



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**CARACTERIZACIÓN SOCIO-TÉCNICA DEL QUESO ASADERO
DE AGUASCALIENTES**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA



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

PRESENTA:

SOFÍA IRENE SALAS SÁNCHEZ



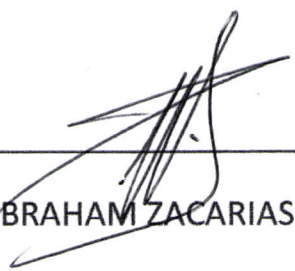
Diciembre 2013, Chapingo, Estado de México

CARACTERIZACIÓN SOCIO-TÉCNICA DEL QUESO ASADERO DE AGUASCALIENTES

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

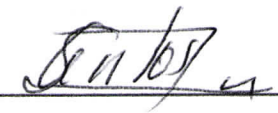
MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA

DIRECTOR:



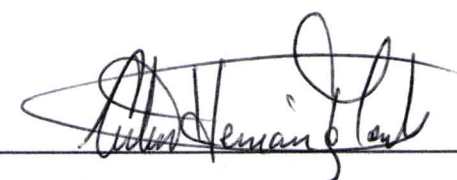
M.C. ABRAHAM ZACARIAS VILLEGAS DE GANTE

CO-DIRECTOR:



M.C. ARMANDO SANTOS MORENO

ASESOR:



DR. ARTURO HERNÁNDEZ MONTES

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, al Departamento de Ingeniería Agroindustrial y al Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento otorgado durante la presente investigación.

M.C. Abraham Villegas de Gante, M.C. Armando Santos Moreno y Dr. Arturo Hernández Montes, por la oportunidad de realizar la presente investigación, el acertado asesoramiento y las valiosas sugerencias.

A los productores de leche y *ruteros* de Aguascalientes que colaboraron en esta investigación. En especial al Lic. José Luis Aguilera, por compartir su experiencia acerca de la actividad lechera.

A los dueños y empleados de las queserías La Troje, Fátima, Lula y Pedroza, por su colaboración invaluable, en especial a Víctor Pedroza, líder quesero de Aguascalientes.

A la Familia Salabert, por el aporte documental de la historia del Queso Asadero.

A Mauricio Arellano y a la QFB Fabiola Morales por el apoyo técnico en la realización de los análisis de muestras.

A los integrantes del panel de evaluación sensorial: Iván, Octavio, Luis, Bernabé, David, Ana, Lorena y Mizael. A Samuel e Israel por las sugerencias en redacción del documento.

DATOS BIOGRÁFICOS

Nombre: Sofía Irene Salas Sánchez

Profesión: Ingeniero Agroindustrial

Formación académica:

Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México (2000-2003).

Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México (2003-2007).

CARACTERIZACIÓN SOCIO - TÉCNICA DEL QUESO ASADERO DE AGUASCALIENTES

SOCIOTECHNICAL CHARACTERIZATION OF ASADERO CHEESE FROM AGUASCALIENTES

Sofía I. Salas-Sánchez, Abraham Villegas-de Gante, Armando Santos-Moreno, Arturo Hernández-Montes.

RESUMEN

El Queso Asadero de Aguascalientes es un queso pasta hilada de leche cruda. Con el objetivo de caracterizarlo, se estudió el sistema agroindustrial, los parámetros de fabricación y las características, tanto del queso como de la leche usada para su elaboración. La investigación se desarrolló en 4 queserías, en dos épocas (verano de 2012 y primavera de 2013). En leche, se encontró diferencia ($p < 0.05$) entre épocas en grasa, proteína, sólidos no grasos, densidad, mesófilos aerobios totales, acidez, células somáticas y pH; y en quesos, en pH, mesófilos aerobios totales y cenizas. El análisis sensorial generó 15 descriptores. Hubo mayor aceptabilidad por quesos con mayores valores en sabores sal, crema y dulce; y textura desmoronable, grasosa y firme. En el proceso destaca el empleo de citrato de sodio en el amasado en el cual la pasta alcanza 72°C. Coliformes fecales estuvieron ausentes en queso, lo que se asocia a su inocuidad.

Palabras clave: leche cruda, sistema agroindustrial, citrato de sodio, pasta hilada.

ABSTRACT

Asadero Cheese from Aguascalientes is a filata cheese of raw milk. With the aim of characterize it, the agrifood system, the fabrication parameters and the characteristics, of the cheese as well as of the milk, used for its production were studied. The research was conducted at 4 dairies, in two seasons (spring of 2012 and summer of 2013). About milk, differences ($p < 0.05$) between seasons were found in fat, protein, nonfat solids, density, titratable acidity, total viable count and pH of; and pH; and about cheese, in total viable count and ashes, in cheese. The sensory analysis generated 15 descriptors. The greater acceptability was for cheese with higher scores for flavor salty, cream and sweet; and texture: crumbly, greasy and firm. About process stands out the use of sodium citrate at curd-stretching in which curd reach 72°C. Fecal coliforms were absent in cheese, which is associated to safety.

Key words: raw milk, agrifood system, sodium citrate, filata.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. MARCO DE REFERENCIA	1
INTRODUCCIÓN	2
1 Queso	4
1.1 Caseína.....	4
1.2 Fabricación de queso.....	5
1.3 Clasificación de quesos	5
1.4 Quesos de pasta hilada (filata)	6
1.5 Quesos fundidos (procesados)	9
1.5.1 Sales emulsionantes (fundentes)	10
1.6 Quesos tradicionales	11
2. Sistema agroindustrial.....	13
2.1 Los Sistemas Agroindustriales queso en México.....	14
3. Condiciones agroclimáticas y socioeconómicas de la región productora del Queso Asadero de Aguascalientes	16
3.1 Clima.....	16
3.2 Vegetación	18
3.3 Contexto socioeconómico	19
3.4 Sector lechero de Aguascalientes.....	20
BIBLIOGRAFÍA.....	24
CAPÍTULO 2. EL SISTEMA AGROINDUSTRIAL DEL QUESO ASADERO DE AGUASCALIENTES	30
RESUMEN	31
ABSTRACT	31
1. INTRODUCCIÓN	32
2. MATERIALES Y MÉTODOS	33
2.1 Ubicación del área de estudio	33
2.2 Tamaño de muestra	33
2.3 Historia del Queso Asadero	34
2.4 Caracterización de la Cadena Agroindustrial y el Sistema Agroindustrial Leche-Queso Asadero de Aguascalientes	34

2.5 Sistema de producción de leche	35
2.6 Caracterización de la leche usada para la elaboración de queso	35
2.7 Proceso tecnológico	36
2.8 Análisis de datos de leche	37
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
3.1 Historia del Queso Asadero de Aguascalientes	38
3.2 El sistema Agroindustrial del Queso Asadero de Aguascalientes.....	46
3.2.1 Lechería y Queso Asadero	46
3.2.2 Características de las explotaciones lecheras	47
3.2.3 Características de las queserías	56
3.2.5 Otros actores socioeconómicos del SAI leche/queso asadero.....	70
3.2.8 Relaciones entre actores.....	74
3.3 Elementos para un Análisis FODA del SAI Queso Asadero de Aguascalientes	76
3.3.1 Fortalezas	76
3.3.2 Oportunidades.....	77
3.3.3 Debilidades	77
3.3.4 Amenazas	79
4. CONCLUSIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	82
CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA, TEXTURAL Y SENSORIAL DEL QUESO ASADERO DE AGUASCALIENTES	85
RESUMEN	86
ABSTRACT.....	87
1. INTRODUCCIÓN	88
2. MATERIALES Y MÉTODOS	90
2.1 Muestreo	90
2.2 Análisis químico proximal y fisicoquímico	90
2.3 Análisis microbiológico	91
2.4 Análisis de Perfil de Textura (TPA)	92
2.5 Medición de color	92
2.6 Análisis sensorial descriptivo.....	92
2.7 Evaluación con consumidores.....	94

2.8 Análisis estadístico.....	94
2.8.1 Análisis de datos composicionales, fisicoquímicos, microbiológicos y de perfil de textura	94
2.8.2 Análisis de datos sensoriales.....	95
2.8.3 Relaciones entre variables.....	96
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	97
3.1 Análisis de la leche	97
3.1.1 Análisis fisicoquímico.....	97
3.1.2 Análisis sanitario.....	100
3.2 Análisis del queso	103
3.2.1 Análisis químico proximal	103
3.2.2 Análisis microbiológico	109
3.2.3 Análisis de Perfil de Textura.....	115
3.2.4 Color	117
3.2.5 Análisis sensorial descriptivo.....	118
3.2.6 Prueba de aceptabilidad	122
3.2.7 Relación entre aceptabilidad y variables sensoriales y fisicoquímicas	124
3.2.8 Relación entre variables sensoriales y fisicoquímicas	126
3.3 Genuinidad y tipicidad del Queso.....	128
4. CONCLUSIONES.....	130
BIBLIOGRAFÍA.....	132
ANEXOS	136

LISTA DE CUADROS

CAPÍTULO II

Cuadro 1. Principales características de las unidades de producción lechera que abastecen las queserías que elaboran Queso Asadero de Aguascalientes (n = 12)	48
Cuadro 2. Calidad fisicoquímica de la leche cruda de 12 unidades de producción que abastecen la hechura del Queso Asadero de Aguascalientes (por quesería abastecida y época del año; promedio y desviación estándar)	54
Cuadro 3. Calidad sanitaria de la leche cruda de 12 unidades de producción que abastecen la hechura del Queso Asadero de Aguascalientes (por quesería abastecida y época del año; promedio y desviación estándar)	55
Cuadro 4. Calidad fisicoquímica y sanitaria global de la leche cruda para la elaboración del Queso Asadero de Aguascalientes (n=12, 2 épocas; promedio y desviación estándar)	56
Cuadro 5. Algunas características de las queserías que producen Queso Asadero de Aguascalientes (n = 4)	57
Cuadro 6. Matriz comparativa de fabricación del Queso Asadero de Aguascalientes	69

CAPÍTULO III

Cuadro 1. Características de la leche cruda* para la elaboración de Queso Asadero de Aguascalientes, por quesería y época del año, (promedio $\pm$ desviación estándar)	99
Cuadro 2. Propiedades sanitarias de leche cruda* empleada para la elaboración de Queso Asadero de Aguascalientes, por quesería y época del año (promedio $\pm$ desviación estándar)...102	

Cuadro 3. Calidad fisicoquímica y sanitaria de la leche de mezcla muestreada en las queserías (promedio $\pm$ desviación estándar, n = 4, 2 épocas)	103
Cuadro 4. Propiedades composicionales y fisicoquímicas del Queso Asadero de Aguascalientes (promedio $\pm$ desviación estándar, n = 8, 2 épocas)	104
Cuadro 5. Propiedades composicionales y fisicoquímicas del Queso Asadero de Aguascalientes, por quesería y época del año, (promedio $\pm$ desviación estándar)	106
Cuadro 6. Contenido de calcio en el Queso Asadero de Aguascalientes, por quesería y época del año, (promedio $\pm$ desviación estándar)	107
Cuadro 7. Actividad de agua y pH del Queso Asadero de Aguascalientes, por quesería y época del año, (promedio $\pm$ desviación estándar)	108
Cuadro 8. Microbiología del Queso Asadero de Aguascalientes (n = 4, dos épocas; promedio y desviación estándar).....	109
Cuadro 9. Cuenta de mesófilos aerobios totales de la pasta antes de moldear y del Queso Asadero de Aguascalientes terminado, por quesería y época del año (promedio y desviación estándar)	111
Cuadro 10. Conteos de coliformes totales y fecales de la pasta antes de moldear y del Queso Asadero de Aguascalientes terminado: por quesería y época del año (promedio $\pm$ desviación estándar)	114
Cuadro 11. Propiedades texturales del Queso Asadero de Aguascalientes (n = 4, 2 épocas; promedio y desviación estándar).....	115
Cuadro 12. Firmeza, reosorteo y masticabilidad del perfil de textura del Queso Asadero de Aguascalientes, (por quesería y época del año; promedio y desviación estándar)	116

Cuadro 13. Adhesividad y cohesividad del análisis de perfil de textura del Queso Asadero de Aguascalientes, por quesería y época del año, (promedio $\pm$ desviación estándar)	117
Cuadro 14. Características de color del Queso Asadero de Aguascalientes, por quesería, época de lluvias	118
Cuadro 15. Descriptores sensoriales del Queso Asadero de Aguascalientes; definiciones y referencias para la evaluación	119
Cuadro 16. Valores de la intensidad de los atributos sensoriales identificados en el Queso Asadero de Aguascalientes	120
Cuadro 17. Cargas de correlaciones de los dos componentes principales del ACP de los atributos sensoriales del Queso Asadero de Aguascalientes	122
Cuadro 18. Coeficientes de correlación entre las variables fisicoquímicas y las variables sensoriales del Queso Asadero de Aguascalientes	126

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Mapa de vegetación del estado Aguascalientes.....	19
Figura 2. Delimitación de los municipios más importantes en producción de leche en el estado de Aguascalientes.....	21
Figura 3. Producción nacional de leche.....	22
Figura 4. Evolución de la producción de leche en el estado de Aguascalientes.....	23

CAPÍTULO II

Figura 1. Pierre Salabert (1898 – 1968).....	38
Figura 2. Diploma de primer premio en la exposición nacional de Agricultura y Ganadería, en 1935.....	41
Figura 3. Primera marca de Queso Asadero de Aguascalientes. A la izquierda asadero de bola (“ovillo”) y a la derecha asadero botanero.	43
Figura 4. Unidades de producción de la lechería familiar de Aguascalientes.....	49
Figura 5. Ejemplares del ganado que produce la leche para la elaboración de Queso Asadero de Aguascalientes.....	49
Figura 6. Ordeña mecánica en las unidades de producción de la lechería familiar de Aguascalientes.....	50
Figura 7. Suministro de alimento durante el ordeño.....	51
Figura 8. Colecta de la leche durante el ordeño.....	51
Figura 9. Abasto de leche en la quesería.....	52

Figura 10. Diagrama de bloques general para la elaboración de Queso Asadero de Aguascalientes.....	61
Figura 11. Tela con que se realiza el filtrado de la leche, al llenar las tinas de cuajado.....	62
Figura 12. Forma de “atemperado” de la leche para la aplicación de cuajo.....	63
Figura 13. Corte de la cuajada, con lira de acero inoxidable.....	63
Figura 14. Diferentes etapas del proceso de amasado de la cuajada en la elaboración de Queso Asadero de Aguascalientes.....	65
Figura 15. Moldeado manual del Queso Asadero de Aguascalientes en forma de barra.....	66
Figura 16. Moldeo manual del Queso Asadero de Aguascalientes en forma de bola (madeja).....	67
Figura 17. Queso asadero en bola y en barra, con cubierta de plástico autoadherible.....	68
Figura 18. Representación del Sistema Agroindustrial Leche-Queso Asadero de Aguascalientes.....	73

CAPÍTULO III

Figura 1. Promedios de las magnitudes de intensidad de los atributos sensoriales identificados en el Queso Asadero de Aguascalientes.....	121
Figura 2. Mapa de preferencia interno para la aceptabilidad global del Queso Asadero de Aguascalientes.....	123
Figura 3. Cargas de la regresión de PLS-1, entre la aceptabilidad y los descriptores sensoriales del Queso Asadero de Aguascalientes.	124
Figura 4. Cargas de la regresión de PLS-1, entre la aceptabilidad y las variables fisicoquímicas del Queso Asadero de Aguascalientes.....	125
Figura 5. Cargas de un PLS2 entre las variables fisicoquímicas y las variable sensoriales del Queso Asadero de Aguascalientes.....	127

CAPÍTULO 1. MARCO DE REFERENCIA

INTRODUCCIÓN

El Queso Asadero es un producto tradicional elaborado en varios municipios del estado de Aguascalientes, y reconocido en regiones aledañas a la entidad, así como en algunas ciudades de otros Estados; es un queso fresco genuino, de leche cruda de vaca, de pasta hilada y tiene como principales características funcionales¹ las capacidades de fundibilidad² y estiramiento³, por lo que forma parte de diversos platillos de la gastronomía regional.

Sin embargo, este producto, al igual que otros quesos mexicanos tradicionales, enfrenta nuevos desafíos, tanto por los requerimientos del consumidor (Marshall, 2003), como por la normatividad actual; en este contexto, surge el interés por preservar este producto, que además se enfrenta a la usurpación de su prestigio por quesos de imitación elaborados en la misma región.

El objetivo de este estudio fue explorar la cadena agroindustrial que da origen al Queso Asadero de Aguascalientes, identificar los actores del sistema agroindustrial leche –

¹ La capacidad que tiene un queso para satisfacer los requerimientos esperados como ingrediente, está relacionada con sus propiedades funcionales (Fox *et al.*, 2000).

² Capacidad que tiene un queso para fundir o “derretir”, inducida por calor.

³ Propiedad del queso fundido para formar fibras cohesivas, hilos o láminas cuando es extendido (Ramírez, 2010).

Queso Asadero de Aguascalientes y conocer las relaciones existentes entre ellos así como su grado de articulación; indagar la historia del queso; conocer la calidad fisicoquímica y sanidad de la leche usada para su elaboración, describir la tecnología y los parámetros de fabricación del queso y el efecto que tiene sobre sus propiedades, así como evaluar el estado microbiológico, las características fisicoquímicas, texturales y sensoriales del queso. Todo esto con la finalidad de caracterizarlo y establecer las bases para respaldar la inocuidad, genuinidad y tipicidad del producto.

La información recabada se presenta en dos apartados; el primero abarca la historia, el sistema agroindustrial y el proceso de producción del queso, y el segundo se refiere a las características tanto de la leche como del producto en sí.

1 Queso

1.1 Caseína

Las caseínas son el principal grupo de proteínas presentes en la leche y constituyen aproximadamente el 2.9 % de la leche bovina (Fox y McSweeney, 2003). Existen cuatro tipos de moléculas de caseína: α s1, α s2, β -caseína, y κ -caseína, que se encuentran en una proporción de 4:1:4:1, respectivamente. Las caseínas, tienen secciones hidrófobas y secciones hidrófilas; contiene grupos fosfato unidos covalentemente y tienen una estructura secundaria hidratada flexible (Wong *et al.*, 1996).

En su forma nativa, las caseínas existen en forma de micelas. Una micela mide de 15 a 20 nm de diámetro y se compone de alrededor de 10000 cadenas polipeptídicas de caseínas α s1-, α s2-, y β , presentes dentro de la micela, estables por interacciones hidrofóbicas entre éstas en asociación al fosfato de calcio coloidal. La κ -caseína está presente principalmente en la superficie de la micela, con su región hidrófoba incorporada a la micela y la parte glúcida, hidrófila hacia fuera. La parte glúcida de la κ -caseína está cargada negativamente, provocando de este modo que las micelas se repelan entre sí. Este fenómeno proporciona la estabilidad a la micela de caseína, y por consiguiente, la protección frente al calcio iónico (Ca^{++}) de las caseínas α S (α S1 y α s2) y de β -caseína de la exposición al medio (Horne, 2009).

1.2 Fabricación de queso

En la fabricación de queso, el cuajo se utiliza para fraccionar la κ -caseína en la posición de Fen_{105} y Met_{106} , desprendiendo con ello la región hidrófila glicosilada (glicomacropéptido). Debido a la hidrólisis de este enlace, las micelas de caseína pierden estabilidad y las α S-y β -caseínas están expuestas al medio ambiente. Los grupos fosfoseril presentes en las caseínas α S y β fijan calcio (Cheftel, 1989), formando de este modo el complejo de paracaseinato de calcio, insoluble en agua, comúnmente conocido como “cuajada”. Tanto la fase grasa, como la acuosa se mantienen en la red del complejo, la grasa de manera suspendida.

1.3 Clasificación de quesos

La elaboración de queso es un proceso biotecnológico complejo. El procesamiento de la leche a queso, depende de diversas variables, incluyendo la composición y calidad de la leche, parámetros de proceso, así como también el tipo, cantidad y calidad de materiales auxiliares (Paquet *et al.*, 2000). Es difícil clasificar los quesos de forma clara, ya que además de existir una gran diversidad, son varios los criterios que se pueden seguir para su clasificación: según la leche con la que se elaboren, el método empleado de coagulación de la leche, el contenido de humedad del queso, el contenido de grasa del queso, la textura del queso acabado, el método de maduración, el tipo de microorganismos empleados y finalmente, el país o región de origen (Madrid, 1990).

1.4 Quesos de pasta hilada (filata)

Los quesos de pasta filata son un grupo diverso de quesos elaborados a partir de leche de, vaca, búfala, cabra u oveja; se originaron en las zonas del Mediterráneo norte, que abarca Italia, Grecia, los Balcanes, Turquía y Europa del Este. Este tipo de quesos, comparten un proceso particular en las últimas etapas de manufactura: la cuajada se sumerge en agua o salmuera caliente y se trabaja (estira) manual o mecánicamente para lograr una consistencia plástica semifluida, que puede ser formada o moldeada en una variedad de formas (De Angelis y Gobbetti, 2001).

Algunos quesos pertenecientes al grupo de los quesos filata en México son el Oaxaca (Caro *et al.*, 2011), el Guaje de Tanquián de Escobedo (Hernández *et al.*, 2013), el Quesillo de Etlá y el Quesillo de Chiapas (Santos y Villegas, 2013), el Queso Asadero (Soto *et al.*, 2008). En el mundo hay una gran variedad de quesos de pasta filata, entre los que se encuentran el Mozzarella (Romano *et al.*, 2001), Telita de Venezuela (Maldonado *et al.*, 2013), Scamorza (Albenzio *et al.*, 2013), Quesillo argentino (Oliszewski *et al.*, 2007), Ragusano (Licitra *et al.*, 2000), Provola dei Nebrodi (Ziino *et al.*, 2005), Provolone del Monaco DOP (Aponte *et al.*, 2008), Vastedda (Mucchetti *et al.*, 2008), Fior di latte (Moschetti *et al.*, 2001), Caciocavallo: silano DOP, podolico y pugliese (Gobbetti *et al.*, 2002).

Algunos quesos de pasta filata son suaves o semisuaves y son consumidos frescos o después de un corto período de maduración (v.g., el Mozzarella de alta humedad, Mozzarella de baja humedad o queso de Pizza y el Scamorza). Otros quesos son

semiduros, y sometidos a prolongada maduración antes de su consumo (v.g., Caciocavallo, Ragusano, Kashkaval y Provolone) (De Angelis y Gobbetti, 2011).

Durante el proceso de plastificación que sufren los pasta filata al ser sometidos a un tratamiento termo-mecánico en agua caliente (Kindstedt, 1993), el agua caliente provoca la formación de una masa fundida. La acción mecánica y el estiramiento al cual se somete la pasta en una dirección espacial, orientan y alinean a las proteínas (Lucey y Fox, 1993). Entre moléculas contiguas de proteínas aisladas se generan interacciones que las mantienen unidas (Linden y Loriet, 1996). El resultado es un queso de masa elástica y moldeable, con estructura filiforme (Walstra *et al.*, 1999).

El punto esencial para elaborar un queso de la familia de los filata es obtener una cuajada semi-decalcificada a partir de leche cuajada enzimáticamente (Villegas, 2004). Kosikowski (1982), indica que la caseína presente en la leche como caseinato de calcio, en presencia de enzimas proteolíticas como la renina, precipita en forma de paracaseinato de calcio atrapando agua, grasa, sales minerales y algo de lactosa. Una segunda transformación es necesaria para plastificar la cuajada, alargarla y moldearla; esta reacción es llevada a cabo por el desarrollo o adición directa de ácido. En esta fase, parte de calcio del paracaseinato dicálcico es disuelta por el ácido, formándose paracaseinato monocálcico. El paracaseinato monocálcico posee propiedades únicas: es suave, flexible, hebroso y retiene grasa. Al descender el pH, el fosfato de calcio coloidal ligado a la caseína que forma la red de cuajada, se vuelve soluble y migra hacia

la fase sérica dejando la matriz estructural parcialmente desmineralizada (Lucey y Fox, 1993).

Es general, el pH y la concentración de calcio en la cuajada, influye en la capacidad para plastificar en agua o salmuera calientes. La reducción del pH en la cuajada promueve condiciones fisicoquímicas que conducen al flujo de la cuajada durante la plastificación como: solubilización del fosfato de calcio micelar, incremento en la razón de calcio soluble y coloidal e incremento en la hidratación de la para-caseína. Generalmente, a valores de $\text{pH} > 5.4$ es difícil que la cuajada plastifique; ésta llega a ser menos lisa y más grumosa con el incremento del pH (Guinee *et al.*, 2002).

Las condiciones de pH bajo y de alta temperatura, son conducentes a la agregación limitada de paracaseína y la formación de fibras de paracaseína de alta resistencia. Estas fibras imparten al queso una estructura fibrosa, propiedades de fundido y estiramiento (Fox *et al.*, 2000). Estas cualidades han popularizado el uso de estos quesos como ingrediente en alimentos como pizzas, en otros platos de gastronomía caliente o incluso en maridaje con cerveza (Donadini *et al.*, 2013).

Se ha encontrado que la fase de estiramiento, calentando la pasta, puede tener otras ventajas desde el punto de vista microbiológico, como reducir la cantidad de bacterias patógenas presentes en el queso mozzarella (Raimundo *et al.*, 2013), lo cual puede ser un punto a favor en quesos filata que son elaborados con leche cruda y por métodos artesanales. Incluso López (2011), encontró que un tratamiento de la pasta a 58 °C

sostenido durante 8 minutos bastó para tener un producto de buena calidad sanitaria en un queso asadero experimental, de pasta ácida, sin adición de sal.

1.5 Quesos fundidos (procesados)

El uso de sales fundentes (v. g. citrato de sodio) en el proceso de fabricación del queso, mejora las propiedades de emulsificación de las caseínas mediante el desplazamiento del fosfato de calcio del complejo paracaseinato; este desplazamiento interrumpe la principal fuerza molecular que enlaza los diversos monómeros de caseína en la red supramolecular que forma la pasta. Esta interrupción en conjunto con calentamiento y mezclado, conduce a la hidratación y a la dispersión parcial de la red de fosfato de calcio-paracaseinato. Además de ser hidratado, interactúa con la grasa a través de interacciones hidrofóbicas.

Durante la etapa de enfriamiento, en quesos fundidos, la matriz de caseinato parcialmente dispersado forma "flóculos" y los flóculos posteriormente interactúan para formar una uniforme, red de gel muy unida, por lo tanto, la estructura de queso consiste esencialmente de una fase grasa dispersa uniformemente (en forma de glóbulos de grasa, aproximadamente <1 a aproximadamente 5 micras de diámetro) en una red de gel de caseína parcialmente disperso (Zhong y Daubert 2004).

1.5.1 Sales emulsionantes (fundentes)

Las sales emulsionantes son compuestos iónicos formados por cationes monovalentes y aniones polivalentes. Las dos funciones principales de éstas en la elaboración de quesos fundidos son, “secuestrar” el calcio para provocar la alteración de la unión calcio-fosfato de la red proteica; y ajustar el pH. Ambas funciones favorecen la hidratación de las caseínas, de manera que puedan interactuar fácilmente con el agua y la fase lipídica, produciendo de este modo una emulsión homogénea de queso (Mizuno y Lucey, 2005).

Los fosfatos y citratos son sales que aumentan la dispersión de la caseína, aumentan la capacidad de las proteínas para retener agua y mejoran la habilidad de la caseínas para emulsificar grasa (Fox *et al.*, 2000).

De acuerdo con el Código Federal de Regulaciones (CFR) de los Estados Unidos de América, hay 13 sales fundentes aprobadas para su uso (ya sea solas o en combinación) en la fabricación de queso procesado. Estos incluyen mono-, di-, y fosfatos trisódico, fosfato dipotásico, hexametáfosfato de sodio, pirofosfato ácido de sodio, pirofosfato de tetrasodio, fosfato de aluminio y sodio, citrato de sodio, citrato de potasio, citrato de calcio, tartrato de sodio y tartrato de potasio. Las sales emulsionantes más comúnmente usadas en la fabricación de quesos fundidos en Estados Unidos, son citrato trisódico y fosfato disódico. Citrato trisódico en variedades de queso en rebanadas, mientras que el fosfato disódico (o las combinaciones adecuadas de di y fosfatos trisódico) se utiliza en queso procesado en bloque o untables. También se han utilizan bajos niveles de hexametáfosfato de sodio junto con estas sales emulsionantes (en determinadas aplicaciones). Otra sal emulsionante que se ha popularizado es el fosfato de aluminio

sódico; se utiliza en las variedades de queso tipo mozzarella de imitación (Kapoor y Metzger, 2008). Incluso el citrato trisódico se ha probado con éxito para mejorar las propiedades texturales y reducir la separación de suero en yogur (Ozcan *et al.*, 2007).

La sal fundente empleada en el Queso Asadero de Aguascalientes es el citrato de sodio ($C_6H_5Na_3O_7 \cdot 2H_2O$, número de registro 68-0904-092), que es la sal de sodio del ácido cítrico. Se prepara por neutralización de ácido cítrico con hidróxido de sodio o carbonato de sodio. El producto se presenta en forma de cristales incoloros o polvo cristalino blanco. Se puede preparar en un estado anhidro, o puede contener dos moles de agua por mol de citrato de sodio (FDA, 2013).

1.6 Quesos tradicionales

Los quesos tradicionales son productos de nicho que por lo general son hechos a mano y producidos en la granja o a nivel regional. Estos productos tienen un fuerte vínculo con el territorio de origen (es decir, la orografía, el paisaje, la arquitectura rural y recursos humanos) y, por lo tanto, son testimonio de la historia, de la cultura y del estilo de vida de las comunidades que los producen. Los productos tradicionales no son un simple alimento, sino una expresión única de la interacción simbiótica entre los recursos humanos, la cultura de las comunidades rurales y la naturaleza (Licitra, 2010).

El queso tradicional es el resultado de la elaboración esmerada basada en ricos legados culturales, la utilización de leche de excelente calidad y un control exhaustivo en los

procesos de fabricación (Román *et al.*, 2000). La variabilidad en los procesos de fabricación de un queso tradicional o artesanal suele ser alta (Lebecque *et al.*, 2001). Sin embargo, se debe unificar criterios de procesamiento para el control de las características de una manera que se permita la diversidad característica del producto.

Cada queso tradicional se origina a partir de un sistema complejo, que da lugar a singulares características sensoriales ligada a diversos factores de biodiversidad, tales como el medio ambiente, el clima; los pastos naturales, la raza de los animales, el uso de leche cruda y su microflora natural, la tecnología de fabricación de con la función propia de los seres humanos en lugar de tecnología automatizada, las herramientas históricas; y las condiciones naturales de maduración (Licitra, 2010).

La especificidad de los alimentos tradicionales procede de la incorporación de valores patrimoniales producidos en los territorios. Esos valores poseen atributos de bienes colectivos; no tienen valor mercantil propio pero generan valor agregado. Sólo pueden preservarse y valorarse en la medida en que llegan a ser previamente reconocidos y especificados, apropiados y administrados (Barragán y Casabianca, 2006).

Se han realizado estudios de caracterización de quesos tradicionales mexicanos, con un enfoque holístico en los siguientes quesos: Poro de Tabasco, añejo de Zacazonapan, Adobera (González, 2009; Hernández, 2007; Sánchez, 2012, respectivamente); aunque otros estudios se han enfocado solamente en ciertos aspectos, como características químicas, físicas, microbiológicas, compuestos volátiles, fisicoquímicas, sensoriales y/o

del proceso técnico, de quesos como Cotija, Chihuahua, Crema de Chiapas (Plascencia y Villanueva, 2004; Van Hekken *et al.*, 2006; Suárez, 2011, respectivamente).

2. Sistema agroindustrial

El sistema agroindustrial (SAI) es un modelo teórico genérico muy útil para interpretar la realidad agrícola-industrial. Los elementos que conforman un SAI son: el eslabón primario, constituido por los productores primarios, involucrados en la producción de la materia prima principal que circula en el sistema; el eslabón secundario, conformado por los industriales que transforman una materia prima agropecuaria específica; y el eslabón terciario, todos los agentes de distribución y comercialización que allegan los el bien agroindustrial (producto) a los consumidores finales (Villegas *et al.*, 2010).

Un SAI se acota convencionalmente por el producto específico que trate, sí como por un espacio geográfico y tiempo determinados. Todos los elementos no pertenecientes al sistema constituyen el entorno que según Santoyo y Muñoz (2000), es el conjunto de factores físicos, económicos, sociales, políticos y culturales, del medio ambiente donde se desenvuelve un agente económico y que actúan como oportunidades o amenazas. Entre los que se encuentran: las variables agroclimáticas; los competidores de otros sistemas homólogos; los proveedores de insumos secundarios; los clientes (consumidores) finales del producto final; los proveedores de tecnología de los elementos que conforman el SAI; los asesores o proveedores de servicios intangibles; las instituciones públicas; y las instituciones de crédito (Villegas *et al.*, 2010).

2.1 Los Sistemas Agroindustriales queso en México

La producción de quesos en el país es una de las actividades más importantes en el ramo de alimentos; la cadena leche-queso nacional ocupó en el 2007 el tercer lugar dentro de la industria alimentaria (SIAP, 2008). La producción se lleva a cabo de manera heterogénea ya que en el proceso intervienen grandes empresas, tanto de capital nacional como transnacional (Espinosa *et al.*, 2006), además de un número no determinado de pequeñas agroindustrias de tipo tradicional las cuales transforman hasta un 47 % del total del queso producido (Cervantes *et al.*, 2008).

El sector industrial quesero mexicano muestra gran diversidad y heterogeneidad, en cuanto a tamaño de empresas, participación en el mercado, nivel tecnológico y calidad de productos que elabora. Existen empresas que fabrican queso con leche pasteurizada, cultivos lácticos, equipo moderno, procesos estandarizados y estricto control de calidad; pero también hay innumerables empresas micro y pequeñas que producen quesos con leche cruda (bronca), con tecnología artesanal y al margen de normatividad técnica y sanitaria que deberían cumplir (Cervantes *et al.*, 2010).

En México hay una cantidad significativa, y no determinada, de pequeñas empresas productoras de leche y derivados, estas últimas principalmente dedicadas a la elaboración de queso con tecnología artesanal y que se insertan en el mercado informal,

sin embargo, son importantes generadoras de empleo al ser intensivas en mano de obra (Cesín y Cervantes, 2009).

Quizá el principal problema que se le atribuye a los quesos elaborados por los pequeños ganaderos, y por la mayoría de las pequeñas queserías, es que no son garantes de inocuidad (Cesín *et al.*, 2007); sin embargo, los quesos tradicionales no se pueden definir simplemente por el uso de leche cruda, hay una multiplicidad de prácticas que tienen el potencial para hacer productos inocuos. El reto para la comunidad de investigación es demostrar el papel y la importancia de esas prácticas para ofrecer los beneficios de seguridad al consumidor (Licitra, 2010).

En la cadena de abasto de una industria procesadora de leche, los proveedores (ganaderos) son los más vulnerables debido a que manejan un producto altamente perecedero, bajos volúmenes de producción, poca infraestructura para el almacenamiento y se realizan contratos implícitos (acuerdos verbales). Además, por una ausencia de regulación del mercado por parte del Estado (Cervantes *et al.*, 2009). Pese a que la ganadería lechera familiar que opera diseminada en el territorio nacional, tiene ventajas socioeconómicas importantes, como la generación de ingreso y la preservación de los recursos locales (Cesín y Cervantes, 2009).

Los estudios relacionados con la valorización de las actividades de la agroindustria rural de producción de quesos en México son indispensables; la producción quesera de este

tipo de empresas no está cuantificada ni documentada no obstante la participación relevante que tiene en el país (Castañeda *et al.*, 2009).

3. Condiciones agroclimáticas y socioeconómicas de la región productora del Queso Asadero de Aguascalientes

Aguascalientes es un estado de la República Mexicana con una superficie de 5,589 km², que representa el 0.3 % de la superficie del país. Colinda al norte, este y oeste con el estado de Zacatecas; al sur y este con el de Jalisco. Su división política consta de once municipios: Aguascalientes, Asientos, Calvillo, Cosío, Jesús María, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, San José de Gracia, Tepezalá, San Francisco de los Romo y El Llano. Sus coordenadas geográficas extremas son: al norte 22°27', al sur 21°38' de latitud norte; al este 101°53', al oeste 102°52' de longitud oeste (INEGI, 2012).

3.1 Clima

En términos generales, el clima en el estado de Aguascalientes es semiseco, con una temperatura media anual de 17.4 °C y una precipitación pluvial media de 526 mm. El periodo de lluvias corresponde al verano; en las otras estaciones del año las lluvias que se registran son de baja intensidad. Existe una región en el suroeste, enclavada en una gran parte de la Sierra El Laurel, municipio de Calvillo, que presenta un clima templado y que por tener una reducida extensión no es digna de considerarse (CONABIO, 2008).

El clima semiseco (se le denomina también seco estepario), se caracteriza porque en él la evaporación excede a la precipitación, y está asociado principalmente a comunidades vegetales del tipo de matorral desértico y vegetación xerófila. Se localiza en casi todo el Estado (aproximadamente el 86.30% de la superficie). La lluvia media anual oscila entre los 500 y los 600 mm y la temperatura media anual es superior a los 18 °C. La máxima ocurrencia de lluvias se registra en el mes de junio y oscila entre los 110 y 120 mm; la mínima en el mes de marzo con un rango menor de 5 mm. El régimen térmico más cálido se registra en mayo, con una temperatura entre los 22 y 23°C, siendo enero el mes más frío, con una temperatura de 13 a 14°C (INEGI, 2012).

En los climas semisecos la frecuencia de heladas es de 10 a 80 días al año, siendo el intervalo de 20 a 40 días el que se presenta con mayor incidencia dentro de la entidad, y que corresponde al periodo que va de noviembre a febrero. Aproximadamente un 80 % del Estado presenta una frecuencia de granizadas en un rango de 0 a 2 días anuales en los climas semiseco y templado. El 18 % de la entidad tiene una frecuencia de heladas de 2 a 4 días al año. En el 2 % restante el fenómeno es inapreciable. Las granizadas no guardan un patrón de comportamiento bien definido, aunque están asociadas con periodos de precipitación. Su máxima incidencia se presenta en los meses de julio y agosto (CONABIO, 2008).

Aguascalientes enfrenta serios problemas por escasez de agua, debido al incremento de la demanda del líquido; a pesar de la veda decretada en 1963, la sobreexplotación de los acuíferos es intensa con sus respectivas consecuencias, como el incremento en los costos

de extracción y el deterioro del subsuelo, expresado en la aparición de grietas, o fallas geológicas, cada una con varios kilómetros de longitud y alineamiento de norte-sur, afectando la infraestructura urbana, edificios y casas habitación (INEGI, 2012).

3.2 Vegetación

El Bosque de encino (o encinares) se distribuye en las partes altas de la Sierra Fría y del Laurel y algunas áreas en el cerro del Muerto, los Gallos y Juan El Grande (Figura 1), en donde dominan los géneros de encinos *Quercus* spp.; *Pinus* spp. y *Juniperus* spp.; *Arctostaphylus* spp.; *Acacia* spp.; *Opuntia* spp.; y los pastos *Aristida* spp.; *Stipa* spp.; *Muhlenbergia* spp. y *Bouteloua* spp. Los Matorrales crasicaules se Caracterizan por nopaleras con dominancia de algunas especies de nopales *Opuntia* spp.; *Prosopis* spp. y varios pastos. El matorral subtropical se distribuye en el Municipio de Calvillo, principalmente. Los géneros dominantes son: *Burcera* spp.; *Hipomoea* spp.; *Acacia* spp. etc.. Los pastizales naturales, predominan en las mesas de Sierra Fría y Lomeríos y manchones dispersos en la Sierra de Tepezalá. Los géneros dominantes son: *Aristida* spp; *Buchloe* spp; *Bouteloua* spp y *Microchloa* spp. (INEGI, 2012).

En general todos los tipos de vegetación presentan problemas de sobrepastoreo. La actividad ganadera es importante, distribuida en todo el Estado, la cual se efectúa en condiciones intensivas y tecnificadas para la producción de leche, engorda de bovinos en corral y la avicultura, así como en condiciones extensivas como son la producción de carne de bovino en agostaderos, la caprinocultura y la ovinocultura, o en pequeñas

granjas familiares en sistemas rústicos de producción de leche y cerdos (CONABIO, 2008).

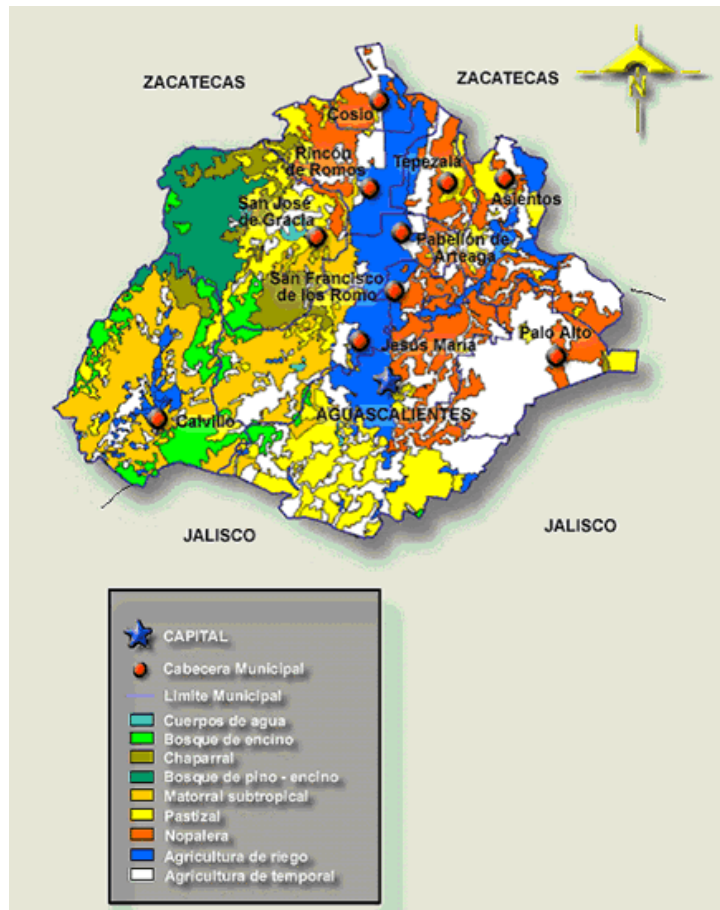


Figura 1. Mapa de vegetación del estado Aguascalientes.
Fuente: INEGI, 2012.

3.3 Contexto socioeconómico

Según la Secretaría de Economía (SE, 2012), el estado de Aguascalientes emplea 242,706 personas, aporta 1.1 % al PIB Nacional con 136 mil millones de pesos en el año 2010. El rubro de Inversión Extranjera Directa (IED) respecto del nivel nacional fue del 0.1 % con 19 millones de dólares. Una estimación en porcentaje del PIB a precios corrientes en valores básicos al 2008.

Las actividades primarias generan el 4.65 % del PIB estatal. Los cultivos más importantes son trigo, soya, sorgo, frijol, chile verde, chile seco, tomate, alfalfa, ajo, aguacate, uva y guayaba (segundo productor a nivel nacional). En cuanto a la industria minera, los productos de importancia son el cemento, cal, oro, plata, estaño y plomo. Respecto a ganadería, las especies de mayor importancia son el ganado vacuno, el equino, lanar, caprino, porcino, mular y asnal (INEGI, 2012).

Las actividades secundarias generan el 40.18 % del PIB estatal, las actividades más destacables del sector secundario son: Minería, Construcción y electricidad, agua y gas, Industrias manufactureras. El sector terciario, genera el 55.17 % del PIB estatal, proveniente de actividades como: comercio, restaurantes y hoteles, transportes e información en medios masivos, Servicios inmobiliarios y financieros, Servicios educativos y médicos, actividades del Gobierno y otros servicios (INEGI, 2012).

3.4 Sector lechero de Aguascalientes

La actividad ganadera en el estado de Aguascalientes es una fuente importante de empleo y sostenimiento de actividades agrícolas relacionadas. En el ámbito pecuario destaca la producción de leche, siendo ésta una ganadería altamente especializada pese a que, en volumen, el estado ocupa el noveno lugar en el país; es considerada una importante región lechera tanto por el grado de tecnificación como por el promedio de producción. La región lechera de la entidad se delimita por los municipios de

Aguascalientes, Jesús María, San Francisco de los Romo y Pabellón de Arteaga, que es donde se concentra la mayor producción de leche y cantidad de hatos tecnificados (Figura 2). Esta región es también donde se asienta la agricultura de riego, lo que facilita la compra-venta y autoproducción de forrajes para el ganado (INIFAP, 2009).

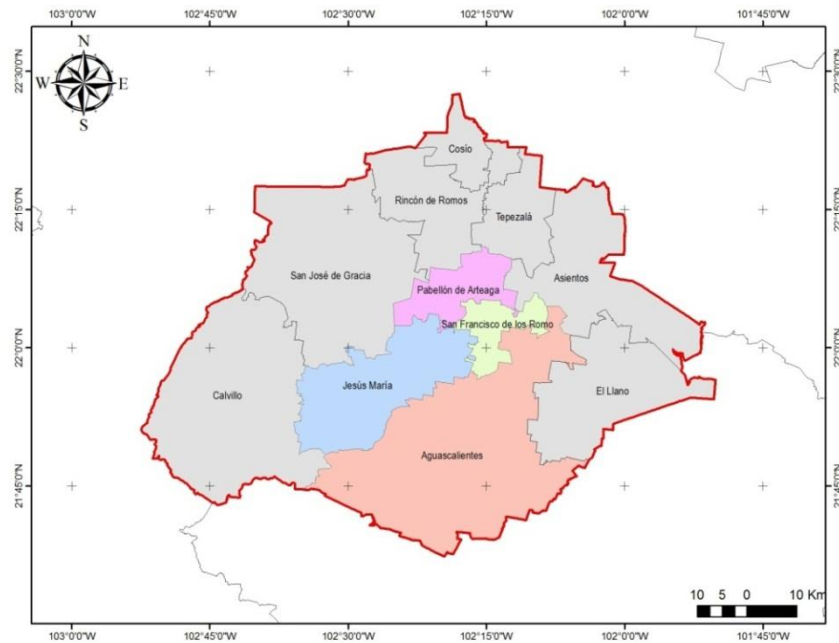


Figura 2. Delimitación de los municipios más importantes en producción de leche en el estado de Aguascalientes.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con datos del SIAP (2008), en el estado hay un inventario de 77,040 cabezas de ganado de leche que producen anualmente 376 millones de litros, con un valor de 1,767 millones pesos. El estado ocupa el noveno lugar en volumen de producción de leche, con una participación de 4.0 % del total nacional (Figura 3). 76 % de la producción de leche la aportan explotaciones con alto nivel tecnológico, no obstante que representan el 37 % del total de cabezas de ganado bovino del estado; el resto lo aporta

la ganadería familiar. Las cifras anteriores muestran la necesidad de transferir tecnología de vanguardia a los productores de menores recursos.



Figura 3. Producción nacional de leche.
Fuente SIAP (2008).

La producción de leche en el Estado es estacional, con mayores producciones en los meses de marzo a julio; debido principalmente a que las explotaciones lecheras son de ganado especializado de la raza holstein y, a que en esos meses se presentan las mejores condiciones de clima para la producción de leche y de forrajes. En la Figura 4, se muestra la evolución de la producción de leche en el estado de Aguascalientes, en el período de 2001 a 2010.

La comercialización de la leche se realiza con las empresas industrializadoras. El Grupo Industrial de la Leche S.A. de C.V. (GILSA), agrupa solamente a socios con hatos

altamente tecnificados y que por su constitución gozan de un precio estable y preferencial para su leche. Otras empresas como Nestlé de México y Sigma Alimentos adquieren leche de productores al precio de mercado y generalmente los hatos proveedores son aquéllos con un grado medio de tecnificación. La compañía Danone compra leche, sólo a aquellos productores que cumplen con las NOM y certificaciones ISO; actualmente, existen ganaderos que ya cumplen con estos requisitos, y otros que están en proceso (INIFAP, 2009).

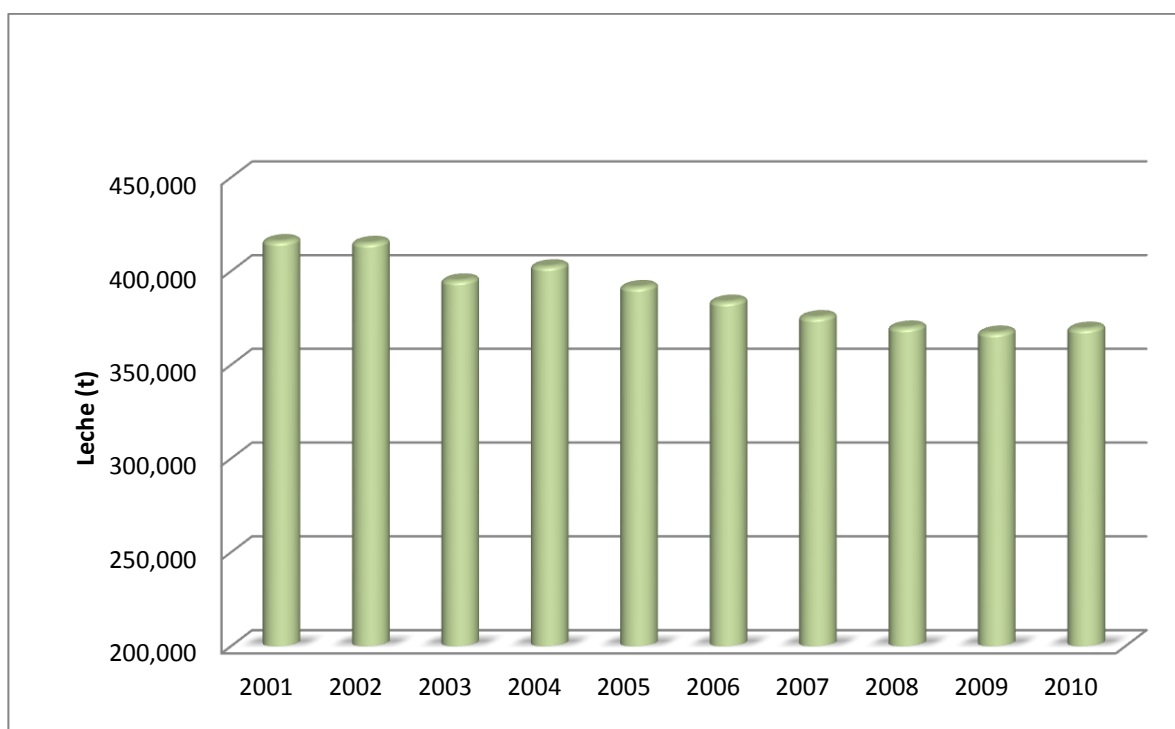


Figura 4. Evolución de la producción de leche en el estado de Aguascalientes.
Fuente: SIAP, 2012.

BIBLIOGRAFÍA

- Albenzio M., Santillo A., Caroprese M., Ruggieri D., Napolitano F. and Sevi A. 2013. Physicochemical properties of Scamorza ewe milk cheese manufactured with different probiotic cultures. *Journal of Dairy Science* 96 (5): 2781-2791.
- Aponte M., Fusco V., Andolfi R. and Coppola S. 2008. Lactic acid bacteria occurring during manufacture and ripening of Provolone del Monaco cheese: Detection by different analytical approaches. *International Dairy Journal* 18 (4): 403-413.
- Barragán L. E. y Casabianc F. 2006. De la propiedad intelectual a la calificación de los territorios: lo que cuentan los quesos tradicionales. *Agroalimentaria* 22: 99 –109.
- Boucher F. 2002. El Sistema Agroalimentario Localizado de los Productos Lácteos de Cajamarca: Una Nueva Perspectiva para la Agroindustria. *Revista Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* 3: 1-28.
- Caro I., Soto S., Franco M. J., Meza-Nieto M., Alfaro-Rodríguez R. H. and Mateo J. 2011. Composition, yield, and functionality of reduced-fat Oaxaca cheese: Effects of using skim milk or a dry milk protein concentrate. *Journal of Dairy Science* 94 (2): 580-588.
- Castañeda M. T., Boucher F., Sánchez V. E. y Espinoza O. A. 2009. La concentración de agroindustrias rurales de producción de quesos en el noroeste del Estado de México: un estudio de caracterización. *Estudios Sociales* 17 (34): 75-109.
- Cesín V. A., Aliphat F. M., Ramírez V. B., Herrera H. J. G. y Martínez C. D. 2007. Ganadería lechera familiar y producción de queso. Estudio en tres comunidades del municipio de Tetlatlahuca en el estado de Tlaxcala, México. *Técnica Pecuaria en México* 45 (1): 61-76.
- Cesín V. A. y Cervantes E. F. 2009. Ganadería lechera mexicana. Situación actual, retrovisión y perspectivas. En: *La lechería familiar en México*. (Coord. Álvarez M. A). Editorial Miguel Ángel Porrúa. Distrito Federal, México. pp: 13 -29.
- Cervantes E. F., Álvares M. A. y Pérez S. S. L. 2009. Lechería Familiar en los Altos de Jalisco: relaciones de contrato e integración diferenciada. En: *La lechería familiar*

- en México (Coord. Álvarez M. A). Editorial Miguel Ángel Porrúa. Distrito Federal, México. pp: 109-135.
- Cervantes E. F., Villegas de G. A., Cesín V, A. y Espinoza O, A. 2008. Los Quesos Mexicanos Genuinos. Patrimonio que debe rescatarse. Mundiprensa México. p186.
- Cervantes E. F., Villegas de G. A., Cesín V. A. y Santos M. A. 2010. El sistema agroindustrial lácteo en México. En: Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010. Vol II. Agroindustria, Comercio y Mercados (Coord. Valle G. S). Editorial Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, México. pp: 217-243.
- Cheftel J. C. 1989. Proteínas de la Leche. En: Proteínas Agroalimentarias. Acribia. Zaragoza, España. pp: 179–217.
- CONABIO (Comision Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2008. La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado. Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autonoma de Aguascalientes (UAA). Mexico. 385 p.
- De Angelis M. and Gobbetti M. 2011. Pasta-Filata Cheeses: Traditional Pasta-Filata Cheese. Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition). pp: 745-752.
- Donadini G., Fumi M. D. and Lambri M. 2013. A preliminary study investigating consumer preference for cheese and beer pairings. Food Quality and Preference 30 (2): 217-228.
- Espinosa S. T., Villegas de G. A., Gómez R. C., Castillo G. y Hernández M. A. 2006. La agroindustria láctea en el Valle de México: un ensayo de categorización. Técnica Pecuaria 44: 181-192.
- FDA (Food and Drug Administration). 2013. 21 CFR, Part 133.169 to 133.180. Food and Drug Administration. Washington, D.C.: Dept. of Health and Human Services. Fecha de consulta: 16 de octubre de 2013. Disponible en: <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=184.1751>
- Fox P. F., Guinee T. P., Cogan T. M. and McSweeney P. L. H. 2000. Fundamentals of Cheese Science. Aspen Publishers Inc. Gaithersburg, MD. pp. 587.
- Fox P. F. and McSweeney P. L. H (Editors). 2003. Advanced Dairy Chemistry, proteins. Tercera edición parte B. Editorial Kluwer Academic - Plenum Publishers. New York, EUA. pp: 1092- 1098.

- Gobbetti M., Morea M., Baruzzi F., Corbo M. R., Matarante A., Considine T., Di Cagno R., Guinee T. and Fox P. F. 2002. Microbiological, compositional, biochemical and textural characterisation of Caciocavallo Pugliese cheese during ripening. *International Dairy Journal* 12 (6): 511-523.
- González A. C. 2009. Caracterización fisicoquímica, microbiológica, reológica y sensorial del queso de Poro, de la Región de los Ríos, Tabasco. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 86 p.
- Guinee T. P., Feeney E. P., Auty M. A. E. and Fox P. F. 2002. Effect of pH and calcium concentration on some textural and functional properties of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* 85: 1655-1669.
- Hernández M. C. 2007. Caracterización fisicoquímica, microbiológica, textural y sensorial del queso de Zacazonapan. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México.
- Hernández R. G., Hernández M. A., Santos M. A. y Villegas de G. A. 2013. La calidad del Queso Guaje de Tanquián de Escobedo, San Luis Potosí. En: Seguridad Alimentaria y Producción Ganadera en Unidades Campesinas (Coord. Cavallotti V. B. A., Ramírez V. B., Cesín V. A., Rojo M. G. E. y Marcof A. C. F.). Impresos América. Estado de México, México. pp: 117-123.
- Horne S D. 2009. Casein micelle structure and stability: Milk Protein. Elsevier Inc. 5:133-157.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2012. Fecha de consulta: 15 de junio de 2013. Disponible en: <http://www.aguascalientes.gob.mx/estado/Generalidades.aspx>
- INIFAP Instituto nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2009. Programa estratégico de mediano plazo 2009 – 2013 del INIFAP Aguascalientes. Fecha de consulta: 15 de junio de 2013. Disponible en: <http://www.inifap-aguascalientes.gob.mx/PMP%2009-13%20AGUASCALIENTES.pdf>
- Kapoor R. and Metzger L. E. 2008. Process cheese: scientific and technological: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 7: 194-214.
- Kindstedt P. S. 1993. Mozzarella and Pizza Cheese. En: Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, volumen II Major cheese groups, second edition (Coord. Fox P. F.) Editorial Chapman & Hall. Londres, Reyno Unido.
- Kosikowski F. 1982. Cheese and Fermented Milk Foods. Editorial Edwards Brothers Inc. Ann Arbor Michigan, EUA.

- López L. M. 2011. El queso asadero artesanal: un producto “pasteurizado”. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. México. 63 p.
- Lebecque A., Laguet A., Davaux M. F. and Dufour E. 2001. Delineation of the texture of Salers Cheese by sensory analysis and physical methods. *Lait* 81: 609-623.
- Licitra G. 2010. World wide traditional cheeses: banned for business?. *Dairy Science and Technology* 90: 357-374.
- Licitra G., Campo P., Manenti M., Portelli G., Scuderi S., Carpino S. and Barbano D. M. 2000. Composition of Ragusano Cheese during aging. *Journal of Dairy Science* 83 (3): 404-411.
- Linden G. y Lorient D. 1996. *Bioquímica Agroindustrial*. Ed. Acribia, S. A., Zaragoza, España.
- Lucey J. A. and Fox P. F. 1993. Our industry today, importance of calcium and phosphate in cheese manufacture: a review. *Journal of Dairy Science* 76: 1714-1724.
- Madrid V. A. 1990. *Manual de Tecnología Quesera*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Maldonado R., Melendez B., Arispe I., Boeneke C., Torrico D. and Prinyawiwatukul W. 2013. Effect of pH on technological parameters and physicochemical and texture characteristics of the pasta filata cheese Telita. *Journal of Dairy Science* 96:1–13.
- Marshall K. R. 2003. Technical challenges in world dairying. *International Dairy Federation: centenary session* 1-10.
- Mizuno R. and Lucey J. A. 2005. Effects of emulsifying salts on the turbidity and calcium-phosphateprotein interactions in casein micelles. *Journal of Dairy Science* 88:3070–3078.
- Moschetti G., Blaiotta G., Villani F. and Coppola S. 2001. Nisin-producing organisms during traditional ‘Fior di latte’ cheese-making monitored by multiplex-PCR and PFGE analyses. *International Journal of Food Microbiology* 63 (1–2): 109-116.
- Mucchetti G., Bonvini B., Remagni M. C., Ghiglietti R., Locci F., Barzaghi S., Francolino S., Perrone A., Rubiloni A., Campo P., Gatti M. and Carminati D. 2008. Influence of cheese-making technology on composition and microbiological characteristics of Vastedda cheese. *Food Control* 19 (2): 119-125.

- Oliszewski R., Cisint J. C. and Núñez de Kairúz M. 2007. Manufacturing characteristics and shelf life of Quesillo, an Argentinean traditional cheese. *Food Control*, 18 (6): 736-741.
- Ozcan Y. T., Lee W. J., Horne D. and Lucey J. A. 2007. Effect of trisodium citrate on rheological and physical properties and microstructure of yogurt. *Journal of Dairy Science* 90 (4): 1644-1652.
- Paquet J., Lacroix C. and Thibault J. 2000. Modeling of pH and acidity for industrial cheese production. *Journal of Dairy Science* 83: 2393-2409.
- Plascencia N. y Villaneva R. 2004. Aplicación de técnicas sensoriales (QDA) e instrumentales en la caracterización de las propiedades sensoriales y fisicoquímicas del queso Cotija. Congreso Nacional Agroindustrial. Chapingo, Estado de México, México.
- Raimundo D. C., Travaglini R. G., Souza G. O., Starikoff K. R., Sanches S. A., Souza O. B., Balian S. C. and Telles E. O. 2013. Methods for thermal inactivation of pathogens in mozzarella: a comparison between stretching and pasteurization. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 65 (2): 582-588.
- Ramírez N. J. S. 2010. Propiedades funcionales de los quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana* 64: 40-46.
- Román S., Guerrero L. y Ferrer S. 2000. Influencia de la calidad sanitaria de la leche y la estacionalidad sobre el rendimiento del queso Gouda. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia* 10(5):399-404.
- Romano P., Ricciardi A., Salzano G. and Suzzi G. 2001. Yeasts from water buffalo Mozzarella, a traditional cheese of the Mediterranean area. *International Journal of Food Microbiology* 69 (1-2): 45-51.
- Sánchez C. A. 2012. Caracterización del queso Adobera de Soyatlán del Oro, Jalisco. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 160 p.
- Santos M. A. y Villegas de G. A. 2013. El Quesillo de Chiapas y el de Etna, Oaxaca: Una comparación. En: *Seguridad Alimentaria y Producción Ganadera en Unidades Campesinas* (Coord. Cavallotti V. B. A., Ramírez V. B., Cesín V. A., Rojo M. G. E. y Marcof A. C. F.). Impresos América. Estado de México, México. pp: 124-133.
- Santoyo C. V. H. y Muñoz R. M. 2000. Tendencias y Retos en el Entorno de los Sistemas Agroalimentarios de México. En: *Memoria de la Agricultura y la Agroindustria Ante Retos del Nuevo Milenio*. CUESTAAM-UACH, Chapingo, Estado de México, México.

- Soto C. C. D., Graciano V. A. Z., Peralta E., Islas R. A. R., González C. A., González L. A. and Soto V. H. 2008. Release of butylated hydroxytoluene from an active film packaging to Asadero Cheese and its effect on oxidation and odor stability. *Journal of Dairy Science* 91:11–19.
- Suárez M. C. 2011. Caracterización del proceso socio-técnico para la elaboración de Queso Crema de Chiapas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 130 p.
- SE (Secretaría de Economía). 2012. Fecha de consulta: febrero de 2013. Disponible en: <http://www.economia.gob.mx/>
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera de la SAGARPA). 2008. Fecha de consulta: febrero de 2013. Disponible en: [En: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=29](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=29)
- Van Hekken D. L., Drake M. A., Molina C. F. J., Guerrero P. V. M. and Gardea, A. A. 2006. Mexican Chihuahua cheese: sensory profiles of young cheese. *Journal of Dairy Science* 89: 3729-3738.
- Villegas de G. A. 2004. Dos famosos quesos de pasta hilada (filata): el oaxaca y el mozzarella. Alfa Editores Técnicos. Carnilac industrial, Oct-Nov.
- Villegas de G. A., Cervantes E. F y Altamirano C. J. R. 2010. Marco conceptual para el estudio de la agroindustria mexicana. En: *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010. Vol II. Agroindustria, Comercio y Mercados* (Coord. Valle G. S). Editorial Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, México. pp: 23-47.
- Wong D. W. S., Camirand W. M. and Pavlath A. E. 1996. Structures and functionalities of milk proteins. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 36: 807–844.
- Walstra P., Geurts T. J. and Noomen A. 1999. *Dairy technology: principles on milk properties and processes*. Editorial Marcel Dekker Inc, New York, EUA. 727p.
- Zhong Q. and Daubert C. R. 2004. Kinetics of rennet casein gelation at different cooling rates. *Journal of Coloidal Intefase Science* 279 (1): 88–94.
- Ziino M., Concurso C., Romeo V., Giuffrida D. and Verzera A. 2005. Characterization of “Provola dei Nebrodi”, a typical Sicilian cheese, by volatiles analysis using SPME-GC/MS. *International Dairy Journal* 15 (6–9): 585-593.

CAPÍTULO 2. EL SISTEMA AGROINDUSTRIAL DEL QUESO ASADERO DE AGUASCALIENTES

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar el sistema–producto se estudiaron, el sistema agroindustrial, los parámetros de fabricación y la historia del Queso Asadero de Aguascalientes. El estudio se desarrolló en dos épocas del año: verano del año 2012 y primavera del año 2013, en 4 queserías del municipio de Aguascalientes. El queso resultó ser de pasta hilada, elaborado con leche cruda obtenida de vacas principalmente de la raza Holstein bajo el sistema de producción lechera de tipo familiar. En el proceso destaca el empleo de citrato de sodio en el amasado en el cual la pasta alcanza 72 ° C.

Palabras clave: leche cruda, sistema agroindustrial, citrato de sodio.

ABSTRACT

With the aim of characterizing the product – system, the agrifood system, the fabrication parameters and the history of Asadero Cheese, were studied. The study held place in 4 dairies from the city of Aguascalientes, during the summer of 2011 and the spring of 2013. It was found that the asadero is a filata-curd cheese made from bovine raw milk produced from mainly Holstein cows under the system of milk production familiar type. About process stands out the use of sodium citrate at curd-stretching in which curd reach 72 °C.

Key words: raw milk, agrifood system, sodium citrate.

1. INTRODUCCIÓN

El Queso Asadero de Aguascalientes es un producto mexicano genuino que se elabora con leche cruda de vaca y es producido durante todo el año con poca fluctuación; es de pasta hilada y se distingue por su propiedad de fundibilidad. Este queso ha sido poco estudiado, por lo que es necesario generar información para definir sus características y su tipicidad; por este vocablo se entiende toda característica objetiva o subjetiva que permita la discriminación del producto en el seno de su familia de referencia, es decir, entre quesos de la misma clase (Villegas *et al.*, 2009).

La caracterización de un queso, además de considerar al producto mismo, tiene que incluir los procesos socio-técnicos que dan origen al producto; según Castañeda (2002), para caracterizar un queso, en lo que atañe a su tipicidad, es necesario obtener información objetiva y cuantificable sobre la naturaleza de la leche empleada, en relación con la raza, las prácticas de producción, las condiciones de la colecta y la composición; así como la tecnología utilizada en su elaboración.

El objetivo de este estudio fue identificar a los actores del sistema agroindustrial leche – Queso Asadero de Aguascalientes y conocer su grado de articulación, así como describir sus parámetros de fabricación de cuatro queserías del municipio de Aguascalientes, en dos épocas del año.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del área de estudio

Se visitó el estado de Aguascalientes, para identificar la zona de producción de Queso Asadero. Después de obtener información se eligió al municipio de Aguascalientes, por ser donde se concentra el mayor número de queserías y volumen de producción de este queso en el Estado.

2.2 Tamaño de muestra

Se aplicó un muestreo dirigido mediante el cual se seleccionaron cuatro queserías, que se identificaron como A, B, C y D (Anexo I); éstas fueron elegidas por cubrir aspectos como volumen de producción, elaboración de Queso Asadero genuino durante todo el año, reputación en el mercado y disponibilidad para participar en la investigación. Esta investigación se realizó en dos épocas del año: durante la época de lluvias (septiembre, 2012) y de secas (abril, 2013).

Para conocer el perfil de los ganaderos y la calidad de la leche empleada para elaborar los quesos, de cada quesería se seleccionó por muestreo dirigido a tres proveedores de leche, los de mayor importancia respecto a volumen de aprovisionamiento y se conformó así una muestra de 12 ganaderos.

2.3 Historia del Queso Asadero

Se realizaron entrevistas abiertas a los queseros y a los integrantes de la familia Salabert para documentar la historia del Queso Asadero de Aguascalientes.

2.4 Caracterización de la Cadena Agroindustrial y el Sistema Agroindustrial Leche-Queso Asadero de Aguascalientes

Se realizó la exploración del sistema agroindustrial mediante la metodología propuesta por Villegas *et al.* (2010) que consiste, en términos generales, en explorar la estructura y la dinámica de la cadena agroindustrial con base en información captada por trabajo de campo, en los eslabones primario, secundario y terciario del sistema y los agentes de soporte, entre ellos los institucionales.

La identificación y descripción de los actores de la cadena agroindustrial se determinó a través de entrevistas abiertas y encuestas estructuradas y validadas en campo; aplicadas a los ganaderos y los queseros, que son también los comercializadores de la cadena. Se obtuvo también información relacionada con los agentes de soporte para poder efectuar una descripción del sistema. Las encuestas estructuradas fueron dos; una para la creación del perfil general del ganadero (Anexo II) y otra para conocer el perfil del quesero (Anexo III).

Se obtuvo información acerca de los agentes de soporte que se encuentran “en el entorno de la cadena” para efectuar una descripción del sistema agroindustrial, considerando sus

características, su dinámica y los recursos específicos que lo componen, como son el *saber hacer* y las relaciones entre los actores del sistema.

2.5 Sistema de producción de leche

El estudio del sistema de producción lechero se realizó de manera observacional y por encuestas; se visitaron las unidades de producción primaria y se presencié la rutina de ordeña, almacenamiento y recolección de leche, con el objetivo de describir las características operacionales.

2.6 Caracterización de la leche usada para la elaboración de queso

Con guantes estériles, cofia, cubrebocas y recipientes estériles, se tomaron 300 mL de leche de los recipientes que la contenían al momento en el que era recibida por el intermediario (“rutero”) que transporta la leche hacia la quesería. De igual manera se muestreó la leche en la quesería (leche de mezcla) antes de someterse al proceso de elaboración del queso.

Las muestras se mantuvieron a baja temperatura (4 a 8 °C), dentro de recipientes herméticos que contenían hielo, con la finalidad de conservarlas mientras se efectuaba los análisis *in situ*; en primer lugar, los conteos de bacterias mesófilas aerobias y de células somáticas, y posteriormente los fisicoquímicos (pH, acidez titulable, sólidos no grasos, grasa, proteína y densidad), todos con tres mediciones repetidas.

La cuenta total de bacterias mesófilas aerobias como $\log_{10}$ (UFC·mL⁻¹), se efectuó de acuerdo a la NOM-092-SSA1-1994 (con modificación en Placa Petrifilm®); se sembraron las diluciones 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} y 10^{-7} preparadas en tubos *Vacutainer* que contenían 9 mL de agua estéril, dentro de una cámara de siembra portátil.

El Conteo de Células Somáticas en (CCS·mL⁻¹), se realizó de acuerdo al Método Rápido con PortaSCC®; el pH, con un potenciómetro (HI 98128 Hanna Instruments, Italia) calibrado con buffers de pH 4 y 7 (Sigma, México); la acidez titulable (método 947.05; AOAC, 1995); y sólidos no grasos (SNG), grasa, proteína y densidad con un analizador de leche Ekomilk-M (Bultheth 2000 Ltd., Bulgaria).

2.7 Proceso tecnológico

En las queserías, se llevó a cabo la observación de los pasos que se siguen en la fabricación del queso, desde la recepción de leche hasta el empaclado del queso. Se investigaron los siguientes parámetros de fabricación en cada quesería: volumen de leche procesada, edad de la leche, temperatura de cuajado, tipo y dosis de cuajo, tiempo de cuajado, tiempo de desuerado, cantidades de citrato de sodio y cloruro de sodio, tipo y tiempo de malaxado, tipos de moldeado, medidas y peso de los quesos obtenidos y temperatura de refrigeración. Con la información se elaboró un diagrama de bloques general del proceso de producción del queso.

2.8 Análisis de datos de leche

Se realizó un análisis de varianza utilizando un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4 x 2 (factor A: quesería y factor B: época del año en la que se produjo el queso) con tres repeticiones de cada tratamiento. El factor quesería representó en el queso el efecto del proceso de elaboración adoptado en cada unidad de producción sobre sus propiedades. El factor época representó el efecto de la composición de la leche sobre las propiedades del queso en cada época. Se utilizó el modelo lineal: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$. Donde μ fue la media poblacional observada, α_i el principal a nivel i del factor B (época), $\alpha\beta_{ij}$ es el efecto de la interacción a nivel i del factor A y el efecto principal a nivel j del factor B (Cochran y Cox, 2008). Se usó la prueba de medias corregidas por mínimos cuadrados (LSMEANS) para la comparación de medias y para identificar diferencias estadísticas ($p < 0.05$). Los datos se analizaron con el paquete de programas SAS versión 9.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Historia del Queso Asadero de Aguascalientes

El queso Asadero, en Aguascalientes, se desarrolló en la primera quesería de la región, “Quesería Salabert”, fundada por el francés Pierre Salabert (Figura 1). El Sr. Salabert era originario de la provincia de Olorón, donde vivió su niñez, dedicado a la actividad familiar de crianza de ovejas y vacas, y a la elaboración de un queso “hogareño”.

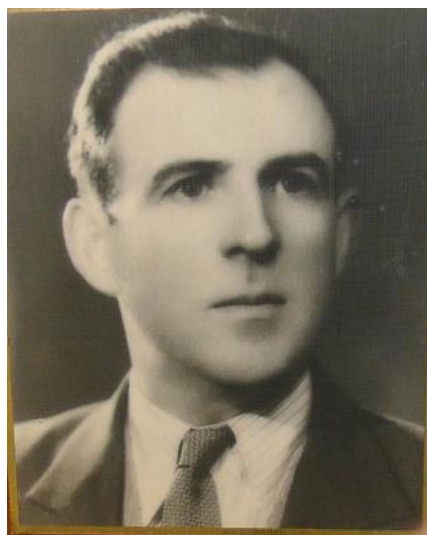


Figura 1. Pierre Salabert (1898 – 1968).
Fuente: acervo fotográfico de la Familia Salabert.

El Sr. Pierre llegó a México después de la Primera Guerra Mundial, en 1925; se estableció inicialmente en el Estado de Veracruz, donde desempeñó oficios como la panadería. Sin embargo, por la tradición familiar elaboraba queso cuando le era posible.

Por secuelas de la guerra fue hospitalizado en el Hospital Francés del D.F.; al ser dado de alta se quedó a vivir en el DF, donde se encargó de un establo conocido como “El Jardín”. En cierta ocasión un señor de la Familia Rincón Gallardo⁴, visitó el establo y al conocer a Salabert lo invitó a laborar con ellos, con el fin de aprovechar la leche de ganado criollo. Es así como se estableció en la hacienda de Ciénega de Mata⁵, donde realizó diversas actividades en la Casa Grande de los Rincón Gallardo, entre las que destacó la elaboración de queso.

Posteriormente, la Familia le destinó una casa en donde el Sr. Pierre se dedica exclusivamente a la elaboración de queso, y es así como surge la quesería Salabert; aparte del queso hogareño que hacía desde la niñez (al cual nombró Olorón), comenzó a elaborar los quesos, Cotija parafinado, de Morral y Ranchero, que eran los más demandados en la región. El queso Olorón era un queso encerado, con características similares al Roquefort, elaborado con mezclas de leches, principalmente, de oveja y de vaca. Se le ocurrió nombrarlo así debido al calificativo que la gente utilizaba para identificarlo, “oloroso”, por su fuerte aroma; además por ser el nombre de la provincia donde él había nacido (Oloron – Sainte – Marie, Francia). Este queso era producido en menor escala; por tratarse de un queso madurado requería ser elaborado con leche más cuidadosamente obtenida (limpieza), además de que el proceso de maduración era prolongado y requería de diversos cuidados.

⁴ La familia más importante en la región de Aguascalientes, por generaciones.

⁵ Esta propiedad se encuentra en el Estado de Jalisco; en sus años de mayor esplendor llegó a ser tan grande que ocupó por lo menos una tercera parte de la extensión del Estado de Aguascalientes (Rojas, 1994).

En un inicio, la quesería procesaba sólo leche de la hacienda de los Rincón Gallardo, pero poco a poco los vecinos empezaron a ver la producción de leche como fuente de ingreso, por lo que la disponibilidad de leche aumentó, lo que sobrepasó la capacidad instalada y fue necesario una ampliación; sin embargo, no fue posible en el mismo lugar, por lo que en 1932 la quesería se trasladó a La Troje, en Lagos de Moreno, Jalisco, donde se edificó una estructura más adecuada para una quesería.

Posteriormente, se fueron instalando pequeñas queserías piloto en estados aledaños (v. g. San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato) para aumentar la producción de queso (madurado), para no trasladar la materia prima a grandes distancias; los quesos eran enviados a La Troje, donde eran almacenados y distribuidos hacia el mercado, principalmente hacía el Distrito Federal. Sin embargo, por ya contar con prestigio, se continuó mencionando que era queso de Aguascalientes.

La quesería Salabert llegó a ser una de las más importantes a nivel nacional; realizó exportaciones a Europa durante la Segunda Guerra Mundial; ganó concursos en las exposiciones nacionales de Agricultura y Ganadería (Figura 2); e incluso fue visitada en dos ocasiones por el presidente de México: el General Lázaro Cárdenas del Río.

La actividad quesera representaba el principal ingreso de la mayoría de las familias de La Troje, ya que además de tener empleados permanentes, la quesería también era fuente de trabajo temporal en épocas de alta producción y contrataba hombres para trabajos pesados, y mujeres para actividades que demandaban mayor meticulosidad, como voltear los quesos en las cámaras de maduración, rasparlos y encerarlos.

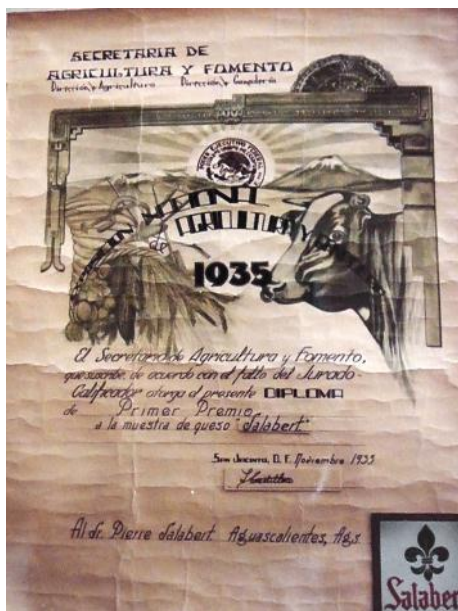


Figura 2. Diploma de primer premio en la exposición nacional de Agricultura y Ganadería, en 1935.

Fuente: Archivo de la Familia Salabert.

En ese tiempo, el Sr. Pierre tenía un hermano que radicaba en California, EUA, donde tenía un restaurant, y percibió una situación de mejores oportunidades en aquel lugar; por eso, en 1953, emigró junto con su familia a aquel país, con el objetivo de establecer una quesería allá. Sin embargo la normatividad de aquel país le restringió la comercialización del queso, por lo que dos años después regresó a México. Durante su estancia en EUA, Salabert rentó la quesería, a quien hasta ese momento había sido su agente de ventas, quien en ese lapso se apropió legalmente de la marca “Olorón”, por lo que a su regreso el Sr. Salabert ya no pudo hacer uso de ésta.

El Sr. Pierre se estableció nuevamente en Ciénega de Mata, para retomar la actividad quesera, por eso al queso Olorón ahora le llamaría Queso Salabert. Al reabrir la quesería, los antiguos proveedores de leche se fueron uniendo nuevamente a Pierre, por la

confianza que le tenían y porque les hacía préstamos para inversión en la actividad ganadera, a cuenta de leche.

En 1958 se inició la producción del queso asadero, el cual se convirtió en el principal producto de la quesería. El proceso de elaboración inicial fue por acidificación de leche fresca, por medio de la adición de leche que se dejaba fermentar con anterioridad. El volumen de leche ácida añadida se iba determinando de manera empírica por el maestro quesero, de acuerdo al cambio en consistencia conforme ésta era añadida, y él decidía hasta qué momento suspender la adición de la leche ácida.

Después se agregaba el cuajo, se dejaba en reposo diez minutos, se quebraba la cuajada y se desueraba. Posteriormente, la pasta se amasaba con agua caliente, por medio de un jarro de barro, para ejercer presión sobre ésta. Finalmente, la masa se moldeaba en diversas presentaciones, dependiendo del mercado, tanto en bola (“ovillo”) de diferentes pesos (Figura 3), como en barras, y aros (cilindros de hasta 2 kg); los moldes eran de lámina galvanizada.

El empaque del queso asadero era una envoltura de papel de estraza⁶ y el embalaje eran cajas (rejas) de madera, revestidas internamente con papel de estraza. Para un distribuidor del Distrito Federal, la presentación era en aros y las piezas envueltas en tela de manta.

⁶ En México, este papel era comúnmente usado para envolver alimentos vendidos a granel, en las misceláneas o tiendas de pueblo.



Figura 3. Primera marca de Queso Asadero de Aguascalientes. A la izquierda asadero de bola (“ovillo”) y a la derecha asadero botanero.
Fuente: Acervo fotográfico de la Familia Salabert.

En 1959 se incorporaron al proceso las primeras innovaciones tecnológicas. Con el objetivo de facilitar el proceso de amasado, se decidió aprovechar la caldera que ya tenía la quesería, para fundir directamente la pasta sin necesidad de calentar agua; también se inició el empleo de lactosuero y no agua para el amasado. La agitación se hacía manualmente, con palas de madera, hasta que la pasta formaba hebra; también se decidió realizar el salado durante el amasado.

En 1960, Pedro, hijo del Sr. Pierre, tomó un diplomado sobre quesos en Wisconsin, EUA, conjuntando así el conocimiento empírico, derivado de la actividad familiar, con el conocimiento científico - técnico. Pedro Salabert a su regreso a México, con el propósito de aprovechar los recortes de los quesos, quesos a los que les aparecían hongos, y los que se inflaban, inició la producción de “queso amarillo tipo americano”,

proceso que Pedro aprendió del personal de la Cremería California, con quienes tenían buena relación comercial desde hacía varios años.

Al observar el proceso del queso amarillo, que se elaboraba de manera ocasional en la quesería Salabert, a Pedro le surgió la idea de aplicar las sales emulsificantes usadas en el “queso amarillo”, en el queso asadero, para acelerar el “secado” de la pasta durante el amasado, ya que el aumento de temperatura provocaba mayor sinéresis. Dichas sales eran conocidas como “sal y tierra” (citrato de sodio y fosfato de sodio).

En 1962 se inició la incorporación de las “sales emulsificantes” en la elaboración de queso asadero, y este hecho no sólo funcionó para acelerar el procedimiento de amasado, sino que se descubrió que también aumentaba la retención de humedad, lo que tuvo como consecuencia el aumento de rendimiento. Fue así como el queso asadero se convirtió de asadero ácido a asadero “dulce”, y se modificó no sólo el rendimiento, sino también las características sensoriales y texturales del producto. Al poco tiempo, se cayó en cuenta de que el citrato de sodio podía dar buen resultado por sí mismo, y se discontinuó el uso de fosfato de sodio. Desde entonces el proceso se ha preservado y difundido entre los queseros de la región de Aguascalientes, llegando a ser muy similar entre las numerosas queserías.

Inicialmente, la quesería Salabert no tenía competencia debido a que la gente creía imprescindible una alta inversión inicial en la caldera y los casos de doble fondo, para fundir la pasta del asadero. Sin embargo, con el tiempo algunos trabajadores de la quesería Salabert, además de entrenarse en la elaboración de quesos, fueron conociendo

el entorno que rodea la producción de quesos y tuvieron la motivación de iniciar sus propias queserías. En otros casos, hubo inversionistas que contrataron a ex-trabajadores de la empresa original para iniciar queserías; fue así como se incrementó el número de queserías en la región de Aguascalientes.

Es claro que Pierre Salabert fue el pionero en la actividad quesera en la región de Aguascalientes y tuvo gran influencia en la misma, respecto a cultura quesera, desde el primer eslabón de la cadena, la producción de leche, hasta en el consumo de los quesos. Eso constituyó la base para que la gente de La Troje llegara a ser gran conocedora de la elaboración de quesos. Se puede afirmar que la industria quesera de Aguascalientes tiene su origen en el poblado de La Troje, Jalisco, debido a que al menos sus primeros trabajadores provenían de aquel poblado. Incluso actualmente algunos queseros reconocen afectuosamente a la quesería Salabert como la “Universidad del Queso”.

El queso que se elaboraba tanto con citrato de sodio como con fosfato de sodio, pudo haber tenido características diferentes al que se ha venido elaborando sólo con la primera sal, esto se infiere debido a que las propiedades texturales y funcionales son influenciadas por la cantidad y el tipo de sal emulsificante. En general, los quesos tienden a ser suaves y más fácilmente fundibles con citrato trisódico, mientras que con fosfato de sodio tienden a ser duros y resistentes al calor (Mizuno y Lucey, 2007), por lo que la razón por la que se optó por el uso de citrato de sodio pudo deberse, además de las ya mencionadas, al rendimiento que se obtiene, el cual ha sido un factor de rentabilidad y prevalencia de la actividad quesera.

La sustitución de agua por lactosuero para el amasado de la pasta, pudo haber sido propiciado por una escasez de agua debido a que en aquella región el clima predominante es semiseco y, como en otros lugares secos, el agua es mayormente apreciada que en los lugares donde abunda.

3.2 El sistema Agroindustrial del Queso Asadero de Aguascalientes

El eslabón primario de la cadena productiva está conformado por las unidades de producción lechera; la industria láctea, en la que se encuentran las queserías, forma el eslabón secundario, la coordinación de los dos eslabones se logra a través de intermediarios “ruterios”. La distribución hacia los centros de comercialización está a cargo de los dueños de las queserías, e incluso las queserías suelen ser el lugar de adquisición del queso por el consumidor final.

3.2.1 Lechería y Queso Asadero

De acuerdo al SIAP (2008), en el Estado de Aguascalientes el 76 % de la producción de leche la aportan explotaciones con alto nivel tecnológico, no obstante que representan el 37 % del total de cabezas de ganado bovino del Estado; el resto lo aporta la ganadería familiar, modalidad de producción común en los estados de Jalisco y Aguascalientes (García, 2001).

La ganadería especializada es proveedora de grandes industrias, mientras que en el SAI queso asadero, el eslabón primario está representado por la lechería familiar, es decir, la

que se realiza en unidades de producción lechera que utilizan mano de obra familiar de manera predominante a lo largo del año, así como otros recursos también de origen familiar, en especial tierra, agua y capital (Cervantes y Cesín, 2012); éste sistema tiene diferencias marcadas respecto al tamaño de las unidades de producción, tal como encontraron Carranza *et al.* (2007). El factor época de lluvia tiene escasa influencia en la producción promedio ya que la mayoría de las explotaciones son del sistema estabulado, con bajo o nulo pastoreo; sin embargo, dicho factor sí repercute en los costos de producción de leche y en época de estiaje los costos se elevan debido a la escasez de forraje; sin embargo, en general el precio de la leche no aumenta sustancialmente.

En este tipo de lechería, un mínimo porcentaje de leche se destina a autoconsumo y el resto se vende a la industria quesera la cual, elabora diferentes tipos de quesos dentro de los que destaca el Queso Asadero.

El alimento de mayor producción a partir de la leche del sistema familiar, es el Queso Asadero, un producto tradicional que existe desde hace unos 50 años (según información obtenida en entrevistas) en la región; este queso es altamente consumido por los propios habitantes del estado de Aguascalientes; se elabora a partir de leche cruda de vaca, es de pasta hilada, se conserva en refrigeración en los puntos de venta y se consume fresco.

3.2.2 Características de las explotaciones lecheras

De acuerdo a la muestra estudiada ($n = 12$), los ganaderos tienen una edad promedio de 49 años (Cuadro 1), y una escolaridad máxima de preparatoria, se han dedicado a la

producción lechera en promedio 20 años, en la mayoría de los casos (67 %) dicha actividad fue transmitida por herencia de sus padres; para el resto, el motivo de inicio en esta actividad fue la intención de iniciar un negocio propio luego de jubilarse o regresar de Estados Unidos. Solamente el 17 % de los ganaderos son mujeres, lo cual indica que la actividad lechera sigue siendo, primordialmente, una actividad masculina, lo que coincide con otros estudios de caso de ganadería en México (Cesín *et al.*, 2013). Las unidades de producción generan en promedio dos empleos permanentes.

Las unidades de producción lechera en el SAI queso Asadero de Aguascalientes entran en la clasificación de lechería familiar. Se ubican en predios de poca extensión (Figura 4), que van desde 200 m² hasta 3 ha.; el 42 % es de régimen de pequeña propiedad, el 33 % es ejidal y 25 % de renta. Los ganaderos producen y comercializan leche durante todo el año, la época de menor producción es durante el invierno y el destino de la producción son las queserías; en el 2012 y 2013 el precio promedio por litro era de \$ 4.6 (Cuadro 1), el cual se mantiene estable por la baja fluctuación en la producción.

Cuadro 1. Principales características de las unidades de producción lechera que abastecen las queserías que elaboran Queso Asadero de Aguascalientes (n = 12).

Característica	Promedio	Intervalo
Edad del propietario (años)	49	26 - 79
Escolaridad del propietario (años)	5	0 - 12
Experiencia como productor de leche (años)	20	1 - 50
Tamaño del hato (vacas)	36	4 - 250
Producción diaria por vaca (L)	16	9 - 23
Precio de venta de leche (\$ / L) ¹	4.6	4.4 - 5.1

¹En septiembre de 2012 y abril de 2013.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4. Unidades de producción de la lechería familiar de Aguascalientes.

La raza vacuna predominante en las unidades de producción lechera estudiadas es la holstein (Figura 5), y en menor proporción jersey y pardo suizo. La forma de reproducción del ganado es, en el 42 % de los casos, por inseminación artificial; en otro 42 % por monta natural y en el resto, por ambas.



Figura 5. Ejemplares del ganado que produce la leche para la elaboración de Queso Asadero de Aguascalientes.

El tamaño del hato es heterogéneo, ya que varía desde 4 a 250 vacas, pero a pesar de que existen hatos relativamente grandes, en términos generales el hato es pequeño, con un

promedio de 36 vacas (Cuadro 1) y con una producción promedio de 16 L diarios por vaca. En todos los casos se realizan dos ordeños diarios (matutino y vespertino). El tipo de ordeño predominante es el mecánico (58 %), con ordeñadoras portátiles (67 %) o estacionarias (33 %); en menor proporción se realiza ordeño manual (25 %) o ambos, en el 17 % de los casos (Figura 6).



Figura 6. Ordeña mecánica en las unidades de producción de la lechería familiar de Aguascalientes.

Las operaciones que comúnmente se practican en la ordeña son: despunte en el 58 % de los casos, suministro de alimentos en el 83 % (Figura 7) y aplicación de sello en el 58 %. Solamente el 8 % aplica presello, y el mismo porcentaje ha aplicado oxitocina al menos

a una vaca. El agua que consume el ganado, así como la utilizada para realizar limpieza de las instalaciones y recipientes, es potable.



Figura 7. Suministro de alimento durante el ordeño.

La leche se capta y almacena en peroles de metal o plástico, cubetas o tambos de plástico (Figura 8). Se conserva en interiores a temperatura ambiente (25 %) o en refrigeración (17 %) y en exteriores (58 %). Durante época de calor (abril a julio) la mayoría de los ganaderos (58 %) aplican peróxido de hidrógeno para conservar la leche.



Figura 8. Colecta de la leche durante el ordeño.

El acopio de leche se lleva a cabo en la mayoría de las ocasiones una vez al día, por las mañanas, recolectando la leche de dos ordeñas (matutina de ese día y vespertina del día anterior). La realiza el intermediario *rutero*, con una camioneta; como contenedores se usan “tambos” de plástico, con capacidad de 200 L (Figura 9). El procedimiento consiste en acudir a la unidad de producción, al domicilio del productor o algún punto intermedio preestablecido, donde la leche es recibida en diferentes contenedores (cubetas de diferentes capacidades y materiales, y tambos) y trasvasada a los *tambos*.

En ocasiones la actividad de *rutero* llega a ser heredada, adquirida por herencia familiar; la ruta de colecta suele estar conformada por diversas unidades de producción, heterogéneas en cuanto al volumen de producción, desde pequeñas (v. g. 3 L.) hasta medianas (v. g. 260 L).



Figura 9. Abasto de leche en la quesería.

Entre los desafíos a los que se enfrenta la actividad de colecta se puede mencionar la dispersión de las unidades de producción lechera y, por tanto, grandes distancias por recorrer, aunque no siempre los caminos se encuentran en buenas condiciones. Otro reto

se refiere al tiempo en el que es necesario realizarlo, debido a que además de que se requiere ser puntual en las queserías; se trata de un “producto vivo”, que demanda cuidado para que conserve sus atributos originales de calidad.

3.2.2.1 Calidad fisicoquímica y sanitaria de la leche de las unidades de producción

En las variables determinadas fisicoquímicas (Cuadro 2) y microbiológicas (Cuadro 3) en la leche de las doce unidades de producción, considerando la época de producción, y la quesería a la que abastecen no hubo variación significativa ($p < 0.05$), con excepción de la variable acidez. La interacción época*quesería tampoco tuvo efecto significativo para ninguna variable. La variabilidad entre unidades de producción fue alta, lo cual no permitió observar una diferencia significativa en la comparación de medias.

Las leches muestreadas, tanto en época de lluvias como de secas, se clasifican de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004 como clase A por los contenidos de grasa y proteína (mayor a $32 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ y mayor a $31 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente). También presentaron densidad y SNG mayores a los valores mínimos indicados en dicha norma ($1.0295 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ a 15°C y $83 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente). Los contenidos de proteína y SNG, así como los pH, fueron mayores en época de secas aunque sin diferencia estadística respecto a la de lluvias.

Cuadro 2. Calidad fisicoquímica de la leche cruda de 12 unidades de producción que abastecen la hechura del Queso Asadero de Aguascalientes (por quesería abastecida y época del año; promedio y desviación estándar).

Destino de producción (quesería)	Atributo y época		Especificación de la NMX-700
Grasa (%)			
	Lluvias	Secas	
A	3.50 _a ± 0.25	3.79 _a ± 0.60	3.0, 3.1, >3.2
B	3.43 _a ± 0.35	4.10 _a ± 0.96	
C	3.52 _a ± 0.30	3.87 _a ± 0.27	
D	3.82 _a ± 0.53	3.54 _a ± 0.48	
Proteína (%)			
	Lluvias	Secas	
A	3.30 _a ± 0.00	3.34 _a ± 0.04	2.8 a 2.99, 3.0 a 3.09, > 3.1
B	3.28 _a ± 0.14	3.40 _a ± 0.26	
C	3.31 _a ± 0.10	3.43 _a ± 0.10	
D	3.30 _a ± 0.11	3.41 _a ± 0.15	
Sólidos no grasos (g·mL ⁻¹)			
	Lluvias	Secas	
A	8.60 _a ± 0.01	8.66 _a ± 0.06	≥ 8.3
B	8.52 _a ± 0.38	8.85 _a ± 0.67	
C	8.62 _a ± 0.28	8.83 _a ± 0.35	
D	8.67 _a ± 0.05	8.90 _a ± 0.38	
Densidad (g·mL ⁻¹)			
	Lluvias	Secas	
A	1.0315 _a ± 0.00	1.0320 _a ± 0.00	≥ 1.0295
B	1.0318 _a ± 0.00	1.0325 _a ± 0.00	
C	1.0324 _a ± 0.00	1.0324 _a ± 0.00	
D	1.0307 _a ± 0.00	1.0328 _a ± 0.00	
pH			
	Lluvias	Secas	
A	6.77 _a ± 0.11	6.79 _a ± 0.04	NA ¹
B	6.77 _a ± 0.19	6.85 _a ± 0.06	
C	6.80 _a ± 0.03	6.88 _a ± 0.06	
D	6.71 _a ± 0.13	6.75 _a ± 0.17	

¹No especificado en la norma.

Columna con subíndices diferentes (a, b, c...) indica diferencia estadística (p < 0.05).

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

En calidad sanitaria, las leches muestreadas sobrepasan el límite máximo de mesófilos aerobios totales ($6.1 \log_{10}\text{UFC}\cdot\text{mL}^{-1}$) que indica la NMX-F-700-COFOCALEC-2004; pero se encuentran dentro del límite permitido por la misma respecto al conteo de células somáticas (CCS). Las leches de los proveedores de las queserías A y D en época de lluvias y B, C y D en secas, se consideran de clase 1 ($\leq 400\,000$ células $\cdot\text{mL}^{-1}$). Un bajo conteo de células somáticas es un indicador de buenas prácticas de ordeña y de salud de las vacas.

Cuadro 3. Calidad sanitaria de la leche cruda de 12 unidades de producción que abastecen la hechura del Queso Asadero de Aguascalientes (por quesería abastecida y época del año; promedio y desviación estándar).

Quesería	Mesófilos aerobios totales (log ₁₀ UFC·mL ⁻¹)		Límite NMX-700
	Lluvias	Secas	
A	7.84 _a ± 1.48	6.79 _a ± 0.76	≤ 6.1
B	6.19 _a ± 1.08	6.55 _a ± 0.45	
C	6.38 _a ± 0.53	6.26 _a ± 0.42	
D	7.08 _a ± 1.80	7.69 _a ± 1.10	
Contenido de células somáticas(miles de CCS·mL ⁻¹)			
	Lluvias	Secas	
A	350.00 _{ab} ± 229.13	600.00 _a ± 173.21	≤ 1 000
B	550.25 _{ab} ± 476.54	266.95 _{ab} ± 461.63	
C	450.00 _{ab} ± 327.87	133.83 _{ab} ± 152.10	
D	250.12 _{ab} ± 432.91	1.00 _b ± 0.43	
Acidez titulable ¹			
	Lluvias	Secas	
A	15.89 _b ± 0.19	16.22 _b ± 0.38	16
B	16.94 _{ab} ± 2.00	18.28 _{ab} ± 2.76	
C	17.56 _{ab} ± 1.90	18.17 _{ab} ± 2.25	
D	18.89 _a ± 0.69	19.83 _a ± 1.61	

¹mg de ácido láctico mL^{-1} de leche.

Columna con subíndices diferentes (a, b, c...) indica diferencia estadística.

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

Sólo los proveedores de la quesería A en época de lluvias cumplen con la acidez, como ácido láctico de las leches, estipulada en la norma mencionada (1.3 a 1.6 g·L⁻¹). La acidez en general es alta, esto se debe a que se trata de “leche fría”, muestreada en las condiciones en las que se entrega al “rutero” para el traslado a la quesería; es decir, con una edad mayor de 13 horas, ya que es obtenida del ordeño vespertino del día anterior y es conservada por el productor primario generalmente a temperatura ambiente para ser procesada al día siguiente. Los proveedores de la quesería A tuvieron la menor acidez y los de la D la mayor. En el Cuadro 4 se resumen los atributos de calidad fisicoquímica y sanitaria de manera global.

Cuadro 4. Calidad fisicoquímica y sanitaria global de la leche cruda para la elaboración del Queso Asadero de Aguascalientes (n=12, 2 épocas; promedio y desviación estándar).

Propiedad	Promedio
Grasa (%)	3.69 ± 0.49
Proteína (%)	3.35 ± 0.12
Sólidos no grasos (g·mL ⁻¹)	8.70 ± 0.32
Densidad (g·mL ⁻¹)	1.032 ± 0.0013
pH	6.79 ± 0.11
Mesófilos aerobios totales (log ₁₀ UFC·mL ⁻¹)	6.85. ± 1.08
Conteo de células somáticas (miles de células·mL ⁻¹)	325 ± 334
Acidez	17.72 ± 1.92

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

3.2.3 Características de las queserías

En el Cuadro 5 se muestran las principales características de las queserías estudiadas (n = 4), éstas en general presentan alta heterogeneidad, principalmente en el número de proveedores y volumen de procesamiento diario, y con base en esto último, se clasifican, como pequeña (< 2 000 L·día⁻¹) y mediana (< 20 000 L·día⁻¹) industria, de acuerdo a

Villegas (2004). El estudio de la muestra reveló que de los propietarios de las unidades productivas, el 75 % son oriundos de Aguascalientes; son hombres, con un promedio de edad de 52 años y más de 15 años de dedicarse a la actividad quesera. El nivel máximo de sus estudios es licenciatura. La actividad quesera es predominantemente masculina en esta región, a diferencia de otras producciones como las de Queso Bola de Ocosingo, Chiapas y Quesillo de Etna de Reyes, Oaxaca, en los que los productores son principalmente mujeres (López, 2013; Santos y Villegas, 2013).

Cuadro 5. Algunas características de las queserías que producen Queso Asadero de Aguascalientes (n = 4).

Característica	Promedio	Intervalo
Edad de los propietarios (años)	52	44 - 64
Escolaridad de los propietarios (años)	8.7	1 - 16
Experiencia en la actividad quesera (Años)	21	15 - 27
Número de empleados de la quesería	5.25	3 - 10
Número de proveedores de leche	13	2 - 30
Precio de leche adquirida ($\$ \cdot L^{-1}$)*	4.9	4.7 – 5.1
Precio del queso ($\$ \cdot kg^{-1}$)*	70.5	68 - 74
Presentaciones del queso (kg)	-	0.5 y 1
Volumen procesado ($L \cdot dia^{-1}$)	3000	1200 – 5000

* Septiembre de 2012 y abril de 2013.

Fuente: Elaboración propia.

La experiencia en la actividad quesera refleja la existencia de un gran saber hacer acumulado en el conjunto de las queserías que elaboran este producto. El 50 % de los queseros fueron trabajadores de otra quesería regional y aprendieron el proceso de

elaboración, conocieron el entorno que rodea la producción de quesos y esa fue la motivación de iniciar su propia empresa. En todos los casos la actividad quesera es la principal fuente de ingresos de los propietarios.

Las queserías son abastecidas por coordinación vertical⁷ con productores independientes de leche; sólo el 50 % se abastece, parcialmente, por el sistema de integración vertical, es decir, por autoabasto.

La elaboración del queso se realiza en establecimientos especialmente destinados a la actividad, y sólo en el 25 % de casos la quesería está anexa a la vivienda familiar de los dueños. Los empleados en el proceso de producción son en su totalidad hombres y en el 75 % de los casos tienen una empleada mujer que realiza la comercialización (queserías A y C) o la limpieza de las instalaciones (quesería C).

Las queserías son pequeñas, con base en el volumen de proceso, de 1 200 a 5 000 L por día; sin embargo, comparten gran similitud entre sí, en infraestructura y equipamiento. En las queserías estudiadas, se cuenta con: bombas para transportar la leche; tinas de acero inoxidable para almacenar la leche y efectuar el cuajado; agitadores manuales de acero inoxidable para desbaratar la cuajada; malaxadora mecánica para termoplastificar y texturizar la cuajada; cubetas de plástico para transportar cuajada hacia el área de moldeado; mesas de acero inoxidable para el moldeado; moldes; báscula digital; y refrigeradores. Sólo en un caso, la quesería A, se tiene un tanque de enfriamiento de

⁷ Modelo de articulación agricultura - industria, que se desarrolla cuando, por medio de acuerdos específicos, los productores primarios proveen materia prima a la agroindustria (Villegas *et al.*, 2010).

leche y es la única que recibe leche en los dos turnos de ordeña (matutino y vespertino) porque tiene la capacidad de almacenar la leche del segundo turno para procesarla al día siguiente. La innovación tecnológica más importante ha sido la sustitución del amasado manual, con pala de madera, por el amasado mecánico (en malaxadora).

El nivel de procesamiento, la poca diversidad de productos en los que predomina el queso asadero, la forma de transmisión del conocimiento de la hechura del queso, y el control empírico durante el malaxado de la pasta, son evidencia de que se trata de queserías artesanales en las que el conocimiento empírico de al menos una persona es crucial para la obtención del producto con las características apropiadas de textura, y con escasa variabilidad día con día.

La venta se realiza tanto al menudeo como al mayoreo; el precio de venta del queso es contante durante todo el año. En el 50 % de los casos, los queseros cuentan con locales comerciales anexos a las queserías, donde se vende al consumidor final; para el resto, un punto de venta del producto es la quesería misma, en donde los habitantes locales, se abastecen de queso.

3.2.3.1 Caracterización del proceso de producción

El Asadero es un queso fresco de pasta hilada (filata); este tipo de queso tiene como característica principal el que durante el proceso de fabricación, la pasta pasa por un proceso de calentamiento y amasado (malaxado) simultáneo, con el objetivo de aumentar la plastificación y en su caso, el hilado. La etapa del proceso de mayor

importancia es la de amasado, con aumento de temperatura, ya que es en la que se logran las características texturales del producto final. Según Gunasekaran y Mehmet (2003), se entiende por textura el conjunto de atributos reológicos y estructurales de un producto, percibidos mecánica, táctil, visual y sonoramente. Entre los atributos de mayor interés se pueden mencionar elasticidad, plasticidad, fundibilidad y fibrosidad de la pasta del queso.

A diferencia de otros quesos de pasta filata en los que la leche es fuertemente acidificada antes de la coagulación, v.g. a 40 °D para la elaboración de queso Oaxaca (Morales *et al.*, 2012), la leche que se emplea para elaborar el Queso Asadero de Aguascalientes, alcanza una acidez promedio de 19 °D y la práctica de acidificación es la propiciada por flora acidoláctica nativa, sin ser un punto crítico en el proceso de elaboración, ya que a la cuajada, poco acidificada, se le adiciona citrato de sodio ($\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 3\text{Na}$) el cual eleva el pH entre 5.5 y 6.8 sin perder las propiedades termoplásticas características de una pasta “filata” que, según Kosikowski (1977), se adquieren en un rango de 5.1 a 5.3. Esto se logra debido a que el citrato descalcifica la pasta al actuar como agente quelante (secuestrante) del calcio. En esta etapa del proceso, el fosfato de calcio coloidal de las micelas caseínicas es removido por la influencia de dos factores: acidificación y adición de un quelante (Lucey *et al.*, 1996). La Figura 10 muestra, concisamente, los pasos principales en la elaboración del Queso Asadero de Aguascalientes, en un diagrama de bloques.

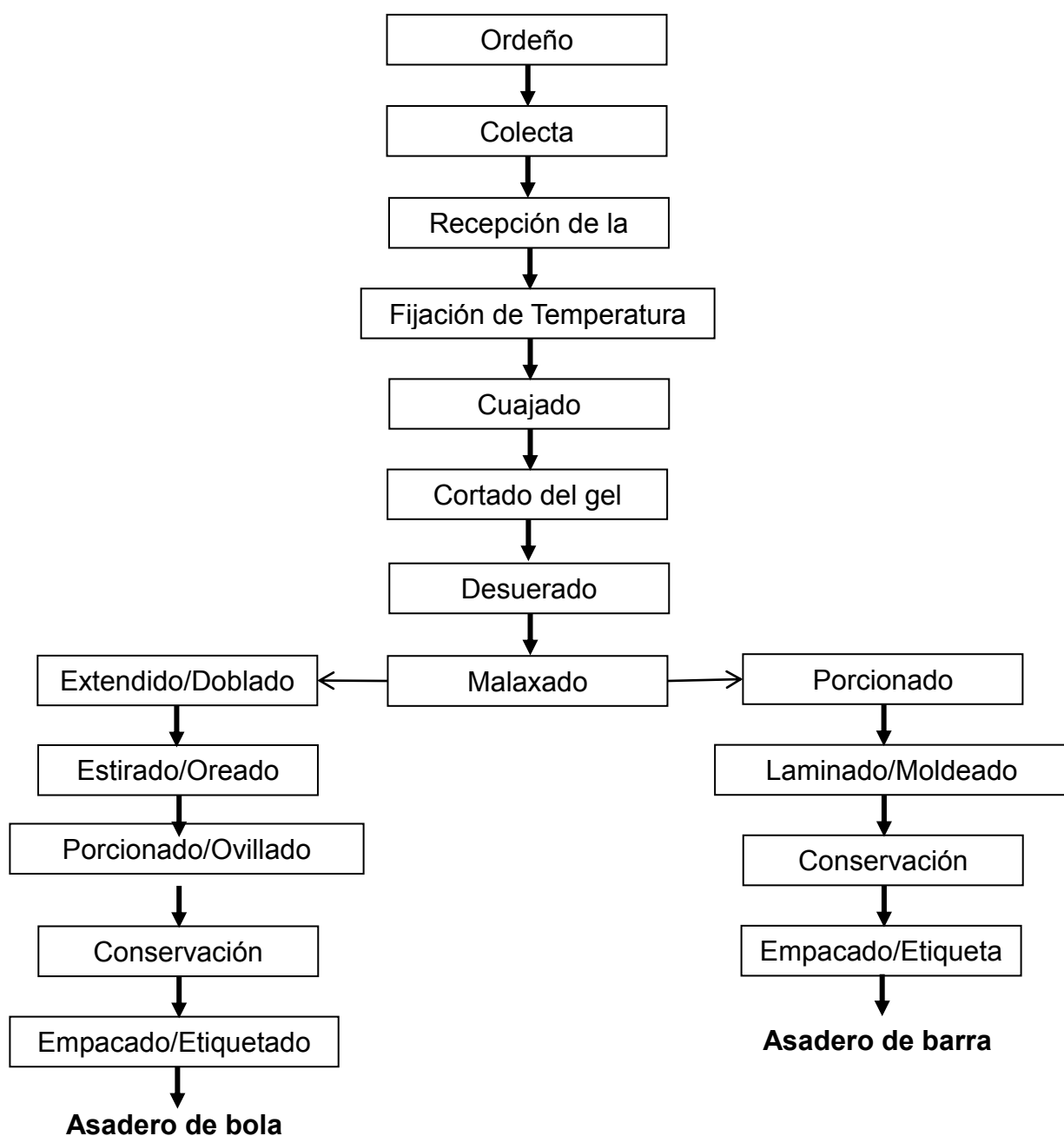


Figura 10. Diagrama de bloques general para la elaboración de Queso Asadero de Aguascalientes.

El Queso Asadero de Aguascalientes puede tener dos formas: bola o barra. Ambos llevan el mismo proceso hasta antes del moldeado; a continuación se describen, de manera más detallada, las etapas del proceso para su fabricación.

3.2.4.1 Recepción de la leche

La leche cruda se bombea de los recipientes en los que se realiza la colecta (*tambos* de plástico con capacidad de 200 L), hacia las tinas de cuajado, de acero inoxidable. Simultáneamente, se cuela a través de una tela (Figura 11) que se sujeta a la salida de la manguera de bombeo, con el fin de separar contaminantes “toscos” como, pelos de vaca, insectos, restos de alimento para ganado, entre otros.



Figura 11. Tela con que se realiza el filtrado de la leche, al llenar las tinas de cuajado.

3.2.4.2 Cuajado (coagulación)

En la tina de cuajado, se eleva la temperatura de la leche mediante flama de gas (Figura 12), hasta alcanzar 34 °C, en promedio. A esa temperatura se le añade el cuajo (generalmente de origen microbiano), a razón promedio de 0.01 mL de cuajo·L⁻¹ de leche, diluido en agua para una mejor distribución. El tiempo promedio de reposo una vez que se ha adicionado el cuajo es de 23 minutos.



Figura 12. Forma de “atemperado” de la leche para la aplicación de cuajo.

3.2.4.3 Quebrado de la cuajada

Con el uso de liras o agitadores de acero inoxidable (Figura 13), se corta suavemente el gel, posteriormente se deja asentar. Y luego se trabaja el grano de cuajada, con agitación lenta y, finalmente, se deja en reposo para que se separe por gravedad la cuajada. Este proceso dura 28 minutos, en promedio.



Figura 13. Corte de la cuajada, con lira de acero inoxidable.

3.2.4.4 Desuerado

El desuerado se realiza por bombeo, el suero se capta en tambos de 200 L. El tiempo de desuerado va de 10 a 15 minutos. La cuajada se corta con cuchillo, para formar bloques de dimensiones menores, con el fin de facilitar el traslado hacia la malaxadora.

3.2.4.5 Amasado o Malaxado (“Melaxado”)

La cuajada se somete a un proceso de calentamiento y amasado (Figura 14) dentro de una “malaxadora” (amasadora o fundidora; “melaxadora” la llaman los queseros), que cuenta con aspas helicoidales (una o dos) impulsadas por un motor, y un regulador de velocidad, manual; el calentamiento se realiza con gas LP. Durante este proceso se adiciona cloruro de sodio, para salar; el citrato de sodio, sal emulsificante que propicia la texturización de la pasta. Este proceso, desde que se coloca la cuajada hasta que ésta adquiere las características texturales requeridas, dura en promedio 58 minutos, y la pasta alcanza temperaturas promedio de 72 °C.

El proceso de amasado se puede dividir en tres etapas: Etapa I: la velocidad de giro de las aspas es lenta; la pasta suelta suero progresivamente por el aumento de temperatura, el cual es captado en cubetas. Etapa II: se agrega la sal y una cantidad base (de acuerdo a la experiencia del maestro quesero) de citrato de sodio. Se aumenta la velocidad de giro de las aspas. Etapa III: se agrega suero a la pasta, el cual es absorbido gradualmente y la pasta va adquiriendo mayor cohesividad y elasticidad hasta que la cuajada se une y tiene apariencia lisa y fundida. La velocidad se mantiene constante a alta velocidad. En caso de requerirlo, de acuerdo al conocimiento empírico del maestro quesero, se adiciona

mayor cantidad de citrato de sodio, hasta que la pasta adquiere las características texturales requeridas (Figura 14).



Figura 14. Diferentes etapas del proceso de amasado de la cuajada en la elaboración de Queso Asadero de Aguascalientes.

Este proceso de malaxado (o “melaxado”, como dicen los queseros) se torna complicado ya que intervienen diversos factores, como la acidez inicial de la leche, la cantidad de suero añadido, cantidad de citrato de sodio, temperatura, velocidad y el tiempo de mezclado, por lo que el control de la textura y de las propiedades funcionales del producto, al igual que se ha mencionado para otros quesos en los que se utilizan sales emulsificantes (individuales o mezclas) como los quesos procesados (Mizuno y Lucey, 2007), dependen en gran medida de la experiencia de los operadores, o maestros

queseros, en este caso. El largo proceso de malaxado puede deberse a la baja cantidad de citrato de sodio adicionada a la pasta, ya que se ha comprobado que una reducción de sales emulsificantes en la elaboración de quesos de imitación retarda la hidratación de la caseína (El-Bakry *et al.*, 2011).

3.2.4.6 Moldeado

La pasta se saca de la malaxadora en cubetas de plástico, y se extiende en mesas de acero inoxidable; para propiciar el enfriamiento se realizan amasado y dobleces manuales. Para el moldeado en bloque, una vez que la pasta alcanza alrededor de 45 °C se corta y pesa según el molde (0.5 ó 1 kg), y mediante dobleces manuales se forman bloques rectangulares para ser introducidos en los moldes metálicos (Figura 15). Para la forma de bola, primero se extiende la pasta en tiras sobre una mesa y una vez que se enfría se enreda entre sí (Figura 16).



Figura 15. Moldeado manual del Queso Asadero de Aguascalientes en forma de barra.



Figura 16. Moldeo manual del Queso Asadero de Aguascalientes en forma de bola (madeja).

3.2.4.7 Reposo, desmoldado y empacado

La charola con los quesos en molde se mantienen en refrigeración, para estabilizar la forma del queso. Después de 24 horas los moldes se retiran y las barras de queso se envuelven con película plástica autoadherible, y finalmente se les coloca las etiquetas (Figura 17).



Figura 17. Queso asadero en bola y en barra, con cubierta de plástico autoadherible.

El Cuadro 6 resume las características de la producción técnica del Queso Asadero. En él se observa que la cantidad de citrato de sodio puede variar dependiendo de la acidez de la leche que entra al proceso. Como se observa en el mismo Cuadro, los procesos de las cuatro queserías tiene baja desviación estándar, lo que implica una gran similitud en su *saber hacer*, lo cual puede deberse a que el proceso se desarrolló en una quesería y de ahí se fue difundiendo el conocimiento, principalmente por los mismos trabajadores que de ella se “independizaron”.

Cuadro 6. Matriz comparativa de fabricación del Queso Asadero de Aguascalientes.

Parámetro	Quesería				Media	Desv. Std. ¹
	A	B	C	D		
Edad de la leche (h)	13	15	15	16	14.8	1.26
Temperatura de cuajado (°C)	36	36	36	28	34	4.00
Dosis de cuajo (mL · L ⁻¹)	0.01	0.015	0.01	0.02	0.014	0.00
Tiempo de cuajado (min)	40	15	15	20	22.5	11.90
Tiempo de trabajo del grano(min)	30	25	30	30	28.8	2.50
Cantidad de cloruro de sodio (%) ²	1	1.6	1	1	1.2	0.30
Cantidad de citrato de sodio (%) ²	1	0.8	1	1	0.95	0.10
Tiempo de malaxado (min)	70	50	60	50	58	9.57
Temperatura al fin del malaxado (°C)	70	73	75	71	72	2.22

¹ Desviación estándar

² % en masa / por la cuajada de 100 L de leche.

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en la fase de campo.

La elaboración de queso puede estar relacionada con tradiciones locales y regionales; por ello existen diferencias entre quesos de la misma variedad, pero de diferente origen. La temperatura de calentamiento de la cuajada y el salado son algunos de los parámetros de fabricación que son típicos de una región definida y conducen a indicadores químicos, físicos o microbianos distintos (Karoui y De Baerdemaeker, 2007). Estos dos tipos de parámetros, junto con la adición de citrato de sodio, son los que hacen diferenciable al queso del presente estudio, respecto a otros asaderos que se elaboran en otras partes de México.

3.2.5 Otros actores socioeconómicos del SAI leche/queso asadero

3.2.5.1 Intermediarios

Existen intermediarios entre los eslabones primario y secundario del SAI, para que la leche llegue a las queserías; son conocidos localmente como “rutereros”; se les considera como agentes articuladores clave entre la agroindustria y los lecheros, son ampliamente aceptados por cumplir una función de desarrollo rural al atenuar la conflictiva social de los pequeños productores, al brindar un servicio de acopio incluso a los productores más pequeños, a menudo muy alejados de las queserías. En algunos casos, tanto la producción de leche como la elaboración de quesos se realiza por los miembros de una sola familia, lo cual es considerado como una integración vertical.

3.2.5.2 Comercializadores

En el SAI Queso Asadero de Aguascalientes, la cadena de comercialización suele ser corta, ya que los queseros cuentan con transporte para distribuir a mayoristas locales que se hallan a corta distancia, debido a la densidad de población de la ciudad de Aguascalientes y porque las queserías se ubican en distintos puntos de ésta; por otra parte, algunos queseros también envían el producto por paquetería a mayoristas de otros lugares de la República Mexicana (v. g. de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Nayarit, Zacatecas, Jalisco y Distrito Federal)

En la mayoría de casos, los queseros cuentan con locales comerciales anexos a las queserías, donde venden al consumidor final; las demás queserías, que no cuentan con

un local para ese fin, un punto de venta del producto es la misma quesería en sí, en donde los habitantes locales se abastecen de queso. Estas acciones en el tercer eslabón de la cadena agroindustrial dan como resultado que la mayor parte de las utilidades se queden en las queserías, lo cual es fundamental para la rentabilidad de la agroindustria quesera de Aguascalientes.

La distribución regional hacia otros municipios del Estado de Aguascalientes es baja, ya que en la mayoría de éstos, principalmente en Jesús María, Pabellón de Arteaga y San Francisco de los Romo, existen queserías del mismo giro que abastecen la demanda local.

El producto se destina a restaurantes, bodegas comerciales, cremerías, tiendas y mercados populares. La demanda de queso de ciertos restaurantes aumenta en el período de la Feria Nacional de Aguascalientes, esto obliga a las queserías a incrementar la jornada de trabajo y a producir queso de menores dimensiones y peso, equivalentes a las porciones requeridas para platillos individuales.

3.2.5.3 Proveedores de insumos y agentes de soporte

En cuanto al abasto, existen diversos proveedores de insumos (Central de Abastos de Aguascalientes y centro comercial agropecuario de Aguascalientes) en la región y una gran oferta de maquinaria y equipo, por ser éste un Estado con tradición lechera y de gran importancia en el sector agroindustrial, en general.

Los agentes de soporte del SAI identificados son la Presidencia Municipal, Instituciones de Investigación (v.g. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad Autónoma Chapingo), instituciones financieras, SAGARPA y FIRA, entre otras. La SAGARPA participa en el sistema con muestreo y tratamiento de vacas enfermas.

La Presidencia Municipal coopera en la organización de eventos, como la Expo Queso, la cual garantiza la asistencia de ganaderos y de profesionales de la Industria Láctea originarios de todo México y de Centroamérica, así como asistentes que conocen y degustan productos lácteos mexicanos. En el marco de la Expo, también se lleva a cabo el Certamen de Quesos Mexicanos, en el cual participan productores nacionales que elaboran quesos de 100 % leche, y especialistas invitados que evalúan características y propiedades de los quesos. En la Figura 18, ideográficamente, se representa el sistema agroindustrial leche – Queso Asadero de Aguascalientes.

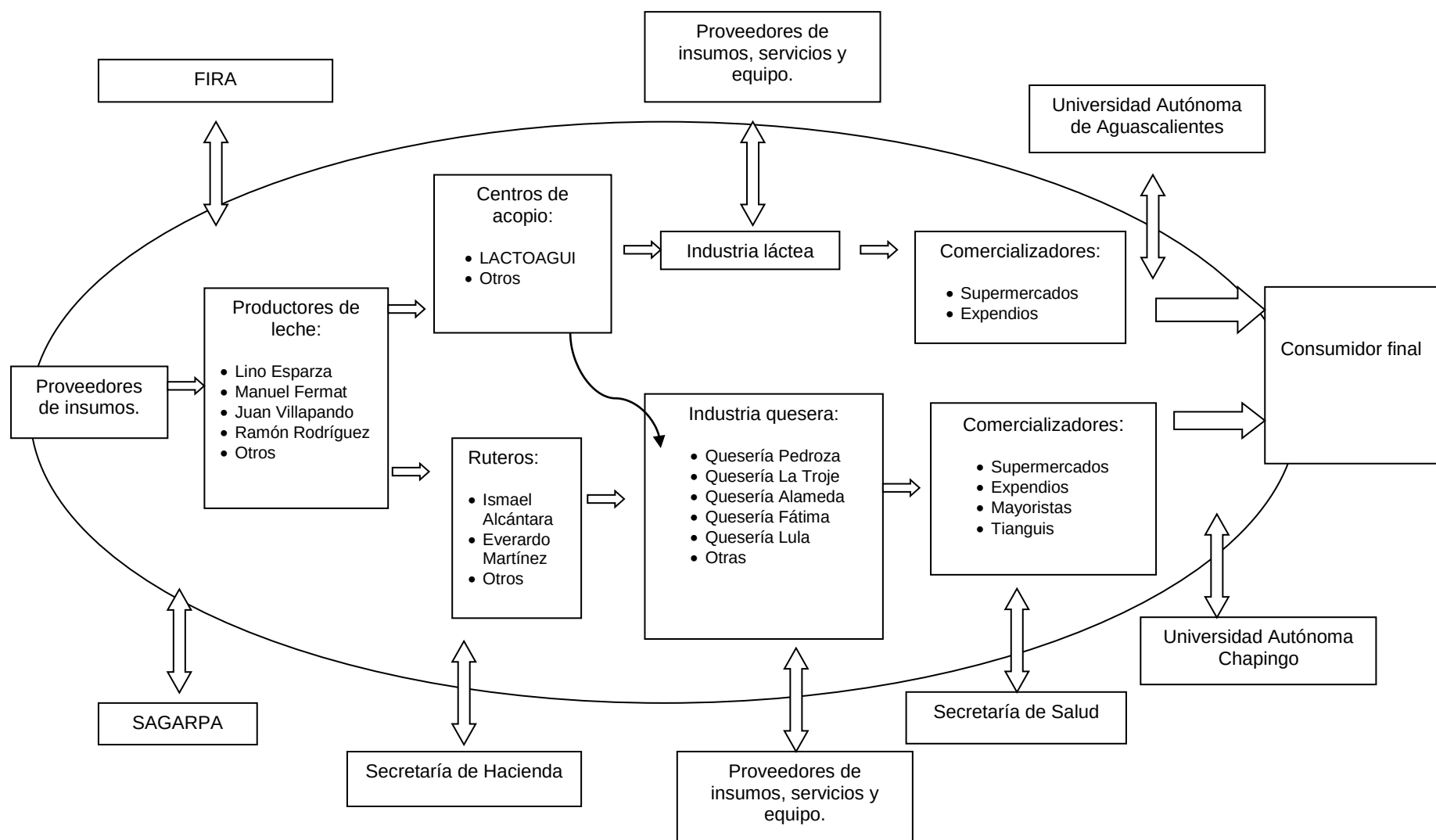


Figura 18. Representación del Sistema Agroindustrial Leche-Queso Asadero de Aguascalientes.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.8 Relaciones entre actores

3.2.8.1 Relaciones horizontales entre ganaderos

Álvarez *et al.* (2000) mencionan que las exigencias por parte de las agroindustrias en el Estado de Aguascalientes han provocado que los productores pequeños se organicen y formalicen las agroasociaciones. Sin embargo, en el la muestra estudiada de abastecedores de leche ($n = 12$) del presente estudio no se detectaron productores pertenecientes a alguna organización formal o informal.

Solamente los productores primarios de una sola quesería mostraron tener una relación de convivencia más cercana, debido a que los *ruteros* recolectan la leche de zonas específicas donde los proveedores pueden ser productores vecinos o incluso familiares.

3.2.8.2 Relaciones horizontales entre los queseros

Los dueños de la quesería B y C tienen buena relación, debido a que el segundo asesoró al primero en el proceso de elaboración del queso, dicha transferencia de conocimiento fue un factor para el inicio de la quesería B.

Se identificó al propietario de la quesería B como un productor líder del gremio de queseros; dirige la organización de “Microindustriales de la Leche de Aguascalientes”, integrado por 44 microempresarios que han emprendido acciones en defensa de la inocuidad del Queso Asadero elaborado con leche cruda y en contra de las normas que exigen su elaboración con leche pasteurizada.

Sin embargo, los queseros establecen poca relación entre sí, debido principalmente a que las queserías están muy distantes entre sí, y a la densidad de población de la Ciudad de Aguascalientes, en la que éstas se ubican. Todos los propietarios al menos se conocen, sin tener alguna disputa ni mala relación, por lo que de ser necesario están dispuestos a asociarse para algún beneficio en común. La separación territorial de las queserías es el principal factor que minimiza el efecto de competencia entre los queseros, por el aprovisionamiento de leche.

3.2.8.3 Relaciones verticales

La quesería D tiene el menor número de proveedores, uno es el mismo dueño y los otros dos son amigos de la familia propietaria de la quesería, que han sido constante; durante los últimos diez años. La quesería C es la que tiene mayor número de proveedores, la mayoría de los cuales se ubican a gran distancia de la quesería, por lo que tienen escasa relación con la quesería, siendo el intermediario rutero, el único vínculo entre los dos eslabones.

La quesería A tiene una relación de amistad con sus proveedores, por ser pocos; la quesería B tiene buena relación debido a que con cierta frecuencia, les realiza una visita con fines de retroalimentación respecto a la calidad parcial o el rendimiento quesero.

La relación de los queseros con sus proveedores lecheros es indirecta, a través del intermediario *rutero*, sin embargo están coordinados eficazmente para lograr el abasto en horarios establecidos, a través de contratos implícitos no escritos (acuerdos verbales),

vínculo común en otros sistemas leche – queso, como el de Crema de Chiapas y el Adobera de Jalisco (Suárez, 2011; Sánchez, 2012).

En general, se tiene una relación de confianza de ambas partes hacia los intermediarios *ruteros* debido, por una parte, a la coordinación que se requiere tanto para la recolección como para el abasto diario a la quesería, y por otra, porque el “rutero” mismo suele ser quien realiza semanalmente el pago a los productores de leche.

3.3 Elementos para un Análisis FODA del SAI Queso Asadero de Aguascalientes

3.3.1 Fortalezas

- Los productores, tanto primarios como secundarios, tienen larga experiencia en la actividad.
- La tradición en la actividad ganadera, que ha sido heredada de generación en generación.
- Las queserías cuentan con un esquema de abasto de leche, coordinado a través de intermediarios “ruteros”.
- En el caso en el que el quesero es su propio proveedor (integrado verticalmente), la materia prima está siempre disponible.
- La mano de obra familiar representa una parte importante de la fuerza laboral empleada en las unidades de producción lechera.
- Existe interés de los queseros por mejorar la calidad del producto ofrecido al consumidor final.
- El queso que se elabora es genuino, con alto valor nutritivo y con cualidades funcionales apreciadas entre las que destaca la fundibilidad.

- El precio del queso es relativamente bajo, por lo que puede competir con otros productos de su tipo, incluso con quesos no genuinos.

3.3.2 Oportunidades

- El prestigio del Queso Asadero, con amplia presencia en el mercado local.
- Demanda de productos de calidad por parte del consumidor final.
- Mercado seguro para el producto terminado, dado que las queserías se encuentran establecidas en una zona urbana (la Ciudad de Aguascalientes).
- Disposición de apoyo por parte de las instituciones (v. g. Universidad Autónoma Chapingo) para activar los recursos con los que cuenta el SAI Queso Asadero de Aguascalientes.
- Habilidades dentro de la región para diseñar y construir maquinaria específica para el proceso (v.g. pasteurizadoras y malaxadoras).
- Las condiciones agroclimáticas en Aguascalientes, apropiadas para la producción.
- Aguascalientes tiene gran importancia en la producción lechera, ocupa el noveno lugar a nivel nacional, lo cual toma mayor importancia si se considera la baja extensión territorial relativa.

3.3.3 Debilidades

- Altos costos de la alimentación del ganado, en especial en época de secas.
- Existe gran cantidad de ganaderos con escasa productividad, por el bajo nivel de innovación tecnológica y organizacional.

- No se están implementando estrategias para enfrentar la competencia desleal con los quesos de imitación (análogos y extendidos).
- Bajo margen de utilidad en el eslabón primario.
- Escasa diversificación de usos del suero.
- La heterogeneidad en las unidades productivas primarias, con un grado de tecnificación muy polarizado, lo cual podría repercutir en la desaparición de los pequeños productores.
- Dispersión de las unidades de producción lechera y por lo tanto, grandes distancias (en ocasiones vías de acceso en malas condiciones) por recorrer en la actividad de colecta de leche.
- Falta de sensibilización hacia la mejora en calidad microbiológica de la leche, de parte de los productores primarios.
- En el ámbito de la producción primaria, la conservación de la leche en frío es escasamente practicada.
- Bajo poder de negociación de los lecheros frente a los acopiadores y a la industria.
- Los lecheros no cuentan con un contrato formal, lo que los expone a incumplimientos en el pago, y a impuntualidad en la colecta.
- Tanto los lecheros como los queseros no se encuentran organizados, lo cual les impide emprender proyectos de beneficio común.

3.3.4 Amenazas

- Competencia desleal de quesos de imitación (análogos y extendidos).
- Las mejores condiciones de producción de otras regiones o países.
- Bajo poder adquisitivo de la población, que propicia el consumo de productos sustitutos de bajo precio (quesos de imitación).
- Escasez de forraje fresco durante prácticamente la mitad del año debido a que parte de la producción se realiza en tierras de temporal, y a la ocurrencia de heladas en los meses invernales.
- La alta demanda de forraje en época de estiaje y la escasa oferta del mismo, lo que provoca el encarecimiento de este insumo, aumentando los costos de producción. Esto pone en riesgo la supervivencia de las unidades de producción.
- El incremento de las exigencias del cumplimiento de normas de calidad por parte de organismos reguladores como la Secretaría de Salubridad (v. g. la NOM-243-SSA1-2010) a los queseros y lecheros.

4. CONCLUSIONES

En el estudio de la historia del Queso Asadero de Aguascalientes, se identificó al Sr. Pierre Salabert como un promotor del desarrollo tanto de la ganadería lechera, como de la industria quesera en la región.

El estudio del SAI reveló que la actividad de lechería en la región de estudio es importante en diversas formas: como generadora de ingreso y empleo, como productora de leche y queso de manera autosuficiente, y como productora de dichos productos para otras regiones de México. La ganadería lechera, así como la actividad quesera en la región de estudio son primordialmente actividades masculinas.

Un factor de preservación del SAI leche – Queso Asadero de Aguascalientes, es el reconocimiento y la demanda del producto dentro de la zona urbana de Aguascalientes, lo cual garantiza la comercialización accesible para el tercer eslabón de la cadena.

De acuerdo a la norma NMX-F-700-COFOCALEC-2004 la leche de las unidades de producción muestreada cumple con las especificaciones fisicoquímicas, pero no con las sanitarias (excepto conteo de células somáticas), por lo que es necesario aplicar estrategia que tengan como objetivo mejorar la calidad microbiológica de la leche.

El nivel tecnológico en la elaboración del Queso Asadero, con leche cruda puede considerarse como semi-artesanal debido a que se han incorporado innovaciones tecnológicas como el uso de citrato de sodio, la malaxadora, el enfriamiento de leche y la conservación en refrigeración.

La diversidad entre los procesos (v.g. cantidad de citrato de sodio, tiempo de malaxado, acidez de la leche que entra a proceso, etc.) en las queserías visitadas es el reflejo de la variabilidad que caracteriza a los quesos artesanales.

El Queso Asadero de Aguascalientes, es diferenciable de otros asaderos que se elaboran en varios lugares de México; entre otros aspectos, por la inclusión del citrato de sodio.

El tratamiento térmico en el proceso de malaxado puede ser equiparable a un proceso de pasteurización, o de sobrepasteurización, que puede asegurar la inocuidad del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez M. A., Bofill P. S., y Montaña B. E. 2000. Reestructuración de la cadena agroindustrial de la leche y organización social en Aguascalientes. *Problemas del Desarrollo* 31 (120): 89-118.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis* (15th Edn.), Assoc. Agricult. Chemists Washington, D.C. Estados Unidos de América.
- Castañeda R. 2002. La reología en la tipificación y la caracterización de quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. 20 (26): 48- 53.
- Carranza T. R. G., Macedo B. R., Cámara C. J., Sosa R. J., Meraz J. A. de J. y Valdivia F. A. G. 2007. Competitividad en la cadena productiva de leche del Estado de Aguascalientes, México.
- Cochran W. G. y Cox, G.M. 2008. *Diseños experimentales*. Trillas. Distrito Federal, México.
- Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados. 2004. NMX-F-700-COFOCALEC-2004. Sistema producto leche-Alimento lácteo leche cruda de vaca- Especificaciones físico-químicas y sanitarias y métodos de prueba.
- García H. L. A. 2001. Estrategias de las agroindustrias lecheras latinoamericanas. Estudio comparativo ante el proceso de globalización económica. *Revista Mexicana de Agronegocios* 5 (9)
- Cesín V. A., Cervantes E. F. y Ramírez V. B. 2013. Diversidad en la ganadería lechera de la Ciénega de Michoacán. En: *Seguridad Alimentaria y Producción Ganadera en Unidades Campesinas* (Coord. Cavallotti V. B. A., Ramírez V. B., Cesín V. A., Rojo M. G. E. y Marcof A. C. F.). Impresos América. Estado de México, México. pp: 13-24.
- Cervantes E. F. y Cesín V. A. 2012. La Pequeña Lechería Rural o Urbana en México. En: *La leche y los Quesos Artesanales en México* (Coord. Cervantes E. F. y Villegas de G. A.). Editorial Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. Pp: 75-92.

- El-Bakry M., Duggan E., O’Riordan E.D. and O’Sullivan M. 2011. Casein hydration and fat emulsification during manufacture of imitation cheese, and effects of emulsifying salts reduction. *Journal of Food Engineering* 103 (2): 179-187.
- Gunasekaran, S. and Mehmet A. M., 2003. *Cheese rheology and texture*. CRC Press. Estados Unidos de América.
- Karoui R. and De Baerdemaeker J. 2007. A review of the analytical methods coupled with chemometric tools for the determination of the quality and identity of dairy products. *Food Chemistry* 102 (3): 621-640.
- Kosikowski F. 1977. *Cheese and fermented milk foods*. Chapter 11(Soft Italian Cheese-Mozzarella and Ricotta). Ed. Edwards Brothers Inc. Estados Unidos de América. Pp: 186-187
- López, A. R. 2013. *Caracterización socio-técnica del Queso Bola de Ocosingo*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 140 p.
- Lucey J.A., Gorry C., O’Kennedy B., Kalab M., Tan-Kinita R., and Fox P.F. 1996. Effect of acidification and neutralization of milk on some physico-chemical properties of casein micelles. *International Dairy Journal* 6 (3): 257-272.
- Journal of Dairy Science* 90 (10) 4524-4531.
- Morales, C. M. F., Lobato, C. C., Alvarez, R. J. and Vernon, C. E. J. 2012. Effect of milk pasteurization and acidification method on the chemical composition and microstructure of a Mexican pasta filata cheese. *LWT - Food Science and Technology* 45 (2): 132-141.
- Rojas B. 1994. *Breve historia de Aguascalientes*. Fondo de Cultura Económica. Distrito Federal. México. 223 p.
- Sánchez C. A. 2012. *Caracterización del queso Adobera de Soyatlán del Oro, Jalisco*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México.
- Santos M. A. y Villegas de G. A. 2013. El Quesillo de Chiapas y el de Etna, Oaxaca: Una comparación. En: *Seguridad Alimentaria y Producción Ganadera en Unidades Campesinas* (Coord. Cavallotti V. B. A., Ramírez V. B., Cesín V. A., Rojo M. G. E. y Marcof A. C. F.). Impresos América. Estado de México, México. pp: 124-133.
- Secretaria de Salud. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

- Secretaría de Salud. 2010. NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
- SIAP (Servicio Información Agroalimentaria). 2010. Producción Nacional de Leche de Bovino. Fecha de consulta 3 de abril de 2012. Disponible en w4.siap.gob.mx/sispro/portales/pecuarios/lechebovino/situacion/descripcion.pdf.
- Suárez M. 2011. Caracterización del proceso socio-técnico para la elaboración de Queso Crema de Chiapas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 130 p.
- Villegas de G. A. 2004. Tecnología quesera. Trillas. Distrito Federal, México.
- Villegas de G. A., Santos M. A. y Hernández M. A. 2009. Los quesos genuinos mexicanos: contribución a su rescate a través de la vinculación Universidad-Productores. *Claridades Agropecuarias*. 191: 29-35.
- Villegas de G. A., Cervantes, E. F. y Altamirano, C. J. R. 2010. Marco conceptual para el estudio de la Agroindustria Mexicana. En: *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810 – 2010*. Vol. II Agroindustria, Comercio y Mercado. Ed. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México.

**CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA,
MICROBIOLÓGICA, TEXTURAL Y SENSORIAL DEL QUESO
ASADERO DE AGUASCALIENTES**

RESUMEN

Se estudiaron las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, texturales y sensoriales del Queso Asadero de Aguascalientes, un queso de pasta hilada que se elabora en varias regiones de ese Estado, así como la composición y calidad sanitaria de la leche usada para su elaboración. El estudio se desarrolló en dos épocas del año: septiembre del año 2012 y abril del año 2013., en 4 queserías del municipio de Aguascalientes. Las leches de primavera fueron diferentes ($p < 0.05$) a las leches de verano en grasa, proteína, sólidos no grasos, densidad, mesófilos aerobios totales, acidez, conteo de células somáticas y pH; los dos últimos, fueron mayores en verano. Los quesos de primavera fueron diferentes ($p < 0.05$) a los quesos de verano en pH, mesófilos aerobios totales y cenizas, el pH fue mayor en verano, y a la inversa los mesófilos aerobios totales. Un léxico de 15 descriptores fue generado por un panel entrenado de 8 miembros a través de un análisis sensorial descriptivo. La aceptabilidad global fue evaluada por consumidores ($n = 100$) usando una escala hedónica de nueve puntos. El análisis de varianza, el mapa de preferencia interno y PLS1 mostraron mayor aceptabilidad por quesos con mayores valores en sabor sal, crema y dulce; y textura desmoronable, grasosa y firme.

Palabras clave: leche cruda, sensorial, perfil de textura.

ABSTRACT

The physicochemical, microbiological, textural and sensory characteristics of Asadero cheese from Aguascalientes, a cooked curd cheese produced in regions of that state, and, composition and sanity of the milk used for its elaboration were studied. The study held place in 4 dairies from the city of Aguascalientes, during the rainy season (september) of 2011 and the dry season (april) of 2013. Rainy season' milks were different from dry season' milks ($p < 0.05$) in fat, protein, nonfat solids, density, titratable acidity, total viable count and pH, the two last major in summer. Simmer cheeses were different from spring cheeses ($p < 0.05$) in pH, total viable count and ashes, the first one major in summer and inverse the second one. A lexicon of 15 descriptors was generated by an 8 member trained panel using descriptive sensory analysis. Global acceptability was assessed by consumers ($n = 100$) using a nine point hedonic scale. Analysis of variance, internal preference mapping and PLS1 showed a greater acceptability for cheese with higher scores for salty, cream, sweet flavor; and crumbliness, greasiness and firmness.

Key words: raw milk, sensory, texture profile.

1. INTRODUCCIÓN

En México se produce una gran variedad de quesos genuinos artesanales, heterogéneos en calidad, generalmente elaborados con leche cruda en pequeñas y medianas empresas; en el país existen poco más de treinta quesos tradicionales distribuidos en diferentes regiones, muchos de ellos conocidos sólo a nivel regional o local (Villegas, 2004), y que compiten, en un mercado profundamente asimétrico, desventajosamente con productos de imitación, es decir, quesos extendidos y análogos (Cesín *et al.*, 2007) , generalmente elaborados en las grandes empresas nacionales o transnacionales (Cervantes *et al.*, 2010), así como con quesos importados a bajo precio (Espinosa, 2009).

Estos quesos forman parte del patrimonio cultural de los mexicanos, sin embargo se encuentran amenazados tanto por la competencia desleal de quesos de imitación, de menor precio, así como por la normatividad. Esto contribuye a la pérdida de su identidad propia, ya que es su genuinidad y tipicidad lo que hace que estos quesos artesanales sean únicos y se distingan de los producidos en otros países (Núñez, 2007).

En particular, la norma NOM-243-SSA1-2010 establece que la leche que se emplee como materia prima para la elaboración de productos lácteos debe someterse a un tratamiento térmico con un tiempo y temperatura determinados tales que garanticen su inocuidad, a excepción de la leche que se utilice para la elaboración de quesos que por

las características de éstos no pueda ser sometida a tratamiento térmico; en tal caso se debe tener implementado un sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control, conocido más bien como HACCP, por el acrónimo de su nombre en inglés (Hazard Analysis and Critical Control Points) para su proceso, conforme a lo establecido en el Apéndice A de la NOM-251-SSA1-2009.

El sistema HACCP es reconocido internacionalmente como una guía de control de riesgos para la inocuidad alimentaria; se basa en la identificación, evaluación y control de riesgos⁸ (Kafetzopoulos *et al.*, 2013) en etapas críticas del proceso, que se definen como puntos críticos de control (PCC). Este sistema se ha implementado en procesos de elaboración de quesos tradicionales, sin embargo, desde el punto de vista microbiológico parece ser más eficiente en el caso de quesos semiduros y duros, mientras que en los blandos es más difícil debido al alto contenido de agua (Arvanitoyannis y Mavropoulos, 2000).

El objetivo del estudio fue investigar las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, texturales y sensoriales del Queso Asadero de Aguascalientes, así como la composición y sanidad de la leche usada para su elaboración, con el objetivo de caracterizarlo. La caracterización de este queso, puede establecer las bases para respaldar su inocuidad, genuinidad y tipicidad.

⁸ Agente biológico, químico o físico presente en el alimento, o bien la condición en que éste se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud (NOM-251-SSA1-2009).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Muestreo

De las cuatro queserías seleccionadas se muestrearon, piezas de queso (en forma de barra) de 1 kg y 250 g de pasta después del proceso de malaxado, en ambas épocas de estudio (lluvias: septiembre, 2012, y secas: abril, 2013) de manera aleatoria. Se transportaron dentro de hieleras con geles refrigerantes hacia el lugar de análisis, en un lapso de 6 ± 1 h, a una temperatura de almacenamiento de $(6 \pm 2$ °C). Posteriormente se conservaron en refrigeración a 4 °C a fin de preservarlos para los análisis correspondientes. En ambas épocas, las pruebas microbiológicas se efectuaron en quesos de tres días después de haber sido fabricados. En los días subsecuentes se realizaron análisis de composición química (grasa, proteína, humedad, cenizas, sodio y calcio) y fisicoquímicas (pH y a_w); análisis sensorial, de color y de perfil de textura. Todos los análisis se efectuaron por triplicado.

2.2 Análisis químico proximal y fisicoquímico

Se determinaron, por triplicado, el pH y la actividad de agua (a_w); el a_w con un medidor de actividad de agua Aqualab (Decagon, WA, EE.UU) a 25 °C; y el pH del queso con un potenciómetro de penetración Hanna HI 98230 (Hanna Instruments, Italia) calibrado con

buffers de pH 4 y 7 (Sigma de México); las mediciones se realizaron a 22 °C en tres puntos del queso: la base, el centro y la superficie. Se determinaron los contenidos de: grasa (método Gerber-Van Gulik), humedad (método 926.08; AOAC, 1995), cenizas (método 935.42; AOAC, 1995), proteína (método 935; AOAC, 1995), sodio (método 935.43; AOAC, 1995), y calcio (método 991.25; AOAC, 1995).

2.3 Análisis microbiológico

Se pesaron 25 g de queso y se licuaron con 225 mL de agua peptonada (DIBICO® S.A de C.V., México) estéril al 1 % (p/v) en una licuadora Oster® modelo 450-20 (Sunbeam Mexicana, S.A. de C.V.) durante 1 min a velocidad baja y 1 min a velocidad alta. Se prepararon siete diluciones: 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} y 10^{-7} , en solución estéril de agua peptonada al 1 % (p/v) y se sembraron en placa y en tubo, dependiendo del tipo de análisis.

Las bacterias mesófilas aerobias totales se enumeraron en Agar Nutritivo (BDBioxon®, Becton Dickinson de México S.A de C.V., México), las coliformes totales en Agar Bilis Rojo-Violeta (BDBioxon®, Becton Dickinson de México S.A de C.V., México) y los coliformes fecales en Caldo Lauril Sulfato con MUG (BBL, Becton, Dickinson and Company, EUA.).

2.4 Análisis de Perfil de Textura (TPA)

De cada queso se prepararon, con un sacabocados metálico, muestras cilíndricas 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 desecado en la superficie. Se empleó el analizador de textura TA-Xt2i (Stable Micro Systems; Surrey, UK), con una celda de carga de 5 kg. Las muestras se comprimieron uniaxialmente a una deformación de 50 %, con un disco acrílico de 35 mm de diámetro (A/BE35) a velocidad pre-ensayo, ensayo y postensayo del cabezal, de 1 mm s⁻¹. A partir de las curvas de fuerza contra tiempo, se determinaron la dureza, la adhesividad, la cohesividad, el resorteo, y la masticabilidad de los quesos.

2.5 Medición de color

Se midió el color de los quesos utilizando un espectrofotómetro MiniScan 45/0 LAV (HunterLab, Hunter Associates Laboratory, EE. UU). Se obtuvieron los valores de L, a y b utilizando la escala CIELAB, con D65 como iluminante, y con un ángulo del observador de 10°, se calcularon el tono (1) y la pureza (2) del color.

$$Tono = \tan^{-1} \frac{a}{b} \text{ ----- (1)}$$

$$Pureza = \sqrt{a^2 + b^2} \text{ ----- (2)}$$

2.6 Análisis sensorial descriptivo

Ocho personas fueron seleccionadas por su habilidad sensorial para conformar un panel descriptivo del queso Asadero; los panelistas tuvieron un entrenamiento de 40 horas, en

un lapso de tres semanas, para familiarizarse con la metodología, la escala y los atributos a evaluar. Se pidió a los panelistas que describieran los quesos lo más específicamente posible y que generaran una terminología propia. Los miembros del panel evaluaron cada queso en forma individual y manifestaron los atributos identificados. Posteriormente, el líder del panel junto con los panelistas, acordaron por consenso los descriptores del queso. Las referencias fueron propuestas por los panelistas y los valores de intensidad de las mismas fueron ubicados en escalas de intervalo de 15 cm (0 = ausencia del atributo, 15 = extremadamente fuerte). De la misma manera, se acordó la metodología para evaluar cada atributo.

A cada panelista y de forma aleatoria, se ofrecieron cubos de queso, de dimensiones aproximadas de 1.5 x 2.0 x 1.0 cm, a temperatura de 16 ± 2 °C, en vasos de plástico, codificados con números aleatorios de tres dígitos. Los atributos de apariencia, 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 atributos de sabor, aroma y textura generados por el panel. Los quesos se evaluaron por un periodo de tres días. Las evaluaciones se condujeron en un laboratorio de evaluación sensorial con cabinas individuales e iluminadas con luz de día. Los panelista siempre tuvieron disponibles agua para enjuague y referencias para los atributos a evaluar.

2.7 Evaluación con consumidores

Se efectuó una prueba de aceptación de los quesos después de una semana de haber realizado el análisis descriptivo. La prueba se condujo con un grupo de consumidores ($n = 100$) conformado por estudiantes y personal administrativo de la Universidad Autónoma de Chapingo, 45 de los cuales fueron mujeres y 55 hombres, entre los 16 y 63 años de edad. Los quesos se cortaron prismas rectangulares de aproximadamente 2 x 1 x 1 cm y se presentaron en orden aleatorio y balanceado en vasos de plástico codificados con números aleatorios de 3 dígitos. Las muestras se presentaron en forma monádica y fueron evaluadas para aceptación global utilizando una escala hedónica de 9 puntos, en la que 1 = disgusta extremadamente y 9 = gusta extremadamente.

2.8 Análisis estadístico

2.8.1 Análisis de datos composicionales, fisicoquímicos, microbiológicos y de perfil de textura

Se realizó un análisis de varianza utilizando un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4 x 2 (factor A: quesería y factor B: época del año en la que se produjo el queso) con tres repeticiones de cada tratamiento. El factor quesería representó en el queso el efecto del proceso de elaboración adoptado en cada unidad de producción sobre sus propiedades. El factor época representó el efecto de la composición de la leche sobre las propiedades del queso en cada época.

Para las variables composicionales, fisicoquímicas, microbiológicas y de perfil de textura del queso (grasa, ceniza, humedad, proteína, sodio, calcio, pH, a_w , cuenta de mesófilos aerobios totales, coliformes totales y fecales, dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad y masticabilidad) se utilizó el modelo lineal: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$. Donde μ fue la media poblacional observada, α_i el principal a nivel i del factor A (tratamiento), β_j es el efecto principal a nivel j del factor B (época), $\alpha\beta_{ij}$ es el efecto de la interacción a nivel i del factor A y el efecto principal a nivel j del factor B (Cochran y Cox, 2008).

Se usó la prueba de medias corregidas por mínimos cuadrados (LSMEANS) para la comparación de medias y para identificar diferencias estadísticas ($p < 0.05$). Los datos se analizaron con el paquete de programas SAS versión 9.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC).

2.8.2 Análisis de datos sensoriales

Se empleó un diseño de bloques al azar balanceado, con un arreglo en parcela dividida, donde la parcela mayor fueron los quesos, la parcela menor los panelistas, las repeticiones se consideraron como bloques y se evaluó la interacción panelista*tratamiento. Las separaciones de medias se realizaron mediante procedimientos de Diferencia Mínima Significativa (DMS), y el monitoreo de los panelistas (Kwan y Kowalski, 1980), mediante el análisis de componentes principales (ACP) con el programa SAS versión 9.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC).

En la prueba afectiva se utilizó un diseño de bloques completos al azar, donde los bloques fueron los consumidores, y se efectuó un análisis de varianza con separaciones de medias mediante DMS.

Se elaboraron mapas de preferencia interno con las medias de los datos sensoriales. Se utilizó una Regresión de Cuadrados Mínimos Parciales (PLS) tipo 1 (que asocia un conjunto de datos con una variable respuesta) con validación cruzada para analizar la aceptabilidad de los consumidores, en relación con los datos descriptivos. Ambos análisis, el mapa de preferencia interno y el PLS1, se llevaron a cabo con el programa The Unscrambler version 9.2 (Camo Process AS, Oslo, Norway).

2.8.3 Relaciones entre variables

Para establecer las relaciones entre las variables fisicoquímicas del queso con las variables descriptivas generadas por los panelistas, se realizó una Regresión de Cuadrados Mínimos Parciales (PLS) tipo 2 (que asocia un conjunto de datos con un conjunto de variable respuesta), para explicar las variaciones en las medidas de las variables dependientes a través de las variaciones de las medidas de las variables independientes, éste se llevó a cabo con el programa The Unscrambler version 9.2 (Camo Process AS, Oslo, Norway).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de la leche

3.1.1 Análisis fisicoquímico

En leche cruda para proceso, la época de producción fue significativa ($p < 0.05$) para grasa, proteína, sólidos no grasos y pH; la quesería lo fue para grasa, proteína, sólidos no grasos, densidad y pH. La interacción entre ambos factores tuvo efecto significativo para las cinco variables (ver Anexo IV).

Considerando lo estipulado en la NMX-F-700-COFOCALEC-2004, las leches que se emplean en la elaboración de Queso Asadero de Aguascalientes en las cuatro queserías (Cuadro 1), se clasifican tanto para el contenido de grasa como para el de proteína como clase A (> 32 y $> 32 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente). Los mayores contenidos de grasa en leche lo presentaron, la quesería A en época de lluvias y las B y D en la de secas. Respecto al contenido de proteína en leche, éste se encontró en un intervalo entre 3.35 y 3.14 %, la quesería A tuvo el mayor contenido en época de secas; el menor valor lo tuvo la leche de la quesería C en la misma época.

En las cuatro queserías, las leches sobrepasan la densidad mínima ($1.0295 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ a 15°C) que indica la NMX-F-700-COFOCALEC-2004, así como el porcentaje mínimo de SNG ($83 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$) con excepción de la quesería C en época de secas. Los mayores valores de SNG fueron en las queserías, A en secas y B en lluvias (sin diferencia estadística).

respecto a D). Los mayores valores de densidad fueron para A y B, en secas y lluvias, respectivamente.

En época de lluvias el pH de la leche de la quesería A fue mayor al de las demás, sin diferencia estadística con C. En secas, la quesería C tuvo mayor valor; el pH está dentro del intervalo de una leche de vaca sana (6.6 a 6.7), de acuerdo con Tamime (2009).

Las variables no muestran una tendencia respecto a la época de estudio, lo cual puede deberse al tipo de sistema de producción, estabulado o mixto, en el que se controla de mejor manera la dieta del ganado.

Cuadro 1. Características de la leche cruda* para la elaboración de Queso Asadero de Aguascalientes, por quesería y época del año, (promedio $\pm$ desviación estándar).

Época	Quesería	Grasa (%)	Proteína (%)	Sólidos no grasos ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	Densidad ($\text{gm} \cdot \text{L}^{-1}$)	pH
Lluvias	A	$3.56_{\text{b}} \pm 0.05$	$3.24_{\text{c}} \pm 0.03$	$8.43_{\text{cd}} \pm 0.09$	$1.0305_{\text{ef}} \pm 0.00$	$6.85_{\text{a}} \pm 0.02$
	B	$3.32_{\text{de}} \pm 0.00$	$3.30_{\text{b}} \pm 0.01$	$8.60_{\text{b}} \pm 0.01$	$1.0314_{\text{b}} \pm 0.00$	$6.57_{\text{cd}} \pm 0.03$
	C	$3.35_{\text{d}} \pm 0.03$	$3.21_{\text{d}} \pm 0.03$	$8.35_{\text{d}} \pm 0.08$	$1.0304_{\text{f}} \pm 0.00$	$6.80_{\text{ab}} \pm 0.02$
	D	$3.62_{\text{a}} \pm 0.01$	$3.32_{\text{ab}} \pm 0.01$	$8.66_{\text{ab}} \pm 0.01$	$1.0314_{\text{c}} \pm 0.00$	$6.74_{\text{b}} \pm 0.02$
Secas	A	$3.28_{\text{e}} \pm 0.01$	$3.35_{\text{a}} \pm 0.01$	$8.73_{\text{a}} \pm 0.04$	$1.0320_{\text{a}} \pm 0.00$	$6.38_{\text{f}} \pm 0.08$
	B	$3.47_{\text{c}} \pm 0.02$	$3.25_{\text{c}} \pm 0.01$	$8.46_{\text{c}} \pm 0.03$	$1.0307_{\text{de}} \pm 0.00$	$6.47_{\text{e}} \pm 0.07$
	C	$3.21_{\text{f}} \pm 0.03$	$3.14_{\text{e}} \pm 0.01$	$8.17_{\text{e}} \pm 0.01$	$1.0298_{\text{g}} \pm 0.00$	$6.58_{\text{c}} \pm 0.04$
	D	$3.43_{\text{c}} \pm 0.02$	$3.26_{\text{c}} \pm 0.01$	$8.47_{\text{c}} \pm 0.02$	$1.0308_{\text{d}} \pm 0.00$	$6.51_{\text{de}} \pm 0.01$
Especificación de la NMX-700		3.0, 3.1, >3.2	28 a 29.9, 30 a 30.9 > 3	≥ 8.3	≥ 1.0295	NA ¹

¹No especificado en la norma.

* Muestreada en las tinas de cuajado de las queserías (antes del proceso).

Columnas con subíndices diferentes (a, b, c...) indica diferencia estadística.

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

3.1.2 Análisis sanitario

En la leche, tanto la época de producción como la quesería tuvieron efecto significativo ($p < 0.05$) para mesófilos aerobios totales, contenido de células somáticas y acidez titulable. La interacción entre ambos factores tuvo efecto significativo para las tres variables (Anexo IV).

En el Cuadro 2 se observan las cuentas de bacterias mesófilas aerobias totales en leche cruda con la que se elabora el queso asadero. Los mayores valores los tuvieron las leches de las queserías B y D, en secas y lluvias, respectivamente. Las leches de las queserías B, C y D tuvieron la menor calidad respecto a este atributo, que de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004, no alcanzan ni la clase 4 (5.8 a $6.1 \log_{10} \text{UFCmL}^{-1}$); sin embargo, la leche de la quesería A sí entra en la categoría de clase 2 (5 a $5.5 \log_{10} \text{UFCmL}^{-1}$), en época de secas.

Empero, de acuerdo a la misma norma, todas las leches muestreadas se consideraron dentro de la clase 1 ($\leq 400\,000$) en el conteo de células somáticas (CCS); las queserías B y A tuvieron mayor valor en época de lluvias mientras que en secas la quesería A tuvo el mayor valor.

Los valores de acidez titulable de las leches de las queserías B fueron los mayores en ambas épocas de estudio. Sólo la quesería A, en época de lluvias, cumple con la acidez como ácido láctico de la leche, estipulada en la norma mencionada (1.3 a 1.6 g L^{-1}). La acidez en general es alta, esto se debe a que la leche que se recibe en la quesería para la

elaboración de Queso Asadero es del ordeño vespertino del día anterior y es conservada por el productor primario generalmente a temperatura ambiente; en el caso de la quesería A, se recibe la leche el mismo día de la ordeña y se mantiene en tanque de refrigeración durante la noche, para ser procesada al día siguiente.

De los tres parámetros sanitarios estudiados, las leches sólo cumplen con la especificación de CCS de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004; la quesería A cumple parcialmente los otros dos atributos: mesófilos aerobios totales en secas y acidez en lluvias.

Cuadro 2. Propiedades sanitarias de leche cruda* empleada para la elaboración de Queso Asadero de Aguascalientes, por quesería y época del año (promedio $\pm$ desviación estándar).

Época	Quesería	Mesófilo aerobios totales ($\log_{10}$ UFCmL ⁻¹)	Conteo de células somática (CCS mL ⁻¹)	Acidez titulable ¹
Lluvias	A	7.81 _f $\pm$ 0.03	666666.67 _a $\pm$ 144337.57	15.00 _g $\pm$ 0.00
	B	7.98 _e $\pm$ 0.03	750000 _a $\pm$ 0.0	20.83 _b $\pm$ 0.29
	C	7.90 _e $\pm$ 0.04	500000 _b $\pm$ 0.0	16.17 _f $\pm$ 0.76
	D	8.08 _d $\pm$ 0.03	500000 _b $\pm$ 0.0	20.00 _c $\pm$ 0.00
Secas	A	5.87 _g $\pm$ 0.04	250000 _c $\pm$ 0.0	18.00 _e $\pm$ 0.00
	B	8.92 _a $\pm$ 0.08	750 _d $\pm$ 0.0	24.33 _a $\pm$ 0.58
	C	8.72 _c $\pm$ 0.03	666.67 _d $\pm$ 144.34	19.67 _c $\pm$ 0.58
	D	8.81 _b $\pm$ 0.06	583.33 _d $\pm$ 144.34	19.00 _d $\pm$ 0.00
Límite de la NMX-		≤ 6.1	$\leq 1\ 000\ 000$	16
700				

¹mg de ácido láctico mL⁻¹ de leche.

* Muestreada en las tinas de cuajado de las queserías (antes del proceso).

Columnas con superíndices diferentes (a, b, c...) indica diferencia estadística.

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

En el Cuadro 3 se muestran las características globales de la leche de mezcla muestreada en las queserías.

Cuadro 3. Calidad fisicoquímica y sanitaria de la leche de mezcla muestreada en las queserías (promedio $\pm$ desviación estándar, $n = 4$, 2 épocas).

Propiedad	Promedio
Grasa (%)	3.41 ± 0.14
Proteína (%)	3.26 ± 0.06
Sólidos no grasos ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	8.48 ± 0.18
Densidad ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	1.0309 ± 0.0007
pH	6.61 ± 0.16
Mesófilos aerobios totales ($\log_{10}\text{UFC} \cdot \text{mL}^{-1}$)	8.01 ± 0.93
Conteo de células somáticas (miles de células $\cdot \text{mL}^{-1}$)	344 ± 310
Acidez	19.13 ± 2.77

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

3.2 Análisis del queso

3.2.1 Análisis químico proximal

De acuerdo con la NMX-F-713-COFOCALEC-2005, el queso Asadero de Aguascalientes (Cuadro 4) cumple con la especificación mínima de proteína (10 %) y la máxima de humedad (80 %), además se clasifica como un queso blando (porcentaje de humedad sin materia grasa entre 54 y 63 %) y semigraso (25 a 45 % de grasa).

Cuadro 4. Propiedades composicionales y fisicoquímicas del Queso Asadero de Aguascalientes (promedio $\pm$ desviación estándar, n = 8, 2 épocas).

Propiedad	Promedio
Humedad (%)	51.24 $\pm$ 4.26
Grasa (%)	28.02 $\pm$ 6.07
Proteína (%)	21.20 $\pm$ 1.52
Cenizas (%)	4.38 $\pm$ 0.35
Sodio (%)	0.78 $\pm$ 0.11
Calcio (%)	0.61 $\pm$ 0.10
Actividad de agua (a_w)	0.975 $\pm$ 0.007
pH	6.48 $\pm$ 0.45

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

La época de producción fue significativa ($p < 0.05$) para grasa, proteína, cenizas, sodio y pH; y el factor quesería para humedad, grasa, proteína, cenizas, sodio, calcio, y pH. La interacción entre ambos factores tuvo efecto significativo para todas las variables, excepto para calcio (Anexo IV).

Los quesos de las cuatro queserías (Cuadro 5), por el contenido de humedad (mayor de 40 %), entran en la clasificación de quesos blandos, de acuerdo con Fox *et al.* (2004). El queso de la quesería B fue el que tuvo los mayores contenidos de humedad en ambas épocas de estudio, aunque en secas no mostró diferencia estadística respecto al queso de la C.

En general, los quesos se clasificaron, de acuerdo a la norma NMX-F-713-COFOCALEC-2005, como semigrasos (25 a 45 % de grasa), a excepción de los quesos D y B en época de lluvias, los cuales entran en la clasificación de bajo en grasa (10 a 25 %). Los menores contenidos de grasa lo presentaron los quesos provenientes de las queserías D y B en época de secas, mientras que en lluvias el menor lo tuvo el de la

quesería D. El contenido de grasa en base seca, en tres de ocho quesos se encontró dentro del intervalo (46.7 a $55.5 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) reportado para Queso Oaxaca por Morales *et al.* (2012), y en el resto de los casos, los valores fueron superiores, esto puede deberse a que la grasa en el Queso Asadero se encuentra dispersa más uniformemente, por la adición del citrato de sodio.

El contenido de proteína se encontró en un intervalo de 22.63 a 16.5% , tal contenido proteico en quesos de las queserías A y B fue mayor que los de C y D en época de lluvias, mientras que en época de secas los quesos A y D presentaron el mayor y el menor contenido de proteína, respectivamente; El contenido de proteína en base seca, en todos los quesos fue inferior al menor valor ($44.7 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) reportado para queso Oaxaca por Morales *et al.* (2012).

Cuadro 5. Propiedades composicionales y fisicoquímicas del Queso Asadero de Aguascalientes, por quesería y época del año, (promedio $\pm$ desviación estándar).

Época	Quesería	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Cenizas (%)	Sodio
Lluvias	A	43.03 _f $\pm$ 1.69	30.17 _{ab} $\pm$ 2.02	22.63 _a $\pm$ 0.65	4.74 _{ab} $\pm$ 0.20	0.55 _d $\pm$ 0.02
	B	51.56 _{cd} $\pm$ 0.60	23.17 _c $\pm$ 4.91	19.91 _b $\pm$ 0.75	4.62 _b $\pm$ 0.07	0.77 _{bc} $\pm$ 0.08
	C	51.81 _{cd} $\pm$ 1.02	28.67 _b $\pm$ 2.75	19.00 _b $\pm$ 0.65	4.16 _d $\pm$ 0.10	0.72 _c $\pm$ 0.05
	D	58.03 _a $\pm$ 1.14	19.83 _c $\pm$ 5.01	17.08 _c $\pm$ 1.37	4.37 _c $\pm$ 0.12	0.79 _{bc} $\pm$ 0.04
Secas	A	50.54 _d $\pm$ 0.30	32.00 _{ab} $\pm$ 2.00	19.77 _b $\pm$ 0.35	4.28 _{cd} $\pm$ 0.02	0.84 _b $\pm$ 0.04
	B	47.98 _e $\pm$ 0.10	34.33 _a $\pm$ 0.76	19.92 _b $\pm$ 0.07	3.71 _e $\pm$ 0.02	0.82 _b $\pm$ 0.02
	C	52.94 _{bc} $\pm$ 0.15	31.33 _{ab} $\pm$ 1.15	17.37 _c $\pm$ 0.18	4.35 _c $\pm$ 0.05	0.78 _{bc} $\pm$ 0.04
	D	54.00 _b $\pm$ 0.44	29.00 _b $\pm$ 1.00	16.50 _c $\pm$ 0.13	4.84 _a $\pm$ 0.05	0.95 _a $\pm$ 0.02

Columnas con subíndices diferentes (a, b, c...) indica diferencia estadística.

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

El mayor contenido de cenizas se encontró en el queso proveniente de la quesería D en época de secas (equivalente a 4.84 %), sin diferencia estadística respecto al de la quesería A en lluvias; el menor contenido lo presentó el queso de la B en secas (3.71%). En ambas épocas, el mayor contenido de calcio (Cuadro 6) lo tuvieron los quesos A, pero sin diferencia estadística con los D; aunque el contenido de calcio fue más alto en época de lluvias, no se observó diferencia estadística respecto a secas. Ambos contenidos, tanto de calcio como de cenizas, fueron menores a los reportados en queso Añejo de Zacazonapan (Hernández *et al.*, 2010), pero dentro del intervalo reportado para ambos parámetros en Queso Adobera de Jalisco (Sánchez, 2012).

El mayor contenido de sodio lo presentó el queso de la quesería D, en época de secas correspondiente a 0.95 %, mientras que el menor contenido lo tuvo el queso de C, en lluvias, con un promedio de 0.72 %. El sodio proviene tanto del cloruro como del citrato de sodio utilizados como insumos en el proceso de elaboración.

Cuadro 6. Contenido de calcio en el Queso Asadero de Aguascalientes, por quesería y época del año, (promedio $\pm$ desviación estándar).

Quesería	Calcio (%)	
	Lluvias	Secas
A	0.71 $\pm$ 0.09 ^{ax}	0.69 $\pm$ 0.10 ^{ax}
B	0.52 $\pm$ 0.09 ^{cx}	0.51 $\pm$ 0.10 ^{bx}
C	0.59 $\pm$ 0.06 ^{cx}	0.58 $\pm$ 0.05 ^{bx}
D	0.62 $\pm$ 0.04 ^{bcx}	0.61 $\pm$ 0.05 ^{abx}

Filas con subíndices diferentes (x, y) indica diferencia estadística.

Columna con subíndices diferentes (a, b, c...) indica diferencia estadística.

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

Tanto la actividad de agua como el pH fueron altos en todos los quesos estudiados. El a_w en los quesos de las queserías C y B en época de secas tuvieron el mayor y menor valor, respectivamente (Cuadro 7). El pH se encontró en un intervalo de 6.96 a 5.57; el menor valor correspondió al queso B en época de secas. El pH de la pasta es alto, cercano a la neutralidad y puede deberse a que la acción de bacterias lácticas es baja, por haber fermentado poco, antes del proceso de cuajado. La adición de citrato de sodio en el proceso de malaxado para obtener la textura característica del queso, puede ser la causa de una retención de humedad que se refleja en la alta actividad del agua (a_w).

Cuadro 7. Actividad de agua y pH del Queso Asadero de Aguascalientes, por quesería y época del año, (promedio $\pm$ desviación estándar).

Época	Quesería	Actividad de agua (a_w)	pH
Lluvias	A	0.975 _{abc} $\pm$ 0.004	6.96 _a $\pm$ 0.098
	B	0.978 _{ab} $\pm$ 0.004	6.78 _{ab} $\pm$ 0.198
	C	0.970 _{bc} $\pm$ 0.012	6.68 _{bc} $\pm$ 0.267
	D	0.977 _{ab} $\pm$ 0.005	6.93 _a $\pm$ 0.068
Secas	A	0.980 _{ab} $\pm$ 0.008	6.21 _e $\pm$ 0.015
	B	0.966 _c $\pm$ 0.002	5.57 _f $\pm$ 0.017
	C	0.983 _a $\pm$ 0.003	6.29 _{de} $\pm$ 0.038
	D	0.970 _{bc} $\pm$ 0.002	6.46 _{cd} $\pm$ 0.030

Columnas con subíndices diferentes (a, b, c...) indica diferencia estadística.

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

Aunque la leche de la quesería D no fue la de menor proteína ni de grasa, el queso D tuvo bajo contenido de ambas, lo cual puede deberse a la alta humedad que presentó; la alta humedad también concuerda con altos valores de ceniza y sodio (en época de secas), que podrían provenir del citrato de sodio adicionado, el cual provoca mayor retención de

humedad. Caso contrario pudo haber ocurrido en el queso A el cual (en época de lluvias) tuvo los menores valores en sodio y humedad, y el mayor en proteína.

3.2.2 Análisis microbiológico

En el queso, la época de producción fue significativa ($p < 0.05$) para mesófilos aerobios totales y coliformes totales; y la quesería fue significativa para coliformes totales. En la pasta, tanto la época de producción época de producción, como la quesería fueron significativos ($p < 0.05$) para mesófilos aerobios totales y coliformes totales. La interacción época*quesería tuvo efecto significativo para las dos variables, tanto en pasta como en el queso final (ver Anexo IV). En el Cuadro 8 se muestra la microbiología del Asadero de manera global

Cuadro 8. Microbiología del Queso Asadero de Aguascalientes ($n = 4$, dos épocas; promedio y desviación estándar).

	Mesófilos aerobios totales ($\log_{10}\text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$)	Coliformes totales ($\text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$)	Coliformes fecales ($\text{NMP} \cdot \text{g}^{-1}$)
Queso	6.26 ± 1.53	4670.4 ± 15926.5	< 3
Pasta antes del moldeado	4.05 ± 1.6	1.67 ± 4.7	< 3

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales

El contenido de mesófilos aerobios totales en la pasta, después del malaxado (Cuadro 8), tuvo valores altos en los quesos A y C en secas y A en lluvias; los menores contenidos los presentaron los B y D en época de lluvias. El contenido de coliformes fue nulo, a excepción de la quesería A, en época de secas; sin embargo, ambos indicadores fueron, en general, menores en la pasta después del malaxado que en el

queso terminado, lo cual indica que en las etapas posteriores al malaxado ocurre una recontaminación o desarrollo de microorganismos, esto puede deberse a factores como el contacto con recipientes en los que se transporta la pasta hacia el área de moldeado, mesas de moldeado, cuchillos, moldes, balanzas, charolas, el personal y el aire de la quesería.

Lo anterior puede explicarse por ser un proceso semi-artesanal, en el que el moldeado de la pasta es manual; además, las piezas de queso se introducen a los refrigeradores sin haber sido empacada, por lo que este proceso el empaque no puede funcionar como una barrera de protección, y finalmente el empacado es manual y bajo un sistema que no garantiza la no contaminación (película plástica autohaderente). Además, el personal no cuenta con las condiciones adecuadas de vestimenta, para disminuir el riesgo de contaminación.

Por lo anterior, la etapa de malaxado puede considerarse como un Punto Crítico de Control (PCC), que se define como la fase en la que puede aplicarse un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos, o para reducirlo a un nivel aceptable (NOM-251-SSA1-2009). Sin embargo, si se quisiera implementar un sistema de vigilancia de dicho PCC, se requeriría de alta inversión, tanto para la adopción tecnológica, como para la capacitación del personal, pero se podría empezar con la adopción de medidas necesarias para prevenir la contaminación, como las prácticas de higiene establecidas en la norma mencionada.

La cuenta de bacterias mesófilas aerobias totales del queso se encontró del orden de 6.26 ciclos logarítmicos (base 10); en promedio, los menores valores se encontraron en época de lluvias en los quesos de las queserías C y B (Cuadro 9). La NOM-243-SSA1-2010, para queso, no establece un límite en cuanto a la cantidad de bacterias mesófilas, esto puede ser debido a que en la leche las bacterias lácticas (BAL) pertenecientes a este grupo son flora natural y elevan la cuenta de microorganismos, sin que esto signifique que el producto sea de mala calidad.

Cuadro 9. Cuenta de mesófilos aerobios totales de la pasta antes de moldear y del Queso Asadero de Aguascalientes terminado, por quesería y época del año (promedio y desviación estándar).

Epoca	Quesería	Mesófilos aerobios totales (log10UFCg-1)	
		Pasta ¹	Queso ²
Lluvias	A	4.57 _b ± 0.03	6.30 _{bc} ± 0.45
	B	2.55 _f ± 0.1	4.99 _{cd} ± 1.92
	C	3.69 _d ± 0.09	3.85 _d ± 0.89
	D	2.53 _f ± 0.1	6.79 _{ab} ± 0.074
Secas	A	6.31 _a ± 0.03	7.98 _a ± 0.313
	B	3.47 _e ± 0.05	6.69 _{ab} ± 0.795
	C	6.19 _a ± 0.06	7.97 _a ± 0.307
	D	4.02 _c ± 0.06	5.55 _{bc} ± 0.014

¹ Pasta después del proceso de malaxado.

² Queso listo para el consumo.

Columna con subíndices diferentes (a, b, c...) indica diferencia estadística.

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

En los quesos frescos elaborados a partir de leche cruda, el punto crítico para obtener un producto con calidad sanitaria aceptable es la producción de leche cruda inocua (Arvanitoyannis y Mavropoulos, 2000); sin embargo, en el caso del Queso Asadero se tiene la ventaja de que el proceso en sí, implica un tratamiento térmico severo de la

pasta. En otros quesos filata se ha encontrado que el contenido de microorganismos indeseables decrecen en número con la etapa de termoplastificación, por ejemplo en mozzarella (Raimundo *et al.*, 2013) y en Caciocavallo (Settanni *et al.*, 2012), lo cual puede ser un punto a favor en quesos filata que son elaborados con leche cruda y por métodos artesanales.

No hubo diferencia estadística en las cuentas de coliformes totales entre queserías, en las dos épocas, a excepción del queso A en época de secas, que tuvo el mayor valor respecto a los demás. (Cuadro 10). En las queserías C y D los conteos de coliformes totales cumplen con la NOM-243-SSA1-2010, que establece el límite $\leq 100 \text{ UFC} \cdot \text{g}^{-1}$; las otras dos queserías cumplen parcialmente, A en lluvias y B en secas. A pesar de haberse encontrado coliformes totales en los quesos, no se detectaron coliformes fecales en ninguno de los casos, por lo que las cuatro queserías cumplen con la misma norma, que establece el límite en $100 \text{ UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ de *Escherichia coli* para quesos frescos. Esto resulta interesante por ser el Queso Asadero elaborado con leche cruda, y de mas bien mediocre calidad sanitaria.

A pesar de que no se determinaron bacterias patógenas, la ausencia de coliformes fecales puede ser un indicador de inocuidad microbiológica de este Queso Asadero. Aunque la presencia de coliformes fecales no garantiza la presencia de patógenos, como mostraron Mucchetti *et al.* (2009) quienes en el queso italiano tradicional, Pannerone, encontraron elevadas valores tanto de coliformes totales como de *E. coli*, pero ausencia de patógenos. Incluso en este queso la presencia de coliformes se consideró importante para

impartir las características sensoriales en dicho queso, debido a su capacidad de producción de gas y componentes aromáticos tales como ácidos, fórmico y acético.

En quesos como el Chihuahua y el queso fresco mexicano, también se ha evidenciado la presencia de *Enterococcus faecalis* y *Enterococcus faecium* (ambas enterobacterias), respectivamente, como desarrolladores de características asociadas al producto tradicional (Renyé *et al.*, 2008 y Renyé *et al.*, 2011).

A pesar de ser un queso elaborado a partir de leche cruda, el proceso de malaxado en el Queso Asadero de Aguascalientes logra que éste cumpla con lo especificado, por ejemplo, según el Código Federal de Regulación (de EUA) para quesos procesados: una temperatura mínima de 65.5 °C por 30 segundos (FDA, 2006). En este Asadero, el calentamiento se realiza en promedio durante 52 minutos y se alcanzan temperaturas promedio de 72 °C, por lo que puede ser equiparable a una sobrepasteurización de la pasta; por ello puede afirmarse que ésta resulta inocua, aunque pueda contaminarse post-tratamiento térmico.

La NOM-243-SSA1-2010 establece que la leche para quesería debe someterse a un tratamiento térmico que garantice su inocuidad, o bien, implementar un plan HACCP. Sin embargo, en la práctica, lo primero no excluye lo segundo ya que, además de la pasteurización, se debe poner especial atención en la higiene de las subsiguientes etapas, ya que aun en producciones de escala industrial, sin conservadores y con leche pasteurizada, se han encontrado *E. coli* y *S. aureus*, como en el queso Chihuahua (Renyé *et al.*, 2011), así como cuentas altas de bacterias aerobias ($\log_{10}$ 6.4 a 8.5), e indicadores

de contaminación (*Entobacteriaceae*, mohos y levaduras), en los quesos frescos Panela, cottage y Oaxaca elaborados en México (Saxer *et al.*, 2013). Debido a esto, la industria hace uso de conservadores; los más comúnmente empleados son ácido sórbico, natamicina (también llamada pimaricina), lisozima y ácido benzoico (Guarino *et al.*, 2011).

Cuadro 10. Conteos de coliformes totales y fecales de la pasta antes de moldear y del Queso Asadero de Aguascalientes terminado: por quesería y época del año (promedio $\pm$ desviación estándar).

Epoca	Quesería	Coliformes totales (UFC $\cdot$ g ⁻¹)		
		Pasta ¹	Queso ²	Especificación NOM-251
Luvias	A	0.00 _b $\pm$ 0.00	34.67 _b $\pm$ 33.6	≤ 100 UFCg ⁻¹
	B	0.00 _b $\pm$ 0.00	464.33 _b $\pm$ 365.9	
	C	0.00 _b $\pm$ 0.00	0.00 _b $\pm$ 0.00	
	D	0.00 _b $\pm$ 0.00	47.67 _b $\pm$ 71.6	
Secas	A	12.66 _a $\pm$ 1.53	52444.33 _a $\pm$ 16338	≤ 100 UFCg ⁻¹
	B	0.00 _b $\pm$ 0.00	94.33 _b $\pm$ 100.1	
	C	0.00 _b $\pm$ 0.00	47.67 _b $\pm$ 49.9	
	D	0.00 _b $\pm$ 0.00	6.67 _b $\pm$ 3.3	

		Coliformes fecales (NMPg ⁻¹)		
		Pasta ¹	Queso ²	Especificación NOM-243
Luvias	A	< 3	< 3	≤ 100 UFCg ⁻¹
	B	< 3	< 3	
	C	< 3	< 3	
	D	< 3	< 3	
Secas	A	< 3	< 3	≤ 100 UFCg ⁻¹
	B	< 3	< 3	
	C	< 3	< 3	
	D	< 3	< 3	

¹ Pasta después del proceso de malaxado.

² Queso listo para el consumo.

Columna con subíndices diferentes (a, b, c...) indica diferencia estadística.

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

3.2.3 Análisis de Perfil de Textura

En el Asadero, la época de producción fue significativa ($p < 0.05$) para firmeza, adhesividad, cohesividad, resorteo y masticabilidad; y la quesería lo fue para firmeza, adhesividad, cohesividad y masticabilidad. La interacción época*quesería tuvo efecto significativo para las variables firmeza, resorteo y masticabilidad (ver Anexo IV). En el Cuadro 11 se muestran las características texturales globales del Queso.

Cuadro 11. Propiedades texturales del Queso Asadero de Aguascalientes ($n = 4$, 2 épocas; promedio y desviación estándar).

Propiedad	Valor
Firmeza (g)	429.05 ± 236.76
Cohesividad	0.61 ± 0.04
Adhesividad(mm^2)	-0.11 ± 0.06
Resorteo (mm)	0.75 ± 0.07
Masticabilidad ($\text{g} \cdot \text{mm}$)	203.4 ± 129.7

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

En el Cuadro 12 se muestran los valores de firmeza (dureza), masticabilidad y resorteo (elasticidad) por quesería. La mayor firmeza (dureza) la mostró el queso A en lluvias, los demás valores formaron dos grupos: B y C en lluvias para firmeza intermedia, y el resto para baja firmeza (Cuadro 19). El queso A en lluvias también tuvo el mayor valor en masticabilidad, en secas no tal atributo no mostró diferencia estadística entre queserías.

En resorteo (elasticidad) se encontró en un intervalo de 0.88 a 0.69, el mayor valor se presentó en el queso de la quesería A en época de lluvias. El bajo resorteo en el queso D,

aunque sin diferencia significativa, pudo deberse a que fue el queso que tuvo el menor contenido de grasa, lo cual coincide a la relación descrita por Valle *et al.* (2004), quienes mencionan que el resorteo disminuye con el descenso del nivel de grasa. Por otra parte, el queso A tuvo alto contenido de grasa y alto resorteo, lo cual concuerda con Brighenti *et al.* (2008) quienes encontraron diferencia significativa en las propiedades texturales de quesos con diferentes niveles de grasa.

Cuadro 12. Firmeza, reosorteo y masticabilidad del perfil de textura del Queso Asadero de Aguascalientes, (por quesería y época del año; promedio y desviación estándar).

Época	Quesería	Firmeza (g)	Resorteo (mm)	Masticabilidad (g·mm)
Lluvias	A	870.67 _a ± 59.86	0.88 _a ± 0.002	451.94 _a ± 27.98
	B	658.06 _b ± 195.88	0.79 _b ± 0.082	332.27 _b ± 107.38
	C	533.92 _b ± 118.86	0.78 _b ± 0.052	241.76 _c ± 77.77
	D	262.24 _c ± 89.02	0.72 _{bc} ± 0.087	104.29 _d ± 18.79
Secas	A	285.33 _c ± 21.28	0.68 _c ± 0.024	115.00 _d ± 14.40
	B	244.92 _c ± 49.11	0.74 _{bc} ± 0.011	120.88 _d ± 24.58
	C	261.02 _c ± 70.26	0.75 _{bc} ± 0.025	130.98 _d ± 38.61
	D	316.20 _c ± 10.09	0.69 _c ± 0.020	130.08 _d ± 8.29

Columna con subíndices diferentes (a, b, c...) indica diferencia estadística.
Fuente: Elaboración propia con datos experimentales

En lluvias, los quesos C y D fueron menos adhesivos con respecto a los A y B, sin diferencia estadística entre los segundos (Cuadro 13). En secas los quesos menos y más cohesivos, fueron A y D, B y C, respectivamente. La adhesividad no mostró diferencia entre épocas, pero si entre queserías; los quesos más adhesivos fueron, A y D en secas y D en lluvias, y los menos adhesivos, A y C en lluvias y B y C en secas.

Cuadro 13. Adhesividad y cohesividad del análisis de perfil de textura del Queso Asadero de Aguascalientes, por quesería y época del año, (promedio $\pm$ desviación estándar).

Quesería	Adhesividad (mm ²)	
	Lluvias	Secas
A	-0.06 $\pm$ 0.007 ^{abx}	-0.13 $\pm$ 0.042 ^{abx}
B	-0.12 $\pm$ 0.068 ^{bx}	-0.07 $\pm$ 0.031 ^{ax}
C	-0.05 $\pm$ 0.008 ^{ax}	-0.08 $\pm$ 0.011 ^{ax}
D	-0.22 $\pm$ 0.069 ^{cx}	-0.17 $\pm$ 0.030 ^{bx}

	Cohesividad	
	Lluvias	Secas
A	-0.06 $\pm$ 0.007 ^{abx}	-0.13 $\pm$ 0.042 ^{abx}
B	-0.12 $\pm$ 0.068 ^{bx}	-0.07 $\pm$ 0.031 ^{ax}
C	-0.05 $\pm$ 0.008 ^{ax}	-0.08 $\pm$ 0.011 ^{ax}
D	-0.22 $\pm$ 0.069 ^{cx}	-0.17 $\pm$ 0.030 ^{bx}

Filas con subíndices diferentes (x, y) indica diferencia estadística.

Columna con subíndices diferentes (a, b, c) indica diferencia estadística.

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales

3.2.4 Color

El Cuadro 14 detalla las características de color; los valores de tono variaron de 82.39 a 84.67 grados, lo cual indica aproximación al amarillo (90 °), los tonos se ubicaron en el primer cuadrante de la escala CIELAB, por lo que existe una tendencia al naranja, color que no es perceptible debido a la alta luminosidad y a la poca pureza o saturación de color. Esto se debe a que los quesos con alto contenido de humedad, como el Asadero, de acuerdo a Álvarez *et al.* (2007), tienden a ser más luminosos y menos saturados. El queso más luminoso (D) corresponde al de mayor humedad. En cuanto a pureza, los quesos A y B tuvieron los mayores valores, al igual que en tono.

Cuadro 14. Características de color del Queso Asadero de Aguascalientes, por quesería, época de lluvias.

Quesería	Luminosidad	Pureza	Tono
A	85.03 _c ± 0.29	22.60 _a ± 0.73	84.67 _a ± 0.67
B	85.21 _c ± 1.57	21.44 _a ± 1.27	84.40 _a ± 0.62
C	89.30 _b ± 1.03	17.48 _b ± 2.39	83.17 _b ± 0.61
D	91.29 _a ± 1.49	16.51 _b ± 0.72	82.39 _c ± 0.80

Medias en columnas con diferente letra, indica diferencia estadística ($p \leq 0.05$).

Fuente: elaboración propia con datos experimentales.

3.2.5 Análisis sensorial descriptivo

En el estudio sensorial, el panel generó quince atributos para describir el Queso Asadero de Aguascalientes, los cuales se agruparon en cuatro grupos de descriptores: apariencia, aroma, sabor y textura (Cuadro 15). Los quesos mostraron diferencias en todos los atributos (Cuadro 16), la intensidad de los atributos se muestran en la Figura 18. Algunos fueron calificados texturalmente como quesos blandos y otros de firmeza alta; en cuanto los sentidos químicos las principales diferencias se encontraron en sabor sal y sabor leche, con intervalos entre quesos, de 6.1 y 2.8, respectivamente. Se observó menor variación en los atributos de color amarillo y apariencia exudada.

El queso de A tuvo el mayor valor en sabor sal, sin embargo en el análisis composicional fue el que tuvo el menor contenido de sodio, aunque éste proviene tanto del cloruro de sodio como del citrato de sodio, lo cual puede indicar que fue elaborado con menor cantidad de citrato de sodio, lo que se confirma por haber sido el queso con menor humedad, y en firmeza. Por otra parte, el queso D obtuvo alto valor de brillantez y el

mayor valor en suavidad, lo que puede asociarse a que mostró el mayor contenido de humedad en el análisis composicional.

Cuadro 15. Descriptores sensoriales del Queso Asadero de Aguascalientes; definiciones y referencias para la evaluación.

Atributo	Descripción	Referencia e intensidad
Apariencia		
Color amarillo	Grado de presencia del tono amarillo del espectro visible.	Mantequilla. Intensidad = 8
Brillantez	Grado en el que la superficie de la muestra refleja la luz.	Agua. Intensidad = 15
Porosidad	Espacios de aire o poros en la muestra	Queso gouda. Intensidad = 10
Consistencia	Apariencia sólida de la geometría de la muestra.	Barra de Mantequilla. . Intensidad = 4
Exudado	Presencia de humedad en la superficie de la muestra.	Queso panela. Intensidad = 15
Aroma		
Leche bronca	Aroma característico de la leche de vaca recién ordeñada.	Leche cruda. Intensidad = 8
Sabor		
Sal	Uno de los gustos básicos, como el producido por la sal común.	Solución de cloruro de sodio al 2 %. Intensidad = 8
Leche	Sabores asociados a la leche entera.	Leche entera Alpura ®. Intensidad = 10
Dulce	Uno de los gustos básicos, como el producido por la sacarosa.	Solución de sacarosa al 2 %. Intensidad = 6
Crema	Sabores asociados a la crema de leche.	Crema Alpura ®. Intensidad = 8
Textura		
Firmeza	Fuerza necesaria para penetrar la muestra con molares.	Intensidad = pan de caja Bimbo®. Intensidad = 8
Elasticidad	Grado en que la muestra tiende a recuperar su forma en la boca.	Gomas panditas® Intensidad = 15
Desmoronabilidad	Facilidad con la que se puede desintegrar la muestra en partículas de menor tamaño en la boca.	Mazapán la Rosa®. Intensidad = 15.
Grasoso	Sensación de recubrimiento en la boca que permanece después de deglutir.	Intensidad = queso crema philadelphia®. Intensidad = 15
Suavidad	Número de mordidas a velocidad constante para dejar muestra en bolo alimenticio.	Bombón Intensidad = 8

Fuente: elaboración propia.

Los quesos A y B fueron calificados como los más amarillos, lo que corresponde a los de mayor tono y pureza en la medición instrumental de color. Sin embargo, la luminosidad tuvo una relación inversa a la brillantez evaluada sensorialmente.

Cuadro 16. Valores de la intensidad de los atributos sensoriales identificados en el Queso Asadero de Aguascalientes.

Atributo	Quesos			
	A	B	C	D
Color amarillo	5.46 _a	5.42 _a	3.71 _b	3.21 _b
Brillantez	7.40 _a	6.27 _b	8.00 _a	5.40 _c
Porosidad	4.67 _a	3.83 _b	2.83 _c	1.33 _d
Consistencia	11.33 _a	10.80 _a	6.80 _c	8.87 _b
Exudado	2.33 _b	3.20 _a	3.87 _a	2.13 _b
Leche bronca	3.57 _c	6.90 _a	5.33 _b	3.76 _c
Sal	8.53 _a	5.73 _b	4.53 _c	2.47 _d
Leche	6.60 _c	5.73 _d	8.53 _a	7.73 _b
Dulce	3.71 _a	2.83 _b	1.38 _c	1.29 _c
Crema	6.63 _a	5.08 _b	3.88 _c	3.63 _c
Firmeza	14.67 _a	12.75 _b	11.42 _c	9.08 _d
Elasticidad	6.29 _a	5.67 _a	2.62 _c	5.00 _b
Desmoronabilidad	5.63 _a	5.00 _{ab}	4.67 _b	2.58 _c
Grasoso	9.54 _a	7.25 _b	7.13 _b	4.58 _c
Suavidad	3.58 _d	4.67 _c	5.50 _b	8.38 _a

Subíndices con letras diferentes en la misma fila indican diferencia estadística entre queserías ($p < 0.05$).
Fuente: elaboración propia con datos experimentales.

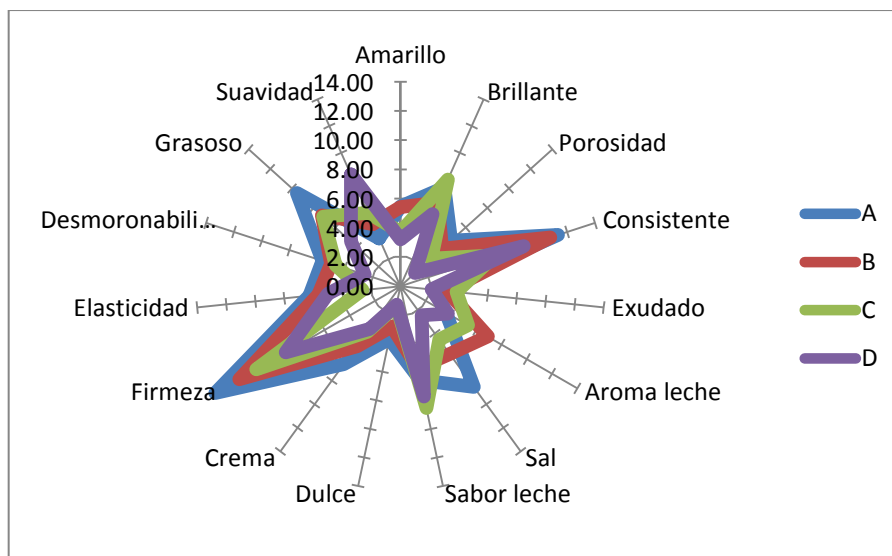


Figura 1. Promedios de las magnitudes de intensidad de los atributos sensoriales identificados en el Queso Asadero de Aguascalientes.

El análisis de componentes principales mostró que los dos primeros componentes explican el 69 % de la variabilidad de los quesos; el primer componente explicó el 49 % de la varianza, los atributos apariencia consistencia, elasticidad y color amarillo fueron los que tuvieron mayor peso en el componente 1 y se correlacionaron positivamente con él; y sabor dulce y sabor crema se correlacionaron negativamente (Cuadro 17). El segundo componente principal explicó el 20 % de la varianza; las cargas que se relacionaron positivamente fueron sabor sal, brillantez y aroma a leche bronca; y negativamente, firmeza y porosidad.

Cuadro 17. Cargas de correlaciones de los dos componentes principales del ACP de los atributos sensoriales del Queso Asadero de Aguascalientes.

Atributo	Componente principal 1	Componente principal 2
Color amarillo	0.314829	0.150948
Brillantez	-0.041342	0.340469
Porosidad	-0.258193	-0.370944
Consistencia	0.341057	0.025938
Exudado	-0.187233	0.258537
Leche bronca	0.013928	0.310463
Sal	0.198243	0.374410
Leche	-0.285772	-0.031696
Dulce	-0.347261	-0.061119
Crema	-0.337494	0.022258
Firmeza	0.168085	-0.479886
Elasticidad	0.333040	0.061200
Desmoronabilidad	0.230949	-0.113057
Grasoso	0.290655	-0.052243
Suavidad	-0.220215	0.405992

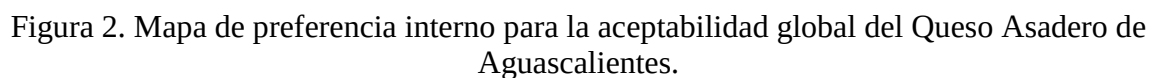
Fuente: elaboración propia con datos experimentales.

En el Análisis Sensoriales Descriptivos intervienen factores del protocolo de entrenamiento como el léxico del panel, el tipo de referencias, y los niveles procedimientos de prueba de muestras y el uso de la escala. Sin embargo, es posible llegar a resultados similares a los encontrados en la presente investigación, si se sigue la misma metodología, aun con ligeras diferencias, como se ha reportado por Martin *et al.* (2000) quienes evaluaron el desempeño de dos paneles entrenados independientemente bajo un mismo protocolo

3.2.6 Prueba de aceptabilidad

La aceptabilidad de los quesos fue calificada por los consumidores en un intervalo entre 5.25 y 6.65 (A:6.42_b, B: 6.65_a, C: 6.40_b y D: 5.25_b) con diferencia estadística ($p < 0.05$)

La aceptabilidad global (n = 100) del Queso Asadero tuvo un promedio de 6.18, que en la escala hedónica de nueve puntos empleada corresponde a la expresión “me gusta poco”, lo cual puede estar asociado a que la prueba fue practicada con consumidores de queso en un sitio diferente al de producción (Chapingo, y no Aguascalientes). En realidad, se ha encontrado que el consumo de alimentos tradicionales está positivamente relacionado con la familiaridad con el producto (Pieniak *et al.*, 2009).



Fuente: elaboración propia con datos experimentales.

3.2.7 Relación entre aceptabilidad y variables sensoriales y fisicoquímicas

En la Figura 3 se muestran los resultados de la regresión de cuadrados mínimos parciales (PLS1) donde X fueron las variables fisicoquímicas y Y la aceptabilidad; la PLS1 mostró alta correlación ($r = 0.86$), para las variables fisicoquímicas; los dos principales componentes explicaron el 61 % y 17 %, respectivamente; para la variable de aceptabilidad, explicaron 74 y 26 %, respectivamente.

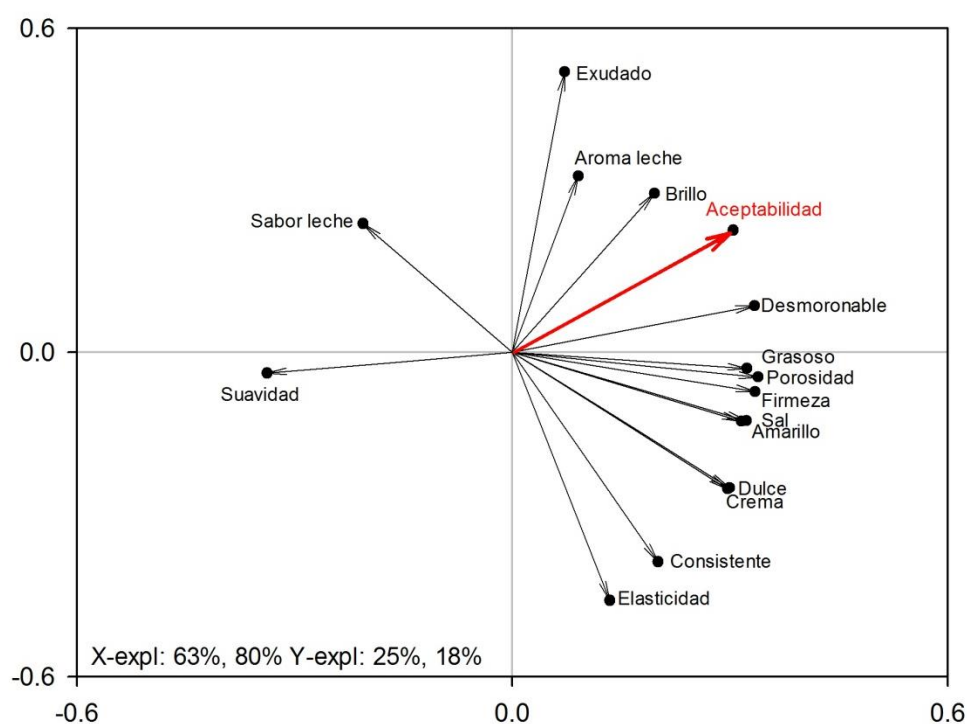


Figura 3. Cargas de la regresión de PLS-1, entre la aceptabilidad y los descriptores sensoriales del Queso Asadero de Aguascalientes.

Fuente: elaboración propia con datos experimentales.

En la Figura 4 se muestran los resultados de la PLS1 donde X fueron las variables fisicoquímicas y Y la aceptabilidad. El PLS1 mostró alta correlación ($r = 0.86$), para las variables fisicoquímicas los dos principales componentes explicaron el 61 % y 17 %, respectivamente.

respectivamente; para la variable de aceptabilidad, explicaron 74 y 26 %, respectivamente. La aceptabilidad aumentó a medida que aumentaron las variables determinadas instrumentalmente del perfil de textura (firmeza, masticabilidad y resorteo) y color (tono y pureza), así como con el contenido de proteína. Por otra parte, la aceptabilidad se redujo a medida que aumentaron las las variables: humedad, luminosidad, contenido de sodio y actividad de agua.

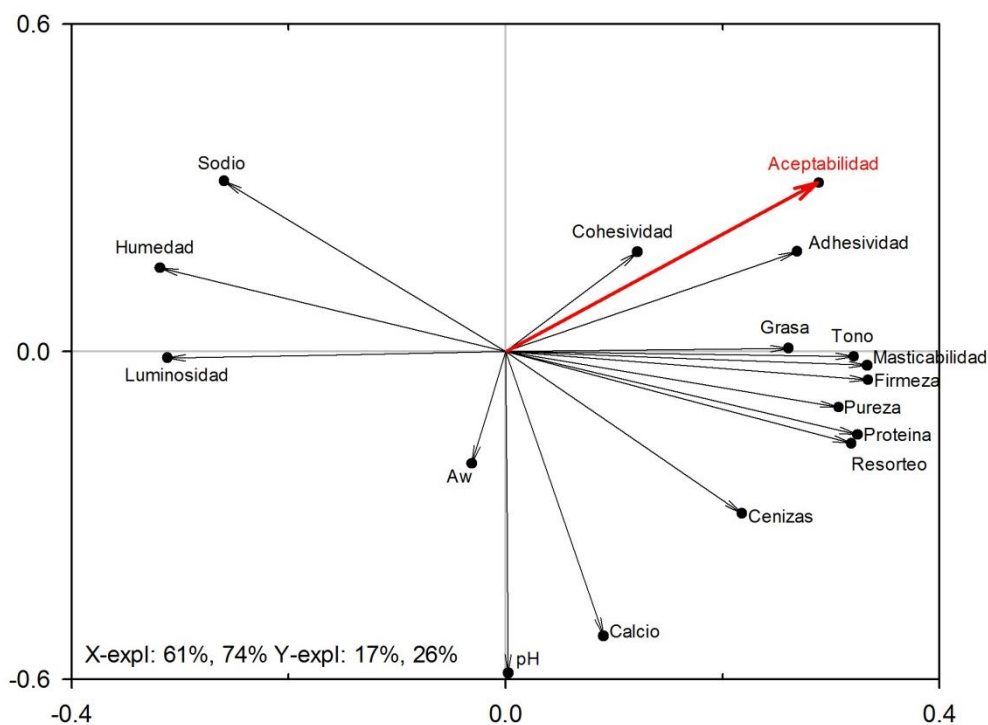


Figura 4. Cargas de la regresión de PLS-1, entre la aceptabilidad y las variables fisicoquímicas del Queso Asadero de Aguascalientes.
Fuente: elaboración propia con datos experimentales.

3.2.8 Relación entre variables sensoriales y fisicoquímicas

La relación entre variables fisicoquímicas con las sensoriales evidenció que las variables que tuvieron mayor correlación fueron, firmeza, sabor sal, presencia de poros, grasa, sabores crema y dulce, suavidad, desmoronabilidad y color amarillo (Cuadro 18). Esto indica que dichos parámetros fisicoquímicos pueden ser buenos predictores de los atributos sensoriales.

Cuadro 18. Coeficientes de correlación de Pearson entre las 16 variables fisicoquímicas y las 15 variables sensoriales del Queso Asadero de Aguascalientes.

Atributo	Correlación
Color amarillo	0.9152
Brillantez	0.5012
Porosidad	0.9834
Consistencia	0.696
Exudado	0.0338
Leche bronca	0.0185
Sal	0.9967
Leche	0.6043
Dulce	0.9514
Crema	0.9672
Firmeza	0.9947
Elasticidad	0.5437
Desmoronabilidad	0.9203
Grasoso	0.9678
Suavidad	0.9509

Fuente: Elaboración propia con datos experimentales.

En la Figura 4 se muestran las cargas de las variables descriptivas firmeza, sabor sal y presencia de poros, los que tuvieron relación con las variables fisicoquímicas de firmeza, contenido de proteína y masticabilidad. Las variables descriptivas, grasoso, brillo y desmoronabilidad tuvieron relación con las variables fisicoquímicas

adhesividad, resorteo y contenido de grasa. Por otra parte, las variables descriptivas, sabores crema y dulce, y color amarillo, tuvieron relación con tono y pureza de tono. La variable descriptiva suavidad, tuvo relación con humedad, luminosidad y contenido de sodio. Los descriptores apariencia consistencia y elasticidad tuvieron relación con pH, cohesividad y contenido de cenizas.

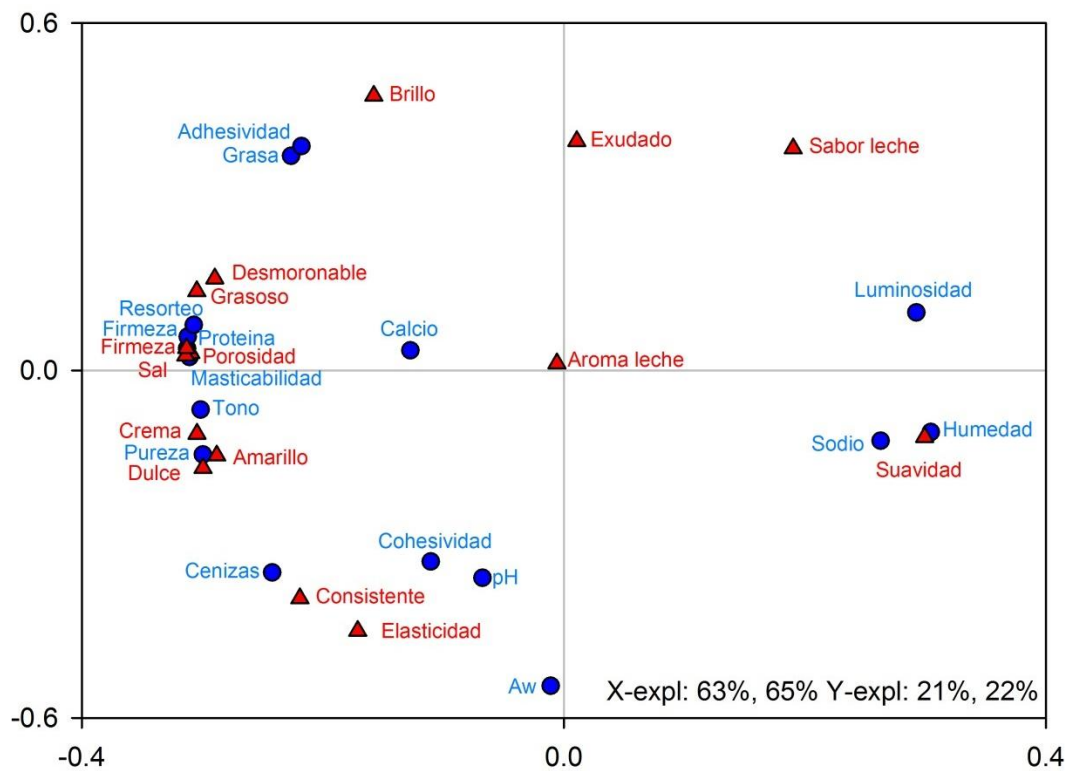


Figura 5. Cargas de un PLS2 entre las variables fisicoquímicas y las variable sensoriales del Queso Asadero de Aguascalientes.

▲ Variables sensoriales. ● Variables fisicoquímicas

Fuente: elaboración propia con datos experimentales.

3.3 Genuinidad y tipicidad del Queso

El Queso Asadero resultó ser un queso típico⁹ y genuino¹⁰. La tipicidad es atribuida a la leche con que se elabora; en este caso con ganado holstein bajo el sistema de ganadería familiar, el empleo de leche cruda del ordeño vespertino del día anterior a su elaboración, la pasta filata con pH alto, las propiedades funcionales de fundibilidad y estiramiento, la inocuidad microbiológica del queso (inferida por las bajas cuentas de coliformes fecales), su procesamiento semi-artesanal que depende en gran medida de la experiencia de los operadores, o maestros queseros, y una tradición de décadas del producto.

La genuinidad podría ser un atributo para la preferencia del consumidor, ya que según Pieniak *et al.* (2009), el consumo de alimentos tradicionales está positivamente relacionado el contenido de ingredientes naturales. Sin embargo, la falta de conocimiento por parte de los consumidores, así como la falta de regulación del etiquetado que facilita que los quesos de imitación ostenten la leyenda “100 por ciento leche entera de vaca” (Pomeón y Cervantes, 2012), no permite al consumidor diferenciar entre un queso genuino y uno de imitación.

Más allá de la confusión del consumidor, aunque los patrones de consumo también dependan de factores como las características de una comunidad, el grado de urbanización, el clima, la distancia geográfica con otras poblaciones, etc., en el consumo

⁹ Con características que permiten la discriminación de entre quesos de la misma clase (Villegas *et al.*, 2009).

¹⁰ Elaborado a partir de leche fluida con el empleo mínimo de aditivos permitidos por las normas vigentes (cuajo, sal común y sal fundente) (Villegas, 2012).

de quesos de imitación el nivel de ingresos juega un papel muy importante, en especial en países como México, con altos niveles de pobreza, ya que los quesos de imitación llegan a ofrecer menores precios que los genuinos. Sin embargo, en este sentido el Queso Asadero de Aguascalientes, por su precio relativamente bajo puede competir con los de imitación ofreciendo además una superioridad en calidad nutricional, sensorial y simbólica (ser genuino).

A pesar de la heterogeneidad de las preferencias del consumidor respecto a productos típicos, se ha encontrado que la región de origen sigue siendo un atributo de diferenciación, aún sin contar con una certificación de calidad de origen (Resano *et al.*, 2012). Además la transmisión generacional de los hábitos alimenticios juega un rol importante en la formación de preferencias alimenticias, por lo que ésta tiene un vínculo intergeneracional (Collado *et al.*, 2012). Por lo anterior, es importante que en Aguascalientes se reconozca al Queso Asadero como parte de su identidad cultural y se emprendan acciones para destacar y reconocer su genuinidad, y preservar el producto auténtico.

4. CONCLUSIONES

De acuerdo a la norma NMX-F-700-COFOCALEC-2004 la leche, materia prima del queso Asadero de Aguascalientes, cumple con las especificaciones fisicoquímicas, pero no con las sanitarias, por lo que es necesario aplicar estrategia que tengan como objetivo mejorar la calidad microbiológica de la leche.

A pesar de lo anterior, el Queso Asadero de las queserías muestreadas, presentó en la mayoría de los casos bajo nivel de coliformes totales y en la totalidad de los quesos ausencia de bacterias coliformes fecales, lo que permite inferir la inocuidad del producto (aunque no se hayan cuantificado presuntos patógenos), no obstante de ser elaborado con leche cruda.

La pasta después del malaxado presentó menores cuentas de mesófilos aerobios totales y coliformes totales que el producto final. La etapa de malaxado es una operación que se puede considerar un punto crítico de control (PCC) del proceso de producción del Asadero de Aguascalientes, en ella es necesaria la adopción de prácticas de higiene, para prevenir la contaminación del producto.

El análisis sensorial descriptivo generó un léxico de 15 descriptores para caracterizar sensorialmente al queso Asadero de Aguascalientes. El análisis de varianza, el mapa de preferencia interno y el PLS1 mostraron mayor aceptabilidad por quesos con mayores valores en sabor sal, crema y dulce; y textura desmoronable, grasosa y firme.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez S., Rodríguez V., Ruiz M. E. y Fresno M. 2007. Correlaciones de textura y color instrumental con la composición química de quesos de cabra canarios. *Archivos de Zootecnia* 56 (1): 663-666.
- Arvanitoyannis I.S. and A.A. Mavropoulos. 2000. Implementation of the hazard analysis critical control point (HACCP) system to Kasseri/Kefalotiri and Anevato cheese production lines. *Food Control* 11: 31 – 40.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis* (15th Edn.), Assoc. Agricult. Chemists Washington, D.C. Estados Unidos de América.
- Brighenti, M., Govindasamy L. S., Lim K., Nelson K. and Lucey J. A. 2008. Characterization of the Rheological, Textural, and Sensory Properties of Samples of Commercial US Cream Cheese with Different Fat Contents. *Journal of Dairy Science* 91 (12): 4501-4517.
- Cervantes E. F., Villegas de G. A., Cesín V. A. y Santos M. A. 2010. El sistema agroindustrial lácteo en México. En: *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010. Vol II. Agroindustria, Comercio y Mercados* (Coord. Valle G. S). Editorial Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, México. pp: 217-243.
- Cesín V, A., Aliphat F. M., Ramírez V. B., Herrera H. J. G. y Martínez C. D. 2007. Ganadería lechera familiar y producción de queso. Estudio en tres comunidades del municipio de Tetlatlahuca en el estado de Tlaxcala, México. *Técnica Pecuaria en México* 45 (1): 61-76.
- Cochran W. G. y Cox, G.M. 2008. *Diseños experimentales*. Trillas. Distrito Federal, México.
- Collado M. D., Ortuño-Ortín I. and Romeu A. 2012. Intergenerational linkages in consumption patterns and the geographical distribution of surnames. *Regional Science and Urban Economics* 42: 341–350.
- Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados. 2005. NMX-F-713-COFOCALEC-2005. Sistema producto leche-alimentos-lácteos-queso y queso de suero-denominaciones, especificaciones y métodos de prueba.

- Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados. 2004. NMX-F-700-COFOCALEC-2004. Sistema producto leche-Alimento lácteo leche cruda de vaca- Especificaciones físico-químicas y sanitarias y métodos de prueba.
- Espinosa E. A. 2009. La competitividad del sistema agroalimentario localizado productor de quesos tradicionales. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal. México.
- FDA (Food and Drug Administration). 2006. 21 CFR, Part 133.169 to 133.180. Food and Drug Administration. Washington, D.C.: Dept. of Health and Human Services.
- Fox P. F., McSweeney P.L.H., Cogan T. M., and Guinee T. P. 2004. Cheese.chemistry, physic and microbiology. Vol 2. 3ra Edición. Ed. Eselvier academic press, EUA. 564 p.
- Guarino C., Fuselli F., La Mantia A. and Longo L. 2011. Development of an RP-HPLC method for the simultaneous determination of benzoic acid, sorbic acid, natamycin and lysozyme in hard and pasta filata cheeses. Food Chemistry 127 (3): 1294-1299.
- Hernández M. C., Hernández, M. A., Aguirre, M. E. and Villegas de G. A. 2010. Phisicochemical, microbiological, textural and sensory characterisation of Mexican Añejo Cheese. International Journal of Dairy Technology 63 (4): 552-.560.
- Kafetzopoulos D. P., Psomas E. L. and Kafetzopoulos P. D. 2013. Measuring the effectiveness of the HACCP Food Safety Management System. Food Control 33 (2): 505-513.
- Kwan W. and Kowalski B. R. 1980. Data analysis of sensory scores. Evaluation of panelists and wine score cards. Journal of Food Science 45: 213-216.
- Martin N., Molimard P., Spinnler H. E., Schlich P. 2000. Comparison of odour sensory profiles performed by two independent trained panels following the same descriptive analysis procedures. Food Quality and Preference 11: 487-495.
- Morales C. M. F., Lobato C. C., Alvarez, R. J. and Vernon, C. E. J. 2012. Effect of milk pasteurization and acidification method on the chemical composition and microstructure of a Mexican pasta filata cheese. LWT - Food Science and Technology 45 (2): 132-141.
- Mucchetti G., Ghiglietti R., Locci, F., Francolino S., Bonvini B., Remaagni M. C., Zago, M., Iezzi R., and Carminati D. 2009. Technological, microbiological and chemical characteristics of Pannerone, a traditional Italian raw milk cheese. Dairy Science and Technology 89: 419-436.

- Núñez H. A. 2007. La denominación de origen: su aplicación potencial de quesos mexicanos. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 128 p.
- Pieniak Z., Verbeke W., Vanhonacker F., Guerrero L. and Hersleth M. 2009. Association between traditional food consumption and motives for food choice in six European countries. *Appetite* 53:101-108.
- Pomeon y Cervantes E. F. 2012. La Pequeña Lechería Rural o Urbana en México. En: *La leche y los Quesos Artesanales en México* (Coord. Cervantes E. F. y Villegas de G. A.). Editorial Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. Pp: 75-92.
- Raimundo D. C., Travaglini R. G., Souza G. O., Starikoff K. R., Sanches S. A., Souza O. B., Balian S. C. and Telles E. O. 2013. Methods for thermal inactivation of pathogens in mozzarella: a comparison between stretching and pasteurization. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 65 (2): 582-588.
- Renye Jr. J. A., Somkuti G. A., Vallejo C. D. L. Van Heken, and González C. A. F. 2008. Characterization of the microflora isolated from queso fresco made from raw and pasteurized milk. *Journal of Food Safety* 28:59-75.
- Renye Jr. J. A., Somkuti G. A., Van Hekken D. L. and Guerrero Prieto V. M.. 2011. Short communication: Characterization of microflora in Mexican Chihuahua cheese. *Journal of Dairy Science* 94 (7): 3311-3315.
- Resano H., Sanjuán A. I. and Albisu L. M. 2012. Consumers' response to the EU Quality policy allowing for heterogeneous preferences. *Food Policy* 37: 355–365.
- Sánchez C. A. 2012. Caracterización del queso Adobera de Soyatlán del Oro, Jalisco. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 160 p.
- Saxer S., Miescher S. S., and Lacroix C. 2013. Characterization of the microflora of industrial Mexican cheeses produced without added chemical preservatives. *LWT - Food Science and Technology* 53 (1): 314-320.
- Secretaria de Salud. 2010. NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
- Secretaria de Salud. 2009. NOM-251-SSA1-2009. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
- Settanni L., Di Grigoli A., Tornambé G., Bellina V., Francesca N., Moschetti G. and Bonanno A. 2012. Persistence of wild *Streptococcus thermophilus* strains on

wooden vat and during the manufacture of a traditional Caciocavallo type cheese. *International Journal of Food Microbiology* 155 (1–2): 73-81.

Tamime A. 2009. *Milk Processing and Quality Management*. Ed. Wiley Blackwell. Reino Unido. pp: 37.

Valle J. L. E., Campos, S. D. S., Yotsuyanagi , K. and Souza G. 2004. Influência do teor de gordura nas propriedades funcionais do queijo tipo mozzarella. *Ciênc. Tecnol. Aliment. (Campinas)* 24(4): 669-673.

Villegas de G. A. 2004. *Tecnología quesera*. Editorial Trillas. Distrito Federal. México.

Villegas de G. A., Santos M. A. y Hernández M. A. 2009. Los quesos genuinos mexicanos: contribución a su rescate a través de la vinculación Universidad-Productores. *Claridades Agropecuarias*. 191: 29-35.

Villegas de G. A. 2012. Los Quesos Mexicanos Genuinos (Necesidad de su Rescate y Revaloración). En: *La leche y los Quesos Artesanales en México* (Coord. Cervantes E. F. y Villegas de G. A.). Editorial Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. pp: 123-132.

ANEXOS

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

	Quesería	Dirección	Clave
Quesería 1	Fátima	Prol. Zaragoza 220, Col. Fátima, Aguascalientes.	A
Quesería 2	Pedroza	Aquiles Elorduy 318, Col. San Marcos, Aguascalientes.	B
Quesería 3	La Troje	Luis Donaldo Colosio 2004, Estación Arellano, Aguascalientes.	C
Quesería 4	Lula	Av. Ferrocarril 404, Col. San Luis. Aguascalientes.	D

ANEXO II. Encuesta a productores primarios

NOMBRE _____
EDAD _____
UBICACIÓN DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN _____

ANTIGÜEDAD EN LA ACTIVIDAD _____
MOTIVO DE INICIO _____
GRADO DE ESCOLARIDAD _____

SUPERFICIE DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN
CORRALES _____
AGOSTADERO _____
TIERRAS DE CULTIVO _____

TIPO DE PROPIEDAD:
RENTA _____
PEQUEÑA PROPIEDAD _____
COMUNAL _____
EJIDAL _____

SISTEMA:
ESTABULADO _____
PASTOREO _____
MIXTO _____

RAZA _____
TAMAÑO DEL HATO _____
VACAS EN PRODUCCIÓN _____

INSTALACIONES:
CORRAL _____
ÁREA TECHADA _____
BEBEDEROS _____
COMEDEROS _____
ÁREA DE PISO FIRME _____
SALA DE ORDEÑA _____
ELECTRICIDAD _____

INSEMINACIÓN:
NATURAL _____
ARTIFICIAL _____
AMBAS _____

DIETA:
FORRAJE _____
NATURAL _____
ENSILADO _____
CONCENTRADO _____
RASTROJO _____
OTRO _____

ASESORÍA TÉCNICA _____
NO _____
SI _____

OCASIONAL _____
PERIÓDICA _____ FRECUENCIA _____

PROBLEMAS SANITARIOS:
MASTITIS _____
PARTOS DISTÓSCOS _____
DRETENCIÓN DE PLACENTA _____
FRACTURAS _____
ENFERMEADES RESPIRATORIAS _____
TIMPANISMO _____
OTRO _____

ORDEÑA:
MANUAL _____
MECÁNICA _____
AMBAS _____

TIPO DE ORDEÑADORA:
PORTÁTIL _____
ESTACIONARIA _____

ACTIVIDADES DURANTE LA ORDEÑA:
PRESELLO _____
DESPUNTE _____
SUMINISTRO DE ALIMENTO _____
SELLO _____
APLICACIÓN DE OXITOCINA _____
OTRA _____

RECIPIENE DE RECEPCIÓN DE LECHE:
CUBETA PLÁSTICA _____
CUBETA METÁLICA _____
PEROL PLÁSTIO _____
PEROL METÁLICO _____
OTRO _____

APLICACIÓN DE PERÓXIDO:
NO _____
SI _____ CANTIDAD _____

ÁREA DE REPOSO DE LA LECHE DE ORDEÑO VESPERTINO:
EXTERIOR _____
ÁREA TECHADA _____
BAJO UN ÁRBOL _____
ANTEMPERIE _____
OTRO _____
INTERIOR _____
CUARTO _____
REFRIGERACIÓN _____
OTRO _____

PRODUCCIÓN:
MATUTINA _____
VESPERTINA _____
TOTAL _____

MES DE MAYOR PRODUCCIÓN _____
PRODUCCIÓN PROMEDIO POR VACA _____
DESTINO DE LA PRODUCCIÓN _____

Anexo III. Cuestionario a productores queseros

Datos Generales

Nombre: _____ Edad: _____

Nombre de la quesería: _____

Años en el ramo: _____

Producción

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

ANEXO IV. Análisis estadístico

	Variable	quesería	época	época*quesería
		Pr > F	Pr > F	Pr > F
LECHE	Grasa (%)	<.0001	<.0001	<.0001
	Proteína (%)	<.0001	0.0189	<.0001
	Sólidos no grasos (g·mL ⁻¹)	<.0001	0.0145	<.0001
	Densidad (g·mL ⁻¹)	<.0001	0.1016	<.0001
	pH	<.0001	<.0001	<.0001
	Mesófilos aerobios totales (log ₁₀ UFC· mL ⁻¹)	<.0001	<.0001	<.0001
	A. Contenido de células somáticas (CCS·mL ⁻¹)	<.0001	<.0001	0.0002
	Acidez titulable	<.0001	<.0001	<.0001
	Humedad (%)	<.0001	0.4760	<.0001
	Grasa (%)	0.0059	<.0001	0.0303
QUESO	Proteína (%)	<.0001	0.0002	0.0089
	Cenizas (%)	<.0001	0.0004	<.0001
	Sodio (%)	<.0001	<.0001	0.0007
	Calcio (%)	0.0054	0.7528	0.9983
	A _w	0.2845	0.8380	0.0082
	pH	<.0001	<.0001	0.0001
	Mesófilos aerobios totales (log ₁₀ UFC·g ⁻¹)	0.0556	0.0003	0.0005
	Coliformes totales (UFC·g ⁻¹)	<.0001	<.0001	<.0001
	Firmeza	0.0007	<.0001	0.0002
	Adhesividad	0.0004	0.9226	0.0519
PASTA	Cohesividad	0.0088	0.0172	0.0887
	Resorteo	0.0523	0.0014	0.0205
	Masticabilidad	0.0003	<.0001	<.0001
	Mesófilos aerobios totales (log ₁₀ UFC·g ⁻¹)	<.0001	<.0001	<.0001
	Coliformes totales (UFC·g ⁻¹)	<.0001	<.0001	<.0001