

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



**CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA Y QUÍMICA DEL QUESO DE CABRA  
ARTESANAL DE CUATRO LOCALIDADES DEL SURESTE DE COAHUILA**

Por:

**ROSAURA MONROY BECERRIL**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

Saltillo, Coahuila, México

Junio del 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

**CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA Y QUÍMICA DEL QUESO DE CABRA  
ARTESANAL DE CUATRO LOCALIDADES DEL SURESTE DE COAHUILA**

Por:

**ROSAURA MONROY BECERRIL**

TESIS

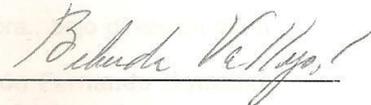
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

Aprobada:



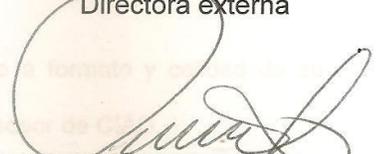
M.C. Sarahí del Carmen Rangel Ortega  
Directora interna



Dr. Belinda Vallejo Galland  
Directora externa



M.C. Mildred Inna Marcela  
Flores Verástegui  
Asesora interna



Dr. Aarón Fernando  
González Córdova  
Asesor externo



Dr. Ramiro López Trujillo  
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Saltillo, Coahuila, México





Hermosillo, Sonora; 9 de Junio de 2014.

**Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**

El presente trabajo de tesis intitulado: **Caracterización microbiológica y química del queso de cabra artesanal de cuatro localidades del estado de Coahuila**, fue realizado por **Rosaura Monroy Becerril** en el Laboratorio de Química y Biotecnología de Productos Lácteos de la Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) en la ciudad de Hermosillo, Sonora., bajo dirección de la **Dra. Belinda Vallejo Galland** y la asesoría del **Dr. Aarón Fernando González Córdova**.

La tesis fue aprobada en su totalidad en cuanto a formato y calidad de su contenido a satisfacción de la Directora de Tesis y Asesor de CIAD.

  
Dra. Belinda Vallejo Galland

Directora

  
Dr. Aarón Fernando González Córdova  
Asesor

## AGRADECIMIENTOS

A mi *Alma Mater*, porque gracias a ella pude continuar con mi educación superior.

Al pueblo de México, en especial a los productores de queso artesanal de cabra del estado de Coahuila por compartirme sus conocimientos.

Al Centro de investigación en Alimentos y Desarrollo A.C (CIAD) de Hermosillo, Sonora, por las facilidades otorgadas durante mi estancia para llevar a cabo los experimentos necesarios.

A la M.C. Sarahí del Carmen Rangel Ortega por apoyarme dentro y fuera de la Narro.

A la M.C. Mildred Inna Marcela Flores Verástegui y el Dr. Ramiro López Trujillo por su apoyo moral e intelectual.

A mi madre Ma. Del Carmen Becerril Moreno la mujer más trabajadora que he conocido y mis hermanos María Elith, Ma. del Carmen, Cesar y Rodolfo, por sus palabras de aliento, este triunfo es de ustedes.

A mi familia de Saltillo, Arturo, Eloísa, Diego, Martha, Santíz, Elizabeth, Javier, Diana, Miguel, Daniela, y Jonathan.

A Iris Atenea Silva Lara, Ángeles Castro, Juan López, Hétnan, y Sandra Pedraza,  
que me permitieron entrar en sus vidas.

A mi compañero de vida Jorge García Arias, por su afecto interminable.

A la familia Becerril Moreno, en especial a la familia Hernández Becerril por sus  
ánimos.

A mi padre Tomás Monroy González, porque aun sin su apoyo, de él aprendí que *“si  
no trabajas, no tienes nada, la vida no es fácil”*

A Ángeles Castro Pérez por su apoyo incondicional.

A Olga Lidia Ramírez por apoyarme material y moralmente durante mi estancia en  
Hermosillo.

A los lactosos, Ángeles de la Rosa, Ángel Martín, Lulú Santiago, Samantha Loaiza,  
Alejandro Santos, Fausto Cantú, Ricardo Reyes, Roberto Luján, Trinidad López,  
Eleazar y Lilia Beltrán, por su apoyo durante mi estancia en CIAD.

A todos los compañeros, maestros y trabajadores de la Antonio Narro.

¡GRACIAS!

## DEDICATORIAS

*Al pueblo de México*, porque pese a tanta represión, abandono e injusticia por parte del estado, trabajan y mantienen vivas universidades populares como la “Antonio Narro”, sin su esfuerzo, miles de jóvenes simplemente no tendríamos acceso a la educación superior.

*A los luchadores y activistas sociales* que desde su trinchera buscan cambiar esta realidad en pro del pueblo mexicano.

*A mi Alma Mater*, porque gracias a ella este trabajo existe.

*A las familias López Moreno, Cifuentes Marín, Hernández Ledesma, y Hernández Hilario*, que me permitieron entrar en su vida para indagar en su saber hacer.

*A mi madre María del Carmen y la familia Becerril Moreno* por el apoyo moral y económico que sin duda me otorgaron.

*Al FED (Frente Estudiantil Democrático)* que en la medida de lo posible contribuyó con mi formación política y sensibilidad social.

*A Ángeles Castro y Cesar Monroy* por toda su ayuda y amistad sin límites.

*A Jorge García Arias*, compañero de vida, por toda la paciencia y el cariño incondicional.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	I
DEDICATORIAS .....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE CUADROS .....	VIII
1 RESUMEN .....	1
2 INTRODUCCIÓN .....	2
3 REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1 Alimentos artesanales .....	4
3.1.1 Generalidades .....	4
3.1.2 Queserías artesanales.....	5
3.2 Situación actual del campo .....	5
3.2.1 Condiciones socio técnicas de los productores .....	7
3.2.2 Mercantilización de productos artesanales.....	8
3.3 Cabra .....	9
3.3.1 Historia .....	9
3.3.2 Caprinocultura en México .....	9
3.3.3 Principales razas de cabra en el sureste Coahuila .....	11
3.3.4 Alimentación .....	12
3.3.5 Etapa de reproducción.....	13
3.3.6 Control sanitario.....	13
3.4 Leche .....	15
3.4.1 Composición química de la leche .....	16
3.4.2 Microbiología de la leche .....	16
3.5 Cuajo Natural .....	17
3.5.1 Antecedentes.....	17
3.5.2 Generalidades .....	18
3.5.3 Composición química .....	18
3.5.4 Microbiología .....	19

3.5.5	Preparación .....	19
3.6	Queso.....	20
3.6.1	Composición química .....	21
3.6.2	Microbiología del queso.....	21
3.6.3	Microorganismos patógenos.....	25
3.6.4	Enterotoxina Estafilococcica.....	26
3.7	Proceso técnico de elaboración de queso cabra.....	27
3.8	Normas Oficiales Mexicanas.....	28
4	JUSTIFICACIÓN .....	29
5	HIPOTESIS.....	30
6	OBJETIVOS .....	30
6.1	General .....	30
6.2	Específicos.....	30
7	MATERIALES Y MÉTODOS .....	31
7.1	ETAPA I. Selección de unidades de producción y muestreo .....	31
7.2	ETAPA II. Documentación de proceso y toma de muestras.....	31
7.3	EATAPA III. Análisis de calidad microbiológica y caracterización química. .	32
7.3.1	Análisis de la calidad microbiológica .....	32
7.3.2	Conteo de microorganismos indicadores.....	32
7.3.3	Caracterización química .....	33
7.4	Análisis de datos .....	33
7.5	ETAPA IV. Documentación de información socioeconómica y de proceso técnico. ....	34
8	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
8.1	Documentación del proceso técnico .....	35
8.2	Análisis de calidad microbiológica en leche, cuajo y queso de cabra .....	37
8.3	Microorganismos patógenos .....	43
8.4	Caracterización química.....	44
8.5	Información socioeconómica.....	49
8.5.1	Unidad de Producción 1 (UP1) .....	49
8.5.2	Unidad de Producción 2 (UP2) .....	50

8.5.3	Unidad de Producción 3 (UP3)	52
8.5.4	Unidad de Producción 4 (UP4)	53
9	CONCLUSIONES	54
10	RECOMENDACIONES	55
11	LITERATURA CITADA	56
12	ANEXOS	61
12.1	Anexo 1. Cuestionario socio-técnico realizado a los productores de queso de cabra artesanal del sureste de Coahuila.	61
12.2	Anexo 2. Proceso técnico de elaboración de queso de cabra artesanal en la UP1, localidad El Recreo.	62
12.3	Anexo 3. Proceso técnico de elaboración de queso de cabra artesanal en la UP 2, localidad de Chapultepec.	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sequia de Coahuila (Aguirre, 2013) .....	7
Figura 2. Cuajo de cabrito del sureste de Coahuila.....	17
Figura 3. Proceso de elaboración de cuajo natural de cuatro localidades del sureste de Coahuila .....	20
Figura 4. Pasos en la fabricación de queso de cabra (Olarte, 1999.....	27
Figura 5. Proceso técnico de elaboración de queso artesanal de cabra de cuatro UP en el sureste de Coahuila.....	35
Figura 6. Conteo de mesófilos aerobios en el queso de cabra al día 2 y día 10 de almacenamiento en cuatro localidades de Coahuila. ....	40
Figura 7. Conteo de hongos y levaduras en el queso de cabra al día 2 y día 10 .....	41
Figura 8. Conteo de coliformes totales en el queso de cabra al día 2 y día 10 .....	42
Figura 9 Conteo de coliformes fecales en el queso de cabra al día 2 y día 10 .....	43
Figura 10. Comportamiento de pH y acidez en queso de cabra artesanal al día 2 y 10 de almacenamiento de cuatro UP de Coahuila. ....	48
Figura 11. Hato lechero UP 1 .....	50
Figura 12. Hato lechero UP 2 .....	51
Figura 13. Hato lechero UP 3 .....	52

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Control Sanitario para cabras .....	14
Cuadro 2. Análisis típicos de la leche.....	15
Cuadro 3. Límites máximos de contenido microbiano para queso. Modificada de la NOM-243-SSA1-2010 .....	23
Cuadro 4. Temperatura, pH y observaciones tomadas durante la elaboración de queso de cabra en las cuatro UP. ....	36
Cuadro 5. Determinación de grupos microbianos indicadores en leche empleada para la elaboración de queso de cabra artesanal de cuatro UP de Coahuila.....	37
Cuadro 6. Determinación de grupos microbianos indicadores en cuajo natural empleado para la elaboración de queso de cabra artesanal en cuatro UP de Coahuila. ....	39
Cuadro 7. Determinación de microorganismos patógenos en queso de cabra artesanal.....	44
Cuadro 8. Características químicas de la leche empleada para la elaboración del queso de cabra artesanal de Coahuila.....	45
Cuadro 9. Características químicas del cuajo natural empleado para la elaboración del queso de cabra artesanal de Coahuila. ....	46
Cuadro 10. Características químicas del queso de cabra artesanal del estado de Coahuila. ....	49

## 1 RESUMEN

Los alimentos artesanales mexicanos son conocidos en todo el país, su característica principal es que son hechos a mano, y están ligados a la sociedad que los produce. A través de ellos pueden observarse diversas culturas y las tradiciones alimentarias del pueblo mexicano. Debido a la esencia artesanal, carecen de aditivos y no son sometidos a tratamientos térmicos para eliminar la población microbiana, ésto se debe principalmente a que el productor no cuenta con los recursos económicos e intelectuales pertinentes para realizar este trabajo. En consecuencia innumerables son las intoxicaciones generadas por estos alimentos. El estado de Coahuila se caracteriza por la producción de queso artesanal con leche de caprinos y en base a ello, este estudio se centró en la evaluación de la calidad microbiológica del queso de cabra artesanal, además de la leche y el cuajo natural de cuatro unidades de producción del sureste de Coahuila en los municipios de Saltillo y Arteaga, encontrando que la calidad sanitaria de los quesos es deficiente, debido a que no se consideran las buenas prácticas de manufactura, no se tiene un proceso estandarizado, no hay calendarios de vacunación para el hato lechero y por ende no hay control sanitario en general, por tal motivo están fuera de las disposiciones y especificaciones sanitarias establecidas por la NOM-243.SSA1-2010. Se realizó la caracterización química de la leche, cuajo artesanal y queso de cabra en todas las unidades de producción, los datos obtenidos son semejantes a otros estudios realizados. La variabilidad de los valores puede depender de la raza, la alimentación de la cabra, la salud, y la zona geográfica donde se encuentra el hato lechero, en este sentido hay diferencias significativas respecto al valor de pH, acidez, grasa y cenizas. El abandono del campo y del productor artesanal por parte del estado ha generado que miles de familias radiquen en la informalidad con la venta de sus productos artesanales ya que es su único medio de sobrevivencia.

***Palabras clave: cabra, queso artesanal, contaminación, control sanitario, Coahuila.***

## 2 INTRODUCCIÓN

Los productos alimenticios artesanales no toman en cuenta la existencia de regulaciones como parámetros específicos. Su valor cultural, saludable, de sabor y textura constituyen una estrategia factible para el desarrollo rural (Domínguez, *et al.*, 2011). Los campesinos y pequeños ganaderos comúnmente se dedican a la crianza de animales como sustento y a la elaboración de quesos como estrategias para asegurarle viabilidad al núcleo familiar. Coahuila se caracteriza por la producción de queso artesanal de cabra, sin embargo no se cuenta con un proceso estandarizado que garantice la calidad microbiológica del mismo.

Los productores de queso artesanal de cabra no pueden competir con las grandes empresas nacionales y multinacionales debido a que operan en la marginalidad y carecen de recursos económicos para mejorar su producto. La población ve con apatía este tipo de productos pues en ocasiones suelen provocar enfermedades debido a que no hay un buen manejo sanitario de la materia prima y del alimento en general.

Por lo anterior es importante evaluar la calidad microbiológica del queso artesanal de cabra a través del conteo de microorganismos indicadores como bacterias mesófilas aerobias (BMA), hongos y levaduras y coliformes totales y fecales, así como detectar la presencia de *Eacherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp*, *Listeria monocitogenes* y Enterotoxina estafilococcica, para de esta manera compararlos con lo que reporta la NOM-243-SSAI-2010 que establece límites máximos permitidos en leche y derivados lácteos. Es importante tener una caracterización química del queso de cabra artesanal, para conocer los aportes nutrimentales que brinda al cuerpo humano y las condiciones que tienen algunas bacterias para reproducirse, si es que no hay una pasteurización de por medio.

Las condiciones técnicas y económicas de los productores de queso artesanal de cabra del sureste de Coahuila son precarias, ya que no cuentan con calendarios de

vacunación que permitan llevar un control sanitario del hato lechero, en consecuencia, los productos derivados de las cabra, ya sea carne o leche, y los subproductos, representan serios riesgos de intoxicación para los consumidores

### 3 REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Alimentos artesanales

##### 3.1.1 Generalidades

Los alimentos artesanales hacen referencia a productos comestibles hechos a mano, no toman en cuenta la existencia de regulaciones como parámetros específicos. Su valor cultural, saludable, de sabor y textura constituyen una estrategia factible para el desarrollo rural. (Domínguez *et al.* 2011). Los productos alimenticios artesanales han sido ampliamente estudiados por sus características y potencialidades. En algunos países el alimento artesanal está ligado a la producción en el establecimiento y con la materia prima del mismo (Lancibidad, S/A).

Estos alimentos incorporan en sus características a la sociedad que los produce, pues en ellos converge la cultura y la tradición alimentaria de los pueblos. Los alimentos han jugado un papel adicional al de la evolución biológica humana y poseen la virtud de convocar a los individuos. La historia muestra como las comunidades a través del tiempo se fortalecieron en torno a los alimentos, o se debilitaron ante su ausencia (Villegas y Cervantes, 2011). Por tanto en México existe una amplia variedad de alimentos artesanales. En este sentido Coahuila se caracteriza por la producción de sotol, vinos, conservas, agua miel, dulces de leche y queso de cabra principalmente, este último ha sido denigrado ampliamente por los problemas de salud que genera al consumidor, debido a la contaminación inherente de la materia prima a consecuencia de un mal manejo de la misma.

### 3.1.2 Queserías artesanales

El queso es mucho más que una simple cuajada de leche, es también un bien cultural alimentario, soporte de una cadena agroalimentaria local de importancia económica, que puede contribuir al desarrollo regional. En México, los campesinos y los pequeños ganaderos comúnmente se dedican a la crianza de animales como sustento y a la elaboración de quesos como estrategias para asegurarle viabilidad al núcleo familiar. Los quesos artesanales mexicanos son producto del *terruño* que es el espacio geográfico influenciado por un conjunto de elementos naturales y culturales, entendiendo por este término no solo a la parte geográfica del territorio donde se elaboran, si no el conocimiento acumulado históricamente en él, y que les da origen. El saber hacer de los queseros, la alimentación y las razas de ganado utilizados para la producción de leche, definen la tipicidad de los quesos (Hernández *et al.*, 2011).

Sin embargo, la civilización industrial ha alcanzado una dimensión planetaria, y los principales agentes de la globalización son las corporaciones o empresas de carácter transnacional. Este poder económico descomunal incide en todos los aspectos de la vida humana, y tiene como sus tres monitores principales al mercado, a la ciencia y a la tecnología. (Toledo y Barrera, 2008). En el campo mexicano después de la importancia dada por Cárdenas a la agricultura, particularmente a la colectivización ejidal y a la pequeña producción campesina, la política agraria y agrícola de los siguientes regímenes posrevolucionarios entre 1940 y 1970, asignaron un papel subordinado a la agricultura con respecto al modelo general del desarrollo capitalista del país y particularmente con respecto a la industria. (Zepeda *et al.* 1988)

### 3.2 Situación actual del campo

En este mismo orden, la gente del campo enfrenta un tipo de pobreza distinta a la histórica. A la actual no la pueden combatir, no hay formas ni saberes utilizables para

enfrentarla. México fué autosuficiente en granos básicos – maíz, frijol, etc.- y llegó a ser “explotador modesto”, desafortunadamente entre 1970 y 1980 se vivió una crisis agraria, en la que se redujo la producción de maíz y se dieron problemas de abasto (Bartra, 2013).

Desde fines de los setentas se vienen generando un conjunto de leyes y programas mexicanos como el “Fomento Agropecuario” donde se propone un modelo de asociación entre ejidatarios y pequeños propietarios con fines productivos pero ha resultado fallido. El futuro de las familias campesinas es sombrío. Las medidas de política para asegurar la soberanía alimentaria se han limitado en formular programas asignando presupuestos para algunas etapas o fases de la cadena alimentaria. Se dismantelaron instituciones y empresas que daban apoyo al sector agropecuario, la firma del Tratado de Libre Comercio (TLC) fue desastrosa para el campo mexicano y la transnacionalización de firmas alimentarias con sus marcas registradas han implicado también el cambio de hábitos alimenticios (Aguirre *et al.* 2013).

En las tres década recientes, el campesinado mexicano ha sufrido ininterrumpidamente una verdadera estrategia de exterminio, despojo, exclusión, empobrecimiento y deportación que no sólo se explica por el gigantesco poder de las corporaciones, multinacionales, la hegemonía neocolonizadora estadounidense y la complicidad de la élites económicas y políticas nativas, sino también por la ausencia de una resistencia nacional campesina y la debilidad, desorganización, división, inmediatismo y falta de independencia política – en muchos casos - de los movimientos y organizaciones campesinas ( Suárez, 2011).

En este sentido, la aplicación del modelo económico que evidentemente está aplicando el gobierno desde principios de la década de los ochentas y que implica, entre otras cosas, la inserción de México en el mercado internacional, hace vulnerable a la planta productiva internacional (por la creciente apertura comercial) respecto a su nivel competitivo por calidad y precios, dentro de este contexto se busca normar la actividad de la industria quesera, “en tiempos de modernización” (Villegas, 2004).

En Coahuila la situación es crítica y la Secretaria de Fomento Agropecuario y la Liga de Comunidades Agrarias han dado a conocer las pérdidas que han sufrido los productores de ganado por falta de agua y por ende la escasez de forraje (Figura 1). Los campesinos y productores aseguran que los ejidos han sido abandonados debido a que no se tiene ninguna posibilidad de sembrar y menos de sobrevivir, trasladándose a centros poblacionales, engrosando los cinturones de miseria. (Aguirre, 2013)



Figura 1. Sequia de Coahuila (Aguirre, 2013)

### 3.2.1 Condiciones socio técnicas de los productores

La industria quesera, sobre todo la pequeña y mediana que opera generalmente con tecnología artesanal, rehúye a la relación con cualquier tipo de instituciones de gobierno porque está acostumbrada a operar en la marginalidad, sin grandes compromisos de tipo fiscal, laboral ni sanitario. La mayoría de los queseros, por su nivel artesanal tienen un soporte material poco desarrollado, atrasado y su soporte inmaterial está basado en conocimientos empíricos. Considerando además que las

estructuras del mercado y los patrones de competencia económica y regulación (por el Estado) están muy ligados al cambio tecnológico, puede afirmarse que aquellas empresas carentes de tecnología y resistentes al cambio, podrían sucumbir al no mostrarse competitivas, por lo menos en el caso de algunos quesos específicos; hoy, de hecho, muchas ya son marginales en el mercado nacional. En las queserías artesanales se privilegia a los elementos materiales como los utensilios mínimos e indispensables para la transformación de la leche. Así se asegura, al menos: ollas o tinajas para cuajar, mesas de madera o metal para moldear y amasar, quemadores de gas, liras y/o palas de madera para cortar la cuajada, cubetas, enseres menores y, si acaso, un termómetro, un densímetro y una balanza. En realidad, la desigualdad en el acceso al conocimiento científico-técnico entre las grandes y pequeñas queserías ha dejado rezagadas a estas últimas, sin capacidad para competir, y aunque poseen conocimientos adquiridos mediante la práctica productiva, no ha habido interacción con la investigación, por lo que no han sido partícipes de las innovaciones tecnológicas, ni han gozado de sus beneficios (Villegas, 2004).

### 3.2.2 Mercantilización de productos artesanales

En consecuencia Villegas (2004) argumenta que hay dos tipos de quesería: una oficial, sujeta a regulación fiscal y sanitaria apegada a la ley, y otra subterránea, sin control, constituida por los que trabajan con leche cruda o bronca. Es un hecho que los productores rurales en los países con economías emergentes han sido afectados de manera dramática por la internacionalización de la economía mundial, no solamente por su incapacidad para competir con compañías grandes, sino también por las diferencias tecnológicas y financieras entre estos grupos.

### 3.2.2.1 Pequeños productores

En consecuencia, el “afán modernizador” y la pronta aplicación del código sanitario a las industrias de quesos ocasionará que se cierren inmediatamente sus puertas y un gran número de personas sufrirían las consecuencias: marginación, pobreza, emigración, delincuencia, etc. El dominio, la destreza y la habilidad de los queseros son el resultado de la práctica diaria que han ido reforzando. Saben manufacturar su producto y suelen conocer bien la influencia y repercusiones de algunos factores sobre él, por ejemplo: el tipo de ganado, su alimentación y las principales repercusiones en la calidad de la leche. La influencia de la temperatura de la leche en el cuajado, la influencia del tipo de cuajo sobre el tiempo de cuajado y el efecto del tiempo de calentamiento en la cuajada. (Villegas, 2004).

## 3.3 Cabra

### 3.3.1 Historia

En México, el queso se ha elaborado desde tiempos de la colonia, cuando los conquistadores españoles trajeron a la Nueva España los primeros rebaños de cabras y ovejas. En poco tiempo se desarrollaron zonas de fuerte actividad ganadera, tal como la de Los Altos de Jalisco, que desde antaño ha estado vinculada a la actividad productora de queso (Villegas, 2004).

### 3.3.2 Caprinocultura en México

El ganado caprino se encuentra donde otras producciones son poco viables, transformando recursos de baja calidad y cantidad, en carne, cuero, pelo y leche. Es un modelo productivo estrechamente asociado a economías regionales y en algunos

casos podría llamarse marginal, ya que la actividad caprina se desarrolla bajo un modelo de producción que es el de subsistencia de las familias campesinas (Bonafede *et al.* S/A).

A través del tiempo, la cabra ha demostrado gran resistencia y adaptabilidad. Aproximadamente 40.9 millones de hectáreas, 20.8% de la superficie total del país, presentan condiciones de temperatura, precipitación pluvial y topografía adecuadas para la explotación caprina, superficie que no se podría aprovechar eficientemente con otra especie de ganado. Existen tres zonas de implantación caprina que albergan el 81.6% de la población total del país: zona norte, comprende los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí y concentran el 45.5% del total; zona centro, representada por los estados de Guanajuato, Querétaro y Michoacán, que alberga el 10%; y una al sur, donde están ubicados los estados de Oaxaca, Puebla y Guerrero, con el 26.1%. (Mayén, 2009). En México existen 494,000 unidades de producción rural con caprinos, y aproximadamente 1.5 millones de mexicanos (unas 320 mil familias) tienen como actividad productiva primaria o complementaria la caprinocultura (CONARGEN, 2013).

En Coahuila se estima que en 2012 la población caprina fue de 8, 743, 949 cabezas (SIAP, 2012). La mitad de territorio de este estado (49%) presenta clima seco y semiseco, el 46% tiene clima muy seco y el 5% restante registra clima templado subhúmedo, localizado en las partes altas del sur. La temperatura media anual es de 18 a 22°C (INEGI. S/A). Durante la colonia prosperaron las razas Celtibérica, Castellana de Extremadura y Murciana Granadina, de estas razas se originó la cabra criolla mexicana. Hoy en día hay gran cantidad de razas que se crían para carne, para leche o bien de doble propósito.

### 3.3.3 Principales razas de cabra en el sureste Coahuila

#### 3.3.3.1 Criolla

Constituye una fuente importante de ingresos para productores marginados, además de complementar su alimentación. Son de talla pequeña, gran rusticidad, excelentes para pastorear zacates nativos, ramonear arbustos, y pueden recorrer grandes distancias, pero su rendimiento de carne y leche es bajo (CONARGEN, 2013).

#### 3.3.3.2 Nubia

Se le conoce por ser buena productora de leche con un excelente contenido de grasa. Su ubre es elástica, libre de carnosidades con pezones de buen tamaño, simétricos y bien definidos. En México la producción promedio es de 375 kg en 224 días de lactación.

#### 3.3.3.3 Alpina francesa

Es el resultado de la cruce Saanen y Toggenburg. Gran productora de leche. La ubre es voluminosa con pezones largos, tiene una excelente producción láctea, su producción varía con un porcentaje de grasa de 3.6%. En México la producción media por lactancia es de 500 kg en 206 días.

#### 3.3.3.4 Toggenburg

Excelente productora de leche en climas fríos, algo más pequeña que la raza Alpina pero de fuerte complexión y robustez que le confieren gran longevidad productiva.

Tienen ubres de forma globular grande, su aptitud lechera es de 600 a 900 kg de leche con 3.3% de grasa en 275 a 305 días.

#### 3.3.3.5 Saanen

Es la raza más especializada en la producción lechera en el mundo. La ubre es profunda y amplia en la parte superior, con pezones de mediano grosor, largos asimétricos que le permiten alcanzar extraordinarios rendimientos durante un gran número de lactaciones. En México la producción promedio es de 533 kg en 268 días con un 3.6% de grasa.

#### 3.3.3.6 Angora

Su principal característica es la producción de pelo fino. La producción de leche que producen es suficiente solo para las crías.

#### 3.3.3.7 Murciana-granadina

Se le considera de doble propósito; es decir que produce carne y leche en buena proporción. En México el promedio de producción es de 233 kg en 230 días.

#### 3.3.4 Alimentación

La limitación del alimento en el rebaño es la causa principal de los bajos rendimientos y malas condiciones de salud (Olivares, 1982). En consecuencia se puede observar una baja tasa reproductiva, bajo índice de crecimiento en cabritos, alta incidencia de

enfermedades parasitarias e infecciosas y baja producción de leche. Para las zonas áridas y semiáridas, el principal alimento son los arbustos de hojas pequeñas como *Larrea tridentata* (gobernadora), *Florenxia cernua* (hojasen), *Prosopis* sp (Mezquite), *Celtis palida*, *Opuntis* sp (Nopal), y en épocas favorables algunas gramíneas (Mayén, 2009).

### 3.3.5 Etapa de reproducción

Las cabras son prolíficas, el celo se presenta por 36 horas y la ovulación ocurre cada 19 a 23 días. La gestación es de 150 días con una variación de 2 a 3 días, considerando que los últimos dos meses son críticos. El peso y la salud al inicio de la temporada de monta influyen sobre la eficiencia de la reproducción. Los sementales jóvenes pueden cubrir 25 hembras y uno adulto 50 (Gómez *et al*, 2009). La actividad reproductiva se produce entre diciembre - junio, por lo que es recomendable efectuar el encaste entre abril y mayo, para que los partos se produzcan en septiembre y octubre (Cofré *et al.*, 2001).

### 3.3.6 Control sanitario

La vacuna prepara al sistema inmune del animal para responder rápidamente a una subsiguiente infección por microbios específicos, normalmente virus o bacterias. Para esto se tiene que desarrollar un plan de vacunación y poder llevar un control sanitario que garantice buenas condiciones de salud para el rebaño (Cuadro 1).

Sin embargo es difícil que los productores de cabras de la región sureste de Coahuila lleven a cabo esta actividad ya que no tienen formación técnica que les ayude a detectar enfermedades en el rebaño y desarrollar calendarios de vacunación, a esto se suma el elevado costo que representa llevar a cabo un control sanitario.

Cuadro 1. Control Sanitario para Cabras

Programa	Identificación de riesgos específicos que causen enfermedades
	Principal grupo de riesgo
	¿Cuándo es más necesaria la protección?
Registros	Nombre de la vacuna usada (incluyendo lote o número de serie y fecha de caducidad)
	Fecha de vacunación
	Identificación del ganado
Manejo de vacunas	Almacenar y usar de acuerdo a la etiqueta, refrigerando y almacenando en lugares oscuros.
	Si se usan vacunas con virus vivos prepararlas una hora o menos antes del uso
	Nunca usar el sobrante de vacuna
	Respetar los tiempos de retiro de las vacuna usadas
Mantenimiento de jeringas	Usar jeringas limpias, agujas esterilizadas, nuevas o desechables
	Limpiar jeringas usadas con virus modificados con reflujo de agua caliente y desechar

Modificada de SAGARPA S/A

### 3.4 Leche

La leche es una secreción normal de las glándulas mamarias de todos los mamíferos al posparto. Su finalidad en la naturaleza es la nutrición de las crías del animal que las produce.

Las necesidades nutricionales de las diversas especies varían, de manera que no es sorprendente que la leche de los diferentes mamíferos difiera por su composición.

El cuadro 2 ejemplifica los análisis típicos de la leche producida por varios animales y empleada como alimento humano.

Cuadro 2. Análisis típicos de la leche

Especie	Total de sólidos	Grasa	Proteína cruda	Caseína	Lactosa	Ceniza
Vaca	12.60	3.80	3.35	2.78	4.75	0.70
Cabra	13.18	4.24	3.70	2.80	4.51	0.78
Cebú	13.45	4.97	3.18	2.38	4.59	0.74

Modificada de Potter, 1999

Comparada con la producción mundial de leche de vaca (533 millones de toneladas), la leche de cabra, con 10.5 millones de toneladas, no representa más que una contribución modesta a la producción lechera mundial, ya que ocupa el cuarto lugar después de las de vaca, búfala, y oveja (Olarte, 1999).

La producción de leche de cabra en México proviene principalmente de pequeñas explotaciones que son un complemento a las actividades agropecuarias principales. Actualmente México estima su población caprina en 9 millones de cabezas, ocupando el décimo sexto lugar mundial y segundo en Latinoamérica, con una producción de leche de 168,000 toneladas. Las mayores concentraciones de caprinos se encuentran en Oaxaca, Puebla, Guerrero, Zacatecas, Coahuila y San

Luis Potosí. El destino de la leche es la producción de queso, cajeta y dulces, principalmente (Morales *et al.*, 2011).

#### 3.4.1 Composición química de la leche

Mayén *et al.* (2009) establece en un estudio sobre el ganado caprino en México que el porcentaje de grasa, proteína y cenizas en la leche de cabra es de 3.8%, 3.1% y 0.79% respectivamente. A su vez Mayoral *et al.* (1991) en una caracterización fisicoquímica en la leche en la zona de Ibores-Villuercas en la provincia de Cáceres, España, donde se trabajó con la razas Murciana y Granadina especifica que el pH de la leche es de 6.65, y contiene 4.70% de proteína y 5.10% de grasa. Chacón *et al.* (2009) en un estudio sobre la caracterización del queso de cabra adaptado, en la zona de Tres Ríos Cartago, Costa Rica, especifica en un apartado que la leche posee 3.3% de proteína y 4.1% de grasa. Por último Hernández *et al.* (2011) menciona en un análisis sobre la calidad bacteriológica de la leche de cabra en Miravalles, Puebla, que tiene entre 6.5 - 6.7. de pH, 1.80 - 2.10% de ácido láctico, 3.17 - 3.3% de proteína, y 2.21 a 4.33% de grasa.

#### 3.4.2 Microbiología de la leche

La leche cruda es un medio propicio para el crecimiento de microorganismos. Aunado a esto, la microflora tiene gran influencia sobre la calidad de la leche cruda. Diversos estudios demuestran que los factores principales, responsables de los casos de brotes de intoxicación por alimentos se deben al manejo deficiente de ellos.

Es importante considerar las características específicas del medio en que cada microorganismo se desarrolla, la mayoría de éstos se reproducen en un medio con baja acidez y un pH cercano a la neutralidad entre 6.5 y 7.5, dentro de este contexto

se dejan fuera a las bacterias ácido lácticas, que son las que dan la tipicidad y características sensoriales genuinas de cada queso (Saludalia, 2006).

Mayoral *et al.* (1991) caracterizó microbiológicamente la leche de cabra reportando  $6.73 \log_{10}$  UFC/ml de mesófilos,  $3.31 \log_{10}$  UFC/ml de hongos y levaduras,  $3.54 \log_{10}$  UFC/ml de enterobacterias y  $2.19 \log_{10}$  UFC/ml de coliformes fecales. Morales *et al.* (2011) en un estudio sobre la calidad bacteriológica de leche cruda de cabra producida en Miravalles, Puebla, menciona que en el tratamiento 2 con un sistema de explotación por pastoreo de 39 cabras se presentó una población de mesófilos aerobios de  $2.71 \log_{10}$  UFC/ml, 4 NMP/ml de coliformes totales y 0 NMP/ml de coliformes fecales.

### 3.5 Cuajo Natural

#### 3.5.1 Antecedentes

El agente coagulante se elabora a partir del cuarto compartimiento estomacal de bovinos (cuajar) o abomaso, salado y secado al aire; (Figura 2). Trozos de este material seco son luego sumergidos en la leche cruda, con lo cual se produce la precipitación de la cuajada y el suero que exuda se usa como coagulante en procesos posteriores (Guillermo *et al.*, S/A). Es importante señalar que en México no hay informes relativos sobre el proceso de elaboración y la caracterización química y microbiológica del cuajo natural.

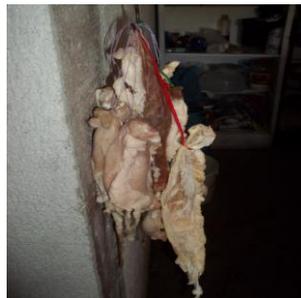


Figura 2. Cuajo de cabrito de Jaguey de Ferniza, al sureste de Coahuila

### 3.5.2 Generalidades

La utilización de cuajo artesanal en la elaboración de queso de cabra supone algunas ventajas: rescatar un sabor local, conservar características sensoriales del queso altamente valoradas por el consumidor y facilitar la implementación de instrumentos de diferenciación del producto (Palladino, S/A).

El cuajo es el agente tradicionalmente utilizado para la coagulación de la leche atendiendo al proceso tradicional de fabricación de la mayoría de los quesos; no obstante, algunos quesos han sido elaborados tradicionalmente a partir de enzimas obtenidas del estómago de cabritos o de corderos lechales. La denominación “cuajo” se da al extracto coagulante procedente del abomaso de rumiantes jóvenes sacrificados antes del destete. Contiene dos fracciones activas: una, mayoritariamente, constituida por la quimosina; otra, minoritaria, la pepsina. La secreción de quimosina se detiene en el momento del destete, dado que elementos sólidos pasan a formar parte de la dieta alimentaria; la producción de pepsina se incrementa en este momento muy rápidamente y se convierte en la enzima mayoritaria. La actividad proteolítica de la enzima, que es secretada en forma de un precursor inactivo, se ve considerablemente aumentada como consecuencia de una hidrólisis parcial que tiene lugar en el medio ácido del estómago (Eck, 1990). En este sentido en algunos países se desarrolla de manera artesanal un proceso de elaboración de cuajo.

### 3.5.3 Composición química

De acuerdo a la caracterización química reportada por Moschopoulou *et al.* (2006) sobre dos tipos de cuajo líquido elaborados a base de agua, y almacenados por una semana entre 4 y 5 °C, en la región de Argos en Atenas, Grecia, el cuajo posee un pH 4.74, 1.99% de proteína, 3.65% de grasa, y 12.6% de materia seca. Sin embargo Palladino *et al.* (2011) reportan en el estudio de la inocuidad microbiológica de cuajos

utilizados en la elaboración de quesos de cabra en Argentina, un pH entre 5.00 - 5.99, y no presenta datos sobre el contenido de proteína, grasa, y cenizas. Por último Bonafede *et al.* (S/A) en la determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para la elaboración y conservación del cuajo artesanal en localidades del noreste de la provincia de Córdoba, España, en diferentes días de almacenamiento, menciona que tiene un pH de 4, y una acidez de entre 74 – 106 °D.

#### 3.5.4 Microbiología

Moschopoulou *et al.* (2006) en el estudio realizado al cuajo de cabra en dos regiones de Argos en Atenas, Grecia, con condiciones específicas como la dilución del cuajo en agua y su almacenamiento por una semana, señala que el contenido de mesófilos aerobios es de 4.86 log<sub>10</sub> UFC/ml, 2.55 log<sub>10</sub> UFC/ml en hongos y levaduras, y 2.61 log<sub>10</sub> UFC/ml de coliformes fecales. Cabe agregar que Palladino *et al.* (S/A) establece que existen entre 7.22 - 7.89 log<sub>10</sub> UFC/ml de mesófilos aerobios, en hongos y levaduras 0.30 log<sub>10</sub> UFC/ml, <3 - 23 NMP/ml presencia coliformes totales y <3 NMP/ml de coliformes y fecales.

#### 3.5.5 Preparación

Se elaboran los sueros coagulantes con muestras de leche cruda utilizando los cuajares secos. (Guillermo, S/A). Son obtenidos a partir de la inmersión en suero, de trozos de cuajar de ganado bovino seco y salado (Vasek *et al.*, 2004).

En México no hay un método estandarizado para la elaboración de cuajo, sin embargo los productores que usan este cuajar tienen una forma específica de elaboración heredada de generación en generación con algunas diferencias (Figura 3).



Figura 3. Proceso de elaboración de cuajo natural de cuatro localidades del sureste de Coahuila

### 3.6 Queso

El queso es un alimento muy valioso pues proporciona los elementos esenciales para una adecuada nutrición. Los quesos artesanales mexicanos son productos, elaborados a partir de leche fluida de vaca, cabra u otra especie, con el empleo mínimo de aditivos tradicionalmente incorporados (éstos permitidos por las normas vigentes). Se elaboran dentro del territorio nacional por mexicanos (nativos, nacionalizados) o extranjeros residentes. En la actualidad, la elaboración de queso constituye la salida principal para muchos pequeños y medianos productores de leche (Villegas, 2004).

### 3.6.1 Composición química

No existe documentación sobre el queso artesanal de cabra en México, sin embargo en otros países como Argentina, Venezuela, Colombia, Costa Rica, España e Italia, se han caracterizado fisicoquímica y microbiológicamente los quesos artesanales, por el valor cultural y de salud que representan.

Duran *et al.* (2010) reporta en un estudio realizado a cuatro unidades de producción del estado Lara en Venezuela, que el queso de cabra posee entre 0.19 - 0.28% de ácido láctico, 14.51 – 20.88% de proteína, 18.10 - 23.55% de grasa extracto seco, 50.24 - 55.03% de humedad y 4.86 - 6.71% de cenizas. En este sentido Mayoral *et al.* (1991) estudió las características fisicoquímicas en la maduración del queso de cabra en Badajoz, España y menciona que a los tres días, el queso puede tener un pH de 5.15, y 30.50 % de grasa. Por último Chacón *et al.* (2009) en un estudio sobre las características químicas de un queso de cabra especial para su evaluación sensorial en Costa Rica, establece que la acidez puede estar en 1.5% de ácido láctico, con un contenido de 12% de proteína, 25.5% de grasa y 56% humedad.

### 3.6.2 Microbiología del queso

Mayoral *et al.*(1991) realizó un estudio en queso de cabra artesanal al día tres de su elaboración en Badajoz, España donde reportó que hay presencia de 8.69 log<sub>10</sub> UFC/g de mesófilos totales, 3.69 log<sub>10</sub> UFC/g de hongos y levaduras, para enterobacterias 4.09 log<sub>10</sub> UFC/g y 2.60 log<sub>10</sub> UFC/g de coliformes fecales. Sin embargo Olarte *et al.* (1999) en otro estudio realizado al queso de cabra fresco en España, observó 7.3 log<sub>10</sub> UFC/g de mesófilos, 5.0 log<sub>10</sub> UFC/g de hongos y levaduras, 5.1 log<sub>10</sub> UFC/g de enterobacterias y menos de 0.47 log<sub>10</sub> UFC/g de coliformes fecales. Este trabajo se realizó durante el mes de Julio cuando había mayor producción de leche.

Por otra parte México es un país mínimamente productor de queso de cabra y no ha realizado estudios que reporten las características microbiológicas del mismo. Esto representa un problema de salud pública ya que no se conoce la carga microbiana que tiene un producto de esta naturaleza y lo que conlleva su consumo.

Sin embargo existen normas oficiales cuyo objetivo es dar un seguimiento obligatorio en cualquier área de los alimentos, y de no ser así, las empresas subordinadas por dicha jurisdicción son sometidas a sanciones importantes por tratarse de alimentos para humanos.

La NOM-121-SSA1-1994 que establece las especificaciones sanitarias para quesos frescos, madurados o procesados, permite la presencia máxima de coliformes fecales en 100 NMP/g en quesos frescos.

En este sentido La NOM-243-SSA1-2010 establece las especificaciones sanitarias, los límites máximos de contenido microbiano (Cuadro 3) para leche y derivados lácteos.

Por tal razón es importante conocer las condiciones del medio y el ambiente en donde se desarrollan las bacterias que degradan el alimento así como las características que cada microorganismo dispone, para poder dar a la materia prima el manejo necesario que garantice un producto inocuo.

Cuadro 3. Límites máximos de contenido microbiano para queso.

Microorganismos	Límite máximo	Producto
Hongos y Levaduras	500 UFC/ g o ml	Quesos frescos
Mesófilos aerobios	-----	No lo reporta para queso y leche
Organismo Coliformes	$\leq 100$ UFC/g o ml	Quesos de suero
Totales	$\leq 10$ UFC/g o ml	En punto de venta: leche, producto lácteo
<i>Staphylococcus aureus</i>	$\leq 10$ UFC/ml por siembra directa	Leche
	1000 UFC/g	Quesos frescos
<i>Salmonella spp</i>	ausente en 25 g o ml	Leche, queso
<i>Escherichia coli</i>	100 UFC/ g o ml	Quesos frescos
	$\leq 3$ NMP/g o ml	Leche
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausente en 25 g o ml	Leche, queso
<i>Enterotoxina estafilococcica</i>	Negativa	Leche, quesos frescos

Modificada de la NOM-243-SSA1-2010

### 3.6.2.1 Mesófilos aerobios

Microorganismos que se desarrollan en presencia de oxígeno libre y a una temperatura comprendida entre 20 y 45°C con una temperatura óptima de crecimiento entre 30°C y 40°C. (INEN, 2006). Son microorganismos viables, la variedad de especies y tipos diferenciables por sus necesidades nutricionales, hacen que el número de colonias contadas constituyan una estimación de la cifra realmente presente. El recuento de estos microorganismos es importante para predecir la estabilidad del producto bajo diferentes condiciones de almacenamiento (NOM-092-SSA1-1994).

### 3.6.2.2 Hongos y Levaduras

Los hongos tienen una estructura filamentosa con ramificaciones, las levaduras son microorganismos cuya forma dominante de crecimiento es unicelular. Crecen a 25°C. Están ampliamente distribuidos en la naturaleza y se pueden encontrar formando parte de la flora normal del alimento, o como agentes contaminantes y en los equipos sanitizados inadecuadamente, provocando el deterioro fisicoquímico del alimento, debido a la utilización en su metabolismo de los carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas y lípidos, originando mal olor, alterando el sabor y el color en la superficie de los productos contaminados. Pueden sintetizar metabolitos tóxicos termorresistentes, y presentan capacidad para alterar sustratos desfavorables, permitiendo el crecimiento de bacterias patógenas. (NOM-111-SSA1-1994)

Los hongos y las levaduras en algunos tipos de quesos pueden provocar periódicamente problemas tanto económicos como sensoriales. La contaminación es causada porque están presentes en el medio ambiente, como en las paredes y los estantes de maduración, aire, equipos, agua, salmuera, etc. (Godic y Venus, 2008)

### 3.6.2.3 Coliformes totales y fecales

Los coliformes son bacilos Gram negativos, no esporulados, aerobios o anaerobios facultativos, que a 35 °C fermentan la lactosa con la producción de gas bajo condiciones específicas. Estas bacterias fermentan la lactosa incubadas a 35 ±1°C durante 24 a 48 horas, resultando una producción de ácidos y gas el cual se manifiesta en las campanas de fermentación (NOM-112-SSA-1994).

El término bacterias coliformes se utiliza para designar a las enterobacterias más frecuentemente encontradas en los productos lácteos. El recuento es una de los medios más significativos para apreciar la calidad de la leche. Son los responsables

de graves enfermedades infecciosas que pueden adquirir carácter epidemiológico (González *et al.*, 2007).

### 3.6.3 Microorganismos patógenos

#### 3.6.3.1 Escherichia coli

La *E. coli* es una enterobacteria que se encuentra generalmente en los intestinos de los animales. Son Gram negativas, anaerobias facultativas, no forma esporas y es capaz de fermentar la glucosa y la lactosa. La *E. coli* es casi exclusivamente de origen fecal y se transmite a través de la contaminación de los alimentos y del agua, así como también de la contaminación cruzada o por contacto humano directo durante la preparación de los alimentos. La carne fresca y la leche cruda se consideran como los vehículos comunes de *E. coli* especialmente de la cepa de EHEC (0157:H7). (FAO, S/A).

#### 3.6.3.2 Staphylococcus aureus

La presencia de *S. aureus* en leche se debe principalmente a la infección por mastitis que persiste en la glándula mamaria o el medio ambiente (Blood y Henderson, 1976). Son bacterias Gram positivas, que producen catalasa, resistentes al calor y la desecación que pueden crecer en medios con elevada salinidad (Pahissa, 2009). Ocasiona gastroenteritis y puede tener otros signos sistémicos comunes (Krause y Hendrick, 2011). Se estima que un alimento es de riesgo en la intoxicación alimentaria por *S. aureus*, cuando se confirma la presencia de alguna de sus enterotoxinas o tiene una carga del microorganismo igual o superior a  $10^5$  UFC/g (Díaz y González, 2001).

### 3.6.3.3 Salmonella spp.

Pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*, son bacilos Gram negativos, no formadores de esporas, anaerobios facultativos, de flagelos y móviles (Jurado *et al*, S/A). Generalmente se adquiere por ingestión de alimento contaminado con heces; o manipulación de animales enfermos. Aunque muchas especies de *Salmonella* pueden causar enfermedades, las más comunes en ovejas y cabras son *S. typhimurium*, *S. dubli*, *S typhimurium* y *S video*. (Merck, 1993). La salmonelosis se presenta por la ingestión de carne, embutidos, leche íntegra y en polvo, nata, helados, huevos y derivados. El plazo de incubación se encuentra entre 2 y 4 días. Los síntomas son gastroenteritis aguda, náuseas, cefalalgias, vómitos, dolores abdominales y diarreas. (Voigt y Kleine, 1975)

### 3.6.3.4 Listeria monocytogenes

La *L. monocytogenes* posee gran capacidad infecciosa, pero escaso poder patógeno, no siendo producida fácilmente la enfermedad a menos que se reduzca la resistencia del animal. En el hombre la enfermedad es grave, a menudo mortal, y el hecho de que el germen productor se encuentre con frecuencia en la leche de animales infectados y que puede resistir a la pasteurización constituye un motivo más para la importancia del diagnóstico (Blood y Henderson, 1974).

### 3.6.4 Enterotoxina Estafilococcica

Las intoxicaciones alimentarias producidas por las *Enterotoxinas estafilocócicas* constituyen un problema mundial y guarda estrecha relación con los hábitos alimenticios regionales. Las enterotoxinas son proteínas de cadena simple no ramificada compuestas por cantidades relativamente grandes de lisina, tirosina, ácido

aspártico y ácido glutámico que presentan una alta termorresistibilidad. Son producidas por cepas muy específicas, sin embargo, una de ellas es capaz de sintetizar más de un serotipo de enterotoxinas. Las enterotoxinas del serotipo A son las que con más frecuencia aparecen en los brotes de intoxicación alimentaria. Cuando son ingeridas aparecen bruscamente náuseas, vómitos, malestar general, diarreas y en casos graves postración, calambres y shock por caída brusca de la presión arterial (Becquer *et al.*, 1996).

### 3.7 Proceso técnico de elaboración de queso cabra

A nivel artesanal el proceso técnico de elaboración de queso es relativamente semejante, pues hay algunas variantes como la temperatura a la que se somete la leche, el tiempo de enfriamiento y el cortado de la cuajada. Sin embargo Olarte (1999) da a conocer la técnica (Figura 4) obtenida a partir de un estudio de campo.



Figura 4. Pasos en la fabricación de queso de cabra (Olarte, 1999).

### 3.8 Normas Oficiales Mexicanas

En el caso de los alimentos, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) establecen las reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación en materia de control y fomento sanitario (COFEPRIS, 2010).

## 4 JUSTIFICACIÓN

Los alimentos artesanales mexicanos son muy importantes a nivel nacional, de ellos depende el sustento de miles de familias campesinas y que exista fluidez en la economía regional. El conocimiento empírico acumulado como el saber hacer, y el conocimiento histórico de cada productor que se hereda de generación tras generación permiten que esta actividad se siga reproduciendo. En México existe una gran variedad de alimentos artesanales como son el sotol, vinos, mezcal, conservas, mermeladas, licores, dulces regionales, y quesos entre otros.

Coahuila es un estado caracterizado por la producción de sotol, vino y queso artesanal de cabra, en este sentido nula o poca información se tiene documentada en México acerca de este último producto. Por tal razón es importante tener registro acerca de sus propiedades químicas y la población microbiana presente en él para poder valorar su calidad microbiológica. Normalmente en el hogar mexicano un queso de cabra dura entre cinco y diez días hasta su consumo final, y en ese periodo de tiempo es probable que las bacterias iniciales, (si no hay pasteurización) sigan reproduciéndose, deteriorando de esta manera el producto y ocasionando enfermedades leves o de alto riesgo a los humanos.

Cabe mencionar que cada unidad de producción (UP) maneja un proceso técnico de elaboración relativamente semejante con algunas diferencias con respecto a temperaturas y dosis del cuajo, ésto proporcionó razones para analizar el proceso técnico y las condiciones económicas de cada uno y así poder recomendar algunos cambios que pueden disminuir en la medida de lo posible la contaminación inherente del alimento.

## **5 HIPOTESIS**

No existe diferencia en las características microbiológicas y químicas del queso artesanal de cabra de las cuatro localidades del sureste de Coahuila.

## **6 OBJETIVOS**

### **6.1 General**

- Caracterización microbiológica y química del queso artesanal de cabra en cuatro localidades del sureste de Coahuila.

### **6.2 Específicos**

- Documentar el proceso técnico de elaboración del queso de cabra artesanal de cada unidad de producción.
- Contabilizar grupos microbianos indicadores presentes en leche, cuajo natural y queso de cabra, así como microorganismos patógenos en este último para evaluar la calidad microbiológica.
- Determinar características químicas de leche, cuajo natural y queso de cabra.
- Documentar las condiciones socio técnicas de los productores de queso de cabra.

## 7 MATERIALES Y MÉTODOS

### 7.1 ETAPA I. Selección de unidades de producción y muestreo

Se investigó cuáles eran las localidades del sureste Coahuila donde se producía queso artesanal de cabra por medio de pláticas con integrantes de la “Asociación de Caprinocultores de Saltillo” y con profesores de la UAAAN. Luego de esto, a través de visitas y con la orientación de los vecinos en cada comunidad se estableció relación con cuatro productores; uno en la localidad de El Recreo (UP1), dos en Jaguey de Ferniza, una al sur (UP3) y otra al norte (UP4), las tres comunidades pertenecientes al municipio de Saltillo y una en Chapultepec (UP2), localidad del municipio de Arteaga.

### 7.2 ETAPA II. Documentación de proceso y toma de muestras

Una vez ubicados los productores, se presencié la elaboración del queso desde la ordeña, hasta el almacenamiento del producto antes de su venta, documentando cada uno de los pasos de elaboración, reportando tiempos, temperatura y pH de la leche, cuajo natural, suero, cuajada y queso respectivamente.

Se procedió al muestreo de cada unidad de producción (UP) recolectando en bolsas estériles (18 x 9.5 cm, marca Nasco Whirl-Pak): leche bronca de cabra, cuajo natural y queso, por duplicado. Como transporte para las muestras se emplearon hieleras de uniceL (5 kg) con gel refrigerante como medio de conservación y fueron enviadas por paquetería el mismo día de la recolección al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C (CIAD) ubicado en Hermosillo, Sonora para su análisis al día siguiente. Se analizaron dos lotes por UP.

### 7.3 EATAPA III. Análisis de calidad microbiológica y caracterización química.

Los análisis microbiológicos y químicos se realizaron en los Laboratorios de Química y Biotecnología de Productos Lácteos, y de Calidad y Autenticidad de los Alimentos, del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C (CIAD A.C) en Hermosillo, Sonora.

#### 7.3.1 Análisis de la calidad microbiológica

Los análisis microbiológicos de basaron en la NOM-243-SSA1-2010 que establece las especificaciones sanitarias y nutrimentales que debe cumplir la leche, formula láctea, producto lácteo combinado y los derivados lácteos, se realizó el conteo de tres diferentes grupos indicadores microbianos siguiendo la metodología citada por la misma, así como de cuatro microorganismos patógenos y una enterotoxina.

#### 7.3.2 Conteo de microorganismos indicadores

El conteo de bacterias mesófilos aerobias (BMA) se llevó a cabo por el método para la cuenta de bacterias aerobias en placa usando PCA como medio de cultivo. La cuenta de hongos y levaduras requirió de agar papa-dextrosa (PDA) y para la determinación de coliformes totales y fecales por medio de diluciones en tubo múltiple usando la técnica del número más probable (NMP). Únicamente para el queso, los análisis se repitieron al día 10 de almacenamiento a 4 °C con el fin de observar el crecimiento microbiano, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas

### 7.3.2.1 Determinación de microorganismos patógenos

Los análisis para microorganismos patógenos se realizaron únicamente en queso por ser el producto final. Se determinó en dos lotes de cada UP la presencia de *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp*, *Listeria monocitogenes* y *Enterotoxina estafilococcica* en el Laboratorio de Aseguramiento de la Calidad Microbiológica de Alimentos (LACMA) del CIAD A.C. usando las técnicas de BAM. 8va. Ed., 2002, Cap. 4, NOM-115-SSA1-1994, NOM-114-SSA1-1994, NOM-143-SSA1-1995, e Inmunoensayo Visual TECRA<sup>®</sup> 2003 respectivamente.

### 7.3.3 Caracterización química

La determinación se realizó por duplicado para pH, acidez, proteína (método de Kjeldahl), grasa (método de Babcock), humedad y cenizas, de acuerdo a la metodología estándar de la AOAC (2002). La muestra de queso se almacenó por 10 días a 4°C para determinar nuevamente pH y acidez, y poder relacionar esta característica con la calidad microbiológica.

### 7.4 Análisis de datos

Los resultados microbiológicos y químicos fueron analizados con un diseño completamente al azar mediante un análisis de varianza (ANOVA) al 95 % de confianza para determinar diferencias significativas entre UP. Se usó la prueba t de Student con un nivel de significancia de 0.05 para la comparación de medias con el paquete estadístico JMP (2005).

#### 7.5 ETAPA IV. Documentación de información socioeconómica y de proceso técnico.

Se realizó una entrevista (Anexo 1) a los productores de queso de cabra para recolectar información correspondiente a su condición económica, el estado del hato lechero y el proceso técnico de elaboración del queso con el fin de establecer la relación que existe del producto con respecto a la información obtenida.

## 8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 Documentación del proceso técnico

La elaboración de queso de cabra en las cuatro UP es relativamente similar (ver anexo 2 y 3), sin embargo existen algunas variantes en la dosis del cuajo, el tiempo de reposo de la leche desde su llegada hasta la adición del cuajo natural y el calentamiento al que se somete la cuajada antes de moldear. La Figura 5 muestra el proceso técnico de elaboración de cada UP.

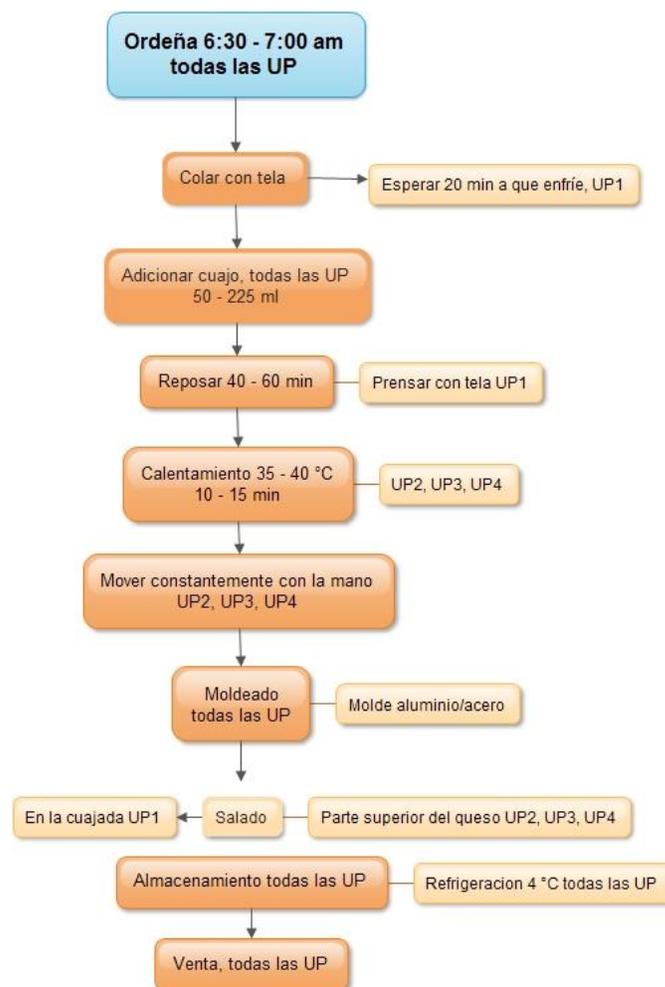


Figura 5. Proceso técnico de elaboración de queso artesanal de cabra de cuatro UP en el sureste de Coahuila

De acuerdo con lo anterior, se tomaron datos de temperatura y pH de cada UP durante el proceso de elaboración de queso de cabra. El Cuadro 4 muestra que las temperaturas y valores de pH son semejantes entre UP, excepto por la UP2 con respecto a la temperatura de la leche, ya que los productores la dejan enfriar por 20 minutos después del ordeño y no someten la cuajada a calentamiento.

La variación en los ml de cuajo natural usados para coagular la leche es grande, ya que mientras la UP1 y UP3 manejan normalmente entre 50-70 ml, la UP2 y UP4 están entre 210 y 225 ml; según se argumentó, esta cantidad se modifica de acuerdo al tiempo de almacenamiento del cuajo preparado, a mayor tiempo de almacenamiento, mayor cantidad de cuajo se requiere para alcanzar el efecto de uno nuevo. El resto de los factores se encuentran en un rango sin notable variación.

Cuadro 4. Temperatura, pH y observaciones tomadas durante la elaboración de queso de cabra en las cuatro UP.

UP	Factor	Leche	Cuajo natural	Suero	Cuajada	Observaciones
UP 1 "El Recreo"	Temperatura (°C)	28	20 (50 ml)	29	22	No hubo calentamiento. Se dejó enfriar la leche por 20 min.
	pH	6.5	3.5	6.6	7	
UP 2 "Chapultepec"	Temperatura (°C)	34	19 (225 ml)	41°C	35	Se calentó la cuajada por 10 min. Hasta 41 °C
	pH	6.3	2.5	6.8	6.9	
UP 3 "Jaguey de Ferniza Sur"	Temperatura (°C)	33	20 (70 ml)	37	35	Se calentó la cuajada por 15 min. Hasta 37 °C
	pH	6.3	3.4	6.4	7.1	
UP 4 "Jaguey de Ferniza Norte"	Temperatura (°C)	34	20(210 ml)	41°C	41	Se calentó la cuajada por 10 min hasta 41°C
	pH	6.6	3.3	6.4	7.3	

## 8.2 Análisis de calidad microbiológica en leche, cuajo y queso de cabra

El Cuadro 5 muestra los grupos microbianos indicadores analizados para leche de cabra, Mayoral *et al.* (1991) y Morales *et al.* (2012) analizaron las mismas variables en leche cruda de cabra, con el objetivo de caracterizarla microbiológicamente, el primero se realizó en Badajoz, España y el segundo en el estado Puebla, México, encontrando valores semejantes a los de este estudio. Se observó que no hay diferencias estadísticamente significativas ( $P>0.05$ ) entre las cuatro UP con respecto a la presencia de mesófilos aerobios.

Cuadro 5. Determinación de grupos microbianos indicadores en leche empleada para la elaboración de queso de cabra artesanal de cuatro UP del sureste de Coahuila.

Características	UP			
	1	2	3	4
Mesófilos ( $\log_{10}$ UFC/ml)	6.47±1.05 a	6.91±0.73 a	5.92±0.08 a	6.87±0.99 a
Hongos y levaduras ( $\log_{10}$ UFC/ml)	3.96±0.50 a	1.00±0.00 c	3.06±0.39 b	4.34±0.98 a
Coliformes totales ( $\log_{10}$ NMP/ml)	6.04±1.41 a	2.71±0.47 b	3.54±0.71 ab	5.85±1.15 a
Coliformes fecales ( $\log_{10}$ NMP/ml)	2.52±3.56 a	1.52±2.15 a	3.46±0.59 a	5.85±1.15 a

Literales diferentes en una fila indican diferencia estadística ( $P<0.05$ ).

Resultados expresados en media  $\pm$  desviación estándar. n=4

En hongos y levaduras se presentan diferencias ( $P<0.05$ ) ya que la UP1 y UP4 son estadísticamente iguales presentando los valores más altos de contaminación, en contraste, la UP2 figura como la menos contaminada, ésto puede deberse, entre otras cosas a que el productor de la localidad de Chapultepec, en el municipio de Arteaga, presta mayor atención al cuidado sanitario del lugar donde se procesa la leche y a la limpieza de los utensilios.

La contaminación por coliformes fecales fue estadísticamente igual en todas la UP. Por otra parte, la presencia de coliformes totales evidencia una deficiente calidad sanitaria, pues los valores en las cuatro UP superan los límites permitidos por la

NOM-243-SSA1-2010 que es  $\leq 10$  UFC/ml. La UP1 presenta la mayor contaminación, ésto se puede atribuir a la salud del hato lechero y su ubicación geográfica ya que se encuentra a tres kilómetros del lugar donde se procesa la leche, y en el transcurso del camino puede efectuarse una contaminación cruzada, además de que el productor deja reposar hasta por 20 minutos la leche para que se enfríe.

Estos resultados hablan de una deficiente calidad sanitaria en la materia prima ya que a nivel artesanal no es posible realizar una pasteurización para eliminar la carga microbiana pues el productor carece de recursos y tecnología para esta actividad, sin embargo se pueden tomar medidas de higiene para disminuir la contaminación.

En el cuadro 6 se expresan los resultados de mesófilos aerobios, hongos y levaduras y coliformes totales y fecales en cuajo de cabra usado en la elaboración de quesos artesanales. Para mesófilos aerobios fue la UP2 quien presentó menor contaminación, sin embargo este valor está dentro del orden logarítmico reportado por Moschopoulou *et al.* (2006) que especifica  $4.86 \log_{10}$  UFC/ml en un estudio realizado al cuajo de cabra en la región Argos, Atenas en Grecia, donde se elaboró a base de agua. Es importante mencionar que el abomaso, cuarto compartimento de los caprinos, es mejor conocido como cuajo y en este estudio se reporta que es reposado en suero de leche, por tal situación y debido a que no hay un tratamiento térmico para la leche, este tipo de bacterias predominaran en los siguientes procesos.

Cuadro 6. Determinación de grupos microbianos indicadores en cuajo natural empleado para la elaboración de queso de cabra artesanal en cuatro UP del sureste de Coahuila.

Características en Cuajo	UP			
	1	2	3	4
Mesófilos ( $\log_{10}$ UFC/ml)	6.78±1.82 a	4.93±0.37 b	7.85±0.12 a	6.73±0.57 a
Hongos y levaduras ( $\log_{10}$ UFC/ml)	6.16±0.59 a	4.81±0.48 b	4.81±0.04 b	5.59±0.71 ab
Coliformes totales ( $\log_{10}$ NMP/mL)	2.52±3.56 a	1.19±1.68 a	1.52±2.15 a	5.85±1.15 a
Coliformes fecales ( $\log_{10}$ NMP/mL)	2.52±3.56 a	0.00±0.00 a	1.52±2.15 a	3.33±4.71 a

Literales diferentes en una fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

Resultados expresados en media  $\pm$  desviación estándar,  $n=4$ .

En comparación con lo que reporta Moschopoulou *et al* (2006), reportó un máximo de 2.55  $\log_{10}$  UFC/ml, en este estudio todas las UP presentaron altos valores en hongos y levaduras, donde la UP1 es estadísticamente diferente a las demás con un contenido de 6.16  $\log_{10}$  UFC/ml. Este resultado probablemente está relacionado con las condiciones de almacenamiento del cuajo.

Para coliformes totales los resultados indican una contaminación importante pues en comparación con lo que reporta Moschopoulou *et al* (2006) y Palladino *et al* (S/A) en estudios sobre el cuajo de cabra, los valores de este estudio son mayores a los expuestos, donde la UP4 es la que presenta mayor contaminación. En coliformes fecales no hay diferencias estadísticamente significativas entre UP, sin embargo la UP2 es la que no presentó rastro de contaminación, además, esta UP da almacenamiento en mejores condiciones

La Figura 6 muestra la presencia de mesófilos aerobios presentes en el queso de cabra al día 2 y 10. Se puede observar que al día 2 hay diferencias significativas entre la UP2 y UP4, donde la primera manifestó menor contaminación ante todas las demás. La UP2 presentó el menor contenido de mesófilos aerobios tanto en leche como en cuajo, por tal razón el producto final, que es el queso, presentó la menor

cantidad de estos microorganismos. El queso fue refrigerado por 10 días a una temperatura de 4 °C manifestándose un incremento de estas bacterias en todas la UP. Se observó también que la UP4 fue la más contaminada a pesar de que en leche y cuajo natural el contenido de estas bacterias era menor a lo que obtuvo la UP2 y UP3. Los mesófilos aerobios se pueden desarrollar a temperaturas normales, entre 20 y 45°C , sin embargo también existen microorganismos psicrófilicos y psicotróficos que son capaces de desarrollarse a 0 °C, en este caso, son los que pudieron haberse desarrollado por tener la temperatura optima de crecimiento.

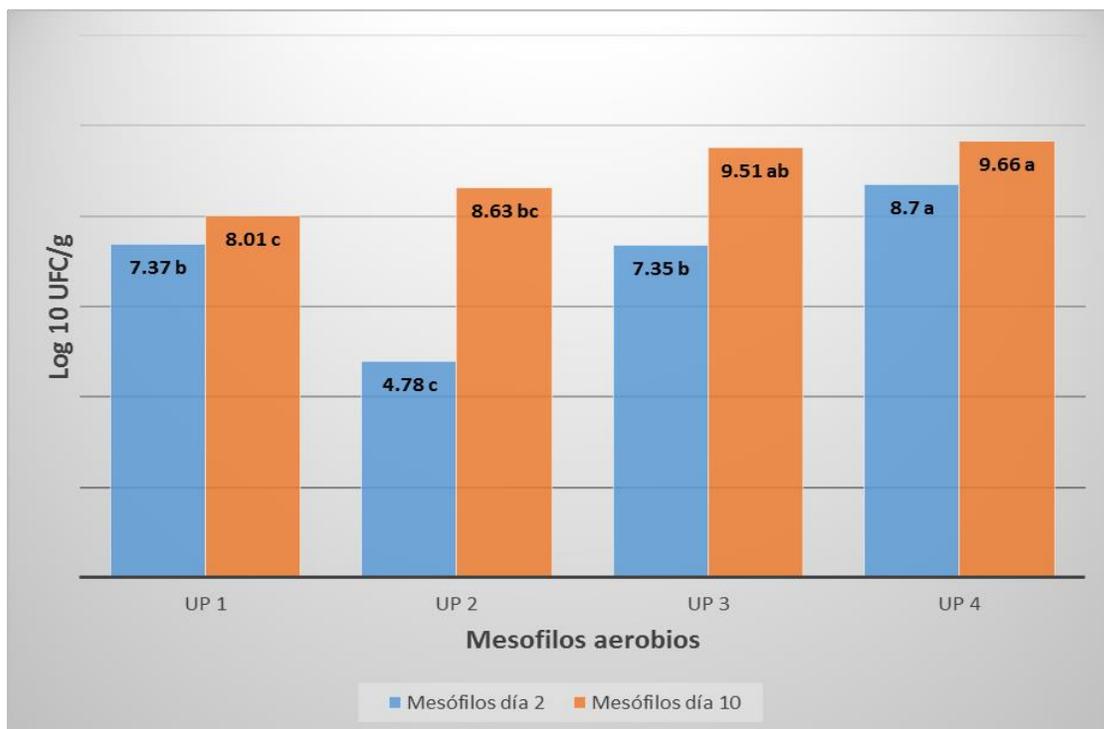


Figura 6. Conteo de mesófilos aerobios en el queso de cabra al día 2 y día 10 de almacenamiento de cuatro localidades del sureste de Coahuila

Los resultados para hongos y levaduras (Figura 7) muestran que para el día 2 los valores son estadísticamente diferentes en la UP1 y UP2, estos datos son congruentes con lo que reporta Mayoral *et al* (1991) en su estudio sobre el queso de cabra (3.69 log<sub>10</sub> UFC/g), sin embargo se observó que en las otras dos UP los datos fueron similares con lo que reporta Olarte *et al* (1999) en su estudio sobre

caracterización microbiológica de queso de cabra ( $5.0 \log_{10}$  UFC/g). A pesar de la congruencia con la literatura, los valores exceden lo que establece la NOM-243-SSA1-2010 ( $500 \text{ UFC/g}$  o  $2.7 \log_{10}$  UFC/g), en consecuencia se deben considerar como quesos no aptos para su consumo. Al igual que en mesófilos, se contabilizaron los hongos y levaduras al día 10, encontrando un aumento, donde la UP2 es la que presentó el menor valor, sin embargo sigue siendo un foco de infección este tipo de producto ya que los hongos y levaduras son capaces de desarrollarse en medios a bajas temperaturas.

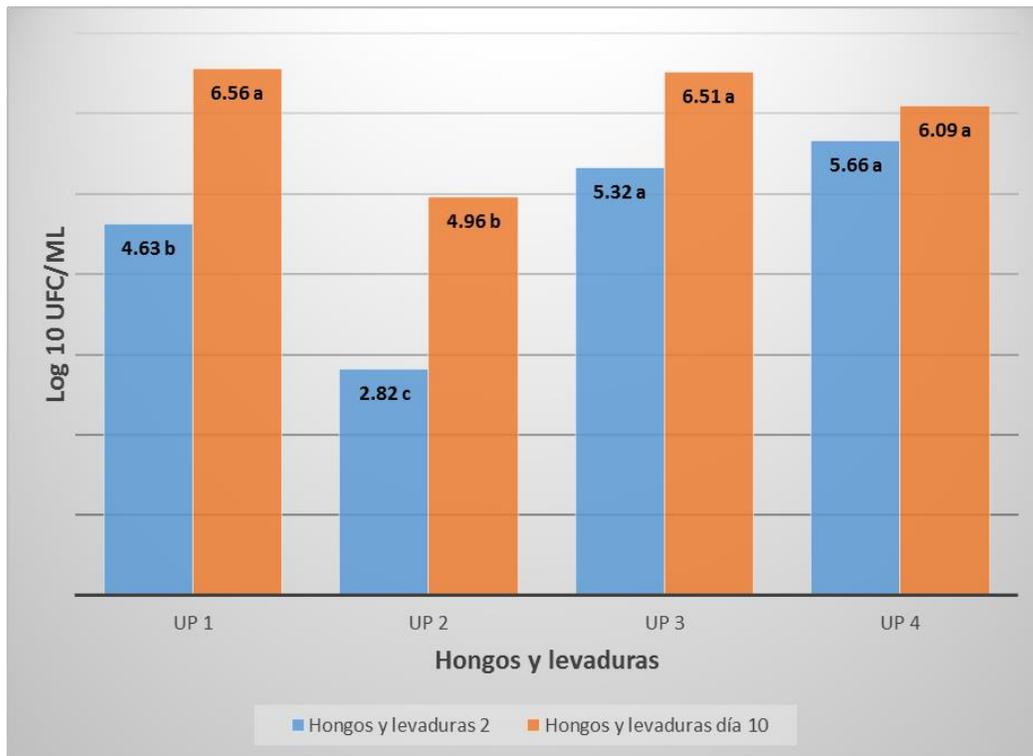


Figura 7. Conteo de hongos y levaduras en el queso de cabra al día 2 y día 10 de almacenamiento de cuatro UP del sureste de Coahuila

El conteo de coliformes totales (Figura 8) indica que hay presencia de enterobacterias en el queso, provenientes del tracto digestivo, hay un gran número de bacterias que están en esta clasificación, por tal razón se establecen como coliformes totales. En este sentido la UP4 presentó diferencias significativas con mayor contaminación, de acuerdo con esta variable, el cuajo y leche de la misma UP presentaron mayor contaminación. Después de diez los días de almacenamiento,

esta población disminuyó, sin embargo el valor para la UP2 incremento drásticamente, esto llama la atención pues en contenido de coliformes en leche y cuajo fue la que presentó menor contaminación, se puede atribuir este resultado a que el productor cuidar la higiene de la materia prima, y que durante el proceso de elaboración se produce una contaminación, pues aunque aparentemente el lugar donde se procesa la leche es limpio, el que esté geográficamente cerca del corral, favorece la presencia de estos microorganismos.

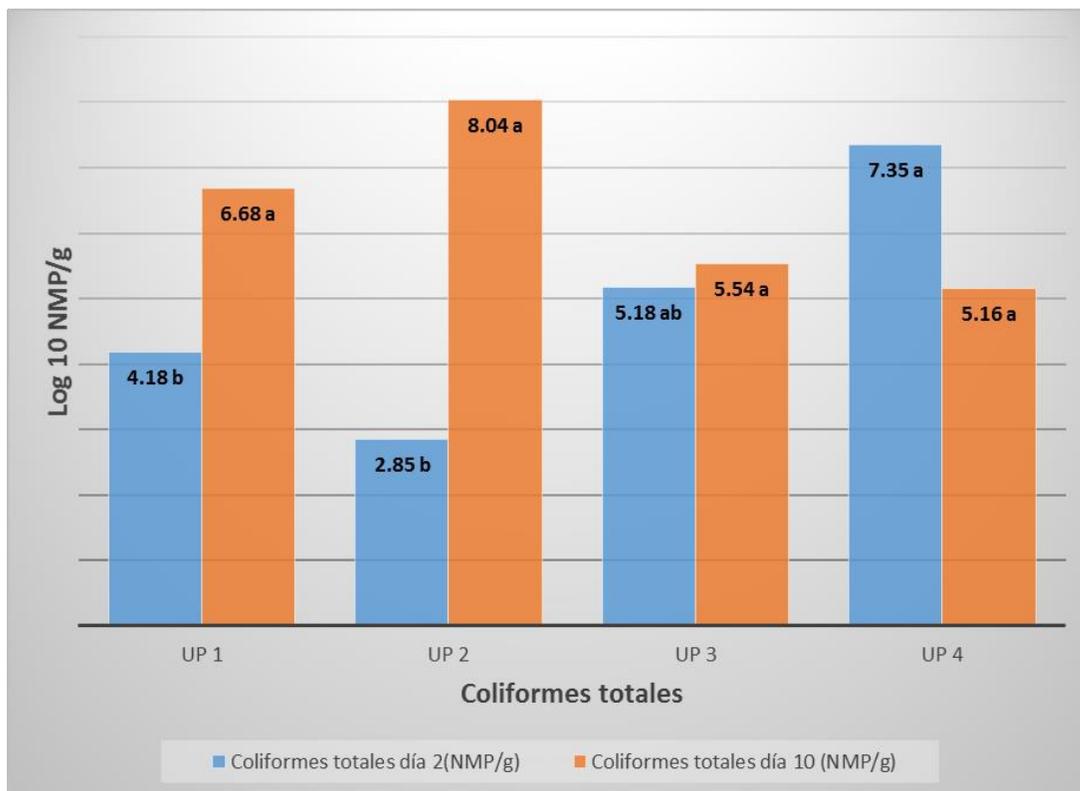


Figura 8. Conteo de coliformes totales en el queso de cabra al día 2 y día 10 de almacenamiento de cuatro UP del sureste de Coahuila

La Figura 9 presenta los resultados en coliformes fecales, que son bacterias propias de las heces fecales del animal, al igual que en coliformes totales la UP4 fue estadísticamente diferente con el mayor grado de contaminación, mientras que la UP1 presentó un valor por debajo de lo reportado por Mayoral *et al* (1991), sin embargo para esta UP y la UP2 los valores incrementaron al día 10, donde la UP2 se mantuvo con el mayor valor.

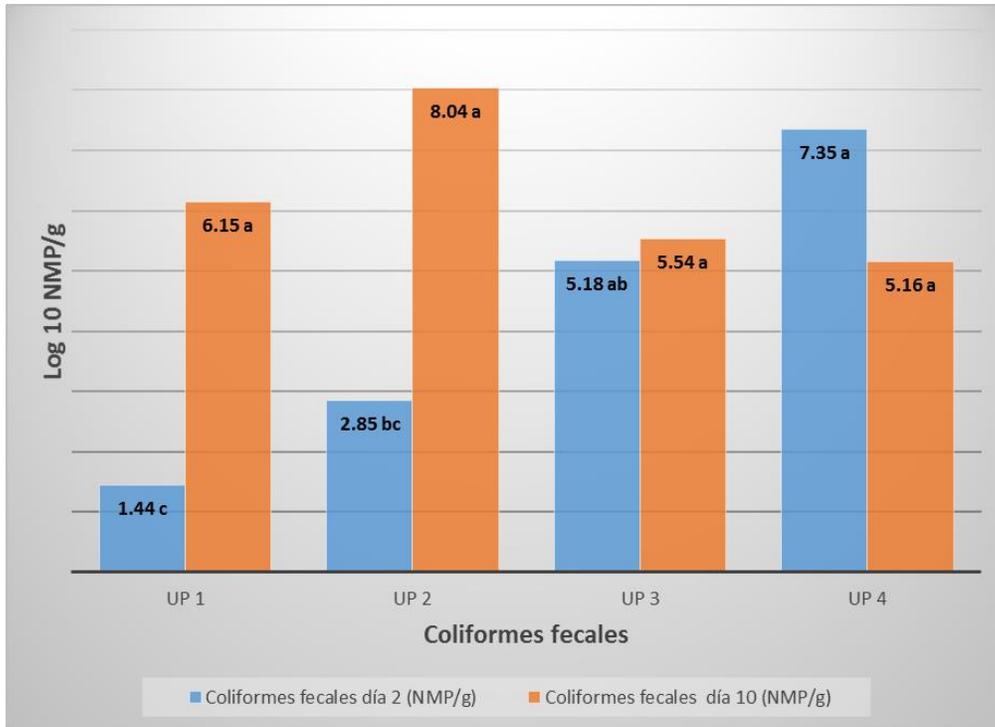


Figura 9 Conteo de coliformes fecales en el queso de cabra al día 2 y día 10 de almacenamiento de cuatro UP del sureste de Coahuila

De acuerdo con lo expuesto, la microbiota en el queso al día 2 se continúa reproduciendo, hasta alcanzar valores altos de contaminación que degradan al alimento aun y cuando el alimento se encuentra bajo condiciones de refrigeración, por tal motivo este tipo de producto no es apto para el consumo humano de acuerdo a la NOM-243-SSA1-2010.

### 8.3 Microorganismos patógenos

El cuadro 7 expresa los resultados de los análisis de microorganismos patógenos realizados a un queso de cada lote por UP. La NOM-243-SSAI-2010 establece límites máximos de contenido microbiano para derivados lácteos, en base a esto se observa que la presencia de *E. coli* en la UP2, UP3 y UP4, se encuentra dentro del límite máximo permitido a diferencia de la UP 1 en el lote 2 y la UP3 en el lote 1.

En cuanto a *Staphylococcus aureus*, el contenido es menor que el establecido por la norma excepto por la UP1 lote 2 que está en el límite máximo (1000 VE) y la UP4 que presenta 300 UFC/g, valor ligeramente alto en comparación con los demás lotes de cada UP. No se encontró presencia de *Salmonella spp.* y *Listeria monocytogenes* en ninguna UP. Sin embargo la enterotoxina estafilococcica se hizo presente en la UP1 en ambos lotes, y en la UP4 en el primer lote. Esto puede atribuirse a que en ambas UP no se manejan calendarios de vacunación que mantengan buenas condiciones de salud del hato lechero a diferencia de la UP2 y UP3 que cuentan con vacunación periódica.

Cuadro 7. Determinación de microorganismos patógenos en queso de cabra artesanal de cuatro UP del sureste de Coahuila.

Análisis	UP							
	1		2		3		4	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
<i>E.Coli (NMP/g)</i>	<3,0	3,6	<3,0	<3,0	3,6	<3,0	<3,0	<3,0
<i>Staphylococcus aureus (UFC/g)</i>	<100	1000 VE	<100	<100	<100	<100	300 VE	<100
<i>Salmonella spp (en 25 g de muestra)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Listeria monocytogenes (en 25 g de muestra)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enterotoxina Estafilococcica</i>	+	+	-	-	-	-	-	+

(+) Positivo, (-) Ausente.

(VE) Valor estimado

#### 8.4 Caracterización química

El cuadro 8 presenta la caracterización química en leche de cabra de las cuatro UP. De acuerdo con lo que reporta Hernández *et al.* (2011) en su estudio sobre la caracterización bacteriológica de la leche cruda de cabra en Miravalles, estado de Puebla, México, el pH de la leche analizada en este estudio es semejante.

Sin embargo la UP2 presenta el valor más alto y es estadísticamente diferente de los demás, estos valores de pH representan un valor cercano a la neutralidad, lo que le permite a diversas bacterias desarrollarse de manera normal.

La acidez de la leche de cabra en este estudio es coherente con lo que reporta el mismo autor anteriormente citado (1.80 – 2.10%) y la UP2 presenta el menor valor en este sentido: el pH y la acidez son parámetros que están íntimamente relacionados con la calidad microbiológica de la leche, ya que a menor acidez y a un pH entre 6.5 – 7.5, se facilitan las condiciones para el desarrollo microbiano tal y como lo manifestó la UP2 en mesófilos aerobios. Contrario a esto, los hongos y levaduras tienen un desarrollo óptimo en medios ácidos, de tal manera que la UP4 que presenta mayor acidez en leche, también presenta un mayor contenido de hongos y levaduras.

Cuadro 8. Características químicas de la leche empleada para la elaboración del queso de cabra artesanal del sureste de Coahuila.

Características	UP			
	1	2	3	4
pH	6.71±0.02 ab	6.84±0.05 a	6.74±0.20 ab	6.17±0.74 b
Acidez %	2.44±0.16 ab	1.99±0.15 ab	1.76±0.71 b	2.90±0.99 a
Proteína %	3.80±0.52 a	3.80±0.12 a	3.90±0.14 a	4.04±0.44 a
Grasa %	5.53±0.46 b	6.15±0.06 a	5.20±0.27 b	4.65±0.19 c
Humedad %	85.14±2.65 ab	84.80±0.55 ab	84.48±0.84 b	87.09±1.72 a
Cenizas %	0.86±0.27 a	0.95±0.05 a	0.82±0.10 a	0.91±0.05 a

Literales diferentes en una fila indican diferencia estadística (P<0.05).

Resultados expresados en media ± desviación estándar, n=16

El porcentaje de proteína es estadísticamente igual en todas las UP, donde sobresale la UP4 como la más alta en esta variable, al igual que el contenido de cenizas, esta relación existe porque en todas las UP se manejan las mismas razas de cabra. Las cenizas son el resultado de la materia inorgánica presente en la leche.

Para la grasa se observaron diferencias entre la UP2 y UP4 ya que la primera tiene el mayor valor de grasa y la última el menor, esto se relaciona con el tipo de alimentación de la cabra, ya que en la UP2 en algunas ocasiones se suministra alimento extra como zacate o maíz cuando escasea el forraje en el lugar donde se pasta, y porque la incidencia de bacterias deteriorantes en la leche son menores. Por último la UP4 presentó mayor actividad microbiana debido a la elevada presencia de humedad aunque todas fueron estadísticamente iguales.

Los resultados expuestos en el cuadro 9 muestran que el pH del cuajo natural es diferente entre la UP1 y UP2, los valores son congruentes con lo reportado por Moschopoulou *et al* (2006) en 2 cuajos diferentes, en un estudio realizado en Atenas. La UP2 presentó valores estadísticamente diferentes. De acuerdo con estos dos parámetros se puede evaluar el crecimiento microbiano en cuajo natural, pues como se observa en el Cuadro 6 la UP2 presentó menor incidencia microbiana debido al medio desfavorable para las bacterias, contrario a lo que presentó la UP1 con menor acidez y pH ligeramente alto.

Cuadro 9. Características químicas del cuajo natural empleado para la elaboración del queso de cabra artesanal del sureste de Coahuila.

Características	UP			
	1	2	3	4
pH	4.01±0.65 a	3.23±0.02 b	3.60±0.10 ab	3.65±0.09 ab
Acidez %	9.63±4.36 b	24.2±3.00 a	11.53±1.59 b	10.71±7.15 b
Proteína %	1.55±0.20 a	1.13±0.11 b	1.50±0.14 a	1.11±0.05 b
Grasa %	0.70±0.23 ab	0.55±0.17 b	0.53±0.22 b	0.90±0.15 a
Humedad %	87.95±0.93 b	92.85±5.15 a	91.85±1.03 ab	92.54±1.67 a
Cenizas %	5.75±0.44 a	2.08±0.86 b	2.09±1.10 b	1.90±0.25 b

Literales diferentes en una fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

Resultados expresados en media ± desviación estándar, n=4

Los valores de proteínas son congruentes con lo que reporta Moschopoulou *et al* (2006), sin embargo hay diferencias significativas, ya que la UP1 y UP3 son semejantes entre sí, al igual de la UP2 y UP4. El contenido de grasa fue mayor en la

UP4 por lo que otorga a las bacterias coliformes el alimento necesario para desarrollarse, sin embargo este dato es diferente al expuesto por Moschopoulou *et al.* (2006) donde menciona que el cuajo posee 3.65% de grasa. La humedad fue diferente en la UP1 con menor cantidad respecto a las demás y el contenido de cenizas fue diferente en la misma UP con respecto a las demás pero con un valor mayor.

La Figura 10 expresa los resultados de la caracterización química del queso de cabra únicamente en pH y acidez. Estos análisis se realizaron al día 2 y 10 con el fin de observar el comportamiento de dichas variables en relación al crecimiento microbiano. El queso se almacenó de manera normal, en un refrigerador a una temperatura de 4°C. Se eligió el día 10 porque de acuerdo a lo que explicaron los productores, es el tiempo promedio que tarda un queso de este tipo en consumirse.

Resultados estadísticamente iguales para pH se observaron en todas las UP, mostrando un valor cercano a la neutralidad contrario a los valores reportados por Mayoral *et al* (1991) con 5.15 de pH, donde realizó los análisis fisicoquímicos del queso de cabra a los tres días de maduración, en Badajoz, España. Como se ha venido comentando las bacterias para su óptimo desarrollo requieren de un medio cercano a la neutralidad y menor acidez excepto por las bacterias acidolácticas propias de la leche con la que se elabora el queso.

El valor de pH al día 2 fue casi neutro en las cuatro UP lo que permitió la reproducción de bacterias, al día 10 este pH disminuyó ligeramente, pero no tuvo significancia pues sin embargo las bacterias continuaron reproduciéndose. Con respecto a la acidez los valores coincidieron con el estudio de Duran *et al* (2010) al día 2 en un estudio realizado al queso fresco de cabra, en Venezuela y al día 10 esta acidez aumentó ligeramente, pero no lo suficiente para inhibir el crecimiento microbiano.

En consecuencia, al almacenar un queso con estas características por diez días, se genera un aumento de población microbiana, llega a degradar la composición del alimento y a producir efectos dañinos en el humano. Hay que recordar que a menor pH y mayor acidez este crecimiento se verá limitado.

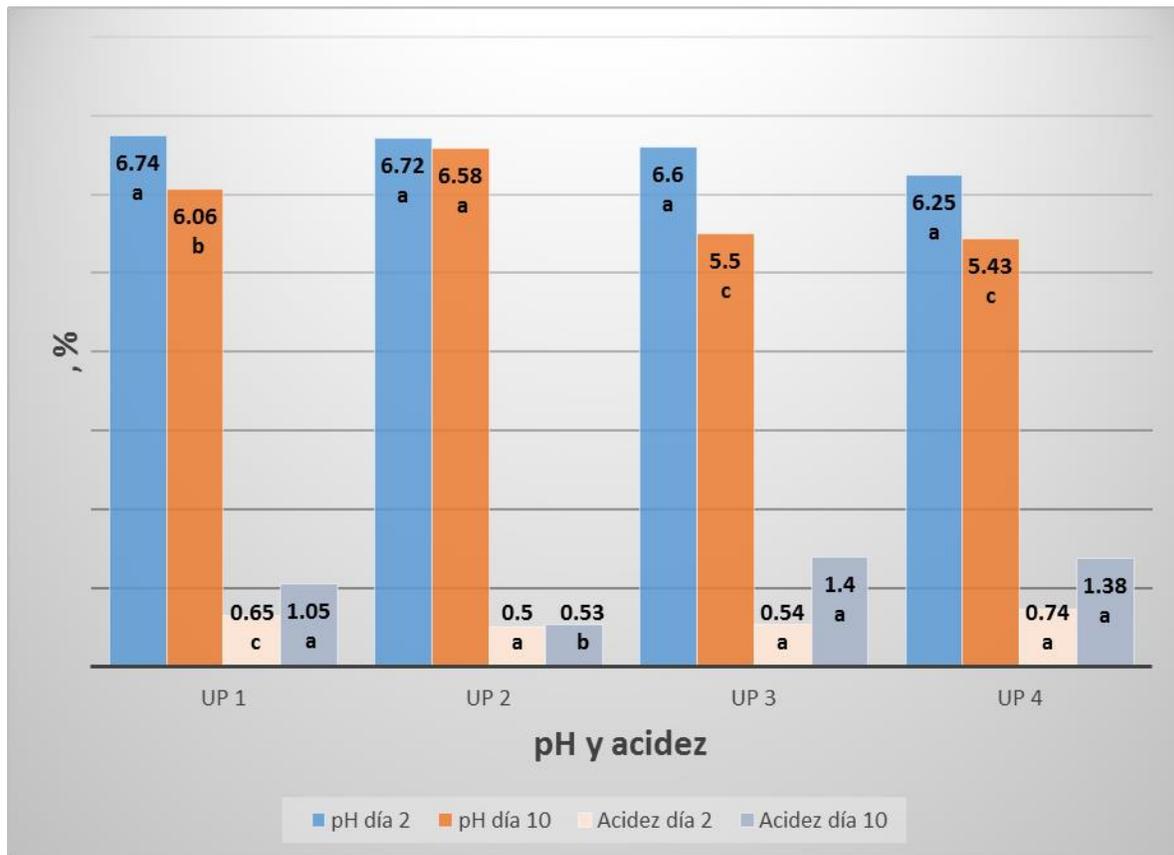


Figura 10. Comportamiento de pH y acidez en queso de cabra artesanal al día 2 y 10 de almacenamiento de cuatro UP del sureste de Coahuila

De acuerdo con el Cuadro 10. El porcentaje de proteína y humedad es similar en todas las UP, como se mencionó en la parte de resultados químicos de leche, la posible relación de estos resultados es debido a que se manejan razas iguales. El contenido de grasa es estadísticamente diferente en la UP2, posiblemente porque el productor añade zacate o maíz molido en la alimentación de las cabras cuando no se pastorean. Por último el contenido de cenizas en la UP1 fue estadísticamente diferente con un porcentaje de 2.77%.

Cuadro 10. Características químicas del queso de cabra artesanal de cuatro UP del estado de Coahuila.

Características en Queso	UP			
	1	2	3	4
Proteína %	18.16±0.84 a	17.89±0.51 a	17.94±0.41 a	18.38±1.37 a
Grasa %	25.75±1.50 b	31.00±1.15 a	28.75±2. ab	26.00±4.62 b
Humedad %	48.70±2.33 a	47.53±0.56 a	48.37±1.17 a	47.7±1.19 a
Cenizas %	2.77±0.17 b	3.84±0.62 a	3.49±0.50 a	3.22±0.41 ab

Literales diferentes en una fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

Resultados expresados en media  $\pm$  desviación estándar,  $n=16$

## 8.5 Información socioeconómica

### 8.5.1 Unidad de Producción 1 (UP1)

Domicilio conocido en “El Recreo”, municipio de Saltillo. Productores con escolaridad que no asciende a más de la educación primaria. Dedicados al hogar, producción de queso de cabra artesanal, caprinocultores de tiempo completo y agricultores en menor medida. Dependen económicamente de la venta de queso y cabritos. Producen maíz para autoconsumo, y aseguran que la elaboración y venta de queso es una de las actividades que solventa la mayoría de los gastos familiares cuando no hay venta de cabritos. Prefieren transformar la leche pues consideran que la comercialización de queso es más rentable que vender leche fluida.

Debido a la escasez de recursos económicos no cuentan con un calendario de vacunación, pues es difícil dar tratamiento a cerca de 200 cabras donde resaltan las cruces de razas Nubia, Alpina, Granadina, Saanen y Toggenbur (Figura 11). El último tratamiento sanitario a las cabras fue a través de baños para eliminar el piojo, pero

comentaron que incluso esta actividad es difícil ya que el agua es limitada y el corral del rebaño se encuentra a 3 km de la UP.



Figura 11. Hato lechero UP 1, localidad El Recreo.

#### 8.5.2 Unidad de Producción 2 (UP2)

Unidad de producción ubicada en el “Chapultepec” localidad del municipio de Arteaga. Caprinocultores y agricultores. Con educación de nivel básico (primaria) se dedican específicamente a la venta de cabras y producción de queso. Aseguran que no hay mercado para la leche y sus derivados, aun así mantienen como forma de ingresos la venta de queso de cabra, de no realizar esta actividad no tendrían otra opción que tirar la leche. Comentan que han vendido el litro de leche en \$13.00, el costo de su queso es de \$30.00, pero afirman que cuando la venta no es buena, tienen que ofrecerlo al intermediario al mismo precio mientras él lo comercializa en \$40.00. Poseen 30 cabras de ordeña, y 100 están anotadas en el programa de vacunación.

A pesar de la inversión elevada, vacunan a todas las cabras cada seis meses. Principalmente son vacunadas contra *Septicemia*, *Colibasilos* (enfermedad digestiva) y neumonía, se desparasitan para parásitos internos y externos. Cada año, realizan los análisis pertinentes de sangre y orina para descartar la presencia de patógenos, y cuando vacunan se evita el consumo o procesamiento de leche durante 21 días y de carne por 28 días.

La alimentación del hato lechero es principalmente de pasto, arbustos, encino, laurel, zacate, que se encuentra disponible en el monte. La principal raza que integra el hato lechero es la Saanen, sin embargo también hay presencia de Alpina y Toggenburg (Figura 12).

La producción de maíz es únicamente para autoconsumo, pues el productor afirma que no les conviene venderlo, pues lo tienen que dejar en \$2.00 el kg, mientras se compra en \$10.00.



Figura 12. Hato lechero UP 2, localidad de Chapultepec

### 8.5.3 Unidad de Producción 3 (UP3)

“Jaguey de Ferniza, sur”, localidad del municipio de Saltillo. Educación máxima de primaria. Caprinocultores de tiempo completo, y agricultores productores de maíz y avena en menor medida. La venta de queso es temporal. Su queso tiene un valor de \$30.00 y cuando hay leche el litro se vende en \$12.00 pero aseguran que es muy raro que eso suceda. Manejan las razas Saanen, Toggenburg y Alpina (Figura 13), su rebaño se contabiliza entre 40 y 50 cabras.

Vacunan cada seis meses pese al costo que implica contra neumonía, bacteria toxoide y parásitos, además de un aporte de vitaminas. La alimentación de las cabras es a base de rastrojo, y pasto en la labor (Monte). Comentan que la elaboración de queso artesanal de cabra se ha heredado de generación en generación, y que es una actividad que se está perdiendo “No quieren queso pues les hace daño y es difícil de vender” afirmaron.



Figura 13. Hato lechero UP 3, localidad de Jaguey de Ferniza, sur

#### 8.5.4 Unidad de Producción 4 (UP4)

Localidad de “Jaguey de Ferniza, norte” en Saltillo. Educación básica de primaria. Caprinocultores, el padre de familia es agricultor pero especificó que desde hace dos años no produce por la sequía y enfatizó que los apoyos gubernamentales son lejanos pues no tienen la manera y la formación para gestionar recursos. Su fuente de ingresos es a través de la venta de cabrito y queso artesanal de cabra. Cuando venden la leche el litro cuesta \$5.00 aun así, si existiese un comprador que la pagara a ese precio, sin duda la venderían pues la elaboración de queso implica mucho trabajo.

Manejan las razas Alpina y Saanen. No cuenta con un calendario de vacunación específico, desparasitan solo una vez al año (Ivermectina con vitaminas) porque “es para lo que alcanza” enfatizan. Su rebaño es de 250 cabras, de las cuales 60 a 70 son de ordeña.

## 9 CONCLUSIONES

- No hay un proceso estandarizado para la elaboración de queso de cabra en las diferentes UP, lo que implica diferencias en la calidad sanitaria del producto.
- La calidad sanitaria es deficiente encontrándose todas las UP fuera de las especificaciones sanitarias establecidas por la NOM-243-SSA1-2010. Atribuyéndose la población microbiana a las malas prácticas de higiene, y a la salud del hato lechero.
- La UP2, de la localidad de Chapultepec, en el municipio de Arteaga fue la que presentó menor contaminación microbiológica y mejores características químicas en el queso, esto se debe a que el productor maneja un control sanitario para el hato lechero y el lugar donde se procesó la leche fue de los más limpios.
- Las condiciones económicas y el abandono de los productores por parte del gobierno son clave fundamental del atraso que viven los productores de queso artesanal de cabra. Aunado a esto la competencia que enfrentan contra grandes empresas mexicanas y multinacionales es cada vez más difícil ya que ofrecen productos a menor precio y de mejor calidad sanitaria. Esto no solo se presenta en el sureste de Coahuila, sino a nivel nacional, por eso es importante trabajar en el campo mexicano, porque miles de familias tiene como único medio de sobrevivencia la venta de queso, sin embargo la cuestión técnica queda en manos de personas formadas en universidades como ésta, pero sobre todo que el técnico sea capaz de sensibilizarse ante tal situación.

## 10 RECOMENDACIONES

De acuerdo con el trabajo realizado se enlista una serie de recomendaciones que pueden ayudar a mejorar la calidad del queso artesanal de cabra.

- Manejar un calendario de vacunación estricto para todo el hato lechero, apoyándose con los programas de asesoría de la SAGARPA o con estudiantes formados en esta área.
- Manejar un proceso estandarizado para la elaboración de queso de cabra desde la ordeña, hasta la venta (mismos tiempos, temperaturas, dosis de cuajo).
- Lavar perfectamente las manos antes de ordeñar.
- Lavar la ubre de la cabra antes de iniciar el ordeño así como eliminar los primeros tres chorros de leche.
- Baño personal antes de cada elaboración.

## 11 LITERATURA CITADA

1. Aguirre V, Luis et al. 2013."Alimentos, asistencialismo, educación y ciudadanía: La cruzada necesaria en la agricultura familiar del sureste de Coahuila". 2013.
2. Bartra, Armando. 2013. "Dependencia, resistencia, las dos caras del campo mexicano". Disponible en: <http://desinformemonos.org/2013/10/dependencia-y-resistencia-las-dos-caras-del-campo-mexicano-armando-bartra/print/>. Fecha de acceso 20 de Marzo de 2014.
3. Becquer L. Armando et al. 1996. "Importancia de la detección de enterotoxina estafilocócica". Revista cubana. Instituto de nutrición e Higiene de los Alimentos.
4. Blood DC. Et al. 1976. "Medicina veterinaria". 3ra edición. Ed. Interamericana. México.
5. Bonafede M. et al. S/A. "Determinación de parámetros físico-químicos y microbiológicos para la elaboración y conservación de cuajo fermento de cabrito". Centro Regional Córdoba.
6. COFEPRIS, 2010. Normas Oficiales Mexicanas. Disponible en: <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Paginas/Normas-Oficiales-Mexicanas.aspx>
7. Cofré B, Pedro, et al. 2001."Produccion de Cabras Lecheras". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillan, Chile. Boletín INIA N°66.

8. CONARGEN, 2013. Asociación Mexicana de Criadores de ganado Caprino. Disponible en: <http://www.conargen.mx/index.php/asociaciones/caprinos>, fecha acceso: 22 de mayo de 2014.
9. Díaz R.Cándida. y González G. Bedirva. 2001. “*Sthaphylococcus aureus* en queso blanco fresco y su relación con diferentes microorganismos indicadores de calidad sanitaria”. Revista de salud pública y nutrición. P 1-9. Venezuela.
10. Domínguez L, Aurelio et al. 2011. “Alimentos artesanales: el queso Oaxaca como un caso de estudio en el centro de México”. Redalyc. Estudios sociales. Pp. 166-193. México.
11. Duran, Luis. 2010. “Caracterización físico-química y microbiológica de quesos de cabra en Carora, estado Lara, Venezuela”. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Lara.
12. Eck, André. 1990. “El queso”. Primera Edición. Editorial Omega. Barcelona.
13. FAO. “Prevención de la *E.Coli* en los alimentos”. Marco de gestión de crisis para la cadena alimentaria. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/agns/pdf/Preventing\\_Ecoli\\_es.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/Preventing_Ecoli_es.pdf)
14. Godic T.K., A. Venus. 2008. “The presence of yeasts, moulds and aflatoxin M1 in raw milk and cheese in Slovenia. Food Control 19 570-577.

15. Gómez, et al. 2009. "Manual de Producción caprina". Universidad Autónoma de San Luis. México. Pp. 43-46.
16. González C. Ulises, et al. 2007. "Determinación de Coliformes totales en los productos lácteos y su comparación entre dos queserías del municipio de Pijijiapan, Chiapas, México. Asociación mexicana de Bioquímica Clínica. P.98
17. Guillermo, Coronel. Et al. S/A." Quesos artesanales de corrientes: caracterización del agente coagulante". UNNE. Corrientes, Argentina.
18. Hernández M, Carolina. et al. 2011. "El proceso socio-técnico de queso añejo de Zacazonapan, Estado de México". Redalyc. Núm.2. Pp.161-176. Mexico.
19. INEGI. S/A. Clima. Coahuila de Zaragoza. Disponible en <http://cuentame.inegi.gob.mx/monografias/informacion/coah/territorio/clima.aspx?tema=me&e=05> Fecha de acceso: 09 de abril de 2014.
20. INEN, 2006. Norma Técnica Ecuatoriana. Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. Rep. Primera edición. Quito, Ecuador.
21. Jurado J.R, et al. S/A. "Fiebre tifoidea y otras infecciones por Salmonellas". Unidad de gestión de enfermedades infecciosas. Córdoba, España
22. Lancibidad, Gustavo. S/A. "Producción artesanal de alimentos: análisis y perspectivas". Disponible en: [www.iica.org.uy](http://www.iica.org.uy). Fecha de acceso 15 de Marzo de 2014.

23. Mayen M, Javier.2009."Ganado Caprino". Primera Edición. Editorial Trillas. Mexico.Pp.21-27.
- 24.Mayoral Mas, et al. "Queso Ibores: Caracterización productiva, físico-química y microbiológica". Servicio de Investigación Agraria. Badajoz, España.
- 25.Moschopoulou E, et al. 2006. "Characteristics of lamb and kid artisanal liquid rennet used for traditional feta cheese manufacture". Agricultural University of Athens. Athens Greece.
- 26.Morales, et al., 2012. "Calidad bacteriológica de leche cruda de cabra producida en Miravalles, Puebla". Revista de ingeniería química. Pp.45-54. UAMUI. Distrito federal. México
- 27.Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
- 28.Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de Mohos y levaduras en alimentos.
- 29.Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.
- 30.Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010.Secretaria de salud. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Diario oficial de la federación.

31. Olarte C. et al. 1999. "Microbiological and physicochemical characteristics of Cameros cheese". Food Microbiology.
32. Palladino PM, et al., S/A. "Inocuidad microbiológica de cuajos utilizados en la elaboración de quesos de cabra artesanales en el Valle de Amblayo, provincia de Salta, Argentina". Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria.
33. Potter N, Norman. 1999. "La ciencia de los alimentos". Segunda Edición. Editorial HARLA. México, D.F. Pp.379-381.
34. SIAP. 2012. "población ganadera de Coahuila". Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/poblacion-ganadera/> Fecha de acceso: 09 de abril de 2014.
35. Suarez, Víctor. 2011. "El campesinado sin cabeza en México". Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras de Productores del Campo. Disponible en: <http://www.anec.org.mx/articulos-anec>. fecha de acceso: 09 de Abril de 2014.
36. Villegas De Gante, Abraham. 2004. "Tecnología Quesera". Primera Edición. Editorial Trillas. México, D.F.
37. Villegas De Gante, et al. 2011. "La genuinidad y tipicidad de los quesos artesanales mexicanos". Redalyc. Estudios sociales. Núm.38. Pp. 146-164. México.

## 12 ANEXOS

### 12.1 Anexo 1. Cuestionario socio-técnico realizado a los productores de queso de cabra artesanal del sureste de Coahuila.

#### Cuestionario socio-técnico

1. ¿Cuál es su principal fuente de ingresos?
2. ¿Por qué producir queso de cabra artesanal?
3. ¿Hace cuánto que se dedica a la producción de queso artesanal de cabra y porque?
4. Tiene idea de hace cuanto inicio la producción de queso en esta localidad o municipio?
5. ¿Qué razas maneja?

#### **Parámetros de fabricación**

1. Volumen de leche procesada
2. Tipo de cuajo
3. Tiempo de reposo de la leche desde su llegada hasta el cuajado
4. Dosis de cuajo
5. Tiempo de cuajado
6. Número de veces en que la cuajada es cortada y escurrida
7. Tiempo del trabajo del grano
8. Tiempo de amasado
9. Tiempo de refrigeración
10. En qué mes o estación del año se produce más queso y por qué?

12.2 Anexo 2. Proceso técnico de elaboración de queso de cabra artesanal en la UP1, localidad El Recreo.



12.3 Anexo 3. Proceso técnico de elaboración de queso de cabra artesanal en la UP 2, localidad de Chapultepec.

