; IGECEM, 2006).

La ganadería es considerada como la principal fuente de ingresos, y se destina a la de tipo pecuario el 60 % de la superficie total del municipio (Figura 3). Por el número de cabezas, son los bovinos y los porcinos los que más se producen, seguidos por los equinos, los caprinos y los ovinos. La explotación de las especies es extensiva, mediante la alimentación del ganado con pastos naturales durante la época de lluvias. Durante el estiaje, de noviembre a mayo, los animales consumen alimentos balanceados por la escasez de forraje.

El ganado bovino representa el 66.93 % de las especies ganaderas existentes (Arroyo, 1999). En la mayor parte son cruza de criollo con cebuino, sin embargo, también se explotan otras cruza de ganado suizo, simmenthal, charolais y holstein, con la finalidad de obtener una mayor producción de carne y leche, siendo esta última el principal producto del municipio.

La minería es una actividad que ha sido muy relevante en los últimos años, siendo una fuente de empleos para toda la región. Las actividades realizadas por Minera Tizapa, S.A. de C.V., permiten obtener concentrados de zinc, plomo y cobre, los cuales al procesarse en la siderúrgica permiten separarlos de otros metales como el oro y la plata. Con la minería se generan 330 empleos directos y 900 indirectos, con una derrama económica de \$32,000,000.00 anuales (Arroyo, 1999; INAFED, 2006).

Las actividades económicas del municipio, según el censo de 1990, se distribuyen de la siguiente forma: 65.6 % de la población se dedica al sector primario, 11.5 % al sector secundario y 19 % al sector terciario.

Una característica particular del municipio es que a través de los años ha predominado la posesión de la tierra en pequeña propiedad. Por lo cual, el 96 % del territorio tiene un régimen de pequeña propiedad, y el 4 % corresponde a propiedad ejidal.

2.11.1 Lechería y Queso Añejo

Zacazonapan tiene una producción promedio de leche de 2000 L diarios. El mayor rendimiento se presenta en época de lluvias, cuando existe una gran disponibilidad de forraje. La producción por animal es variable y depende del tipo de ganado; para las razas cruzadas y de doble propósito se estima un rendimiento de 4 L por día, en promedio, en cambio las razas mejoradas producen en promedio 8 L al día.

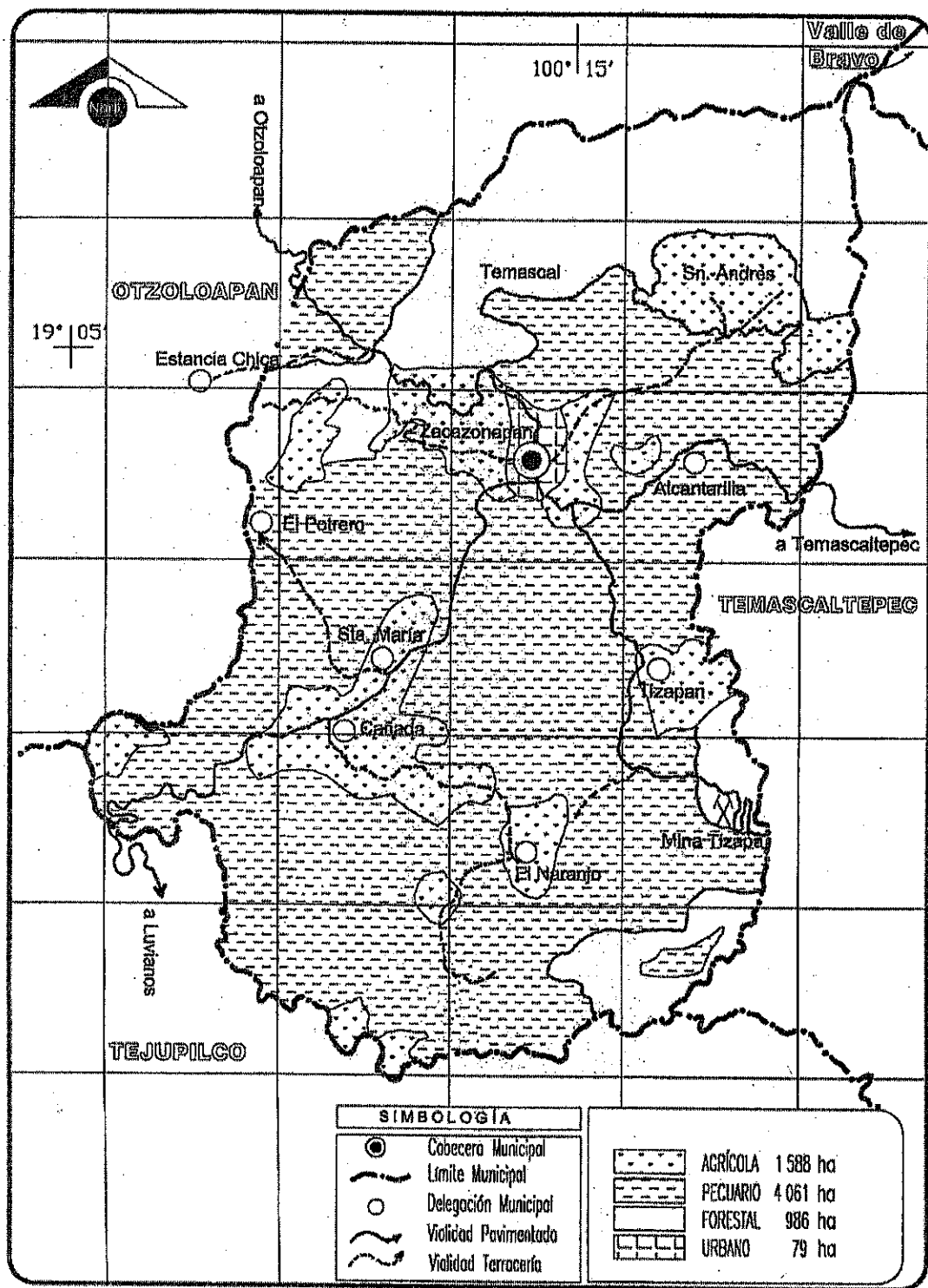


Figura 3. Uso del suelo en el municipio de Zacazonapan
Fuente: Arroyo (1999)

La producción de leche se comercializa en Santo Tomás de los Plátanos, Colorines y Valle de Bravo, una parte no significativa se vende en el municipio y es también poca la cantidad que se destina al autoconsumo. Los productos lácteos como el queso y la crema se comercializan también en los sitios mencionados, así como en Luvianos, Tejupilco, Amatepec y Temascaltepec, entre otros.

Los productos secundarios obtenidos de la leche son queso, requesón, crema y suero, de éstos el que merece una mención especial es el queso, el cual desde hace muchos años ha dado fama al municipio de Zacazonapan. Se trata de un queso madurado, elaborado con leche cruda de vaca y de pasta muy friable, de gran tradición en la región. Arroyo (1999) señala como antecedente histórico un evento narrado por el padre José Castillo y Piña cuando el 3 de febrero de 1941 realizó una excursión a los pueblos del sur de la tierra caliente del Estado de México, y al pasar por el puerto del Sombrero, perteneciente al municipio de Zacazonapan, llegó al jacal del señor Ambrosio Sánchez, en donde fue bien recibido, narrando lo siguiente: *Decíanme que eran felices y que tenían 120 vacas de buen producto y que con la leche hacían exquisitos quesos.*

Entre tanto todos saboreaban el esperado alimento y yo unos trocitos de queso riquísimo, exquisito, que aquellas buenas gentes nos obsequiaron, de aquel mismo que ellos hacían y del que tenían grandes cantidades en marquetas.

Con lo anterior queda de manifiesto la importancia del Queso Añejo, que actualmente sigue en producción y al cual se ha pretendido dar impulso con la creación de la Feria del Queso Añejo, celebrada el 25 de diciembre de cada año en el jardín de la cabecera municipal de Zacazonapan, Estado de México, desde 1988. Esta exposición consiste en

la participación de queseros quienes presentan sus productos ante un jurado, el cual califica su sabor, color, textura y presentación. Los tres primeros lugares son acreedores a premios que consisten en refrigeradores, lavadoras, estufas, alimentos para el ganado, utensilios para la ordeña, etc. A esta exposición asisten en forma general personas de la región y del municipio, quienes tienen la oportunidad de probar los quesos expuestos, así como de comprarlos (Arroyo, 1999).

BIBLIOGRAFÍA

- Ak, M.M. y Gunasekaran, S. 1996. Dynamic rheological properties of mozzarella cheese during refrigerated storage. *Journal of Food Science*. 61: 566-569.
- Antoniou, K.D., Petridis, D., Raphaelides, S., Ben Omar, Z., y Kesteloot, R. 2000. Texture Assessment of French Cheeses. *Journal of Food Science*. 65: 168-172.
- Arroyo, E.J. 1999. Zacazonapan. Monografía municipal. Instituto Mexiquense de Cultura. México.
- Asociación Regional de Productores de Queso Cotija. 2003. Reglas de uso: Marca Colectiva Queso Cotija Región de Origen. Pro Sierra de Jalmich, A.C. México.
- Avsar, Y.K., Karagul-Yuceer, K., Drake, M.A., Singh, T.K., Yoon, Y., y Cadwallader, K.R. 2004. Characterization of Nutty Flavor in Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science*. 87: 1999-2010.
- Bárcenas, P., Pérez de San Román, R., Pérez Elortondo, F.J., y Albisu, M. 2001. Consumer preference structures for traditional Spanish cheeses and their relationship with sensory properties. *Food Quality and Preference*. 12: 269-279.
- Bárcenas, P., Pérez Elortondo, F.J., y Albisu, M. 2003. Comparison of free choice profiling, direct similarity measurements and hedonic data for ewes' milk cheeses sensory evaluation. *International Dairy Journal*. 13: 67-77.
- Barron, L.J.R., Redondo, Y., Flanagan, C.E., Pérez-Elortondo, F.J., Albisu, M., Nájera, A.I., de Renobales, M., y Fernández-García, E. 2005. Comparison of the volatile composition and sensory characteristics of Spanish PDO cheeses manufactured from ewes' raw milk and animal rennet. *International Dairy Journal*. 15: 371-382.

- Bodyfelt, F.W., Tobias, J., y Trout, G.M. 1988. The Sensory Evaluation of Dairy Products. Van Nostrand Reinhold. EE.UU.
- Boucher, F. 2001. Una visión territorial de la agroindustria rural: los sistemas agroalimentarios locales, avances conceptuales. Notas del II Curso Internacional sobre la Promoción de la Agroempresa Rural para el Desarrollo Microregional Sostenible.
- Boucher, F. 2004. Enjeux et difficulté d'une stratégie collective d'activation des concentrations d'Agro-Industries Rurales, le cas de fromageries rurales de Cajamarca, Pérou. Thèse de doctorat, Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines. 436p.
- Boucher, F. 2006. Agroindustria rural y sistemas agroalimentarios locales. Nuevos enfoques de desarrollo territorial. III Congreso Internacional de la Red SIAL "Alimentación y Territorios". España.
- Boucher, F., Requier, D., Muchnik, J., Sautier, D., Bridier, B. y Del Pozo, M. 2000. Una nueva forma de organización de la agroindustria rural: los sistemas agroalimentarios localizados. El caso de los productos lácteos de Cajamarca. 16° Simposio de la Asociación Internacional de Sistemas de Producción y 4° Simposio Latinoamericano sobre Investigación y Extensión en Sistemas Agropecuarios. "Globalización y Desarrollo Local: Retos al Pequeño Productor". Colombia.
- Brescia, M.A., Monfreda, M., Buccolieri, A., y Carrino, C. 2005. Characterisation of the geographical origin of buffalo milk and mozzarella cheese by means of analytical and spectroscopic determinations. Food Chemistry. 89: 139-147.
- Brown, J.A., Foegeding, E.A., Daubert, C.R., Drake, M.A., y Gumpertz, M. 2003. Relationships among rheological and sensorial properties of young cheeses. Journal of Dairy Science. 86: 3054-3067.
- Bugaud, C., Buchin, S., Hauwuy, A., y Coulon, J. 2001. Relationships between flavour and chemical composition of Abondance cheese derived from different types of pastures. Lait. 81: 757-773.
- Bugaud, C., Buchin, S., Hauwuy, A. y Coulon, J.B. 2002. Texture et flaveur du fromage selon la nature du pâturage: cas du fromage d'Abondance. Productions Animales. 15: 31-36.
- Callejón, M. y Costa, M.T. 1996. Economías de aglomeración en la industria. XXII Reunión de Estudios Regionales. El desarrollo de las regiones: Nuevos escenarios y perspectivas de análisis. España.
- Carpino, S., Horne, J., Melilli, C., Licitra, G., Barbano, D.M. y Van Soest, P.J. 2004. Contribution of native pasture to the sensory properties of Ragusano cheese.

Journal of Dairy Science. 87: 308-315.

- Casalta, E., Noël, Y., Le Bars, D., Carré, C., Achilleos, C., y Maroselli, M.X. 2001. Caractérisation du fromage Bastelicaccia. Lait. 81: 529-546.
- Cascante-Sánchez. M. 2003. Proyecto SIAL. Concentración de queserías en las faldas del Volcán Turrialba. PRODAR. IICA. Universidad Nacional Costa Rica. Costa Rica.
- Caspia, E.L., Coggins, P.C., Schilling, M.W., Yoon, Y. y White, C.H. 2006. The relationship between consumer acceptability and descriptive sensory attributes in cheddar cheese. Journal of Sensory Studies. 21: 112-127.
- Chombo, P. 2004a. La denominación de origen del queso Cotija. Acompañamiento tecnológico para la certificación y revaloración de productos artesanales. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ). México.
- Chombo, P. 2004b. Un caso distinguido: El Cotija Región de Origen^{MC}, de la Sierra de Jalmich. CIATEJ, CONACYT. México.
- Cordelle, S., Piper, D., y Schlinch, P. 2005. On the consistency of liking scores: a validation study run in France and Germany. Food Quality and Preference. 16: 493-503.
- Correa Gómez, C.A., Boucher, F. y Requier-Desjardins, D. 2006. ¿Cómo activar los sistemas agroalimentarios localizados en América Latina? Un análisis comparativo. Agroalimentaria. 22: 17-27.
- Coulon, J.B., Delacroix-Buchet, A., Martin, B. y Pirisi, A. 2004. Relationships between ruminant management and sensory characteristics of cheeses: a review. Lait. 84: 221-241.
- Cruz, M.J.S., Martinez, M.C., y Hough, G. 2002. Descriptive analysis, consumer clusters and preference mapping of commercial mayonnaise in Argentina. Journal of Sensory Studies. 17: 309-325.
- Di Cagno, R., Banks, J., Sheenan, L., Fox, P.F., Brechany, E.Y., Corsetti, A., y Gobetti, M. 2003. Comparison of the microbiological, compositional, biochemical, volatile profile and sensory characteristics of three Italian PDO ewes' milk cheeses. International Dairy Journal. 13: 961-972.
- Drake, M.A. 2004. *ADSA Foundation Scholar Award*: Defining dairy flavors. Journal of Dairy Science. 87: 777-784.
- Drake, M.A. y Civille, G.V. 2003. Flavor lexicons. Comprehensive Reviews in Food Science. 2: 33-40.

- Drake, M.A., McIngvale, S.C., Gerard, P.D., Cadwallader, K.R., y Civile, G.V. 2001. Development of a Descriptive Language for Cheddar Cheese. *Journal of Food Science*. 66: 1422-1427.
- Fernández-García, E., Carbonell, M., Calzada, J. y Nuñez, M. 2006. Seasonal variation of the free fatty acids contents of Spanish ovine milk cheeses protected by a designation of origin: A comparative study. *International Dairy Journal*. 16: 252-261.
- Garde, S., Ávila, M., Medina, M., y Nuñez, M. 2005. Influence of a bacteriocin-producing lactic culture on the volatile compounds, odour and aroma of Hispánico cheese. *International Dairy Journal*. 15: 1034-1043.
- Giese, J. 1995. Measuring physical properties of food. *Food Technology*. 19: 54-63.
- Instituto Mexicano de la Protección Industrial (IMPI). 2006a. Declaración de protección de denominación de origen. IMPI-01-008. Comisión Federal de Mejora Regulatoria. Secretaría de Economía. México.
- Instituto Mexicano de la Protección Industrial (IMPI). 2006b. Guía del usuario de signos distintivos. Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: Dirección Divisional de Marcas. Secretaría de Economía. México.
- Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Gobierno del Estado de México (IGECEM). 2006. Estadísticas del municipio de Zacazonapan. www.edomexico.gob.mx/newweb/Gobierno%20en%20internet/PAGMUN_Zacazonapan.asp. Fecha de consulta: 21 de abril de 2006.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). 2006. Zacazonapan. Enciclopedia de los municipios del Estado de México. www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/mexico/mpios/15116a.htm. Fecha de consulta: 20 de abril de 2006.
- Irigoyen, A., Ortigosa, M., Juansaras, I., Oneca, M., y Torre, P. 2007. Influence of an adjunct culture of *Lactobacillus* on the free amino acids and volatile compounds in a Roncal-type ewe's-milk cheese. *Food Chemistry*. 100: 71-80.
- Kaminarides, S., Stamou, P., y Massouras, T. 2007. Changes of organic acids, volatile aroma compounds and sensory characteristics of Halloumi cheese kept in brine. *Food Chemistry*. 100: 219-225.
- Karagul-Yuceer, Y., Isleten, M. y Uysal-Pala, C. 2007. Sensory characteristics of Ezine cheese. *Journal of Sensory Studies*. 22: 49-65.
- Kirkmeyer, S.V. y Tepper, B.J. 2005. Consumer reactions to creaminess and genetic sensitivity to 6-*n*-propylthiouracil: a multidimensional study. *Food Quality and Preference*. 16: 545-556.

- Konstance R.P. y Holsinger, V.H. 1992. Development of rheological test methods for cheese. *Food Technology*. 105-109.
- Kosikowski, F.V. y Mistry, V.V. 1997. Cheese and fermented milk foods. Vol 1: Origins and Principles. LLC. EE.UU.
- Küçüköner, E. y Haque, Z.U. 2006. Physicochemical properties of low-fat and full-fat Cheddar cheeses. *International Journal of Dairy Technology*. 59(3): 166-170.
- Lawless, H.T. y Heymann, H. 1999. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Aspen Publishers, Inc. EE.UU.
- Lawlor, J.B., Delahunty, C.M., Wilkinson, M.G., y Sheehan, J. 2002. Relationships between the gross, non-volatile and volatile compositions and the sensory attributes of eight hard-type cheeses. *International Dairy Journal*. 12: 493-509.
- Lawlor, J.B., Delahunty, C.M., Sheehan, J., y Wilkinson, M.G. 2003. Relationships between sensory attributes and the volatile compounds, non-volatile and gross compositional constituents of six blue-type cheeses. *International Dairy Journal*. 13: 481-494.
- Lee, C., Imoto, E.M., Rha, C. 1978. Evaluation of cheese texture. *Journal of Food Science*. 43: 1600-1605.
- Lucey, J.A., Mishra, R., Hassan, A., y Johnson, M.E. 2005. Rheological and calcium equilibrium changes during the ripening of Cheddar cheese. *International Dairy Journal*. 15: 645-653.
- Macedo, A.C., Malcata, F.X. y Oliveira, J.C. 1993. The technology, chemistry and microbiology of Serra cheese: a review. *Journal of Dairy Science*. 76: 1725-1739.
- Madadlou, A., Khosroshahi, A., y Mousavi, M.E. 2005. Rheology, microstructure, and functionality of low-fat Iranian white cheese made with different concentrations of rennet. *Journal of Dairy Science*. 88: 3052-3062.
- Madsen, J.S. y Ardö, Y. 2001. Exploratory study of proteolysis, rheology and sensory properties of Danbo cheese with different fat contents. *International Dairy Journal*. 11: 423-431.
- McCormick, D. 1999. African enterprise clusters and industrialization: theory and reality. *World Development*. 9: 1531-1551.
- McSweeney, P.L. H. y Sousa, M.J. 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: a review. *Lait*. 80: 293-324.

- Milci, S., Goncu, A., AlpKent, Z., y Yaygin, H. 2005. Chemical, microbiological and sensory characterization of Halloumi cheese produced from ovine, caprine and bovine milk. *International Dairy Journal*. 15: 625-630.
- Moskowitz, H.R., Beckley, J.H., y Resurrección, V.A. 2006. Sensory and consumer research in food product development. IFT Press. Blackwell Publishing. EE.UU.
- Muchnik, J. 2004. Identidad territorial de los alimentos: alimentar el cuerpo humano y el cuerpo social. Congreso Internacional Agroindustria Rural y Territorio. ARTE. México.
- Muchnik, J. 2006a. Identidad territorial y calidad de los alimentos: procesos de calificación y competencias de los consumidores. *Agroalimentaria*. 22: 89-98.
- Muchnik, J. 2006b. Sistemas agroalimentarios localizados: evolución del concepto y diversidad de situaciones. III Congreso Internacional de la Red SIAL "Alimentación y Territorios". España.
- Mucknik, J. y Sautier, D. 1998. Systèmes agro-alimentaires localisés et construction de territoires. Proposition d'action thématique programmée. CIRAD. París, Francia.
- Muchnik, J. y Velarde, I. 2003. Sistemas agroalimentarios localizados: procesos de innovación aplicados a la calificación de productos y valorización de los recursos locales. El caso del vino de la costa de Berisso, Argentina. CIRAD. Francia.
- Murray, J.M. y Delahunty, C.M. 2000. Mapping consumer preference for the sensory and packaging attributes for Cheddar cheese. *Food Quality and Preference*. 11: 419-435.
- Pinho, O., Ferreira, I.M.P.L.V.O., y Ferreira, M. 2004a. Discriminate analysis of the volatile fraction from "Terrincho" ewe cheese: correlation with flavour characteristics. *International Dairy Journal*. 14: 455-464.
- Pinho, O., Mendes, E., Alves, M.M., y Ferreira, I.M.P.L.V.O. 2004b. Chemical, physical, and sensorial characteristics of "Terrincho" ewe cheese: changes during ripening and intravarietal comparison. *Journal of Dairy Science*. 87: 249-257.
- Plascencia-Navarro, A. y Villanueva-Rodríguez, S. 2004. Aplicación de técnicas sensoriales (QDA) e instrumentales en la caracterización de las propiedades sensoriales y fisicoquímicas del queso Cotija. Congreso Nacional Agroindustrial. Chapingo, México.

- Pomeón, T., Boucher, F., Cervantes, F., y Fournier, S. 2006. Las dinámicas colectivas en dos cuencas lecheras mexicanas: Tlaxco, Tlaxcala y Tizayuca, Hidalgo. *Agroalimentaria*. 22: 49-64.
- Raphaelides, S., Antoniou, K.D., Petridis, D. 1995. Texture evaluation of ultrafiltered Teleme cheese. *Journal of Food Science*. 60: 1211-1215.
- Requier-Desjardins, D. 1999. Agro-industria rural y sistemas agroalimentarios localizados: ¿Cuáles puestas?. X Aniversario de PRODAR. Ecuador.
- Rétiveau, A., Chambers, D.H., Esteve, E. 2005. Developing a lexicon for the flavor description of French cheeses. *Food Quality and Preference*. 16(6): 517-527.
- Roberts, A.K. y Vickers, Z.M. 1994. Cheddar cheese aging: changes in sensory attributes and consumer acceptance. *Journal of Food Science*. 59: 328-334.
- Rodríguez, G. 2001. La denominación de origen y el mercado de la distinción. CIESAS/SAGARPA. México.
- Rodríguez-Borray, G. y Rangel-Moreno, C. 2003. Estudio del sistema agroalimentario local, SIAL, de la concentración de fábricas de bocadillo de guayaba en las provincias de Vélez y Ricaurte en Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Colombia.
- Roseiro, L.B., Wilbey, R.A., y Barbosa, M. 2003. Serpa cheese: technological, biochemical and microbiological characterization of a PDO ewe's milk cheese coagulated with *Cynara cardunculus* L. *Lait*. 83: 469-481.
- Salas, I., Boucher, F., y Requier-Desjardins, D. 2005. Agroindustrial rural y liberalización comercial agrícola: el rol de los sistemas agroalimentarios localizados. *Agroalimentaria*. 22: 29-40.
- Singh, T.K., Drake, M.A., y Cadwallader, K.R. 2003. Flavor of cheddar cheese: a chemical and sensory perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2: 139-162.
- Soto, D. 2006. La identidad cultural y el desarrollo territorial rural, una aproximación desde Colombia. *Territorios con Identidad Cultural*. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Colombia.
- Szczesniak, A.S. 1966. Texture measurements. *Food Technology*. 20: 52-58.
- Tavaria, F.K., Tavares, T.G., Silva-Ferreira, A.C., y Malcata, F.X. 2006. Contribution of coagulant and native microflora to the volatile-free fatty acid profile of an artisanal cheese. *International Dairy Journal*. 16: 886-894.

- Tenenhaus, M., Pagès, J., Ambroisine, L. y Guinot, C. 2005. PLS methodology to study relationships between hedonic judgments and product characteristics. *Food Quality and Preference*. 16: 315-325.
- Tejada, L., Abellán, A., Cayuela, J.M., y Martínez-Cacha, A. 2006. Sensorial characteristics during ripening of the Murcia al Vino goat's milk cheese: the effect of the type of coagulant used and the size of the cheese. *Journal of Sensory Studies*. 21: 333-347.
- Thompson, J.L., Drake, M.A., Lopetcharat, K., y Yates, M.D. 2004. Preference mapping of commercial chocolate milks. *Journal of Food Science*. 69: 406-413.
- Truong, V.D. y Daubert C.R. 2001. Textural characterization of cheeses using vane rheometry and torsion analysis. *Journal of Food Science*. 66: 716-721.
- Tunick, M.H. 2000. Rheology of dairy foods that gel, stretch, and fracture. *Journal of Dairy Science*. 83: 1892-1898.
- Tunick M.H. y Van Hekken, D.L. 2002. Torsión gelometry of cheese. *Journal of Dairy Science*. 85: 2743-2749.
- Tunick M.H., Van Hekken, D.L., Call, J., Molina-Corral, F.J. y Gardea, A. 2007. Queso Chihuahua: effects of seasonality of cheesemilk on rheology. *International Journal of Dairy Technology*. 60: 13-21.
- 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: 3729.
- Van Hekken, D.L., Tunick, M.H. y Park, Y.W. 2005. Effect of frozen storage on the proteolytic and rheological properties of soft caprine milk cheese. *Journal of Dairy Science*. 88: 1966-1972.
- Van Hekken, D.L., Tunick, M.H., Tomasula, P.M. Molina-Corral, F.J. y Gardea, A.A. 2007. Mexican Queso Chihuahua: rheology of fresh cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 60: 5-12.
- 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: 361-370.
- Young, N.D., Drake, M., Lopetcharat, K., y Mc Daniel, M.R. 2004. Preference mapping of cheddar cheese with varying maturity levels. *Journal of Dairy Science*. 87: 11-19.

- Zeppa, G., Giordano, M., Gerbi, V., Arlorio, M. 2003. Fatty acid composition of Piedmont "Ossolano" cheese. 83: 167-173.
- Ziino, M., Condurso, C., Romeo, V., Giuffrida, D., y Verzera, A. 2005. Characterization of "Provola dei Nebrodi", a typical Sicilian cheese, by volatiles analysis using SPME-GC/MS. International Dairy Journal. 15: 585-593.

**CAPÍTULO 1. EL SISTEMA AGROINDUSTRIAL LOCALIZADO DEL QUESO
AÑEJO DE ZACAZONAPAN, ESTADO DE MÉXICO**

RESUMEN

Se estudió el sistema agroalimentario localizado, los parámetros de fabricación y las características fisicoquímicas de la leche usada para la elaboración de Queso Añejo, un queso semiduro y duro producido en el Estado de México, con el objetivo de caracterizar el sistema-producto. El estudio se desarrolló durante la primavera y el verano del 2006, en 6 queserías del municipio de Zacazonapan. Las leches de primavera fueron diferentes ($P < 0.05$) a las leches de verano en grasa, sólidos no grasos, densidad, proteína, pH, y acidez titulable. Los parámetros de fabricación del queso también mostraron variabilidad.

Palabras clave: leche, sistema agroalimentario localizado, queso, Zacazonapan

ABSTRACT

The localized agrifood system, the fabrication parameters and the physicochemical characteristics of milks used for the elaboration of Añejo cheese, a semi-hard and hard cheese produced in the state Estado de México, were studied with the purpose of characterizing the product-system. The study held place in 6 dairies from the county of Zacazonapan, during the spring and summer of 2006. Spring milks were different from summer milks ($P < 0.05$) in fat, solids non fat, density, protein, pH and titrable acidity. The cheese fabrication parameters also showed variability.

Keywords: milk, localized agrifood system, cheese, Zacazonapan

1. INTRODUCCIÓN

El Queso Añejo es un queso tradicional mexicano producido en el suroeste del Estado de México, específicamente en el municipio de Zacazonapan. El municipio de Zacazonapan tiene una extensión territorial de 67 km², la actividad económica más importante de su población es la ganadería, destinándose a ella el 60 % de la superficie. Consecuentemente, la producción de queso está delimitada a una superficie muy pequeña, pero con gran tradición quesera. El origen del Queso Añejo no es conocido, pero se estima que tiene más de cien años de existencia y es un producto muy apreciado en la región. El queso se elabora con leche cruda de vaca y es producido durante todo el año, aunque la producción más fuerte se da durante el verano o época de lluvias por la disponibilidad de pastura natural. Maduro, tiene un sabor fuerte, salado, y se distingue por su textura desmoronable.

Se ha observado que las características composicionales, sensoriales y físicas de los quesos dependen de muchos factores, de la tecnología usada para su fabricación, de las características de la leche debido a las razas y variantes genéticas de las proteínas (Verdier-Metz *et al.*, 2000), a la alimentación del ganado (Bugaud *et al.*, 2001), a su microbiología, y a las condiciones de maduración (Grappin *et al.*, 1987), entre otras. Este conjunto de factores determinados por el *terruño*¹, el *saber hacer*² de los queseros,

¹ El *terruño* es espacio geográfico influenciado por un conjunto de elementos naturales como la orografía, hidrología, altitud y microclima, es también un espacio humano con una dimensión cultural definida por la tradición y saber hacer de sus habitantes; este conjunto de factores naturales y humanos le confieren a un producto su identidad, su tipicidad, y una profundidad histórica y patrimonial que otros productos no pueden alcanzar (INAO, 1935).

la alimentación y razas de ganado utilizados para la producción de leche, definen la *tipicidad*³ de los quesos.

El Queso Añejo, así como su tecnología de producción han sido poco estudiados. Es necesario profundizar su estudio para definir sus características, conservarlo, protegerlo, y a la vez desarrollar innovaciones tecnológicas para mejorar su calidad, manteniendo siempre su originalidad como queso tradicional. El objetivo de este estudio fue describir y analizar las características de producción del Queso Añejo y su variabilidad en función de los productores queseros, así como las características de la leche utilizada para su producción en dos épocas del año.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Sistema agroindustrial localizado

En el suroeste del Estado de México se produce un queso regional conocido como Queso Añejo. Este nombre genérico se le da a varios quesos con características similares producidos en la región. Se exploró el suroeste del Estado de México con visitas a los municipios de Tejupilco, Amatepec, Luvianos y Zacazonapan, en el Estado de México, para definir y delimitar el queso por estudiar y su área de producción. Después de una

² El *saber hacer* es el conjunto de conocimientos teóricos, técnicos y prácticos de una persona o grupo de personas, asociados a la experiencia y aptitudes personales de los diferentes métodos para la realización de una actividad determinada.

³ La *tipicidad*, muchas veces ligada a la originalidad, es una herencia que tiene un origen geográfico e histórico, se encuentra anclada en un medio y relaciona a un producto específico con un lugar igualmente específico. La tipicidad de un producto está relacionada con las cualidades sensoriales y los atributos distintivos como la forma, el peso, el modo de elaboración, la imagen y la reputación del producto (INRA, 2006).

búsqueda minuciosa, se eligió al municipio de Zacazonapan por ser el municipio representativo de un queso original, con un área de producción bien delimitada.

Este estudio se centró en la identificación y análisis del sistema agroindustrial localizado (SIAL) del Queso Añejo de Zacazonapan en el Estado de México, en la tipificación de sus características, sus dinámicas, y los recursos específicos que lo componen, como son, el *territorio*⁴, el saber hacer, las redes sociales y sus relaciones, los productos, y los actores del sistema. El trabajo está basado en una investigación de campo que tuvo una duración de 10 meses en el municipio de Zacazonapan.

Se aplicaron entrevistas abiertas, y encuestas estructuradas y validadas en campo a los actores implicados en el sector primario lechero, a los transformadores y a los comercializadores. Las encuestas aplicadas fueron tres: una para la creación de un perfil general del productor, una para la caracterización del proceso de producción, y otra para la caracterización del sistema de producción y comercialización de la leche. Se encuestó a la población total de queseros que elaboran el queso durante todo el año y a tres queseros que lo produce en forma estacional, sólo durante el verano o época de lluvias. Se identificó a una población de 12 queseros, sin embargo, sólo 8 de ellos venden sus quesos, los otros 4 productores elaboran el queso para autoconsumo. Por lo tanto, se entrevistó y encuestó a la población total de productores de queso que forman parte de la cadena agroindustrial completa, esto es, hasta la comercialización. Se encuestó a 10

⁴ El *territorio* es un espacio elaborado, construido histórica y socialmente, marcado en términos culturales, regulado institucionalmente y en el cual la eficacia de las actividades económicas está fuertemente condicionada por las relaciones de proximidad y de pertenencia a este espacio; es un conjunto de factores y de relaciones muy estrechas entre sus habitantes y sus raíces territoriales (Muchnick y Velarde, 2003).

ganaderos que constituyen el total de los proveedores de los queseros censados y se entrevistó a la administración local e informantes clave. Se observaron y describieron las características físicas y operacionales de la ganadería y la producción quesera del municipio de Zacazonapan.

Se estudió el proceso de manufactura del Queso Añejo en 6 queserías, mediante la observación de la manufactura del queso, desde el momento de la recepción de la leche hasta el almacenamiento del lote de bloques de queso producidos durante ese día. La observación y la descripción del proceso de manufactura del queso se realizó en dos épocas del año: durante la época de estiaje, en el mes de mayo, en las cinco queserías que elaboran el queso a lo largo de todo el año; y en la época de lluvias, en el mes de octubre, en las cinco queserías estudiadas durante la época de estiaje y en una que elabora el queso en forma estacional. El estudio del proceso no se realizó en las queserías de los otros 2 queseros estacionales entrevistados debido a que no tuvieron producción durante el periodo de estudio. Adicionalmente a la observación y descripción de la manufactura del queso, se midieron los siguientes parámetros de fabricación en cada quesería: volumen de leche procesada, tipo de cuajo, temperatura de cuajado, tiempo de reposo de la leche desde su llegada hasta el cuajado, dosis de cuajo, tiempo de cuajado, número de veces en que la cuajada es cortada y escurrida, tiempo de trabajo del grano y tiempo de amasado.

2.2 Características de la leche usada para la elaboración de queso

Con el objetivo de poder comparar la leche producida en dos épocas del año, se estudiaron las leches utilizadas por las 5 queserías que mantienen su producción durante todo el año. Se tomaron muestras de los 5 lotes de leche de proceso y se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos: pH, con un potenciómetro HI 98128 (Hanna Instruments, Italia) calibrado con buffer de pH 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 (Bultheh 2000 Ltd., Bulgaria). Los análisis de la leche se realizaron en primavera o época de estiaje, y en verano o época de lluvias, todos con dos mediciones repetidas.

2.3 Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo de parcela dividida, 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 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 version 9.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC, EEUU).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Características de las explotaciones lecheras

Zacazonapan es un municipio de 67 km² y representa 0.3 % de la superficie estatal. La ganadería es la principal actividad económica del municipio, destinándose a ella 60 % de la superficie, mientras que la producción agrícola, principalmente maíz, se distribuye en un 30 % para autoconsumo, 40 % para la alimentación animal y 30 % para el mercado local y estatal. La zona se caracteriza por la presencia de unidades de producción familiares en territorios extensos (desde 30 hasta 250 ha) con régimen de pequeña propiedad, con una proporción pequeña del territorio destinado a la agricultura, con el cultivo de granos y forrajes para el ganado, y la mayor proporción del territorio utilizado para la ganadería de explotación extensiva. Otras actividades económicas que complementan los ingresos de los ganaderos son el comercio y la minería, la cual cobró importancia en la década de 1990 con el establecimiento de la minera Tizapa. La mayoría de los sistemas de producción son de doble propósito, adecuados para la topografía y clima dominantes en la región. Las principales cruzas de razas observadas en la región son el pardo suizo europeo y americano con cebú, holandés con cebú y charoláis con holandés, también existen en menor proporción las razas cebú, charoláis, gyr, simmenthal y el ganado criollo de la región. Se usan cruzas de razas lecheras como la suiza, y rústicas como el cebú, para combinar las características de resistencia a las condiciones de calor y humedad con una mayor producción de leche (4 a 10 L por día). Durante el verano o época de lluvias, el ganado consume exclusivamente la pastura

natural encontrada en los potreros. Durante el resto del año, la época de estiaje, la alimentación del ganado se complementa con concentrados y granos.

Los ganaderos de la zona tienen más de 10 años de dedicarse a esta actividad, en muchos casos, es una actividad heredada por sus padres y abuelos, por lo cual tienen experiencia y tradición del saber hacer de la lechería local. Las explotaciones, en su mayoría, poseen un número de vacas en el rango de 20 a 110, y cada ganadero ordeña diariamente de 100 a 150 L de leche de las vacas en producción, que son de 12 a 20. La monta natural es la práctica reproductiva usada por el 90 % de los proveedores de leche, y la ordeña en todos los casos es hecha en forma manual, debido a que el número de vacas ordeñadas es pequeño y a que las razas usadas en la región presentan pezones de distintos tamaños y grosor, no permitiendo el uso de ordeñadoras mecánicas diseñadas para pezones de tamaño uniforme.

La producción diaria de leche se estima en 2000 L, y es producida por una población aproximada de 43 ganaderos. El nivel de integración a la cadena productiva es muy bajo, unos cuantos productores están integrados verticalmente durante la época de lluvias y transforman su leche en queso para autoconsumo o venta durante la temporada. Por otro lado, existen proyectos de impulso productivo financiados por la SEDAGRO para una de las dos asociaciones ganaderas de la región. Los socios ganaderos son propietarios de un sistema para la recolección y enfriamiento de leche, aún no puesto en marcha, y manifestaron que iniciarán un proyecto para la construcción y funcionamiento de una pasteurizadora. El nivel tecnológico, la productividad y los ingresos de estas unidades son bajos. El origen de los insumos es en su mayoría local, y la mano de obra puede ser

familiar o asalariada. La leche tiene tres canales de venta: los mercados locales y regionales, los consumidores finales mediante la venta directa (8.00 pesos L⁻¹), y los queseros (3.50 a 4.00 pesos L⁻¹).

3.2 Características de las queserías

La elaboración de queso en el municipio se realiza en forma artesanal en pequeñas queserías que pueden ser un cuarto anexo a la vivienda, destinado exclusivamente para la producción de queso, o la cocina de los propios queseros. Las queserías procesan una cantidad variable de leche en el rango de 25 a 500 L por día. El queso es producido durante todo el año, aunque la mayor producción se da en forma estacional, durante la época de lluvias, por la disponibilidad de grandes cantidades de forraje natural, pastado por las vacas, el cual aumenta la producción y calidad composicional de la leche; además de que la humedad relativa de la época permite orear y madurar el queso a temperatura ambiente en *zarzos*⁵ de carrizo, sin la aparición de grietas en la superficie por la pérdida excesiva o no uniforme de humedad.

Los queseros son mujeres con edades entre los 55 y 70 años de edad, sin escolaridad, quienes aprendieron a elaborar el queso por tradición familiar o trabajando en otras queserías. Se estima que la tradición quesera tiene más de cien años en este municipio, y las queserías existentes se han dedicado a esta actividad durante al menos 10 años. La venta del queso es su única o principal fuente de ingresos, aunque otras actividades

⁵ Entiéndase por *zarzo* un conjunto de tallos de otate (especie de bambú originaria de México) o carrizo (caña común) armados a manera de tabla, la cual se cuelga del techo, usados para guardar y escurrir los quesos.

económicas que complementan sus ingresos son la ganadería o el comercio. La mano de obra es familiar en el 87.5 % de las queserías, mientras sólo el 12.5 % tiene mano de obra asalariada.

La leche usada para la elaboración del queso es comprada por el 62.5 % de los queseros, mientras que el 37.5 % de los productores están integrados verticalmente, es decir, usan la leche que, como ganaderos, ellos mismos producen.

En Zacazonapan se producen dos quesos: el Queso Añejo y el queso fresco, ambos llevan el mismo proceso de elaboración, pero se consumen con diferentes tiempos de maduración, el fresco, que es ligeramente menos salado, se consume inmediatamente después de su elaboración, y el Añejo desde 20 días (llamado oreado) hasta con 1 año de maduración, y tienen distinto formato de presentación. El queso fresco se vende en piezas de forma cilíndrica con un peso de 200 o 250 g, y el Queso Añejo tiene una forma rectangular con una superficie cóncava, y su peso varía de 1 a 8 kg, aunque los bloques de 1, 1.5 y 2 kg son los más comunes. Presenta valores de humedad en el rango de 30 a 40 %, entre 25 y 33 % de grasa, entre 28 y 30 % de proteína, de 2.0 a 2.8 % de sal, y un pH de 5.1 a 5.4. Se producen también otros derivados lácteos vinculados al proceso de elaboración del queso: el requesón y la crema, considerados como un ingreso adicional importante. El 12.5 % de los queseros usan descremadora eléctrica para la obtención de la crema, el otro 87.5 % descrema con una cuchara la nata que se haya formado sobre la superficie de la leche, después de reposar de 1 a 3 horas en las tinas de cuajado. El requesón es un producto obtenido por el calentamiento del suero de quesería.

El precio del queso fresco varía de 10 a 15 pesos por pieza, y el del Queso Añejo oscila entre los 90 y 140 pesos por kilogramo. Su venta al consumidor final puede ser a crédito o de contado. La venta a crédito consiste en la entrega del queso a expendios, tiendas y mercados en forma semanal, realizándose el pago una semana después de su entrega. La mayoría de los clientes son constantes, se tienen puntos de venta definidos para cada quesero, e incluso clientes fieles que prefieren y buscan el queso de determinadas queserías. Una pequeña proporción de las ventas de queso es local, la mayor parte se comercializa en mercados y tiendas de Colorines, Santo Tomás de los Plátanos, Valle de Bravo, Tejupilco, Luvianos y Temascaltepec, en el Estado de México.

3.3 Relaciones entre actores

3.3.1 Relaciones horizontales

El pueblo de Zacazonapan, la cabecera municipal, donde están localizadas todas las queserías, es un lugar pequeño en el cual casi todos sus pobladores se conocen. Algunos queseros son vecinos, incluso familiares, sin embargo, predomina la cultura del individualismo. A pesar de la convivencia en el mismo espacio geográfico, y a que existe un fuerte sentimiento comunitario de pertenencia al territorio, no existe colaboración entre los queseros.

No obstante, la situación de los ganaderos es diferente, existen dos organizaciones de ganaderos en la región, una regional con cerca de 43 miembros y una municipal con poco más de 20 miembros. La primera, a través de la Secretaría de Desarrollo

Agropecuario del Estado de México (SEDAGRO) ha buscado y promovido el financiamiento a sus miembros para mejorar la infraestructura de los predios y acondicionarla para mejorar el manejo de los hatos y las condiciones de ordeño, y así producir leche de mejor calidad composicional y sanitaria. Todos los ganaderos participan en programas de vacunación y certificación de su ganado como hatos libres de tuberculosis y brucelosis. Sólo aquéllos que cuentan con esta certificación pueden comercializar su carne y leche dentro de la región. Este tipo de acciones colectivas, a través de un grupo organizado, ofrecen ventajas que difícilmente podrían conseguir en forma individual.

La concentración de unidades de producción, como se mencionó, puede tener ciertas ventajas competitivas relacionadas con efectos pasivos y elementos dinámicos como las acciones colectivas, resultado de las estrategias e intereses de un grupo de actores, con objetivos y herramientas comunes (Pomeón *et al.*, 2006). Las ventajas obtenidas a través de acciones colectivas o activos específicos, a diferencia de las ventajas obtenidas simplemente por la existencia de concentraciones o recursos específicos que por sí solos atraen clientes, proveedores y mejoramiento mediante información y saber-hacer, requiere de la creación voluntaria de relaciones entre los actores del sistema. Las acciones requieren de dos fases importantes: la acción colectiva estructural, mediante la creación de un grupo organizado; y la acción colectiva funcional, relacionada con la construcción de un recurso territorializado como puede ser una etiqueta, una marca colectiva, una denominación de origen, etc. (Boucher, 2004). El Queso Añejo de Zacazonapan posee ventajas, simplemente por ser un producto asociado a concentraciones de microempresas y cadenas productivas articuladas a un territorio

específico, sin embargo la creación de relaciones voluntarias entre los mismos queseros es necesaria para activar el SIAL y mejorar su competitividad (Boucher y Requier-Desjardins, 2005).

3.3.2 Relaciones verticales

A pesar de que la coordinación horizontal entre queseros es casi nula, la relación que mantienen los queseros con otros actores o eslabones de la cadena agroindustrial es estrecha. El funcionamiento de estas dinámicas cooperativas está fuertemente influenciado por la proximidad, que genera el establecimiento de relaciones entre actores y promueve la confianza y la constitución de redes sociales. Esto permite una mejor intervención en las actividades económicas y se expresa en ventajas activas y pasivas (Boucher, 2004). Los lecheros y queseros se concentran en un área delimitada, el municipio de Zacazonapan; todos los ganaderos que abastecen de leche a las queserías son del mismo municipio, esto permite la constancia en el aprovisionamiento de leche, a partir de un padrón de proveedores relativamente pequeño, promoviendo el desarrollo de la confianza entre los actores. Los queseros generalmente se relacionan con 1 a 5 proveedores, con los cuales han mantenido una relación comercial al menos dos o tres años. Aquéllos lecheros que mantienen un aprovisionamiento constante de leche de buena calidad (buen rendimiento quesero y de crema o nata) son los que se han mantenido como proveedores durante más tiempo con los mismos queseros. La relación se ha concretado con reglas explicitadas verbalmente, éstas comprometen al ganadero a abastecer durante todo el año a los queseros a cambio de que los queseros mantengan el mismo precio durante todo el año. Así, en época de estiaje, a pesar de que la leche tiene

mayor demanda, los queseros tienen un abasto de leche asegurado, y en época de lluvias, cuando existe sobreoferta de leche, los ganaderos siguen obteniendo un buen pago por su leche. Aquéllos que no mantienen este tipo de contratos verbales se enfrentan al desabasto durante el estiaje, por la escasez de leche, y durante el final de la época de lluvias, por la venta de la leche para la elaboración de dulce de leche, consumido en fechas cercanas al “Día de Muertos” (1 y 2 de noviembre). En el caso de los ganaderos, las reglas concensuadas les permiten tener asegurada la venta de su leche durante la época de lluvias, cuando, en algunas ocasiones, se reduce el número de proveedores por el mayor volumen de leche producido en esta época.

3.4 Recursos y activos específicos que pudieran conducir a una estrategia de activación del SIAL

Existe un vínculo entre el territorio y las cadenas agroalimentarias rurales establecido por signos de calidad, ligados al origen, a las especificidades de los productos y a su contenido patrimonial. Todos estos factores son recursos que pueden ser activados y transformados en activos para el beneficio del sistema productivo y de la región, contribuyendo a su competitividad. Los recursos son factores potenciales y los activos son factores en actividad. Los recursos y los activos pueden ser genéricos, es decir, se pueden encontrar en cualquier lugar, o específicos cuando están estrechamente asociados a las características de un territorio determinado (Rodríguez-Borray y Rangel-Moreno, 2003). Los SIAL poseen ventajas competitivas que están estrechamente asociadas a la activación de sus recursos específicos (productos, saber-hacer, redes de actores,

instituciones, etc.), y su capacidad para combinar éstos con recursos externos al territorio (Boucher, 2006).

Se han identificado algunos recursos específicos en el municipio de Zacazonapan, el primero está relacionado con las condiciones climáticas y orográficas de la región, el terreno accidentado y el clima cálido sólo permite el uso de razas de ganado de doble propósito resistentes a las condiciones del trópico húmedo. Por otro lado, durante la temporada de lluvias, la disponibilidad de forraje natural reduce fuertemente los costos de producción y permite la producción de mayor cantidad de leche con mejor calidad composicional. El saber hacer de la lechería y de la quesería de Zacazonapan transmitido tradicionalmente de generación en generación constituye una forma de tradición quesera valorizable, sobre todo siendo que el queso ya goza de prestigio a nivel regional. Su uso sustituye a otros quesos mexicanos, como el Oaxaca o Panela, usados en la alimentación diaria de los habitantes de Zacazonapan y en todos los platillos tradicionales en los que se use queso, como las enchiladas, los frijoles con queso, la capirotada, etcétera.

Existe el deseo de algunos queseros por diferenciar el queso de Zacazonapan y varios de ellos han implementado innovaciones tecnológicas para facilitar el proceso de manufactura. Por otro lado, las autoridades municipales han instaurado la Feria del Queso Añejo, celebrada el 25 de diciembre de cada año desde 1988, permitiendo la creación de un padrón de queseros que año con año muestran y venden su producto a la población, al turismo local y a los demás queseros. La concentración e interacción de los queseros en este evento podría ser el primer paso que conduzca a la activación del SIAL mediante una acción colectiva estructural, esto es, la creación de cualquier forma de

organización, que permita la existencia de un dispositivo de control y exclusión de productores queseros, y que esté constituido por aquellos productores que desean valorizar el origen territorial de sus productos. La participación institucional es también necesaria y se ha iniciado recientemente, por parte de la SEDAGRO y la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), con la creación de proyectos enfocados al desarrollo de la cadena productiva.

El inicio de la activación mediante esta acción colectiva estructural podría ser llevado posteriormente a una acción colectiva funcional que llevaría a mejorar la competitividad del SIAL en el marco de la globalización y de la competencia desleal con productos análogos y de imitación. La protección del Queso Añejo de Zacazonapan mediante alguna figura legal como la MC o la DO seguramente reduciría el desinterés de las nuevas generaciones de queseros, lo cual pone en riesgo de extinción a la actividad, y le permitiría afrontar la creciente amenaza de la introducción al mercado de queso enchilado proveniente de Veracruz y Guerrero. Ese queso es uno de sabor y textura similar al Queso Añejo, pero con un precio mucho menor (50 a 60 pesos por kilogramo), es decir un producto de imitación, seguramente extendido, por su bajo precio, el cual, junto con otros, forma parte de la creciente gama de derivados lácteos que compiten de manera desleal con los quesos genuinos mexicanos.

Existe una tendencia a la valorización creciente de productos artesanales en mercados nacionales e internacionales, esto establece nichos de mercado específicos, correspondientes a productos relacionados con lo eventual o festivo como *delicatessen*, productos exóticos o productos étnicos, reconocidos por su autenticidad, y que poseen

una denominación de origen, una diferenciación de marca o algún sello de calidad (Boucher, 2001). El hecho de que este SIAL, así como la mayoría de los que se han identificado en América Latina no forme parte de las cadenas globales de '*commodities*', les permite tener un mercado nacional y hasta internacional con una imagen territorial del producto, así como el desarrollo de acciones colectivas que les permita mejorar su presencia en mercados específicos (Requier-Desjardins, *et al.*, 2003).

3.5 Proceso de manufactura del Queso Añejo

3.5.1 Preparación del cuajo

El cuajo usado para la elaboración del Queso Añejo se prepara a partir de un pedazo de estómago (abomaso) seco y salado de becerro, comúnmente llamado 'cuerito'. El curtido o salado y secado del 'cuerito' se realiza por algunos queseros, otros compran la pieza seca para preparar el extracto de cuajo. La cantidad usada se calcula en forma empírica por el quesero de acuerdo con el poder de cuajado de extractos previamente probados. Se corta un pedazo de aproximadamente 10 x 10 cm de 'cuerito' y se remoja en 5 a 10 L de suero de leche. Este extracto acuoso se filtra en algunas queserías, pero en otras se agrega directamente a la leche.

3.5.2 Preparación de la pasta de chile guajillo

Para la preparación de la pasta de chile usada para recubrir el Queso Añejo, se cuece o remoja chile guajillo en agua o suero de leche y se muele, con o sin semillas, con un

poco del líquido usado para ablandarlo. Se usa sólo el agua o suero suficiente para formar una pasta untable.

3.5.3 Manufactura de queso

La leche usada para elaboración del Queso Añejo se recolecta una vez al día, en el caso de cinco de los productores y dos veces al día en el caso de uno. La leche se compra a los ganaderos del municipio con quienes se tienen contratos verbales para el abastecimiento, y en el caso de una quesería, los mismos productores primarios transforman su leche. Una vez transportada la leche a las queserías, se filtra con una tela blanca de algodón y se deja reposar de 1 a 3 horas para permitir la separación de la nata, la leche es entonces descremada o desnatada, o procesada entera. Después del tiempo de reposo la leche alcanza la temperatura de procesamiento, de 29 a 30 °C. Se agrega el extracto de cuajo previamente preparado a la leche en una concentración del 1.5 al 4 %, en dos de las queserías se usa cuajo comercial en polvo en la concentración recomendada por el fabricante. La leche se deja coagular 15 a 40 min, dependiendo de la fuerza del cuajo usado en cada quesería. La leche cuajada se corta en forma de cruz, superficialmente, o hasta el fondo de la tina de cuajado, con la mano o un palo de madera, y se 'quiebra' o corta manualmente por el quesero, apretando la cuajada entre los dedos y cerrando los puños hasta que se forma una masa granular uniforme. Después, esta masa se empuja suavemente hacia el fondo de la tina de cuajado con las manos, formando una bola, una vez formada ésta, se retira del suero y se coloca en un

*chiquihuite*⁶ donde se escurre cerca de 10 min, con 20 a 25 kg de piedras de río encima, para acelerar el desuerado. Después de este desuerado, la cuajada se corta en cubos de ~3 cm por lado y se escurre nuevamente en el *chiquihuite*. Esta operación se repite 1 o 2 veces. Una vez desuerada, la cuajada se muele en un molino o manualmente en un *metate*⁷ y al mismo tiempo es salada con sal de Ararón, una sal usada específicamente para la elaboración de este queso. Por último, la cuajada molida y salada se amasa en una artesa de madera (batea) por unos 5 min y se transfiere a un molde rectangular de madera, apretando con la mano las porciones de cuajada, hasta cubrir el molde y dejar una superficie cóncava. Los moldes con queso se trasladan a los zarzos donde se mantienen al menos 24 h, antes de desmoldar el queso. Los quesos se mantienen dentro del molde, generalmente, de 4 a 8 días en los zarzos para evitar que el queso se deforme. La maduración se lleva a cabo en los zarzos a temperatura ambiente. Una vez desmoldados, en algunas queserías se unta con la mano pasta de chile guajillo, que les da un color rojo atractivo.

El cuadro 1 resume las características de la producción del Queso Añejo. Existieron diferencias en los parámetros tecnológicos entre las queserías, estas diferencias se traducen en variaciones en el proceso de manufactura del queso, las cuales tienen efecto sobre las características del producto final. La cantidad de leche procesada diariamente en cada quesería varía en el rango de 100 a 500 L. Desde su llegada hasta el momento en

⁶ Entiéndese por *chiquihuite* (del náhuatl) una canasta tejida hecha de otate o carrizo (caña común) y en algunos casos usada para la cosecha y transporte de granos, frutas y hortalizas.

⁷ El *metate* es un utensilio de cocina que data de tiempos prehispánicos; está constituida por una pieza rectangular de piedra volcánica (aproximadamente 50 x 30 cm) de superficie ligeramente cóncava que se apoya sobre tres conos invertidos también de piedra (patas), y se complementa con un rodillo de piedra más grueso en el centro que en los extremos (metlapil); es usado para moler sobre su superficie, granos, principalmente.

que el cuajo es adicionado, la leche reposa de 1 a 3 horas, a excepción de la quesería D, donde la leche es descremada 15 o 20 min después de su llegada. Un tiempo amplio de reposo puede contribuir a la acidificación de la leche, por el crecimiento de la flora natural, esto visible en la leche de la quesería B, con el pH más bajo y la acidez más alta (Cuadro 2).

Cuadro 1. Principales parámetros de fabricación del Queso Añejo en Zacazonapan, Estado de México

	Quesería					
	A	B	C	D	E	F
Volumen procesado (L)	100	250	250	100	500	200
Tipo de cuajo	Extracto de 'cuerito'	Comercial	Extracto de 'cuerito'	Extracto de 'cuerito'	Extracto de 'cuerito'	Comercial
Temperatura de Cuajado (°C)	30	30-31	29-33	29-32	30	29-30
Tiempo de reposo de la leche desde su llegada hasta el cuajado (h)	1-2	3	1-3	0.25-0.33	3	3
Dosis de cuajo	2 % (v/v)	2 g/125 L leche	3.7 % (v/v)	1 % (v/v)	4 % (v/v)	2 g/125 L leche
Tiempo de cuajado (min)	40-45	40	30-60	40-45	15	45-60
Veces que es cortada y escurrida la cuajada	3	3	2	2	3	3
Tiempo de trabajo del grano (min)	60	30	15	15	15-20	10
Tiempo de amasado (min)	2-5	2-5	2-5	2-5	2-5	2-5

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en el trabajo de campo.

El tiempo de cuajado está asociado a la dosis de cuajo y la temperatura de cuajado (Fox y Mc Sweeney, 1998). La temperatura a la cual es adicionado el cuajo es relativamente constante en todas las queserías, de 29 a 33 °C, mientras que el tipo de cuajo y la concentración usada son variables. El tipo de cuajo usado es diferente entre queserías, las queserías B y F usan cuajo comercial, y las otras cuatro queserías usan cuajo 'de cuerito'; la concentración de enzima coagulante de este cuajo no es constante, así como tampoco lo es la cantidad y la forma en que es extraída, esto contribuye a que la fuerza de cuajado sea diferente, como se observa en la quesería C, con un tiempo de cuajado desde 30 hasta 60 minutos, a pesar de la utilización de una dosis alta (3.7 %). Por otro lado, la concentración de cuajo usada en las queserías A, B, D y F se encuentra en el rango de 1 a 2 %, mientras que la quesería E utiliza una dosis dos o más veces mayor que la usada en las demás queserías, reduciendo el tiempo de cuajado a la mitad.

La humedad final de los quesos es influenciada por las veces que es cortada y escurrida la cuajada, y por el tiempo de trabajo del grano. La quesería A que corta y escurre la cuajada 3 veces y tiene el tiempo de trabajo del grano más largo (60 min), produce quesos de menor humedad; y las queserías C y D con el menor número de veces que es cortada y escurrida la cuajada, y el menor tiempo de trabajo del grano producen los quesos con el mayor contenido de humedad (datos no mostrados). El tiempo de amasado fue constante en todas las queserías.

Se ha comprobado que algunas características físicas de los quesos, como el pH, el contenido de grasa, humedad, sal, ceniza y minerales, son influenciadas por el factor 'quesería' (Casalta *et al.*, 2001; Roseiro *et al.*, 2003; Martin y Coulon, 1995). Existen

también parámetros cuya medición no es posible, como la forma de cortar y manejar la cuajada, salar, y moldear el queso, que influyen sobre las características finales del producto.

Lebecque *et al.* (2001) establecen que la variabilidad en la fabricación los quesos tradicionales o artesanales es muy grande. Esta variabilidad también fue observada en el Queso Añejo, y sugiere que los queseros deberían unificar ciertos criterios de fabricación que permitieran mantener características mejor controladas, pero que conserven la diversidad característica del producto y lugar, y así se podría orientar hacia la protección legal del queso a través de una marca colectiva o denominación de origen.

3.6 Análisis de la leche

El cuadro 2 muestra los resultados del análisis de la leche cruda de las cinco queserías estudiadas. Se presentaron interacciones entre época y quesería para todas las variables estudiadas ($P < 0.001$). Las leches presentaron un contenido de grasa más elevado durante el verano, la magnitud de la diferencia fue mayor en la leche de la quesería C, mientras que la quesería E presentó el menor cambio. El contenido de SNG fue mayor en las leches de verano, presentándose el mayor incremento en la leche de la quesería D. La proteína fue también ligeramente superior durante la época de verano, el incremento de mayor magnitud se observó en la leche de la quesería D. Las leches A, D y E fueron más densas durante el verano, y las leches B y C fueron ligeramente más densas durante la primavera, por su menor proporción de grasa. El pH fue superior durante el verano en las leches de las queserías A, C y E, la leche B tuvo el mismo valor en ambas épocas, y

Cuadro 2. Composición de la leche cruda para la elaboración de Queso Añejo de Zacazonapan (por quesería y época del año)

Quesería	Verano					Primavera					Interacción época*quesería (P)
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	
Grasa (%)	3.78 ^b	4.34 ^a	4.33 ^a	2.21 ^g	3.76 ^b	2.79 ^e	3.21 ^d	2.51 ^f	1.49 ^h	3.36 ^e	<0.0001
SNG (%)	8.71 ^b	8.55 ^d	8.63 ^c	9.11 ^a	8.62 ^c	8.44 ^e	8.35 ^f	8.23 ^g	8.34 ^f	8.38 ^f	<0.0001
Densidad	1.0297 ^c	1.0287 ^f	1.0289 ^e	1.0327 ^a	1.0294 ^d	1.0295 ^d	1.0288 ^{ef}	1.0295 ^d	1.0303 ^b	1.0288 ^{ef}	<0.0001
Proteína (%)	3.21 ^b	3.17 ^c	3.18 ^c	3.34 ^a	3.17 ^c	3.10 ^d	3.07 ^e	3.02 ^g	3.05 ^f	3.09 ^{de}	<0.0001
pH	6.7 ^a	6.5 ^c	6.7 ^a	6.6 ^b	6.6 ^b	6.6 ^b	6.5 ^c	6.6 ^b	6.7 ^a	6.5 ^c	0.0009
Acidez*	1.90 ^b	2.10 ^a	1.70 ^e	1.90 ^b	1.80 ^d	1.60 ^f	1.88 ^c	1.80 ^d	1.70 ^e	1.70 ^e	<0.0001

SNG = Sólidos no grasos

* mg de ácido láctico mL⁻¹ de leche

Medias en filas con superíndices diferentes fueron diferentes ($P \leq 0.05$)

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

la leche D presentó un mayor pH durante la primavera. Los ligeros decrementos en el pH se pueden atribuir a la temperatura, superior hasta en 4 °C, durante la época de verano. Las leches A, B, D y E presentaron una acidez titulable más alta durante el verano, esto se explica por el contenido más elevado de proteína durante esta época. La leche C mostró una acidez menor durante el verano, pero un pH más elevado, al presentarse un pH más elevado, se requiere de un menor gasto de NaOH para llegar al punto de vire del indicador (fenolftaleína), esto explica la menor acidez de la leche C.

Los resultados del ANOVA mostraron que el factor quesería y el factor temporada tuvieron un efecto significativo sobre la composición de las leches ($P < 0.05$). Durante la época de verano, las leches de las queserías B y C tuvieron el mayor contenido de grasa, estas leches fueron obtenidas de cruza de ganado suizo con cebú, con una producción baja, de 3 a 6 L por día. Las leches A y E presentaron un contenido de grasa menor a las anteriores, estas leches son producidas por ganado lechero especializado Holstein, en el caso de la primera, con una producción de hasta 30 L por día, y por una cruce de suizo con cebú con una producción de 8 a 10 L diarios. La leche D presentó el contenido de grasa más bajo, sin embargo, en este caso se debió a que la leche es descremada en una descremadora eléctrica antes de su uso en la elaboración del queso. Una vez eliminada parte de la grasa de la leche, la proporción de SNG, entre los que se encuentra la proteína, incrementó, esto explica el mayor contenido de proteína y SNG en la leche D. Las leches A, B, C y E presentaron valores similares de proteína. La leche A, con el mayor contenido de proteína, tuvo también el mayor contenido de SNG, seguido de las leches C y E. La leche B, aunque presentó el mismo contenido de proteína que las dos anteriores, tuvo un porcentaje de SNG ligeramente menor, por su mayor contenido de

grasa. La densidad más alta se observó en el queso D, con el menor contenido de grasa, seguido de la leche A, que aunque tiene el mismo porcentaje de grasa que la E, posee un contenido de proteína ligeramente superior, las leches B y C con el más alto contenido de grasa presentaron la densidad más baja. La leche B presentó el pH más bajo y la acidez titulable más alta. El pH, se encuentra dentro del rango normalmente presente en leche fresca a 25 °C (6.5 a 6.7), y probablemente sea resultado del efecto de la temperatura de la leche, el calentamiento de la leche causa la precipitación del fosfato de calcio coloidal, disminuyendo su pH (Fox y McSweeney, 1998). La acidez de esta misma leche, está asociada al contenido de proteína, ya que una alta acidez titulable en la leche sugiere una alta concentración de proteínas, que actúan como agentes buffer (Fox y McSweeney, 1998). Las leches A, C, D y E también tuvieron valores de pH similares a los reportados para leche cruda recién ordeñada, y la acidez más alta presente en las leches A y D está asociada a su mayor contenido proteico.

Durante la época de primavera, se observaron diferencias significativas en el contenido de grasa de las cinco leches, esto está asociado a la alimentación del ganado. Mientras que durante la época de verano, todos los animales consumen pastura natural, en la primavera el tipo de alimento proporcionado es muy variable. Las vacas son alimentadas con diferentes proporciones de rastrojo, maíz, caña, bagazo, ensilados, y alimento concentrado para ganado lechero, y la proporción de cada alimento y la ración total, es estimada por los ganaderos de acuerdo al volumen diario producido por cada vaca. Se observó un comportamiento similar al presentado durante el verano en la composición de las leches, las leches con mayor contenido proteico presentaron una mayor proporción de SNG y mayor densidad. Al igual que durante el verano, la leche B

presentó el pH más bajo y la acidez titulable más alta. No se observó una tendencia entre los valores de pH y acidez titulable de las otras cuatro leches, sin embargo, las diferencias, aunque significativas, fueron muy pequeñas y se encontraron dentro de los rangos normales para leche fresca.

A pesar de la variabilidad en el contenido de grasa de las leches de los 5 queseros, la diferencia entre las leches de primavera y verano fue grande, en el verano la cantidad de proteína fue superior a la de primavera. La alimentación del ganado tuvo influencia sobre las características de la leche, en general, las leches de verano tuvieron una composición más rica, mayor proporción de grasa, SNG y proteína, que las leches de primavera, esto está relacionado con los mejores rendimientos queseros observados durante la época de verano o lluvias. Se ha observado en otras variedades de queso que el tipo de forraje consumido por las vacas y la proporción de concentrado en la dieta influye sobre la composición de la leche (Agabriel *et al.*, 1999), y que la raza de las vacas tiene efecto sobre el color del queso y su rendimiento (Verdier *et al.*, 1995).

En la región se emplean vacas de doble propósito para la producción de leche, y aunque se trata de cruzas comunes, la proporción de las razas usadas para las cruzas es diferente en cada hato y el cambio de razas es relativamente frecuente. Se han observado diferencias en la composición de la leche debido a la raza del ganado. Este factor es un contribuyente importante a la variabilidad de la composición de la leche. Las vacas, al ser de razas diferentes, también producen diferentes cantidades de leche, y las razas que producen bajos volúmenes de leche, generalmente tienen leches de composición más rica (Roseiro *et al.*, 2003).

CONCLUSIONES

Este estudio ha permitido demostrar que las condiciones de manufactura del Queso Añejo son muy variables, no obstante, dentro de esta variación es posible definir límites en los parámetros evaluados y establecerlos como el rango dentro del cual se produce el queso de la región. Las diferencias observadas se atribuyen a los productores y a sus parámetros de producción, al tipo de ganado, así como a la temporada en la cual es elaborado el queso, lo cual está asociado a las condiciones climáticas y a la alimentación de los animales.

BIBLIOGRAFÍA

- Agabriel, C., Coulon, J.B., Journal, C., Sibra, C. y Albouy, H. 1999. Variabilité des caractéristiques des fromages Saint-Nectaire fermiers: relations avec la composition du lait et les conditions de production. *Lait*. 79 : 291-302.
- Boucher, F. 2001. Una visión territorial de la agroindustria rural: los sistemas agroalimentarios locales. II Curso Internacional sobre la Promoción de la Agroempresa Rural para el Desarrollo Microregional Sostenible. Colombia.
- Boucher, F. 2004. Enjeux et difficulté d'une stratégie collective d'activation des concentrations d'Agro-Industries Rurales, le cas de fromageries rurales de Cajamarca, Pérou. Thèse de doctorat, Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines. 436p. Francia.
- Boucher, F. 2006. Agroindustria rural y sistemas agroalimentarios locales. Nuevos enfoques de desarrollo territorial. III Congreso Internacional de la Red SIAL "Alimentación y Territorios". España.
- Boucher, F. y Requier-Desjardins, D. 2005. La concentración de las queserías rurales de Cajamarca: retos y dificultades de una estrategia colectiva de activación. *Agroalimentaria*. 21: 13-27.
- Bugaud, C., Buchin, S., Hauwuy, A., y Coulon, J.B. 2001. Relationships between flavour and chemical composition of Abondance cheese derived from different types of pastures. *Lait*. 81: 757-773.

- Casalta, E., Noël, Y., Le Bars, D., Carré, C., Achilleos, C., y Maroselli, M.X. 2001. Caractérisation du fromage Bastelicaccia. *Lait*. 81: 529-546.
- Fox, P.F. y McSweeney, P.L.H. 1998. *Dairy Chemistry and Biochemistry*. Blackie Academic and Professional. Londres, Reino Unido.
- Grappin, R., Berdague, J.L., Dasen, A. y Jeunet, R. 1987. Affinage et qualité du Gruyère de Comté. *Lait*. 67 : 219-235.
- Institut National de l'Origine et de la Qualité (INAO). 1935. L'Appellation d'Origine Contrôlée. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Francia.
- Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). 2006. Construction de la qualité des vins de terroirs. Unité Vigne et Vin. Angers, Francia.
- 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: 609-623.
- Martin, B. y Coulon, J.B. 1995. Facteurs de production du lait et caractéristiques des fromages. II. Influence des caractéristiques des laits de troupeaux et des pratiques fromagères sur les caractéristiques du Reblochon de Savoie fermier. *Lait*. 75 : 133-149.
- Muchnik, J. y Velarde, I. 2003. Sistemas agroalimentarios localizados: procesos de innovación aplicados a la calificación de productos y valorización de los recursos locales. El caso del vino de la costa de Berisso, Argentina. CIRAD. Francia.
- Pomeón, T., Boucher, F., Cervantes, F., y Fournier, S. 2006. Las dinámicas colectivas en dos cuencas lecheras mexicanas: Tlaxco, Tlaxcala y Tizayuca, Hidalgo. *Agroalimentaria*. 22: 49-64.
- Requier-Desjardins, D., Boucher, F. y Cerdan, C. 2003. Globalization, competitive advantages and the evolution of production systems: rural food processing and localized agri-food systems in Latin-American countries. *Entrepreneurship & Regional Development*. 15: 49-67.
- Rodríguez-Borray, G. y Rangel-Moreno, C. 2003. Estudio del sistema agroalimentario local, SIAL, de la concentración de fábricas de bocadillo de guayaba en las provincias de Velez y Ricaurte en Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Colombia.
- Roseiro, L.B., Wilbey, R.A., y Barbosa, M. 2003. Serpa cheese: technological, biochemical and microbiological characterization of a PDO ewe's milk cheese coagulated with *Cynara cardunculus* L. *Lait*. 83: 469-481.

- Verdier, I., Coulon, J.B., Pradel, P., Berdagué, J.L. 1995. Effect of forage type and cow breed on the characteristics of matured Saint-Nectaire cheeses. *Lait*. 75: 523-533.
- 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 ripenend Saint-Nectaire type cheeses. *Lait*. 80: 361-370.

CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA, REOLÓGICA Y SENSORIAL DE QUESO AÑEJO

RESUMEN

Se estudiaron las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, reológicas y sensoriales del Queso Añejo, un queso semiduro y duro producido en el Estado de México, así como la composición de la leche usada para su elaboración. El trabajo se desarrolló en el 2006, con quesos de verano de seis queserías del municipio de Zacazonapan obtenidos el día de su elaboración. La composición de la leche de proceso fue diferente en todas las queserías ($P < 0.05$). Las diferencias en los procedimientos de elaboración y en la composición de la leche contribuyeron a las diferencias entre los quesos. Los quesos elaborados con leches de mayor contenido de grasa, presentaron el mayor porcentaje de grasa, la menor humedad y firmeza, y la concentración más alta de ácidos grasos volátiles libres. También se observaron diferencias en el contenido de NaCl, la acidez titulable, el pH, la cuenta de mesófilos totales y coliformes, y el color. Se generó un léxico de veinte descriptores para caracterizar el sabor y la textura del Queso Añejo mediante un análisis sensorial descriptivo por un panel entrenado de 13 personas. Se condujo una prueba afectiva de aceptabilidad con consumidores ($n = 60$) usando una escala hedónica de 9 puntos. El ANOVA, el mapa de preferencia interno y el PLS1 mostraron mayor aceptabilidad por los quesos con mayor aroma a mantequilla, desmoronabilidad y humedad. Mientras que el queso menos preferido presentó valores más altos de los atributos intensidad del sabor global, aroma a pies, aroma a pescado seco, aroma a ácido propiónico, amargo, astringente y picoso. La definición de los rasgos originales del Queso Añejo y el entendimiento de cuáles de ellos son mejor aceptados provee una guía para efectuar mejoras tecnológicas y de calidad del producto, manteniendo su tipicidad.

Palabras clave: queso, leche, sensorial, reología, ácidos grasos volátiles libres

ABSTRACT

The physicochemical, microbiological, rheological, and sensory characteristics of Añejo cheese, a semihard and hard cheese produced in the state of Estado de México, and the composition of the milk used for its elaboration, were studied. The study was conducted during the year 2006 with summer cheeses from 6 dairies of Zacazonapan, obtained the day of elaboration. The composition of process milk was different for all dairies ($P < 0.05$). Differences in elaboration procedures and milk composition contributed to differences between cheeses. Cheeses elaborated from milk of higher fat content presented a higher percentage of fat, the lowest moisture and firmness values, and the highest concentration of free volatile fatty acids. Differences in NaCl, titrable acidity, pH, total viable count and total coliforms, and color were also observed. Twenty descriptors were generated by a 13 member panel using descriptive analysis techniques. Global acceptability was assessed by consumers ($n = 60$) using a 9 point hedonic scale. ANOVA, internal preference mapping and PLS1 showed greater acceptability for cheeses with greater buttery aroma, crumbliness and moisture, while the least preferred cheese received greater scores for global taste intensity, feet aroma, fishy aroma, propionic acid aroma, bitterness, astringency and pungency. The definition of the original traits of Añejo cheese and the understanding of which of them are best accepted provides a guide for technological and quality improvement of the product, maintaining its tipicity.

Key words: cheese, milk, sensory, rheology, free volatile fatty acids

1. INTRODUCCIÓN

México tiene tradición en la producción regional de quesos, la mayoría de ellos se producen en pequeña escala en unidades tradicionales y se comercializan dentro de la región en la cual son producidos. El Queso Añejo es un ejemplo de queso artesanal mexicano; se trata de un queso semiduro y duro producido en el Estado de México, tiene una forma prismático-rectangular, con una superficie superior cóncava característica que puede ser cubierta o no por una pasta de chile guajillo, la cual le imparte un atractivo color rojo. Su peso varía de 1 a 8 kg, aunque los bloques de 1, 1.5 y 2 kg son más comunes. Es un queso estacional producido con leche cruda de razas de vacas de doble propósito (i.e. cebú con pardo suiza). Su producción pico se presenta durante la época de verano o de lluvias, de agosto a octubre, en la cual las vacas pastan en la vegetación natural del lugar, y en menor proporción, unos cuantos productores, lo elaboran durante el resto del año. El Queso Añejo puede ser consumido fresco, de 15 días a 1 mes después de su elaboración (queso 'oreado'), o madurado desde 3 hasta 12 meses.

El establecimiento y mantenimiento de nuevos mercados requiere de quesos de calidad constante, esto es un gran reto para los productores, especialmente los de quesos artesanales. Por esta razón, recientemente, se han estudiado varios quesos tradicionales y de Denominación de Origen Protegida, tales como los quesos italianos Pecorino, con el objetivo de comparar sus características microbiológicas, composicionales, bioquímicas, volátiles y sensoriales (Di Cagno *et al.*, 2003); la fracción volátil de quesos españoles, y su relación con las características sensoriales (Barron *et al.*, 2005); otros quesos como el Terrincho, los cambios en sus características físicas, químicas y sensoriales, y cómo son

influenciadas por los cambios durante la maduración (Pinho *et al.*, 2004); entre otros, con objeto de promover estándares de calidad sostenidos para quesos artesanales producidos típicamente por campesinos y en queserías pequeñas, cuyos ingresos dependen fuertemente de ellos (Freitas y Malcata, 2000). También se ha promovido la definición de los atributos de estos quesos para coadyuvar a su preservación. La imagen tradicional y auténtica de estos productos juega un papel importante en los consumidores, creando mercados crecientes.

Las características sensoriales, reológicas, físicas, químicas y microbiológicas son cruciales para la identidad de los quesos. Se han determinado las características químicas (Díaz-Cinco *et al.*, 1992), microbiológicas (Bricker *et al.*, 2005), reológicas (Tunick *et al.*, 2007; Van Hekken *et al.*, 2007), y el perfil sensorial del queso Chihuahua (Van Hekken *et al.* 2006); y se han estudiado las características sensoriales, texturales, químicas y de color del queso Cotija (Plascencia-Navarro y Villanueva-Rodríguez, 2004). Sin embargo, hasta el momento no se han realizado estudios en Queso Añejo. Su caracterización puede permitir el establecimiento de un perfil general y constituir una base para el manejo con calidad de su producción. Este estudio también definiría las cualidades distintivas de este tipo de queso y contribuiría al establecimiento de las referencias necesarias para la protección legal del producto, sentando las bases para generar una marca colectiva o una denominación de origen, lo que permitiría conservar, promover, autenticar y proteger las características específicas que definen su tipicidad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Muestreo

Se exploró la región suroeste del Estado de México, con objeto de delimitar el área de producción de Queso Añejo. Después de una búsqueda minuciosa, se eligió el municipio de Zacazonapan por ser representativo de un queso original con un área bien delimitada. Se muestreó leche de proceso, para su análisis en el lugar, y quesos de 6 productores, quienes en el período de la realización del estudio mantenían su producción, 5 de ellos comprendieron la población total de queserías que producen el queso durante todo el año, y una quesería de las 3 que sólo lo producen durante la época de verano. Se obtuvieron bloques, de 1 a 1.5 kg, de Queso Añejo de las 6 queserías el día de su elaboración durante octubre del 2006, correspondiente al pico de la producción. Estos bloques de queso fueron almacenados a $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, a una humedad relativa del 65 %, estas condiciones son similares a las usadas en las queserías. Esto, durante 23-27 días, cuando se les practicaron análisis instrumentales y sensoriales descriptivos.

2.2 Leche

2.2.1 Análisis fisicoquímicos

Se realizaron análisis fisicoquímicos en las seis muestras de leche de las queserías antes de su uso para la elaboración del queso. Se midió el pH con un potenciómetro HI 98128 (Hanna Instruments, Italia) calibrado con buffer de pH 7 (Sigma de México, México). Se

determinó la acidez titulable (método 947.05; AOAC, 1995); los sólidos totales (ST), la grasa, la proteína, y la densidad se determinaron con un analizador de leche Ekomilk-M (Bultheh 2000 Ltd., Bulgaria). Se realizaron dos mediciones repetidas para cada uno de los seis lotes de leche.

2.3 Queso

2.3.1 Análisis químico proximal

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, 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 por triplicado el contenido de grasa por el método Gerber-Van Gulik (Ramos, 1976). 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 Ca^{2+} (método 991.25; AOAC, 1995) se determinaron por triplicado. La actividad acuosa se determinó con un medidor de actividad acuosa Aqualab (Decagon, WA, EE.UU.) a 25 °C.

2.3.2 Ácidos grasos volátiles libres

La determinación de ácidos grasos volátiles libres (AGVL) se realizó por cromatografía de gases de alta resolución con el uso de un cromatógrafo modelo 6890 de Hewlett-Packard (HP) (Hewlett-Packard, CA) equipado con un inyector de split, un detector de ionización de flama y un integrador HP 3398 (Hewlett-Packard, CA). Los componentes se separaron en una columna capilar HP-GFFAP de 30 m x 0.25 mm x 0.25 μm de grosor de película (Hewlett-Packard, CA). El gas acarreador utilizado fue nitrógeno, con un flujo de 10 mL min⁻¹ a una presión constante de 82 737 Pa, y la tasa de separación fue 1:75. La temperatura inicial del horno fue de 95 °C, la cual fue elevada a una tasa de 15 °C min⁻¹ hasta una temperatura de 225 °C y mantenida durante 1 min. Las temperaturas del inyector y el detector se mantuvieron a 210 y 220 °C, respectivamente. Se identificó cada componente con el uso de estándares comerciales disponibles de ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico (Sigma, México). El tiempo de adquisición total fue de 6.9 min y cada muestra de queso fue analizada por duplicado.

Para el aislamiento y la cuantificación de los AGVL se usó un método modificado del propuesto por Innocente *et al.* (2000), se adicionaron 35 mL de agua a 10 g de queso rallado y la muestra se maceró. Se agregó una alícuota de 4 mL de esta extracción a 1 mL de una solución al 25 % (p/v) de ácido metafosfórico. Este extracto se mezcló durante un minuto y se centrifugó a 3000 rpm durante 15 min para obtener un extracto acuoso desprovisto de triglicéridos y proteínas. El extracto acuoso acidificado se inyectó directamente en el puerto de inyección de la columna.

2.3.3 *Análisis microbiológicos*

Se transfirieron 10 g de queso y 90 mL de una solución al 2 % (p/v) de citrato de sodio a una licuadora clásica Oster modelo 450-20 (Sunbeam Mexicana, S.A. de C.V.) y se mezcló durante 1 min a velocidad baja y 1 min a velocidad alta. Se prepararon tres diluciones, 10^{-1} , 10^{-2} , y 10^{-3} , usando una solución estéril de citrato de sodio al 2 % (p/v) y se sembraron en placa por triplicado. Las bacterias mesófilas totales se enumeraron en Agar de Cuenta en Placa (PCA; JT Baker, NJ), y los coliformes totales en Agar de Bilis Rojo-Violeta (VRBA; JT Baker, NJ) a 35 °C durante 24 h.

2.3.4 *Análisis de Perfil de Textura*

A las muestras se les realizó un análisis de perfil de textura (TPA) en un 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 velocidades pre-ensayo, ensayo y post-ensayo del cabezal de un mm s⁻¹. 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. Se realizaron tres mediciones repetidas para cada queso.

Se prepararon muestras cilíndricas de cada queso 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 de al menos 12 mm de profundidad del queso para reducir el efecto de secado en la superficie.

2.3.5 Reología

Se utilizó un reómetro Paar Physica MCR 301 (Physica Messtechnik, Stuttgart, Alemania) con una geometría rugosa de plato paralelo de 50 mm de diámetro. Las muestras de queso se colocaron en un disco de lija pegado al peltier del reómetro para impedir el deslizamiento de las muestras. Con objeto de controlar el contacto de la geometría con la muestra, se ajustó en todos los casos que la fuerza normal se mantuviera en valores de aproximadamente 0.35 N. Se determinó la región viscoelástica lineal mediante barridos de amplitud, con valores de deformación desde 0.0001 hasta 100 % a una frecuencia de 1 Hz.

Las propiedades viscoelásticas de los quesos se estudiaron a una deformación constante en la región viscoelástica lineal (0.01 %), realizando barridos de frecuencia con valores desde 0.01 hasta 100 Hz. Los parámetros reológicos estudiados fueron el módulo elástico (G') y el módulo de pérdida (G''). Por su disponibilidad durante la temporada de primavera, se midieron cuatro de los seis quesos estudiados (C, D, E, F) y se hicieron dos mediciones repetidas por cada bloque de queso.

2.3.6 Medición de color

Se midió el color de los quesos utilizando un espectrofotómetro MiniScan 45/0 LAV (HunterLab, Hunter Associates Laboratory, EE.UU.). Se midieron los valores de a^* , b^* y el índice de amarillamiento (YI D1925 2/C) utilizando la escala CIELAB, con D65 como iluminante, y con un ángulo del observador de 10°. Se calcularon el tono y la

pureza del color, $(\tan^{-1} (b^* \cdot a^{*-1}), (a^{*2} + b^{*2})^{1/2})$. Se realizaron dos mediciones repetidas en cada queso.

2.3.7 Análisis sensorial descriptivo

Trece individuos, de un grupo de 38 personas, fueron seleccionados por su habilidad sensorial, con el objeto de conformar un panel para el análisis descriptivo del Queso Añejo. Los panelistas tuvieron un entrenamiento de 40 h para familiarizarse con la metodología, la escala y los atributos evaluados. Se pidió a los panelistas describir los quesos siendo tan específicos como fuera posible y generando su propia terminología. Los miembros del panel evaluaron cada queso en forma individual y escribieron los atributos identificados. Después, el líder del panel dirigió una discusión en la cual se acordaron por consenso los descriptores del queso. Las referencias fueron propuestas por los panelistas y los valores de su intensidad fueron acordados por consenso. Se realizó un análisis sensorial descriptivo de los quesos utilizando una escala de intervalo de 15 cm (0 = ausencia del atributo, 15 = extremadamente fuerte). 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 ambiente, en vasos de plástico codificados con números 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 20 atributos de sabor, aroma y textura generados por el panel. Los 6 quesos fueron evaluados durante un período de 3 días. Las evaluaciones se condujeron en un laboratorio de evaluación sensorial con

cabinas individuales e iluminadas con luz de día. Los panelistas siempre tuvieron disponibles agua para enjuague y referencias para los atributos evaluados.

2.3.8 Evaluación con consumidores

Se realizó una prueba de aceptación 2 semanas después del análisis descriptivo de los quesos. La prueba se condujo con un grupo de consumidores ($n = 60$) que incluía estudiantes, personal administrativo y profesores de la Universidad Autónoma Chapingo, de edades entre los 18 y 73 años. 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 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.

2.4 Análisis estadístico

2.4.1 Análisis de datos instrumentales

Se realizó un análisis de varianza (diseño completamente al azar con 2 mediciones repetidas o 3 repeticiones) a los datos instrumentales de la leche (grasa, SNG, densidad, proteína, pH, acidez titulable) y del queso (grasa, ceniza, humedad, proteína, NaCl, Ca, acidez titulable, pH, aw, ácidos grasos volátiles libres, cuenta de bacterias mesófilas totales y coliformes totales, dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad, masticabilidad y color) 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 de programas SAS version 9.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC).

2.4.2 Análisis de datos sensoriales

Se usaron métodos estadísticos univariados y multivariados para el análisis de los resultados. Los datos descriptivos y de consumidores se analizaron en forma individual y en conjunto. Se realizó un análisis de varianza utilizando un diseño en bloques al azar balanceado con un arreglo en parcela dividida, donde la parcela mayor fueron los quesos, la parcela menor los panelistas, las repeticiones fueron consideradas como bloques y la interacción panelista*tratamiento fue evaluada. Las separaciones de medias se realizaron mediante procedimientos DMS, y el monitoreo de los panelistas mediante el análisis de componentes principales (ACP) (SAS version 9.1; SAS Institute, Inc., Cary, NC). Para los datos de consumidores se utilizó un diseño en bloques completamente al azar, donde los bloques fueron los consumidores, y se realizó un análisis de varianza con separaciones de medias mediante DMS. Se condujo un mapa de preferencia interno en las medias de los datos de consumidores. Se utilizó una regresión de cuadrados mínimos parcial 1 (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 condujeron usando The Unscrambler version 9.2 (Camo Process AS, Oslo, Norway).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Leche

3.1.1 Análisis fisicoquímicos

La composición promedio de las leches crudas recolectadas de las 6 queserías se presenta en el cuadro 1, se puede observar que presentaron diferencias ($P < 0.001$) en todos los parámetros analíticos estudiados.

Cuadro 1. Composición de la leche cruda de las queserías

Quesería	grasa	SNG	proteína	densidad ⁺	pH	acidez titulable*
	(%)					
A	3.81 ^b	8.38 ^e	3.09 ^o	1.0284 ^f	6.60 ^b	1.8 ^c
B	4.35 ^a	8.55 ^d	3.17 ^d	1.0287 ^d	6.50 ^c	2.1 ^a
C	3.78 ^c	8.71 ^b	3.21 ^b	1.0297 ^b	6.70 ^a	1.9 ^b
D	2.21 ^d	9.11 ^a	3.34 ^a	1.0327 ^a	6.60 ^b	1.9 ^b
E	4.34 ^a	8.63 ^c	3.18 ^c	1.0289 ^d	6.75 ^a	1.7 ^d
F	3.77 ^c	8.62 ^c	3.17 ^d	1.0294 ^c	6.60 ^b	1.8 ^c

*mg de ácido láctico mL⁻¹ de leche

⁺ g de leche cm⁻³

Medias en columnas con superíndices diferentes fueron diferentes ($P \leq 0.05$)

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

Las leches de las queserías B y E tuvieron el mayor contenido de grasa, estas leches fueron obtenidas de cruza de ganado suizo con cebú, con una producción baja, de 3 a 6 L por día. La leche A, también de ganado suizo con cebú, pero con una producción más alta, de 8 a 10 L por día, presentó un contenido de grasa menor a las dos anteriores. Le siguieron las leches C y F, estas leches son producidas por ganado lechero especializado

Holstein, en el caso de la primera, con una producción de hasta 30 L por día, y por una cruce de suizo con cebú con una producción de 10 L diarios. La leche D presentó el contenido de grasa más bajo, sin embargo, en este caso fue descremada en una descremadora eléctrica antes de su uso en la elaboración del queso. Una vez eliminada parte de la grasa de la leche, la proporción de SNG, entre los que se encuentra la proteína, incrementó, esto explica el mayor contenido de proteína y SNG en la leche D. La leche C, con el mayor contenido de proteína después de la D, tuvo también el mayor contenido de SNG, seguido de las leches E, B y F. La leche B, aunque presentó valores de proteína similares a las dos anteriores, tuvo un porcentaje de SNG ligeramente menor, por su mayor contenido de grasa. La menor cantidad de proteína, SNG y densidad se observó en la leche A. La leche D, con el menor contenido de grasa, mostró la mayor densidad, seguido de la leche C, que aunque tiene el mismo porcentaje de grasa que la F, posee un contenido de proteína y SNG ligeramente superior, las leches B y E con el más alto contenido de grasa presentaron una densidad más baja. La leche B presentó el menor pH y la mayor acidez titulable. El pH, se encuentra dentro del rango normalmente presente en leche fresca a 25 °C (6.5 a 6.7), y probablemente sea resultado del efecto de la temperatura de la leche, el calentamiento de la leche causa la precipitación del fosfato de calcio coloidal, disminuyendo su pH (Fox y McSweeney, 1998). La acidez de esta misma leche, está asociada al contenido de proteína, ya que una alta acidez titulable en la leche sugiere una alta concentración de proteínas, que actúan como agentes buffer (Fox y McSweeney, 1998). Las leches A, C, D, E y F también tuvieron valores de pH similares a los reportados para leche cruda recién ordeñada, y la acidez más alta presente en las leches C y D está asociada a su mayor contenido proteico.

Los quesos se producen con leche de diferentes razas y cruza de vacas de doble propósito, las cuales también producen diferentes cantidades de leche. Se han observado diferencias en la composición de la leche debido a la raza del ganado, aquellas vacas que producen bajos volúmenes de leche, normalmente tienen leches de composición más rica (Roseiro *et al.*, 2003). Este factor es un contribuyente importante a la variabilidad de la composición de la leche.

3.2 Queso

3.2.1 Análisis químico proximal

La composición, pH y acidez titulable de los quesos se muestran en el cuadro 2. Existieron diferencias ($P < 0.001$) significativas en grasa, humedad y NaCl, y se relacionaron con las diferencias en las leches y los procedimientos de manufactura entre las queserías.

Cuadro 2. Análisis químico proximal de Queso Añejo

	Grasa	Ceniza	Humedad	Proteína	NaCl	Ca	Acidez titulable*	pH	aw
Queso	(%)								
A	33.8 ^a	5.5 ^a	31.8 ^f	30.1 ^a	2.4 ^b	1.21 ^a	0.0306 ^c	5.1 ^c	0.944 ^a
B	33.3 ^a	5.1 ^a	32.9 ^e	28.1 ^a	1.8 ^d	1.17 ^a	0.0402 ^a	5.1 ^c	0.937 ^a
C	25.3 ^b	5.4 ^a	41.9 ^a	25.8 ^a	2.3 ^b	1.11 ^a	0.0357 ^b	5.1 ^c	0.947 ^a
D	26.0 ^b	6.1 ^a	36.5 ^b	29.6 ^a	2.8 ^a	1.21 ^a	0.0255 ^c	5.4 ^a	0.939 ^a
E	25.0 ^b	5.2 ^a	35.9 ^c	28.4 ^a	2.8 ^a	1.29 ^a	0.0270 ^d	5.3 ^b	0.951 ^a
F	28.7 ^b	5.8 ^a	34.8 ^d	30.3 ^a	2.0 ^c	1.16 ^a	0.0297 ^c	5.4 ^a	0.939 ^a

*g de ácido láctico g⁻¹ de queso

Medias en columnas con superíndices diferentes fueron diferentes ($P \leq 0.05$)

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

Los quesos A y B, elaborados a partir de leches con los más altos contenidos de grasa, presentaron el mayor porcentaje de grasa. El contenido de grasa de los quesos C, D, E y F fue estadísticamente igual, y aunque la leche de la quesería E presentó el mismo contenido de grasa que la de la quesería B, la grasa retenida en el queso E y los otros tres quesos (C, D, F) fue menor debido a que el cortado de la cuajada fue muy rápido, 10 o 15 min, en comparación a los 30 o 60 minutos observados en las queserías A y B. Si la cuajada es cortada y agitada muy rápido, se incrementa la cantidad de grasa perdida en el suero, así como la cantidad de partículas finas, que disminuyen el rendimiento quesero (Law, 1999). Opuesto al queso E, el queso D fue elaborado con la leche de menor contenido de grasa, la igualdad en el porcentaje de grasa del queso D y los quesos C, E y F, elaborados con leches de mayor contenido de grasa, se explica por el mayor contenido de proteína de la leche (3.34 %). Se ha demostrado que incrementos en la cantidad de proteína aumentan el porcentaje de grasa recuperada en el queso (Guinee *et al.*, 2006). Además, se ha observado que con contenidos de grasa de 0.5 a 2.0 % se reduce la pérdida de grasa en el suero y que con contenidos superiores a 3.3 %, aumenta la proporción de grasa perdida en el suero (Fenelon y Guinee, 1999).

Los quesos A y B, con el mayor contenido de grasa, también presentaron el menor contenido de humedad, estos resultados son opuestos a lo establecido por Green y Grandison (1987), quienes señalan que los quesos con porcentajes elevados de grasa, debidos a una menor pérdida de grasa en el suero, presentan una humedad más alta. La dosis de cuajo y las veces que la cuajada fue cortada y desuerada también influyeron sobre el porcentaje de humedad, los quesos C y D presentaron el mayor contenido de humedad, éstos fueron elaborados con la menor concentración de cuajo, y pudieron

presentar cuajadas menos firmes y una humedad más alta (Law, 1999). Por otro lado, en las queserías C y D, la cuajada fue cortada y escurrida 2 veces, mientras que en las otras 4 queserías, lo fue 3 veces. Un mayor número de veces en que la cuajada se corta y escurre permite que el queso pierda una mayor cantidad de suero, el hecho de que las cuajadas C y D sólo se cortaran y escurrieran 2 veces, explica su mayor contenido de humedad. Se observó que los quesos elaborados con leches de mayores contenidos de proteína presentaron una humedad más alta, estos resultados son opuestos a los encontrados por Guinee *et al.* (2006). A pesar de las grandes diferencias en la humedad de los quesos, todos presentaron valores similares de aw. Aunque la cantidad de proteína de las leches de proceso fue variable, el contenido de proteína fue igual en todos los quesos, este comportamiento coincide con el observado por Guinee *et al.* (2006) en queso Cheddar. Todos los quesos presentaron valores similares de Ca^{2+} , esto indica que el fosfato de calcio perdido de la cuajada fue similar en todas las queserías y que la tasa de acidificación durante el desuerado fue baja, contribuyendo a su alto contenido de calcio, similar al encontrado en el queso Gabriel (Lawlor *et al.*, 2002) y en el queso Serpa (Roseiro *et al.*, 2003). El calcio tiene un papel importante en el desarrollo de la textura de los quesos; los quesos suaves como el Cambozola y el Blue Shropshire tienen bajos contenidos de Ca^{+2} (Lawlor *et al.*, 2001). Las diferencias en el contenido de NaCl se relacionaron con la cantidad de sal usada en cada quesería, cada productora⁸ sala sus quesos de acuerdo al “salado sensorial” que ella percibe como correcto, por ello, se encontraron diferencias en el porcentaje de NaCl entre los quesos de hasta 1 %. Los quesos A, B y C presentaron una mayor acidez y menor pH que los D, E y F.

⁸ Los productores de queso son todas mujeres con edades entre los 55 y 70 años.

Los quesos, aunque fueron todos de la misma variedad, presentaron diferencias significativas en varias características composicionales. Lebeque (2001) establece que generalmente se observa una gran variabilidad en quesos artesanales de Denominación de Origen Protegida, esta gran variación, aunque sería inaceptable en el caso de quesos elaborados en forma masiva en la industria, no representa mayor problema en el caso de quesos artesanales, siempre y cuando se establezcan los rangos bajo los cuales pueden ser elaborados.

3.2.2 Ácidos grasos volátiles libres

El desarrollo del sabor del queso depende de varias rutas metabólicas, una de ellas es la lipólisis, la principal transformación bioquímica de la grasa durante la maduración, es básicamente la hidrólisis de triacilgliceroles para la producción de AGVL y otros compuestos (Singh *et al.*, 2003), y se lleva a cabo por enzimas como la lipo-proteína lipasa presente en la leche cruda, enzimas del cuajo, microorganismos, y por otras reacciones químicas (Mc Sweeney y Sousa, 2000). Los ácidos grasos libres de cuatro o más carbonos son generalmente producidos por la lipólisis de la grasa butírica (Ziino *et al.*, 2005). Los resultados del análisis de AGVL se muestran en el cuadro 3, se identificaron tres AGVL en el Queso Añejo, el ácido acético, el ácido propiónico y el ácido butírico.

Cuadro 3. Resultados del análisis de ácidos grasos volátiles libres del Queso Añejo

Quesos	Ácido graso volátil libre		
	ácido acético	ácido propiónico	ácido butírico
A	1236.2 ^c	nd	107.04 ^c
B	2599.3 ^b	674.0 ^a	1500.31 ^a
C	3603.3 ^a	368.7 ^{ab}	427.59 ^b
D	547.5 ^d	nd	86.39 ^c
E	1218.3 ^c	88.9 ^b	145.15 ^c
F	1233.2 ^c	51.8 ^b	253.18 ^{bc}

Valores expresados como $\mu\text{g g}^{-1}$ de queso.

nd = no detectado

Medias en columnas con superíndices diferentes fueron diferentes ($P \leq 0.05$)

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

El ácido acético, el principal ácido volátil extraído como ácido graso libre (Kaminarides *et al.*, 2007), se presentó en mayor concentración en todos los quesos, el ácido butírico fue el segundo ácido más abundante detectado, y el ácido propiónico se identificó en sólo cuatro de los seis quesos. Los quesos presentaron diferentes concentraciones ($P < 0.001$) de los tres AGVL. La mayor concentración de ácido acético se observó en el queso C, los quesos A, E y F presentaron la misma concentración de ácido acético, y el D, elaborado con la leche de menor contenido de grasa, y probablemente una menor lipólisis, tuvo la menor concentración. El queso B mostró la mayor cantidad de ácido butírico, le siguieron los quesos C y F, y éste último junto con los A, D y E, presentaron los valores más bajos. Se observó la más alta concentración de ácido propiónico en el queso B, mientras que el C, E y F presentaron la misma concentración, este ácido no fue identificado en los quesos A y D, seguramente por las diferencias en las rutas metabólicas seguidas por los microorganismos y enzimas que producen estos compuestos. Las concentraciones más altas de ácido acético y ácido propiónico en los quesos A y B, probablemente se deban a la presencia de una población más grande de *Propionibacterium* sp., ya que estos microorganismos metabolizan el lactato a propionato, acetato y CO_2 (Lawlor *et al.*, 2002). El ácido acético, el ácido propiónico y

el ácido butírico pueden también ser producidos por la fermentación de la lactosa a ácido láctico (Irigoyen *et al.*, 2007), y han sido identificados también en otros quesos duros o semiduros (Tavaria *et al.*, 2006). El ácido propiónico ha sido asociado al sabor a nuez presente en el queso Emmental (Lawlor *et al.*, 2002) y un sabor ácido fuerte en el Cheddar (Avsar *et al.*, 2004). El ácido acético ha sido asociado con el sabor a vinagre (Avsar *et al.*, 2004) y una sensación residual de quemadura en la lengua (Lawlor *et al.*, 2002). Se han encontrado relaciones entre el sabor característico de otros quesos tradicionales (Coda *et al.*, 2006; Fernández-García *et al.*, 2006; Ziino *et al.*, 2005) y sus perfiles de ácidos grasos libres de cadena corta.

3.2.3 Análisis microbiológico

Los resultados microbiológicos del queso se muestran en el cuadro 4. El número de células de bacterias mesófilas totales y de coliformes difirieron en los 6 quesos ($P < 0.001$). Las bacterias mesófilas totales presentaron un gran variabilidad con valores en un rango de 1.5 a 7.8 log ufc g⁻¹. Sólo uno de estos quesos presentó valores superiores a las 5.7 log ufc g⁻¹, recomendado por la norma oficial mexicana (Dirección General de Normas, 1994). Se han reportado cuentas más altas en otros quesos de leche cruda, como en el Pecorino Romano (Pisano *et al.*, 2006), el Bastelicaccia (Casalta *et al.*, 2001), el Halloumi (Milci *et al.*, 2005) y el Chihuahua (Van Hekken *et al.*, 2006).

Cuadro 4. Número de unidades formadoras de colonias de bacterias mesófilas totales y coliformes presentes en el Queso Añejo

	Bacterias mesófilas totales	Coliformes totales
	log ufc g ⁻¹	
A	2.5 ^c	3.4 ^a
B	0.6 ^d	0.0 ^c
C	5.4 ^b	2.5 ^b
D	7.8 ^a	3.2 ^a
E	1.5 ^{cd}	3.2 ^a
F	3.0 ^c	3.0 ^a

Medias en columnas con superíndices diferentes fueron diferentes ($P \leq 0.05$)

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

Las cuentas de coliformes no excedieron las 3.4 log ufc g⁻¹, estos resultados fueron similares a las cuentas reportadas para el queso Fiore Sardo (Pisano *et al.*, 2006). Se han encontrado cuentas celulares más altas en otros quesos tradicionales, de períodos de maduración similares al Queso Añejo, como el queso Bastelicaccia (Casalta *et al.*, 2001) y el queso Serpa (Roseiro *et al.*, 2003). Estos resultados probablemente se deben al bajo contenido de humedad, mayor contenido de NaCl y menor pH presentes en el Queso Añejo, e indican una calidad microbiológica superior.

3.2.4 Análisis de Perfil de Textura

Las curvas de fuerza vs. tiempo, a partir de las cuales se calcularon los parámetros del TPA para cada queso, se presentan en la figura 1. Los resultados mostraron variación en las propiedades mecánicas de los quesos para dureza, cohesividad, elasticidad y masticabilidad (Cuadro 5).

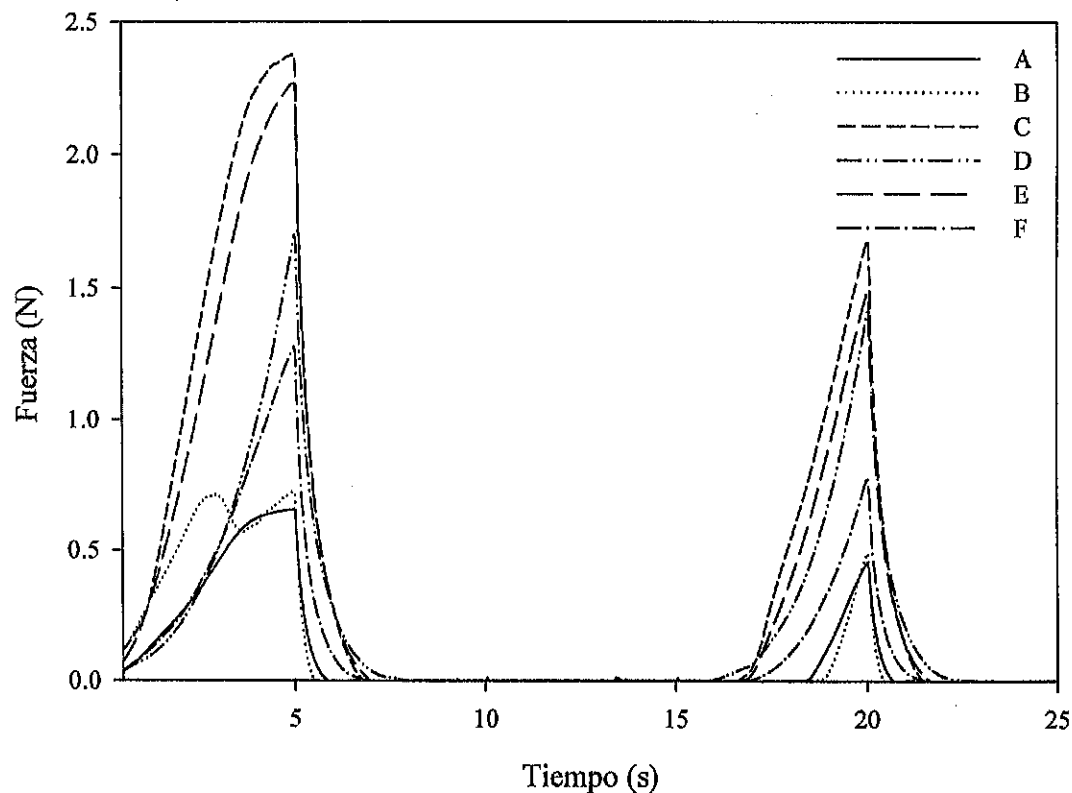


Figura 1. Curvas del perfil de textura de Queso Añejo.

Cuadro 5. Valores promedio de las variables mecánicas medidas por análisis de perfil de textura					
Queso	Dureza (N)	Adhesividad (N s)	Cohesividad	Elasticidad	Masticabilidad (N)
A	0.7 ^c	-0.0035 ^a	0.22 ^{cd}	0.34 ^c	0.05 ^{de}
B	0.8 ^c	-0.0127 ^a	0.13 ^d	0.36 ^c	0.04 ^e
C	2.4 ^a	-0.0030 ^a	0.31 ^{bc}	0.73 ^{ab}	0.54 ^{bc}
D	1.7 ^{ab}	-0.0003 ^a	0.69 ^a	0.81 ^a	0.94 ^a
E	2.3 ^a	-0.0049 ^a	0.40 ^b	0.64 ^b	0.59 ^b
F	1.3 ^{bc}	-0.0009 ^a	0.37 ^b	0.63 ^b	0.30 ^{cd}

Medias en columnas con superíndices diferentes fueron diferentes ($P \leq 0.05$)

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

La fuerza máxima durante la primera compresión presentó valores en el rango de 0.7 a 2.4 N. Se han reportado valores de dureza más altos en otros quesos (Tunick *et al.*, 2007; Casalta *et al.*, 2001; Van Hekken *et al.*, 2005). Parte del proceso de manufactura del

Queso Añejo consiste en la molienda de la cuajada antes del moldeado del queso. Este procedimiento no permite que la matriz de caseína se mantenga bien unida, y la hace débil, frágil, friable. Esto se reflejó en los valores bajos de dureza de los quesos. Los quesos A y B, con el mayor contenido de grasa y menor humedad, presentaron los valores más bajos de dureza, cohesividad, elasticidad y masticabilidad, mientras que los quesos C, D y E, con el mismo contenido de grasa, presentaron valores similares de dureza. El queso D elaborado a partir de la leche con el menor contenido de grasa presentó los valores máximos de cohesividad, elasticidad y masticabilidad. Las propiedades texturales del queso son influenciadas por su composición, el decremento en el contenido de grasa del queso aumenta su dureza (Küçüköner y Haque, 2006) y elasticidad (Tunick *et al.*, 2007). Los valores de cohesividad de los quesos A y B fueron similares a los reportados para los quesos Terrincho (Pinho *et al.*, 2004), Gouda (Messens *et al.*, 2000) y Chihuahua (Van Hekken *et al.*, 2007). No se observaron diferencias en la adhesividad de los quesos.

3.2.5 Reología

Se obtuvieron curvas de G' y G'' vs. frecuencia (Figuras 2 y 3), a partir de las cuales se obtuvieron los valores de G' y G'' a una deformación de 0.01 % y una frecuencia de 1Hz. Ambos, el módulo de almacenamiento (G') y el módulo de pérdida (G'') de todos los quesos fueron dependientes de la frecuencia, y mostraron tendencias similares, presentaron una dependencia casi lineal de la frecuencia en el rango de 1-100 Hz, tal como lo reportado por Ak y Gunasekaran (1996). Los valores de G' fueron mayores que los de G'' dentro de este rango de frecuencias, lo cual indica el dominio del componente

elástico de los quesos, y refleja el comportamiento típico de un material sólido viscoelástico (Ustunol *et al.*, 1995).

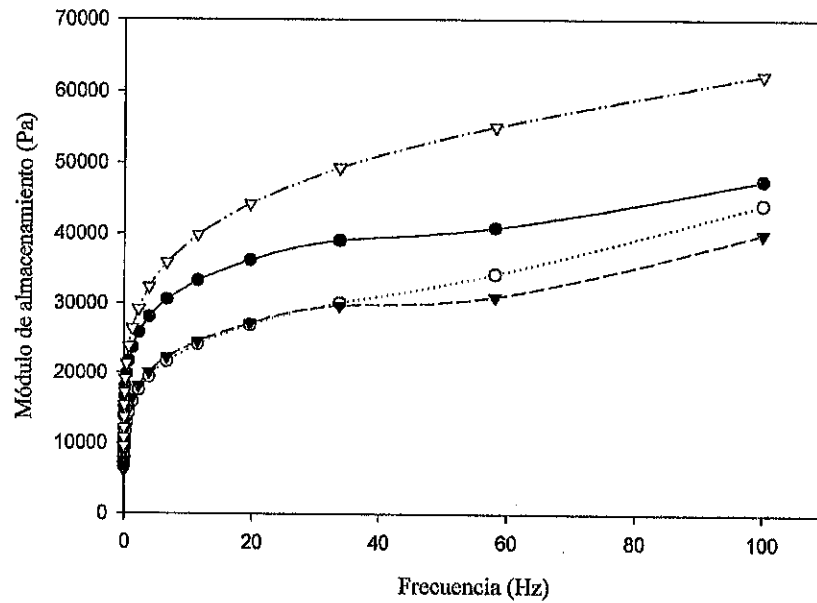


Figura 2. Módulo de almacenamiento (G') de Queso Añejo: queso C (●), queso D (○), queso E (▼), queso F (▽).

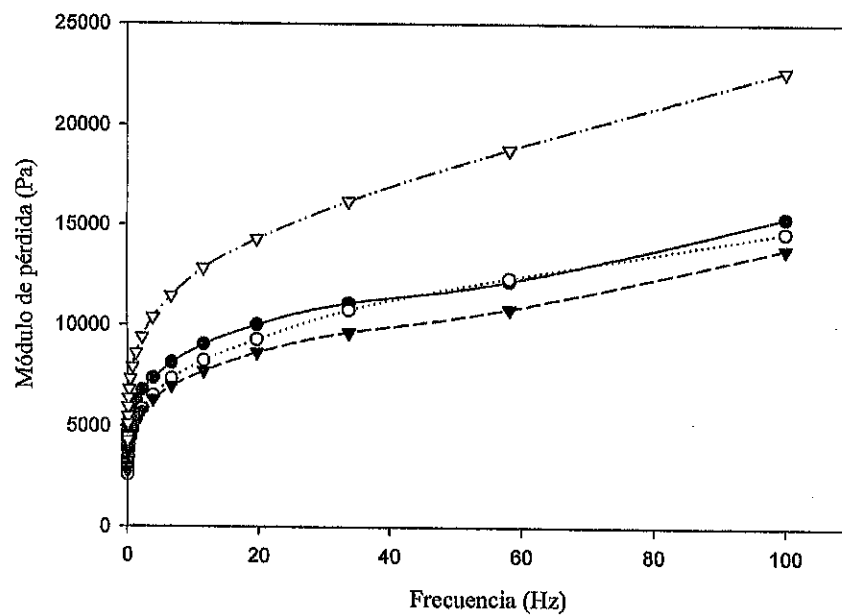


Figura 3. Módulo de pérdida (G'') de Queso Añejo: queso C (●), queso D (○), queso E (▼), queso F (▽).

La naturaleza viscoelástica de una dispersión o gel puede ser observada en su espectro mecánico, derivado de las mediciones de barridos de frecuencia. En general, las muestras mostraron un comportamiento de gel débil, caracterizado por incrementos en G' y G'' al aumentar la magnitud de la frecuencia y sin un punto de cruce entre ambos módulos (Bowland y Foegeding, 2001), este comportamiento ha sido observado en otros quesos (Madadlou *et al.*, 2005; Ak y Gunasekaran, 1996; Brown *et al.*, 2003).

La dependencia de G' y G'' con respecto a la frecuencia, refleja la relajación de más enlaces cuando aumenta el tiempo de aplicación del estrés (Walstra, 1993). La reducción y destrucción, a altas frecuencias, del componente viscoso del material, disipando la energía en forma de calor, y la deformación del componente elástico, conformando cadenas altamente energéticas, presentaron un comportamiento casi lineal, dando a los quesos un comportamiento predominantemente elástico en el rango de 1 a 100 Hz. Se observó una ligera inflexión en las curvas de G' y G'' en los quesos C y E en el rango de 20 a 60 Hz, esto probablemente se debió a que los ajustes moleculares causantes de la disipación viscosa y el almacenamiento elástico fueron lentos a esta velocidad angular (Ak y Gunasekaran, 1996).

Las propiedades viscoelásticas de los quesos no sólo dependen de la cantidad de caseína presente, sino también del número y fuerza de los enlaces entre las partículas de caseína, la estructura de las partículas y la distribución espacial entre ellas (Tunick *et al.*, 2007). Estas diferencias pueden deberse, entre otras cosas, a que el proceso de elaboración del Queso Añejo es diferente, la cuajada se muele y amasa antes de ser moldeada, lo cual no permite que las partículas se unan y formen redes de la misma manera que en quesos de

cuajada no molida o cuajada cheddarizada, en donde las partículas de cuajada se vuelven a fusionar. Adicionalmente, el tipo de molino utilizado, el cual puede ser manual, eléctrico o un metate, influye sobre el tamaño del grano; y la fuerza usada para moldear el queso crea una cantidad y tamaño heterogéneo de espacios de aire en el queso.

No se observaron diferencias significativas en los valores de G' y G'' a una deformación del 0.01% y una frecuencia de 1 Hz. Los valores de G' variaron de 14.9 a 24.8 kPa, y los valores de G'' se encontraron en el rango de 5.0 a 8.2 kPa. Los valores de G' y G'' del Queso Añejo fueron menores a los observados en otras variedades de queso como los Brick y Cheddar (Tunick y Van Hekken, 2002).

3.2.6 Medición de color

Los resultados de las mediciones de color se presentan en el cuadro 6. Los quesos presentaron diferencias en el índice de amarillamiento, la pureza y el tono ($P < 0.01$). Los valores del tono se encontraron en un rango de 83 a 84.3 °, indicando una gran proximidad al color amarillo (90°), los valores medidos de b^* fueron diez veces mayores a los valores de a^* (datos no mostrados). El queso F presentó el color más puro o saturado, así como el mayor índice de amarillamiento. Los quesos A, B, C y D tuvieron un tono más cercano al amarillo, mientras que los E y F presentaron un valor ligeramente menor. El color menos puro y el menor índice de amarillamiento se observaron en el queso E.

Cuadro 6. Resultados de la medición de color de Queso Añejo

Queso	IA	Pureza	Tono*
A	50.3 ^c	32.2 ^b	83.9 ^a
B	50.9 ^{bc}	32.0 ^b	84.1 ^a
C	50.4 ^c	31.8 ^b	84.3 ^a
D	52.9 ^b	33.1 ^b	83.8 ^a
E	47.7 ^d	29.3 ^c	83.0 ^b
F	61.2 ^a	37.5 ^a	83.0 ^b

IA = índice de amarillamiento

*Valores expresados en grados

Medias en columnas con superíndices diferentes fueron diferentes ($P \leq 0.05$)

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

El color es un atributo importante, considerado por los consumidores al comprar queso y por los productores quienes deben asegurar una calidad constante de sus quesos. En quesos, se han observado variaciones en el color a lo largo del proceso de maduración (Pinho *et al.*, 2004) con incrementos en el color amarillo a mayores tiempos de maduración. La composición del alimento consumido por las vacas también ha sido asociado con las diferencias en el color debido al mayor contenido de caroteno de las leches de vacas que consumen pastos de montaña (Verdier-Metz *et al.*, 2000). Aunque se pueden encontrar diferencias intravarietales en quesos tradicionales, el color constituye parte de sus características originales y puede ser usado para diferenciarlos de otras variedades de queso.

3.2.7 Análisis sensorial descriptivo

Se generaron veinte atributos para caracterizar el sabor y la textura del Queso Añejo (Cuadro 7). Los resultados del análisis descriptivo (Cuadro 8) mostraron diferencias entre los quesos en todos los atributos, excepto leche ácida. Aunque todos los quesos fueron evaluados con la misma edad, algunos presentaron sabores predominantemente

Cuadro 7. Descriptores sensoriales, definiciones y referencias para la evaluación de Queso Añejo

Descriptor	Definición	Referencia e intensidad
Porosidad	Espacios de aire o poros presentes en la muestra	Mantecadas Tía Rosa (Blmbo) intensidad = 9
Arenosidad	Sensación asociada con pequeñas partículas de arena	Queso parmesano rallado (Kraft) intensidad = 13
Humedad	Cantidad de agua presente	Queso parmesano rallado (Kraft) intensidad = 3.5
Desmoronabilidad	Facilidad con que se puede desintegrar la muestra en partículas pequeñas	Queso tipo Cotija (Esmeralda, Distribuidora de Lácteos Algil) intensidad = 9
Firmeza	Fuerza necesaria para penetrar la muestra	Queso tipo Cotija (Esmeralda, Distribuidora de Lácteos Algil) intensidad = 10
Ácido propiónico	Aroma fuerte e irritante, asociado con el queso madurado	Ácido propiónico intensidad = 15
Leche	Aromas asociados con la leche entera cruda	Queso tipo Cotija (Esmeralda, Distribuidora de Lácteos Algil) intensidad = 13
Leche ácida	Aromas asociados con la leche ácida fermentada	Yogur natural (Yoplait, Sigma Foods) intensidad = 10
Mantequilla	Aromas asociados con la mantequilla	Margarina (Iberia, Unilever) intensidad = 14
Pescado seco	Aroma asociado con el pescado seco	Charal seco intensidad = 14
Cabra	Aroma asociado con cabras, animales de la granja	Queso Feta (Della Regione) intensidad = 12
Parmesano	Sabor asociado con el queso parmesano	Queso parmesano rallado (Kraft) intensidad = 15
Residuos	Cantidad de residuos que permanecen en la boca y la garganta después de la masticación y deglución de la muestra	
Picoso	Sensación aguda o irritante asociada con la producida por la capsaicina y otras especias	Cheetos (PepsiCo) intensidad = 9
Amargo	Sensación básica de sabor producida por la cafeína	Cafeína al 0.05 % en agua intensidad = 7
Salado	Sensación básica de sabor producida por las sales	Cloruro de sodio al 0.35 % en agua intensidad = 8
Astringente	Sensación de sequedad en la boca	Jugo de uva (Del Valle) intensidad = 5
Ácido	Sensación básica de sabor producida por ácidos	Ácido cítrico al 0.035 % en agua intensidad = 3.5
Intensidad del sabor global	Duración total del sabor global de la muestra	
Pies	Aroma asociado con zapatos y calcetines sudados y sin lavar	

jóvenes o poco desarrollados (Drake *et al.*, 2001) y otros valores más altos para sabores maduros como ácido propiónico, picoso, astringente, ácido, aroma a pies, aroma a pescado, y amargo. Los valores de intensidad para los atributos intensidad global del sabor, aroma a pies, amargo, picoso, arenosidad y aroma a ácido propiónico tuvieron rangos de variaron de 2.2 a 3.4 entre quesos. Se observó menor variación entre los atributos humedad, ácido, astringente, salado y aroma a cabra, los cuales presentaron un rango de 0.6 a 1.0. Los quesos A, B y C, calificados con los valores más altos para ácido, presentaron el valor de pH más bajo (5.1). El queso D presentó el mayor contenido de NaCl y fue calificado con el valor más alto para el atributo salado. La variación en los procedimientos de manufactura y la composición de la leche originan las diferencias en el perfil sensorial del Queso Añejo.

Cuadro 8. Valores de la intensidad de los atributos sensoriales identificados en el Queso Añejo

	Quesos					
	A	B	C	D	E	F
Porosidad	6.6 ^a	5.5 ^{bc}	5.3 ^c	5.5 ^{bc}	5.8 ^b	5.7 ^{bc}
Arenosidad	8.8 ^a	7.1 ^{bc}	7.6 ^b	8.6 ^a	6.8 ^c	9.2 ^a
Humedad	6.1 ^a	6.1 ^a	5.9 ^a	5.5 ^b	6.1 ^a	5.5 ^b
Desmoronabilidad	8.8 ^a	8.0 ^b	7.8 ^{bc}	7.6 ^{bc}	7.8 ^{bc}	7.3 ^c
Firmeza	4.2 ^d	5.3 ^c	5.6 ^{bc}	6.2 ^a	5.3 ^c	6.0 ^{ab}
Ácido propiónico	4.4 ^d	7.8 ^a	5.3 ^{bc}	4.4 ^d	5.0 ^{cd}	5.8 ^b
Leche	7.8 ^{ab}	7.3 ^b	8.3 ^a	8.5 ^a	8.2 ^a	7.8 ^{ab}
Leche ácida	5.1 ^a	5.3 ^a	5.6 ^a	5.2 ^a	5.1 ^a	5.5 ^a
Mantequilla	6.8 ^a	5.3 ^{bc}	5.2 ^c	5.9 ^b	5.5 ^{bc}	5.5 ^{bc}
Pescado seco	4.3 ^b	5.5 ^a	4.4 ^b	4.1 ^b	4.4 ^b	4.3 ^b
Cabra	6.0 ^b	6.7 ^{ab}	6.4 ^b	7.0 ^a	6.3 ^b	6.3 ^b
Parmesano	7.0 ^{ab}	5.7 ^d	6.1 ^{cd}	7.6 ^a	6.7 ^{bc}	6.2 ^{cd}
Residuos	7.7 ^{ab}	7.0 ^c	7.1 ^{bc}	8.1 ^a	7.4 ^{bc}	7.6 ^{abc}
Picoso	4.2 ^{cd}	6.1 ^a	5.0 ^b	3.8 ^e	4.3 ^{cd}	4.7 ^{bc}
Amargo	2.2 ^c	4.4 ^a	2.4 ^c	2.1 ^c	2.4 ^c	3.1 ^b
Salado	6.5 ^b	6.2 ^{bc}	6.0 ^c	7.0 ^a	6.3 ^{bc}	6.5 ^b
Astringente	1.9 ^{bc}	2.6 ^a	2.1 ^b	1.6 ^d	1.7 ^{cd}	2.1 ^b
Ácido	2.4 ^{ab}	2.8 ^a	2.5 ^a	1.8 ^c	2.1 ^{bc}	2.0 ^{bc}
Intensidad del sabor global	7.4 ^c	9.6 ^a	8.1 ^b	7.7 ^{bc}	7.6 ^{bc}	7.8 ^{bc}
Pies	3.6 ^c	5.8 ^a	4.2 ^{bc}	3.6 ^c	4.1 ^{bc}	4.6 ^b

Medias en columnas con superíndices diferentes fueron diferentes ($P \leq 0.05$)

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

El análisis de componentes principales de los datos descriptivos mostró que los dos primeros componentes principales (CPs) explican el 83 % de la variabilidad de los quesos. El primer componente principal (CP1) explicó el 68 % de la varianza entre los datos y se correlacionó en forma positiva con los atributos aroma a ácido propiónico, aroma a pies, picoso, aroma a pescado seco, intensidad del sabor global, amargo, astringente y ácido, y se correlacionó negativamente con el sabor a parmesano, la cantidad de residuos y el aroma a leche (Cuadro 9). El segundo componente principal (CP2) explicó el 15 % de la varianza y se correlacionó negativamente con la desmoronabilidad, la humedad, la porosidad y el aroma a mantequilla.

Cuadro 9. Cargas de correlación de los primeros dos componentes principales del ACP de los atributos sensoriales del Queso Añejo

Atributos	CP1	CP2
Porosidad	-0.422	-0.792
Arenosidad	-0.532	0.088
Humedad	0.323	-0.806
Desmoronabilidad	-0.158	-0.941
Firmeza	0.073	0.994
Ácido propiónico	0.986	0.050
Leche	-0.767	0.461
Leche ácida	0.400	0.423
Mantequilla	-0.613	-0.649
Pescado seco	0.962	-0.202
Cabra	0.111	0.686
Parmesano	-0.892	0.022
Residuos	-0.815	0.176
Picoso	0.982	-0.106
Amargo	0.947	-0.048
Salado	-0.610	0.242
Astringente	0.920	-0.131
Ácido	0.732	-0.556
Intensidad del sabor global	0.948	0.042
Pies	0.985	0.038

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

3.2.8 Evaluación por consumidores

La aceptabilidad de los quesos difirió ($P < 0.05$). Los valores promedio observados de aceptabilidad de los seis quesos estuvieron en el rango de 4.7 a 5.9. A los quesos C (5.3^{abc}), A (5.6^{ab}) y E (5.9^a) se les dieron los valores más altos para aceptación global, y los quesos B (4.7^c) y F (4.9^c) fueron calificados con los valores más bajos. La figura 4 muestra el mapa de preferencia interno para Queso Añejo. Los quesos más aceptados presentaron aroma a mantequilla y texturas porosas y desmoronables. El queso B, el menos aceptado por los consumidores, se diferenció de los demás quesos por la presencia en mayor intensidad de los atributos aroma a pies, aroma a pescado seco, picoso, amargo, astringente, intensidad del sabor global y ácido. Estos resultados demuestran que los consumidores pueden distinguir los sabores jóvenes y maduros de los quesos. Esto también ha sido observado en la evaluación por consumidores de queso Cheddar (Young *et al.*, 2004).

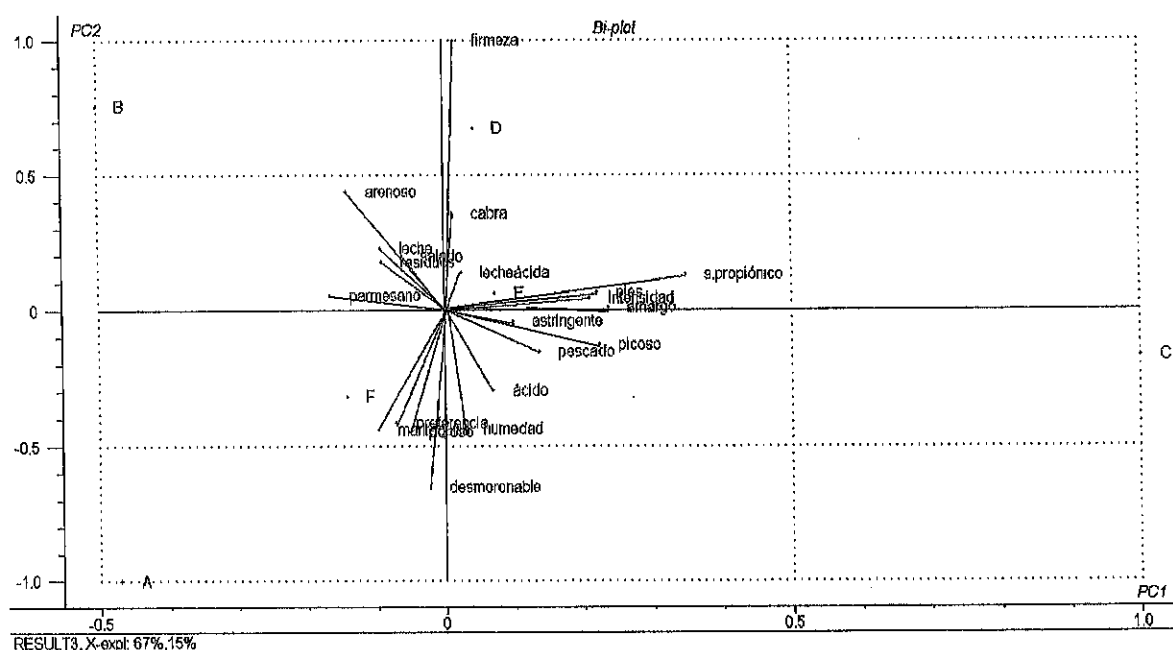


Figura 4. Mapa de preferencia interno para la aceptabilidad global del Queso Añejo

El PLS1 de las medias de los datos descriptivos (X) y de aceptabilidad (Y) demostró una fuerte correlación ($r = 0.98$). Los primeros tres CPs explicaron el 92 % de la variabilidad en la preferencia del queso. Para la matriz de las variables descriptivas (X), el CP1 explicó el 64 % de la varianza de los datos y se correlacionó positivamente con el sabor a parmesano y el aroma a leche, y se correlacionó negativamente con el aroma a ácido propiónico, el aroma a pies, el amargor, lo picoso, la intensidad del sabor global, la astringencia y el aroma a pescado seco (Cuadro 10). El CP2 explicó el 17 % de la varianza y se correlacionó positivamente con la humedad y en forma negativa con la arenosidad. El CP3 explicó el 11 % de la varianza y se correlacionó negativamente con la desmoronabilidad y el aroma a mantequilla. Estos resultados, así como el mapa de preferencia interna, muestran que la aceptabilidad general del Queso Añejo está asociada al aroma a leche, y que los quesos menos preferidos presentan valores más altos de sabores maduros que en el CP1 estaban correlacionados en forma negativa. Los coeficientes de predicción de la regresión se muestran en el cuadro 10. Con los coeficientes mostrados se permite la predicción de la aceptación global de los quesos en función de los atributos sensoriales, a través de la ecuación (1), donde y es predicción de la aceptación global del queso, β son los coeficientes para cada una de las variables descriptivas, y X es la magnitud de cada una de las variables descriptivas.

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 \dots + \beta_n X_n \quad (1)$$

Cuadro 10. Cargas de correlación de los primeros tres componentes principales del PLS1 y coeficientes de regresión de los atributos sensoriales y la preferencia del Queso Añejo

Atributos	CP1	CP2	CP3	Coefficientes de regresión
Porosidad	0.484	0.146	-0.642	0.051
Arenosidad	0.339	-0.786	-0.328	-0.272
Humedad	-0.073	0.946	-0.301	0.094
Desmoronabilidad	0.310	0.505	-0.798	0.011
Firmeza	-0.258	-0.639	0.641	-0.122
Ácido propiónico	-0.989	0.120	-0.045	-0.114
Leche	0.740	-0.182	0.518	0.031
Leche ácida	-0.470	-0.189	0.356	-0.031
Mantequilla	0.628	-0.054	-0.729	-0.028
Pescado seco	-0.898	0.355	-0.231	-0.030
Cabra	-0.249	-0.483	0.107	-0.123
Parmesano	0.843	-0.305	-0.168	-0.044
Residuos	0.672	-0.638	-0.205	-0.074
Picoso	-0.937	0.294	-0.113	-0.057
Amargo	-0.958	0.080	-0.189	-0.096
Salado	0.452	-0.667	-0.233	-0.081
Astringente	-0.913	0.141	-0.228	-0.056
Ácido	-0.577	0.652	-0.347	0.008
Intensidad del sabor global	-0.928	0.197	-0.138	-0.131
Pies	-0.982	0.143	-0.039	-0.056

$\beta_0 = 12.076$

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

CONCLUSIONES

Este estudio ha definido las características fisicoquímicas, microbiológicas, reológicas, de color, volátiles y sensoriales del Queso Añejo. Estos parámetros varían entre los productores y se encuentran asociados a los diferentes procedimientos de manufactura y la composición de la leche de proceso. Los perfiles de sabor distintivos mostraron una alta correlación con la aceptabilidad por parte de los consumidores, la cual está relacionada con el nivel de madurez sensorial de los quesos. Los resultados obtenidos constituyen la primera referencia para definir los parámetros que caracterizan al Queso Añejo y que pueden ser modificados para mejorar su calidad y reducir la variabilidad entre queseros, a fin de buscar la protección legal del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Ak, M.M. y Gunasekaran, S. 1996. Dynamic rheological properties of mozzarella cheese during refrigerated storage. *Journal of Food Science*. 61: 566-569.
- Barron, L.J.R., Redondo, Y. Flanagan, C.E., Pérez-Elortondo, F.J., Albisu, M., Nájera, A.I., de Renobales, M., y Fernández-García, E. 2005. Comparison of the volatile composition and sensory characteristics of Spanish PDO cheeses manufactured from ewes' raw milk and animal rennet. *International Dairy Journal*. 15: 371-382.
- Bowland, E.L. y Foegeding, E.A. 2001. Small strain oscillatory shear and microstructural analyses of a model processed cheese. *Journal of Dairy Science*. 84: 2372-2380.
- Bricker, A.L., Van Hekken, D.L., Guerrero, V.M. y Gardea, A.A. 2005. Microflora isolated from Queso Chihuahua cheeses. *Food Protection Trends*. 25: 29-32.
- Brown, J.A., Foegeding, E.A., Daubert, C.R., Drake, M.A., y Gumpertz, M. 2003. Relationships among rheological and sensorial properties of cheeses. *Journal of Dairy Science*. 86: 3054-3067.
- Casalta, E., Noël, Y., Le Bars, D., Carré, C., Achilleos, C., y Maroselli, M.X. 2001. Caractérisation du fromage Bastelicaccia. *Lait*. 81: 529-546.
- Caspia, E.L., Coggins, P.C., Schilling, M.W., Yoon, Y., y White, C.H. 2006. The relationship between consumer acceptability and descriptive sensory attributes in cheddar cheese. *Journal of Sensory Studies*. 21: 112-127.
- Coda, R., Brechany, E., De Angelis, M., De Candia, S., Di Cagno, R., y Gobbetti, M. 2006. Comparison of the compositional, microbiological, biochemical and volatile profile characteristics of nine Italian ewes' milk cheeses. *Journal of Dairy Science*. 89: 4126-4143.
- Díaz-Cinco, M.E., Fraijo, O., Grajeda, P., Lozano-Taylor, J. y González de Mejía, E. 1992. Microbial and chemical analysis of Chihuahua cheese and relationship to histamine and tyramine. *Journal of Food Science*. 57: 365.
- Di Cagno, R., Banks, J., Sheenan, L., Fox, P.F., Brechany, E.Y., Corsetti, A., y Gobetti, M. 2003. Comparison of the microbiological, compositional, biochemical, volatile profile and sensory characteristics of three Italian PDO ewes' milk cheeses. *International Dairy Journal*. 13: 961-972.
- Dirección General de Normas. 1994. Quesos Madurados. Norma Oficial Mexicana. 121-SSA1-1994. Secretaría de Salud. Ciudad de México, Mexico.

- Drake, M.A., McIngvale, S.C., Gerard, P.D., Cadwallader, K.R., y Civile, G.V. 2001. Develoment of a descriptive language for cheddar cheese. *Journal of Food Science*. 66(9): 1422-1427.
- Fenelon, M.A. y Guinee, T.P. 1999. The effect of milk fat on cheddar cheese yield and its prediction, using modifications of the Van Slyke cheese yield formula. *Journal of Dairy Science*. 82: 2287-2299.
- Fernández-García, E., Carbonell, M., Calzada, J., y Nuñez, M. 2006. Seasonal variation of the free fatty acids contents of Spanish ovine milk cheeses protected by a designation of origin: a comparative study. *International Dairy Journal*. 16: 252-261.
- Fox, P.F. y McSweeney, P.L.H. 1998. *Dairy Chemistry and Biochemistry*. Blackie Academic and Professional. Londres, Reino Unido.
- Freitas, C. y Malcata F.X. 2000. Microbiology and biochemistry of cheeses with Appellation d'Origine Protégée and manufactured in the Iberian peninsula from ovine and caprine milks. *Journal of Dairy Science*. 83: 584-602.
- Green y Grandison, 1987. In: Fox, P.F. *Cheese chemistry, physics and microbiology*. Vol. 1. Elsevier Science Publishers. Londres, Reino Unido.
- 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: 468-482.
- Hort, J. y Le Grys, G. 2001. Developments in the textural and rheological properties of UK Cheddar cheese during ripening. *International Dairy Journal*. 11: 475-481.
- Innocente, N., Moret, S., Corradini, C., y Conte, L.S. 2000. A rapid method for the quantitative determination of short-chain free volatile fatty acids from cheese. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 48, 3321-3323.
- Irigoyen, A., Ortigosa, M., Juansaras, I., Oneca, M., y Torre, P. 2007. Influence of an adjunct culture of *Lactobacillus* on the free amino acids and volatile compounds in a Roncal-type ewe's-milk cheese. *Food Chemistry*. 100: 71-80.
- Kaminarides, S., Stamou, P., y Massouras, T. 2007. Changes of organic acids, volatile aroma compounds and sensory characteristics of Halloumi cheese kept in brine. *Food Chemistry*. 100: 219-225.
- Küçütköner, E. y Haque, Z.U. 2006. Physicochemical properties of low-fat and full-fat Cheddar cheeses. *International Journal of Dairy Technology*. 59(3): 166-170.
- Law, B.A. 1999. *Technology of cheesemaking*. Sheffield Academic Press. Londres, Reino Unido.

- Lawlor, J.B., Delahunty, C.M., Wilkinson, M.G., y Sheehan, J. 2001. Relationships between the sensory characteristics, neutral volatile composition and gross composition of ten cheese varieties. *Lait*. 81: 487-507.
- Lawlor, J.B., Delahunty, C.M., Wilkinson, M.G., y Sheehan, J. 2002. Relationships between the gross, non-volatile and volatile compositions and the sensory attributes of eight hard-type cheeses. *International Dairy Journal*. 12: 493-509.
- 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: 609-623.
- Madadlou, A., Khosroshahi, A., y Mousavi, M.E. 2005. Rheology, microstructure, and functionality of low-fat Iranian white cheese made with different concentrations of rennet. *Journal of Dairy Science*. 88: 3052-3062.
- McSweeney, P.L. H. y Sousa, M.J. 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: a review. *Lait*. 80: 293-324.
- Messens, W., Van de Walle, D., Arevalo, J., Dewettinck, K., y Huyghebaert, A. 2000. Rheological properties of High-pressure-treated Gouda cheese. *International Dairy Journal*. 10: 359-367.
- Milci, S., Goncu, A., AlpKent, Z., y Yaygin, H. 2005. Chemical, microbiological and sensory characterization of Halloumi cheese produced from ovine, caprine and bovine milk. *International Dairy Journal*. 15: 625-630.
- Pinho, O., Mendes, E., Alves, M.M., y Ferreira, I.M.P.L.V.O. 2004. Chemical, physical, and sensorial characteristics of "Terrincho" ewe cheese: changes during ripening and intravarietal comparison. *Journal of Dairy Science*. 87: 249-257.
- Ramos, M. 1976. Manual de métodos de análisis de leche y lacticínios. Editorial del autor. México, D.F.
- Pisano, M.B., Fadda, M.E., Deplano, M., Corda, A., y 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(3): 171-179.
- Ritvanen, T., Lampolahti, S., Lilleberg, L., Tupasela, T., Isoniemi, M., Appelbye, U., Lyytikäinen, T., Eerola, S., y Uusi-Rauva, E. 2005. Sensory evaluation, chemical composition and consumer acceptance of full fat and reduced fat cheeses in the Finnish market. *Food Quality and Preference*. 16: 479-492.
- Roseiro, L.B., Wilbey, R.A., y Barbosa, M. 2003. Serpa cheese: technological, biochemical and microbiological characterization of a PDO ewe's milk cheese coagulated with *Cynara cardunculus* L. *Lait*. 83: 469-481.

- Singh, T.K., Drake, M.A., y Cadwallader, K.R. 2003. Flavor of cheddar cheese: a chemical and sensory perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2: 139-162.
- Tavaria, F.K., Tavares, T.G., Silva-Ferreira, A.C., y Malcata, F.X. 2006. Contribution of coagulant and native microflora to the volatile-free fatty acid profile of an artisanal cheese. *International Dairy Journal*. 16: 886-894.
- Tunick, M.H. 2000. Rheology of dairy foods that gel, stretch, and fracture. *Journal of Dairy Science*. 83: 1892-1898.
- Tunick, M.H. y Van Hekken, D.L. 2002. Torsión gelometry of cheese. *Journal of Dairy Science*. 85: 2743-2749.
- Tunick, M.H., Van Hekken, D., Call, J., Molina-Corral, F.J., y Gardea A.A. 2007. Queso Chihuahua: effects of seasonality of cheesemilk on rheology. *International Journal of Dairy Technology*. 60: 13-21.
- Ustunol, Z., Kawachi, K., and Steffe, J. 1995. Rheological properties of Cheddar cheese as influenced by fat reduction and ripening time. *Journal of Food Science*. 60: 1208-1210.
- Van Hekken, D., Tunick, M.H., Tomasula, P.M., Molina Corral, F.J., y Gardea, A.A. 2007. Mexican Queso Chihuahua: rheology of fresh cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 60: 5-12.
- 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: 3729-3738.
- Van Hekken, D.L., Tunick, M.H., y Park, Y.W. 2005. Effect of frozen storage on the proteolytic and rheological properties of soft caprine milk cheese. *Journal of Dairy Science*. 88: 1966-1972.
- 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 ripenend Saint-Nectaire type cheeses. *Lait*. 80: 361-370.
- Walstra, P. 1993. The syneresis of curd. Páginas 141-191 En: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Vol. 1. General Aspects. 2a. Edición. Fox, P.F. Editorial Chapman and Hall. Londres, Inglaterra.
- Young, N.D., Drake, M., Lopetcharat, K., y Mc Daniel, M.R. 2004. Preference mapping of cheddar cheese with varying maturity levels. *Journal of Dairy Science*. 87: 11-19.

Ziino, M., Condurso, C., Romeo, V., Giuffrida, D., y Verzera, A. 2005. Characterization of "Provola dei Nebrodi", a typical Sicilian cheese, by volatiles analysis using SPME-GC/MS. *International Dairy Journal*. 15: 585-593.

ANEXOS

CUESTIONARIO PERFIL QUESEROS

Fecha de encuesta _____
Nombre del quesero _____

1. Edad (años)
☐ 20-35 ☐ 36-40 ☐ 41-55 ☐ más de 55
2. Escolaridad
☐ No escolaridad ☐ Primaria ☐ Secundaria ☐ Preparatoria ☐ Profesional
3. ¿Qué quesos produce?
☐ un tipo ☐ dos tipos ☐ tres tipos
4. ¿Cuál queso se vende más?
☐ Fresco ☐ Oreado ☐ Añejo ☐ Oreado y Añejo
5. ¿Se dedica a alguna otra actividad además de la producción de queso?
☐ Sí (especifique) _____ ☐ No
6. ¿Cuánto tiempo se ha dedicado a la producción de queso?
☐ 5 años o menos ☐ 5-10 años ☐ más de 10 años
7. ¿Qué volumen de leche procesa al día?
☐ de 51-100 L ☐ de 101-150 L ☐ de 151-200 L ☐ de 201-300 L ☐ más de 301 L
8. ¿Compra la leche?
☐ Sí ☐ No
9. ¿Qué precio paga por litro de leche en época de secas?
☐ \$ 3.50 ☐ \$ 4.00
10. ¿Qué precio paga por litro de leche en época de lluvias?
☐ \$ 3.50 ☐ \$ 4.00
11. ¿Cuántos proveedores tiene?
☐ 0 ☐ 1-5 ☐ más de 5

12. ¿Dónde vende su queso?
☐ Localmente ☐ Otro municipio ☐ Ambos
13. ¿Qué tipo de venta hace?
☐ Menudeo ☐ Mayoreo ☐ Ambos
14. ¿Cuál es el precio de venta de su queso en época de secas?
☐ menos de \$ 90 / kg ☐ más de \$ 90 / kg
15. ¿Cuál es el precio de venta de su queso en época de lluvias?
☐ menos de \$ 90 / kg ☐ más de \$ 90 / kg
16. ¿Cuál es la temporada en la que el precio del queso es menor?
☐ Abril-Junio ☐ Julio-Septiembre ☐ Las dos ☐ Ninguna
17. ¿Cuál es la temporada en la que el precio del queso es mayor?
☐ Cuaresma ☐ Octubre-Diciembre ☐ Las dos ☐ Ninguna
18. ¿La mano de obra es familiar o asalariada?
☐ Familiar ☐ Asalariada
19. ¿Cuántas personas trabajan en la quesería en la época de mayor producción?
☐ 1-3 ☐ 4-6 ☐ más de 6
20. ¿Cómo aprendió a hacer el queso?
☐ Observación e imitación ☐ Tradición familiar
21. ¿Produce queso todo el año?
☐ Sí ☐ No
22. ¿Vende a crédito?
☐ Sí ☐ No ☐ Ambos
23. ¿Qué tipo de clientes tiene?
☐ Constantes ☐ Ocasionales ☐ Ambos
24. ¿Tiene un sucesor en la quesería?
☐ Sí ☐ No ☐ No sé
25. ¿Quién es su sucesor en la quesería?
☐ Hijo ☐ Otro familiar ☐ Nadie

CUESTIONARIO PARA QUESEROS (PROCESO DE PRODUCCIÓN)

Fecha de encuesta _____
Nombre del quesero _____

1. ¿Qué tiempo transcurre entre la ordeña de la leche y la producción del queso?
☐ 1 h o menos ☐ 1-3 h ☐ más de 3 h
2. ¿La temperatura del cuajado de la leche se mide?
☐ Sí ☐ No
3. ¿En cuánto tiempo cuaja la leche?
☐ 15 min o menos ☐ 30 minutos ☐ 1 h ☐ más de 1 h
4. ¿Cómo sabe cuál es el punto de cuajado?
☐ Punto de gelatina ☐ La leche desuera un poco
5. ¿Qué tipo de cuajo utiliza?
☐ Líquido ☐ Pastilla ☐ Cuerito ☐ Polvo ☐ Otro
6. ¿Cómo dosifica el cuajo?
☐ Recomendación del fabricante ☐ 1-5 % v/v ☐ 5.1-10 % v/v
7. ¿Corta la cuajada (hace la cruz)?
☐ Sí ☐ No
8. ¿Cómo corta la cuajada (la cruz)?
☐ Cuchillo ☐ Cuchara de metal ☐ Pala de madera ☐ Otro _____
9. ¿Quiebra la cuajada?
☐ Sí ☐ No
10. ¿Con qué quiebra la cuajada?
☐ Con pala o cuchara ☐ Con la mano
11. ¿Cuánto tiempo agita la cuajada?(número de períodos y extensión)
☐ 10 min ☐ 15 min ☐ 30 min
12. ¿Cómo desuera?
☐ Bolsa de ixtle ☐ Chiquihuite ☐ Otro
13. ¿Escurre la cuajada?
☐ Sí ☐ No
14. ¿Cuántas picadas le da a la cuajada?
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3

15. ¿Muele la cuajada?

☐ Sí ☐ No

16. ¿En qué muele la cuajada?

☐ Metate ☐ Molino

17. ¿En qué momento sala la cuajada?

☐ Al moler ☐ Al amasar

18. ¿Qué usa para salar el queso?

☐ Sal común ☐ Sal gruesa ☐ Sal de Aradón

19. ¿Deja reposar la cuajada molida y salada un día o más?

☐ Sí ☐ No

20. ¿Después del reposo vuelve a moler la cuajada?

☐ Sí ☐ No

21. ¿Amasa la cuajada?

☐ Sí ☐ No

22. ¿Cómo amasa la cuajada?

☐ En batea o artesa ☐ En metate ☐ Otro

23. ¿Moldea el queso?

☐ Sí ☐ No

24. ¿Prensa el queso?

☐ Sí ☐ No

25. ¿Enchila el queso?

☐ Sí ☐ No

26. ¿Cómo enchila el queso?

☐ hace pasta de chile ☐ directamente con el chile

27. ¿Cuál es la forma del molde que utiliza para su queso oreado y añejo?

☐ Rectangular ☐ Redondo ☐ Ambos

28. ¿De qué peso son las presentaciones del queso?

☐ menos de 1 kg ☐ 1-2 kg ☐ más de 2 kg

29. ¿Cuánto tiempo oreo su queso?

☐ < 15 días ☐ 15-30 días ☐ > 2 meses ☐ > 30 días
☐ 15 días-6 meses ☐ < 15 días y >30 días ☐ todas las anteriores

CUESTIONARIO PARA PROVEEDORES DE LECHE

Fecha de encuesta _____
Nombre del productor _____

Edad (años)

☐ 20-35 ☐ 36-40 ☐ 41-55 ☐ más de 55

Escolaridad

☐ No escolaridad ☐ Primaria ☐ Secundaria ☐ Preparatoria ☐ Universidad

1. ¿Cuánto años tiene como ganadero?

☐ 1-5 ☐ 5-10 ☐ 10-20 ☐ más de 20

2. ¿Cuántos predios, parcelas o terrenos utiliza para su ganado?

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 o más

3. ¿Cuál es la superficie total que usa para su ganado?

☐ < 10 ha ☐ 11-30 ha ☐ 30-60 ha ☐ > 60 ha

4. ¿Cuál es el régimen de su propiedad?

☐ Ejidal ☐ Comunal ☐ Pequeña propiedad

5. ¿Tiene superficie complementaria para alimentar a su ganado?

☐ Sí ☐ No

6. ¿Qué produce en esos terrenos para complementar la alimentación de su ganado?

☐ Maíz ☐ Pastos ☐ Sorgo ☐ Otro

7. ¿Qué tipo de pastos tiene en su agostadero para el ganado?

☐ Natural ☐ Introducido ☐ Ambos

8. ¿Qué alimento comieron las vacas el día de ayer?

☐ Rastrojo ☐ Concentrado ☐ Pasto

9. ¿Qué plantas nativas crecen en los agostaderos junto con el pasto, que son consumidas por las vacas y que contribuyen al sabor de la leche?

10. ¿Realiza rotación de potreros?

☐ Sí ☐ No

11. ¿Qué tipo de cerco tiene?

☐ de alambre ☐ de piedra ☐ cerca viva ☐ eléctrico

12. ¿Fertiliza sus potreros?

☐ Sí ☐ No

13. ¿Controla malezas en sus potreros?
☐ Sí ☐ No
14. ¿Utiliza concentrados en la alimentación de su ganado?
☐ Sí ☐ No
15. ¿Proporciona suplementos a las vacas de ordeña?
☐ Sí ☐ No
16. ¿Qué tipo de suplementos proporciona a sus vacas de ordeña?
☐ pasto de corte ☐ melaza ☐ gallinaza ☐ maíz, caña, bagazo
☐ sales minerales ☐ sal común ☐ alimento balanceado
17. ¿Cuántos vacas tiene?
18. ¿Cuántas vacas en tiene en ordeña? (detallar número)
☐ 1-5 ☐ 6-10 ☐ 11-20 ☐ más de 20
19. ¿Para qué tipo de producción son sus vacas?
☐ Leche únicamente ☐ Leche y carne (doble propósito)
19. ¿De qué raza o cruza son las vacas en producción? (indique número de cabezas por grupo)
19. ¿Insemina a sus vacas o usa monta natural?
☐ Inseminación artificial ☐ Monta natural
20. ¿En qué meses del año insemina a las vacas?
☐ Ene ☐ Feb ☐ Mar ☐ Abr ☐ May ☐ Jun ☐ Jul ☐ Ago ☐ Sep ☐ Oct ☐ Nov ☐ Dic ☐ Todo el año
21. ¿En qué meses paren la mayoría de sus vacas?
☐ Ene ☐ Feb ☐ Mar ☐ Abr ☐ May ☐ Jun ☐ Jul ☐ Ago ☐ Sep ☐ Oct ☐ Nov ☐ Dic ☐ Todo el año
22. ¿En qué meses ordeña a la mayoría de sus vacas?
☐ Ene ☐ Feb ☐ Mar ☐ Abr ☐ May ☐ Jun ☐ Jul ☐ Ago ☐ Sep ☐ Oct ☐ Nov ☐ Dic ☐ Todo el año
23. ¿Cuántas veces ordeña al día?
☐ Una ☐ Dos
24. ¿Qué tipo de ordeño hace?
☐ Manual ☐ Mecánico

25. ¿De qué tipo es su equipo de ordeña mecánico? si es mecánico preguntar para descripción general

☐ Portátil

☐ Fijo

27. ¿Cuántos litros de leche ordeñó ayer?

28. ¿Cuántas vacas ordeñó ayer?

28. ¿Cuántos meses duran en ordeña sus vacas?

29. ¿Cuántas personas ordeñan a las vacas?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ más de 3

30. ¿De qué material son las cubetas para ordeñar?

☐ Lámina galvanizada

☐ Acero inoxidable

☐ Plástico

☐ Otro

31. ¿De qué material son los botes para el almacenamiento de la leche?

☐ Lámina galvanizada

☐ Acero inoxidable

☐ Plástico

☐ Otro

32. ¿De qué material son los recipientes para el transporte de la leche?

☐ Lámina galvanizada

☐ Acero inoxidable

☐ Plástico

☐ Otro

33. ¿Cómo ordeña?

☐ Con apoyo del becerro

☐ Sin becerro

33. ¿Lava los pezones antes del ordeño?

☐ Sí

☐ No

34. ¿Seca los pezones antes del ordeño?

☐ Sí

☐ No

35. ¿Aplica un presellador en los cuartos antes del ordeño?

☐ Sí

☐ No

37. ¿Aplica un sellador después del ordeño?

☐ Sí

☐ No

38. El agua que beben las vacas es:

☐ Red de agua potable

☐ Agua no potable

39. ¿De dónde proviene el agua que usa para el lavado del equipo y utensilios de ordeña y que beben las vacas?

☐ Red de agua

☐ Jagüey

☐ Pozo

☐ Manantial

40. ¿Sus vacas participan en el programa de control de brucelosis y tuberculosis?

☐ Sí

☐ No

41. ¿Sus vacas están afectadas por mastitis?
☐ Sí ☐ No
42. Cuando sus vacas presentan mastitis, ¿cómo la controla?
☐ Antibiótico ☐ Otro
43. ¿Cuántos compradores de leche tiene?
☐ Ninguno ☐ 1 ☐ 2-5 ☐ más de 5
44. ¿Qué precio pagan por litro de su leche?
☐ \$ 3.50 ☐ \$ 4.00
45. ¿Le compran toda la leche independientemente de la época del año?
☐ Sí ☐ No
46. ¿Considera el comprador la calidad de la leche?
☐ Sí ☐ No
46. ¿Recibe premios o castigos por la calidad de la leche?
☐ Sí ☐ No
47. ¿Alguna vez le han rechazado la leche por problemas de calidad?
☐ Sí ☐ No
48. ¿En qué meses vende menos leche?
☐ Ene ☐ Feb ☐ Mar ☐ Abr ☐ May ☐ Jun ☐ Jul ☐ Ago ☐ Sep ☐ Oct ☐ Nov ☐ Dic
49. ¿Ha dejado de vender leche?
☐ Sí, ¿por qué? _____ ☐ No