

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



Efectos del mes de elaboración, sobre el contenido de minerales y ácidos grasos de queso “fresco” de cabra en agostaderos.

Presentada Por:

ISAAC CORRALES FUENTES

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Efectos del mes de elaboración, sobre el contenido de minerales y ácidos grasos de queso "fresco" de cabra en agostaderos.

Presentada Por:

ISAAC CORRALES FUENTES

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito

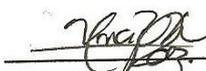
Parcial Para Obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

El presente trabajo ha sido dirigido por el siguiente comité:



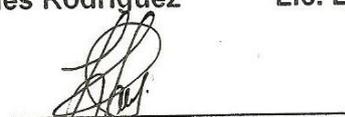
Dr. Miguel Mellado Bosque
Director



Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez
Vocal



Lic. Laura Olivia Fuentes Lara
Vocal



LCN. Laura Maricela Lara López,
Suplente

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Dr. Ramiro López Trujillo
Buenavista, Saltillo, Coahuila México
Abril de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"



COORDINACIÓN DE
CIENCIA ANIMAL

*Situado en alguna nebulosa lejana
hago lo que hago, para que
el universal equilibrio de que soy parte
no pierda el equilibrio.*

Del libro Voces, 1965, Antonio Porchia

DEDICATORIA

A **Dios** primeramente que me ha ayudado a estar y llegar hasta este lugar, a pesar de los retos que me puso en la vida, y por haber estado presente en cada una de mis pensamientos y oraciones.

A mis padres **Sr. Hugo Corrales Estrada y Sra. Fortunata Fuentes Corrales (†)**. Con todo mi respeto y amor que se merecen y se han ganado durante todos estos años, ya que estoy sumamente agradecido con cada uno de ellos por el apoyo incondicional que han demostrado a lo largo de mi vida, así como se lo han demostrado a mis hermanos, además les agradezco los valores que me han transmitido para ser una persona de bien.

A mis hermanos: **Cesar, Fabiola y Miriam**. Porque han estado conmigo en cada momento de mi vida, brindándome tanto su cariño como su apoyo así como demostrando confianza en mí, comprensión y amor. Además siendo el motivo más importante de salir adelante, por todo lo citado anteriormente les dedico mi trabajo.

A mi sobrina: **Galia Joselin**: Por ser una de las sobrinas más hermosas y por darme alegrías en mi vida y hacerme reír cada vez que estoy a su lado, te quiero mucho sobrina. Y recuerda que tu eres la inspiración de mi ser.

A todos mis amigos en general: por enseñarme a crecer como persona y a madurar como la misma, por estar en cada uno de los momentos malos y buenos de mi vida, por cada uno de los momentos que pase con cada uno de ustedes, por esas cosas forman parte de este proyecto.

Cecilia Balderas, Candelaria Guadalupe Molina, Germán Ocampo, Edilberto Cortes, Amalia Gallegos, Valentina Ramos, Juan Gallegos, Jesús Mares, Karla Jazmín, Eleazar Gómez, Marisela, Ignacio Cristóbal, Diana Ivón Luna, Christopher Camero, Talía Vargas, Yesenia Pantoja, Antonio Mata, Susana Maldonado, Lucia Janet de la Rosa, José Luis Guerra, Lorena Pedraza,

Jonathan Vidal Pérez, Emanuel Vargas, Martha Leticia, Elvia, gracias por su amistad que me han brindado a lo largo de este proyecto de vida.

A mis tíos y primos: A ustedes por sus consejos oportunos y buenas enseñanzas, por su cariño, comprensión y oraciones que hicieron en mi nombre para que me fuera bien donde estuviera en especial a mis tíos: lauro Fuentes Corrales, Agustín Fuentes Corrales, Rita Fuentes Corrales y Cupertino Corrales. Y a mis primas: María Fuentes, Socorro Fuentes y Guillermina Fuentes.

En especial a mi madre **Sra. Fortunata Fuentes Corrales (†)**, la madre más hermosa y comprensiva que Dios me pudo dar, gracias por darme la vida. Gracias a esa persona que siempre estará aquí con migo cuidándome desde donde este, seguiré cada uno de sus buenos consejos que me dio, mientras estuvo con migo, nunca te defraudare madre mía gracias por todo.

A **Cecilia Balderas Pérez**, que siempre será una persona especial en mi vida y una gran amiga, que siempre me brindo alegrías y momentos inolvidables, por sus consejos y apoyo a lo largo de mis estudios gracias Ceci te deseo lo mejor en la vida.

A **Candelaria Guadalupe Molina Abadía**, una súper amiga y buena persona que siempre me dio apoyo incondicional y buenos consejos, nunca cambies amiga.

A todos los que me apoyaron incondicionalmente con consejos, críticas constructivas y más muchas **GRACIAS**.

DEDICATORIA

A Dios. Te doy gracias por haberme dado la vida junto a una familia maravillosa, por permitir pasar momentos inolvidables con todos ellos por hacerme una persona única y por la salud que me has dado y las fuerzas necesarias para salir adelante con cada reto y obstáculo que me has puesto.

A mis queridos padres: por estar conmigo en cada una de las etapas de mi vida, por el apoyo incondicional y el amor que me han brindado, en especial a mi madre que donde quiera que se encuentre se que está orgullosa de mi de lo que soy y de lo que he logrado, gracias a los dos de todo corazón gracias por sus esfuerzos que hacen para que pueda estar bien.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” mi Alma Terra Mater: por abrirme las puertas y darme la oportunidad de desarrollarme como persona ya que me enseñó a valorar varias cosas y una de las cosas más importantes lo cual es la vida, gracias de cobijarme con su conocimiento y/o transmitirlo. Pero en especial quiero darle un sincero agradecimiento. **Al Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Profesores y Personas que laboran en el mismo,** ya que son personas geniales que aportan sus conocimientos y experiencias con emoción y sin pedir nada a cambio, del cual me siento orgulloso de ser egresado.

A mis maestros y trabajadores; por apoyarme durante la carrera y resolver siempre mis dudas fuera y dentro del salón, por transmitirme sus conocimientos y experiencias constructivas, pero en especial al Dr. Efraín Castro Narro, MC. Xóchitl Ruelas Chacón, Dra. Verónica Charles Rodríguez, Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó, Q.F.B. Oscar Reboloso, LCN. Laura Maricela Lara López, Dr. Miguel Mellado Bosque, Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

A LCN. Laura Maricela Lara López, por cada uno de sus consejos acertados, por estar en cada momento que necesitaba de ella como amiga y como persona y por tantos momentos especiales gracias Maricela.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 2 |
| 1.1 Objetivos | 4 |
| 1.1.1 Objetivo general | 4 |
| 1.1.2 Objetivos específicos | 4 |
| 1.2 Hipótesis | 4 |
| 1.3 Justificación | 5 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | 7 |
| 2.1 Capricultura | 7 |
| 2.1.1 Capricultura en México | 7 |
| 2.1.2 Producción nacional de leche de cabra | 7 |
| 2.1.3 Principales estados productores de leche caprina | 8 |
| 2.2 Producción nacional de queso de cabra | 10 |
| 2.2.1 Generalidades de las características de la leche de cabra | 11 |
| 2.2.2 Composición de la leche de cabra | 11 |
| 2.2.3 Producción promedio de leche diaria en ciclo de lactancia de la cabra. | 12 |
| 2.3 Minerales | 13 |
| 2.4 Grasa y ácidos grasos | 14 |
| 2.4.1 Ácidos grasos | 14 |
| 2.4.2 El cuajo | 15 |
| 2.5 QUESO | 17 |
| 2.5.1 Generalidades del queso | 17 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 2.5.2 | Queso “fresco” de leche de cabra | 18 |
| 2.5.3 | Características del queso “fresco” de cabra | 19 |
| 2.5.4 | Elaboración del queso “fresco” de leche de cabra | 20 |
| 2.5.5 | Proceso que se lleva a cabo para la elaboración del queso “fresco” de cabra. | 20 |
| 2.6 | Características químicas de quesos de cabra | 26 |
| 3. | MATERIALES Y MÉTODOS | 30 |
| 3.2 | Materiales de laboratorio | 31 |
| 3.2.1 | Físico - Químicos | 31 |
| 3.3 | MÉTODO EXPERIMENTAL | 32 |
| 3.3.1 | Análisis de minerales presentes en el queso de cabra, por espectrofotometría de absorción atómica | 32 |
| 3.3.2 | Determinación de grasa, método Bligh y Dyer | 33 |
| 3.3.3 | Extracción líquido – líquido. | 34 |
| 3.3.4 | Hidrólisis de triglicéridos hasta ácidos grasos y esterificación de éter metílico | 35 |
| 3.3.5 | Análisis estadístico | 36 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 37 |
| 4.1 | Minerales en el queso “fresco” de cabra | 37 |
| 4.2 | Contenido de ácidos grasos volátiles en queso “fresco” de cabras. | 39 |
| 5. | CONCLUSIONES | 43 |
| 6. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 44 |
| 6.1 | Fuentes de internet | 46 |

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.

Composición química de la leche de cabra. 12

Cuadro 2.

Composición de ácidos grasos presentes en la leche de cabra, base a 100 g 15

Cuadro 3.

Contenido de los minerales más importantes en la leche de 19

Cuadro 4.

Contenido de minerales de quesos “frescos” elaborados con leche de cabra mantenidas en agostadero, y producidos con leche obtenida a la mitad (agosto) y final (septiembre y octubre) de la lactancia. 37

Cuadro 5.

Niveles de ácidos grasos saturados en quesos elaborados con leche de cabra colectada a la mitad (agosto) y final de la lactancia (septiembre y octubre) en el sureste de Coahuila. (Valores son medias \pm DE). 39

Cuadro 6.

Niveles de ácidos grasos monosaturados en quesos elaborados con leche de cabra colectada a la mitad (agosto) y final de la lactancia (septiembre y octubre) en el sureste de Coahuila. (Valores son medias \pm DE). 40

Cuadro 7.

Niveles de ácidos grasos poliinsaturados en quesos elaborados con leche de cabra colectada a la mitad (agosto) y final de la lactancia (septiembre y octubre) en el sureste de Coahuila. Valores son medias \pm DE). 41

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.

Estados con mayor producción de leche de cabras en México 9

Figura 2.

Producción de queso de leche de cabra en México, 1990 – 2002. 10

Figura 3.

Curva típica de lactancia de cabras mestizas en agostadero en el sureste de Coahuila. 13

Figura 4.

Queso “fresco” de cabra 18

Figura 5.

Diagrama de flujo de la elaboración de queso “fresco” de leche de cabra. 25

RESUMEN

Para el presente trabajo de investigación, se tomaron muestras de quesos “frescos” de leche de cabra, las cuales se mantenían en agostaderos en el sur del Municipio de Saltillo México.

Los quesos utilizados fueron elaborados de forma artesanal y con leche obtenida en agosto, septiembre y octubre para realizar una comparativa entre los mismos, y así evaluar si el periodo de lactancia tiene repercusiones en el contenido de minerales y ácidos grasos volátiles. Se contaban con tres (3) quesos a los cuales se les determinó el contenido de minerales (Ca, Mg, K, Na, Cu, Fe, Zn y Mn) con 4 repeticiones, mediante el empleo de un espectrofotómetro de absorción atómica, en el caso del P se determino por el método de ANSA (Acido Amino Naftol Sulfonico).

Este análisis se le realizo a cada una de las muestras (queso fresco de cabra), y así ver si existe un incremento y/o diferenciación de los mismos entre los meses de elaboración del queso fresco.

Los datos obtenidos se corrieron en un software estadístico denominado SAS, en el cual se utilizo un análisis de varianza con un modelo completamente al azar.

Los resultados de ácidos grasos obtenidos concluyen que existen disminuciones y aumentos en varios de los mismos, por mencionar algunos, el ácido caprico al igual que el ácido eicosapentaenoico se incrementaron al final de la lactancia, mientras que el ácido tricosenoico fue más alto en los meses de septiembre y el ácido docosahexaenoico (C22:6n3) aumenta en el mes de septiembre pero la concentración se ve afectada de manera que cae dentro del rango que tenía en un principio es decir en el mes de agosto.

Palabras clave: queso “fresco” de cabra, minerales, ácidos grasos volátiles.

1. INTRODUCCIÓN

Durante el siglo XX, hemos asistido a una verdadera revolución tanto en las técnicas ganaderas (selección, reproducción, alimentación y sanidad) como en la de transformación de los productos de origen animal. Ello ha aportado importantes beneficios en la productividad, así como una mejora neta de la calidad en el conjunto de productos lácteos que ha contribuido a incrementar el consumo de la leche y de sus derivados. La producción láctea mundial es de alrededor de 500 millones de toneladas, de las que 120 proceden de la Unión Europea y 25 de Francia; las principales especies animales explotadas para producción de leche en el mundo son la vaca (86% de la leche), la búfala (10%), la oveja (2%) y la cabra (1.6%). Solo una parte de esta leche se consume sin procesar; el resto es transformada en productos fermentados, quesos, mantequilla y otros ingredientes (lactosa, caseínas, materia grasa anhidra) (Wolfgang, 1997).

A nivel mundial, la leche de cabra (*Capra hircus*) es consumida principalmente como un producto fluido sin que intervenga una transformación de la misma en otros derivados lácteos (CAPRA, 2004).

La leche es un alimento que en México, desde antaño, se ha considerado básico para la población, en especial para los niños. Su importancia queda evidenciada por el apoyo que el estado ha brindado para su consumo durante las últimas tres décadas, mediante diversos programas e instituciones (Abrahán ,2004).

Por sus grandes cualidades nutricionales, la leche siempre ha sido considerada como un alimento de pleno derecho, pero a menudo, su consumo se ha visto limitado a causa de su gran inestabilidad; además, el desarrollo de la ganadería se frenó durante mucho tiempo, porque no permitía valorar bien las tierras cultivables. La actividad ganadera se desarrolló principalmente en las regiones desfavorecidas por las condiciones climáticas y edafológicas;

La irregularidad en la producción, por su carácter estacional y la gran fragilidad del producto. Los criadores de animales lecheros investigaron formas de conservar los elementos esenciales de la leche; es en este contexto en el que aparecen, hace miles de años, las primeras transformaciones queseras; el hombre se dio cuenta rápidamente de que la desestabilización de la leche por maduración o con la ayuda de secreción gástrica facilitaba la expulsión de agua y creaba condiciones favorables para su conservación. Con el paso de los siglos, con base en estas observaciones, los artesanos queseros han sabido encontrar las condiciones idóneas de fabricación, generando una gran diversidad de texturas, gustos y aromas que los progresos de la ciencia de la leche pueden explicar en parte (Michel y Jeantet, 2003).

En México la leche no sólo es consumida en su estado natural (liquida), si no que sean encontrado diversas formas de absorberla, por ejemplo el área de lácteos y/o parte quesera.

El estado de Coahuila ocupa el primer lugar a nivel nacional en cuanto a inventario caprino se refiere, y en la población de leche y queso de cabra ocupa también el primer lugar, siendo la región sureste del estado la principal productora de queso. El queso es producido de manera artesanal y con un nulo control de calidad.

La producción de queso de cabra en el sureste del estado de Coahuila se distingue por su carácter artesanal y su comercio informal, lo que no ha permitido un desarrollo competitivo de esta actividad. Los quesos “frescos” de cabra y los productos fermentados suelen sufrir también de diversos cambios por motivos de la estación del año y alimentación del ganado, entre otros factores, y pueden causar maduración acelerada de los quesos debido a la proteólisis, la lipólisis, glicólisis y liberación de compuestos nitrogenados no proteicos, aminoácidos libres, ácidos grasos libres y amonio, por lo que se ve afectado de una u otra forma la economía del oferente de este producto (Haenlein, 2002).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Analizar si el tiempo de lactancia (mitad y final de la lactancia) de las cabras, afecta el contenido de minerales y ácidos grasos en los quesos “frescos” de leche de estos animales.

1.1.2 Objetivos específicos

- Adquirir conocimiento sobre el contenido de ácidos grasos y minerales presentes en los quesos “frescos” de leche de cabras, criadas en agostadero y si esto afecta los contenidos de los componentes mencionados anteriormente.
- Recopilar datos que nos permitan caracterizar el aspecto químico de los quesos “frescos” de cabra elaborados artesanalmente en las zonas semidesérticas del sureste de Coahuila.
- Determinar si la leche proveniente de cabras en los meses de la mitad y final de la lactancia tiene efectos químicos desfavorables en los quesos obtenidos de esta leche.

1.2 Hipótesis

A medida que transcurre el tiempo de lactancia de las cabras, existe un aumento de ácidos grasos y minerales en la leche utilizada para la elaboración de quesos “frescos”, por lo que el queso contendrá alto contenido de estos compuestos a medida que se utiliza leche obtenida al final de la lactancia.

1.3 Justificación

Mayén (1989) menciona que desde principios de siglo, en nuestro país, la caprinocultura ha constituido una fuente de trabajo familiar, además de haber demostrado con la producción y transformación de la leche, capacidad empresarial de la especie, en diferentes regiones del país, por lo que es una forma de aumentar la economía en México.

La producción de carne y leche de cabras en México han sido tradicionalmente una manera de utilizar los recursos naturales de baja productividad, como son los agostaderos de las regiones áridas y semiáridas. Más de trescientas mil familias tienen en la caprinocultura una de sus principales actividades por lo que es de tal importancia explotar este sector, además son importantes desde el punto de vista social, ya que representan un medio de ingreso y fuente de alimentos para numerosas familias campesinas, principalmente en las zonas áridas y semiáridas del norte de nuestro país y en la Sierra Madre del Sur entre Puebla, Oaxaca y Guerrero (Mayen, 1989).

Además el estudio de quesos regionales y/o artesanales es importante desde el punto de vista comercial, especialmente en segmentos de mercado deprimidos o aun no explotados totalmente como el caprinocultor, lo cual hace relevante investigaciones como la mencionada anteriormente. En este tipo de caracterizaciones, aspectos químicos como el contenido de ácidos grasos y minerales son de interés primordial al momento de evaluar la calidad de un queso. Es importante el saber la composición de un queso, ya que eso tiene repercusiones importantes en las características como es la textura del mismo, aspecto que junto con el color y el sabor son variables significativas de consideración inmediata por parte de los consumidores como criterios de decisión de compra (Pinho, 2004).

Los quesos caprinos presentan en términos generales sabores muy característicos, generados principalmente por ácidos grasos como el caprílico, caproico y cáprico, los cuales pueden llegar a resultar demasiado intensos para consumidores no habituados a este tipo de productos, por lo que es importante saber si el tiempo de lactancia está asociado con el aumento de estos ácidos grasos y así lograr la aceptación de los quesos de cabra en el mercado.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Capricultura

2.1.1 Capricultura en México

La caprinocultura extensiva en nuestro país se realiza principalmente como una actividad familiar complementaria a otras actividades agropecuarias y de otro tipo, representando sólo una parte del sustento familiar. Según Valdés (2001), se estima que existen más de 320,000 unidades rurales que crían cabras en México. El tamaño de los rebaños es muy variable, pero predominan las explotaciones menores a 50 cabras. La mayoría de las explotaciones son de tipo extensivas y orientadas a la producción de carne. Le sigue en menor proporción los sistemas semi intensivos y por último las explotaciones que utilizan sistemas intensivos para producir leche principalmente.

Los productos que se aprovechan de la cabra, pueden ser: leche, carne, piel, pelo y subproductos, tales como queso, mantequilla, entre otros.

2.1.2 Producción nacional de leche de cabra

Los esfuerzos realizados por productores y autoridades en el repoblamiento del rebaño caprino y la mejora genética inducida a través de la incorporación de sementales “mejorados” y el uso de la inseminación artificial, se tradujo en 1998 en un crecimiento importante de la producción de leche de cabra, alcanzando los 127.7 millones de litros, lo que representa 5.9% más que en 1997.

En este sector productivo se observa un aumento en el número de productores organizados que canalizan su producción hacia industrias, las que incorporan cada vez más la leche de caprinos en la elaboración de quesos. Independientemente del entorno favorable para un mayor desempeño de esta rama productiva, factores como una afectación de las zonas de pastoreo o la sequía, principalmente en el norte del país, donde se centra la mayor producción de esta actividad, inciden negativamente en esta industria (M. Ascencio, 2007).

La producción anual de leche caprina se ha mantenido arriba de los 120 millones de litros, con una tasa media de crecimiento anual (TMCA) en el periodo 1990 – 2002 del 0.85%, cuya tendencia a la alza tuvo su punto más alto en 1993; a partir de este año y hasta el 2001 se redujo en un 7.41%, como efecto directo de los cambios en el inventario de estos animales (Claridades agropecuarias, 2010).

2.1.3 Principales estados productores de leche caprina

La leche de cabra contribuye de una manera modesta a la producción nacional de leche, si se compara con la producción de leche de bovino, debido a que la mayor parte de la actividad caprina nacional se lleva a cabo en zonas agrícolas marginales y en agostaderos muy deteriorados. Gran parte de las explotaciones son con la finalidad de producción de carne, dejando como actividad secundaria la producción de leche, y dado el reducido rendimiento por vientre, la corta duración de la lactancia y el bajo precio de la leche, la producción es mínima, aspecto que dificulta su comercialización.

Por otro lado, existen en nuestro país regiones donde la ganadería caprina tradicional de subsistencia ha ido transformándose en una actividad comercial moderna, con explotaciones intensivas altamente tecnificadas, tal es el caso de la Comarca Lagunera y el Bajío, donde se observa un desarrollo de una ganadería caprina menos descuidada, mas tecnificada y económicamente más productiva.

Cabe mencionar que la producción más importante se observa en los estados del norte y centro de la república, siendo los mayores productores de leche de cabra, los estados de Coahuila, Durango, Guanajuato, Nuevo León, Jalisco, Chihuahua y Zacatecas, de los cuales se obtiene el 89.21% de la leche de cabra producida a nivel nacional (Fig. 1).

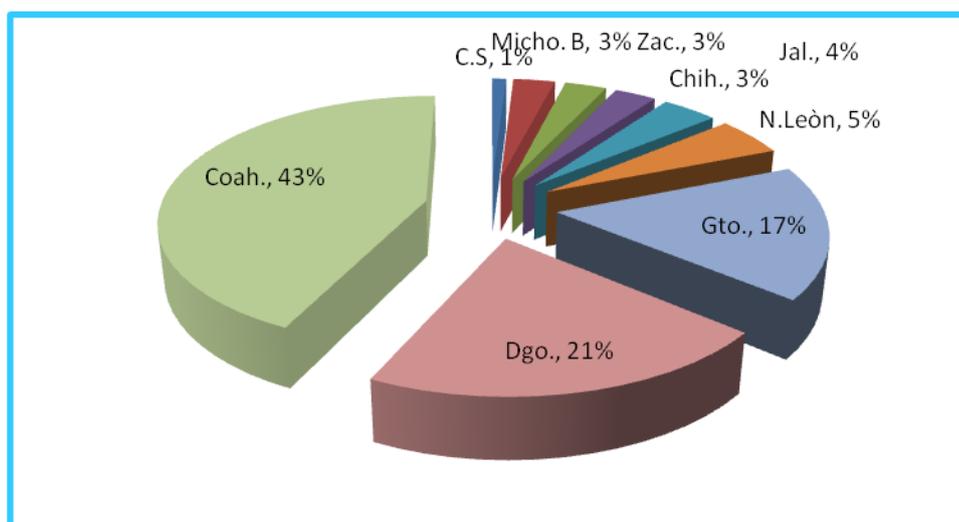


Figura 1. Estados con mayor producción de leche de cabras en México

(Fuente: SIAP/SAGARPA).

En la región del norte, los estados de Coahuila y Durango producen más de la mitad de leche en el país (64%), por lo que el norte del país es por excelencia una región productora de leche de cabra y una determinante en la oferta nacional. En la parte central destacan los estados de Guanajuato y Jalisco, los cuales producen en conjunto 21% de la producción nacional. El 15% restante lo aporta el resto de los estados, de los cuales Nuevo León tiene una participación moderada con el 5% de la producción nacional.

2.2 Producción nacional de queso de cabra

La producción de queso de cabra en México ha seguido la misma tendencia que la producción de leche, dado a la poca industrialización del producto y a su característica artesanal, así como su falta de participación en mercados internacionales y nacionales (formales), e incluso poca presencia en el mercado nacional, limitando su participación en el mercado local y sus alrededores (Fig. 2).

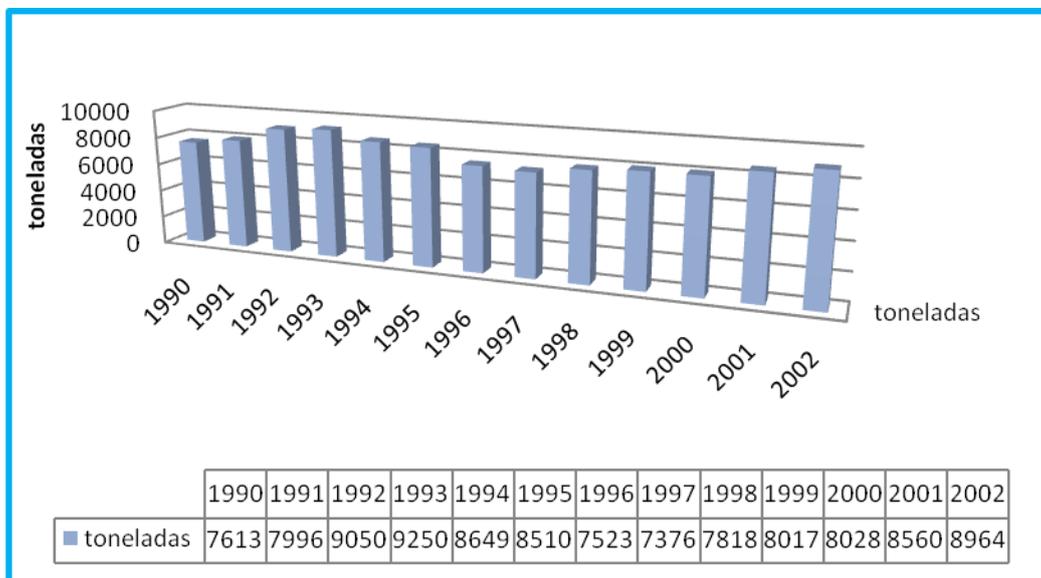


Figura 2. Producción de queso de leche de cabra en México, 1990 – 2002.

(Fuente: Estimación propia con datos de SIACON).

La estimación de los datos anteriores se realizó de acuerdo al volumen de producción de leche en México, considerando que para producir un kilo de queso se necesitan 7 litros de leche, y que de la producción de leche, aproximadamente un 42.84% se destina a la producción de queso “fresco” de cabra (Jiménez, 2003).

2.2.1 Generalidades de las características de la leche de cabra

En la mayoría de los países donde se produce leche de cabra, ésta es utilizada principalmente para la fabricación de queso, por lo que la selección de animales sanos y con edad media son necesarios para obtener mayor cantidad de leche con altos niveles de proteínas y grasas, para aumentar el rendimiento del queso. Se ha demostrado que el principal factor que impulsa el nivel de proteína de la leche en cabras se relaciona con la caseína (GUO *et al.*, 1998).

La cabra es el animal que produce mayor cantidad de leche, proteína y grasa por unidad de peso en vivo, y su leche es un fluido compuesto de grasa, lactosa, proteínas, vitaminas y minerales disueltos en agua; la proporción de lactosa es mayor que leches de otros mamíferos, y el nivel de colesterol es menor; es un producto muy digestible. Después de 3 a 5 días del parto de la cabra la leche reúne características propias de la misma (Portmann, 1968).

2.2.2 Composición de la leche de cabra

Existen factores que influyen en la composición química de la leche. La composición es importante porque influye en el rendimiento quesero (cantidad de queso obtenido a partir de un volumen determinado de leche). Cuanto mayor sea el contenido en grasa y proteína de una leche, mayor será su rendimiento quesero (Ernest, 1974).

La composición de la leche se ve afectada por factores que pueden dividirse en genéticos y no genéticos o ambientales. La composición de la leche de cabra se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química de la leche de cabra.

| Componente | Contenido g/kg |
|-----------------|----------------|
| Agua | 856 – 890 |
| Lactosa | 40 – 50 |
| Grasa | 35 – 50 |
| Proteína | 28 – 35 |
| Sales minerales | 07 – 09 |

(Fuentes: Mario, 2007).

El ciclo de lactancia de cabras en agostadero es aproximadamente de siete meses (210 días), con una marcada estacionalidad, la cual se debe a que la mayor parte de las pariciones se da en los meses de junio y julio (sureste de Coahuila); en el primer mes las crías se mantienen con sus madres, esto para un desarrollo corporal adecuado de las crías, de manera que la leche empieza a estar aprovechable para el mercado y/o consumidor en los meses de julio y agosto (Sanabria, R. 2010).

2.2.3 Producción promedio de leche diaria en ciclo de lactancia de la cabra.

En la Figura 3 se muestra la curva de producción de leche típica de las cabras mestizas en agostadero, en los siete meses de lactancia, con una pendiente negativa muy pronunciada, lo que la producción en los 210 días que dura el ciclo sea aproximadamente de 130 litros por cabra (Sanabria, R. 2010).

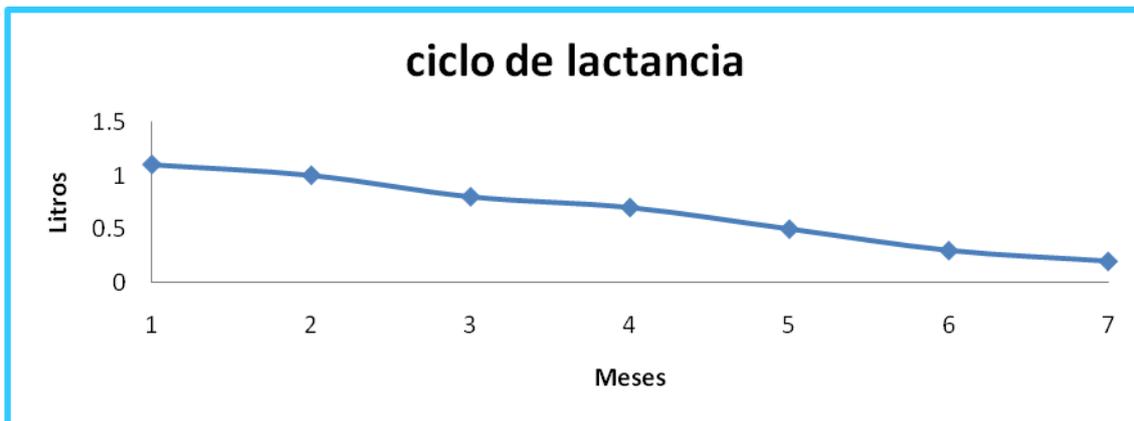


Figura 3. Curva típica de lactancia de cabras mestizas en agostadero en el sureste de Coahuila.

El ciclo de la lactancia, solo es sostenible en los primeros meses, cuando los cabritos están lactando, pero luego se da una tendencia a la disminución de manera constante hasta que la cabra se “seca”, generalmente esto ocurre cuando inicia el invierno (norte de México).

2.3 Minerales

La leche es la principal fuente de calcio para el ser humano, sin importar si es de cabra, vaca u otra especie. Comparativamente, la leche de cabra aporta 13% más calcio que la leche de vaca. La leche de cabra no es una adecuada fuente de otros nutrientes como hierro, cobre, cobalto y magnesio. Es interesante notar que los requerimientos diarios de calcio y magnesio de grupos de alta sensibilidad como es el caso de mujeres embarazadas y amamantando (ingesta adecuada de 1.0 mg), así como adolescentes (1.0 mg), son apenas cubiertos por tres vasos de leche de vaca, mientras la leche de cabra cubre ampliamente estos requerimientos con solo dos porciones del mismo tamaño (M. Ascencio, 2007).

La cantidad de fósforo (en forma de fosfatos) que hay en la leche de cabra no sólo ayuda nutricionalmente a las personas que tiene dietas basadas exclusivamente en raíces de plantas, frutas y vegetales verdes; sino que además contribuye junto con las proteínas a la alta capacidad buffer, la cual es mayor a la que presenta la leche de vaca. Todo lo anterior hace a este alimento un efectivo tratamiento para úlceras gástricas, especialmente cuando la irritación causada por la acción de los jugos gástricos es crónica (Rodden 2004).

2.4 Grasa y ácidos grasos

La grasa de la leche de cabra es una fuente concentrada de energía, lo que se evidencia al observar que una unidad de esta grasa tiene 2.5 veces más energía que los carbohidratos. Los triglicéridos representan casi el 95% de los lípidos totales, mientras que los fosfolípidos rondan en los 30-40 mg/100 ml y el contenido de colesterol es de 10 mg/100 ml (Richardson 2004).

2.4.1 Ácidos grasos

La leche de cabra comparada con la leche de vaca excede la cantidad de ácidos grasos esenciales de cadena corta, media y larga, así como en las cantidades de ácidos poli y mono insaturados, lo cual es muy valioso en términos de la aceptación de la leche de cabra en la población nutricionalmente consciente, y por el hecho de que grasa de características como las descritas es de más fácil digestión.

La leche de cabra tiene por lo general un 35% de ácidos grasos de cadena mediana contra el 17% de la leche de vaca, de los cuales tres (caprónico, caprílico y cáprico) representan un 15% en la leche de cabra contra un 5 % en la de vaca (Cuadro 2).

| Componente | Leche de Cabra |
|--------------------|----------------|
| A.G saturados (g) | 2.67 |
| C4:0 | 0.13 |
| C6:0 | 0.09 |
| C8:0 | 0.10 |
| C10:0 | 0.26 |
| C12:0 | 0.12 |
| C14:0 | 0.32 |
| C16:0 | 0.91 |
| C18:0 | 0.44 |
| A.G monosaturados | 1.11 |
| C16:1 | 0.08 |
| C18:1 | 0.98 |
| A.G polinsaturados | 0.15 |
| C18:2 | 0.11 |
| C18:3 | 0.04 |
| C18:1 | 10 – 11 |

Cuadro 2. Composición de ácidos grasos presentes en la leche de cabra, base a 100 g

(Fuentes: Tonin y Nader-Filho ,2002, Richardson *et al*, 2004).

2.4.2 El cuajo

El cuajo es una porción del abomaso del cabrito que hace cuajar la leche para fabricar queso. A lo largo del tiempo, los pueblos productores de queso han utilizado diferentes métodos para coagular la leche, utilizando flores y una variedad de preparaciones de abomaso de rumiantes lactantes. Como ya sea dicho, es probable que el origen del queso esté relacionado con observaciones de lo que le sucede a la leche cuando entra en contacto con el estomago de un ternero, cordero o cabrito (E. Blanco, R Morales, 1995).

El cuajo animal aparece en la literatura, siempre, según Bozzetti, de la mano de Aristóteles, pero es S. Alberto Magno, en el siglo XII, el primero que lo describe de manera cualitativa, especificando que se debe “utilizar el estomago del animal lactante porque de lo contrario está ya alterado”.

Los cuajos de animales producidos artesanalmente son, casi exclusivamente, de cordero o de cabrito, y sus procedimientos de elaboración son muy diversos, pudiendo encontrarse recetas diferentes en la misma zona geográfica, ya que hasta hace poco tiempo, cada caprinocultor tenía su método aprendido de sus familiares mayores. En algunos países y/o sitios, los abomasos de los corderos, o cabritos lechales sacrificados se secan al aire en un lugar fresco y seco; se abren una vez secos para eliminar la lana que pudiera haber en el estomago y se trituran con sal común haciendo una pasta que se conserva en el refrigerador en un envase de vidrio o plástico, con tapa. El cuajo así preparado mantiene su actividad coagulante durante un año, aunque la actividad lipasa va disminuyendo con el tiempo (R.C. WIGLEY, 1996).

Desde un punto de vista científico, el cuajo animal consiste en una mezcla de enzimas digestivas provenientes del abomaso del animal. La mayoría de estas enzimas son proteasas, aunque en algunos cuajos también hay lipasas y/o esterases, cuyas funciones son degradar proteínas y las grasas que son ingeridas con los alimentos, respectivamente (Wigley, 1996).

2.6 QUESO

2.5.1 Generalidades del queso

El queso es la modalidad más antigua de transformación industrial de la leche, éste proporciona proteínas ricas en aminoácidos esenciales no sintetizables por el ser humano.

El queso de acuerdo a la FAO/OMS, es el producto “fresco” o madurado obtenido por la coagulación y separación de suero de la leche, nata, leche parcialmente desnatada, mazada o por una mezcla de estos productos.

De acuerdo a su composición, es el producto, fermentado o no, constituido esencialmente por la caseína de la leche, en forma de gel más o menos deshidratado que retiene casi toda la materia grasa. Si se trata de queso graso, contiene un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales (FAO).

Existen diferentes tipos de quesos pero se pueden clasificar de acuerdo a distintos criterios como son:

- De acuerdo al contenido de humedad se clasifican en quesos duros, semiduros y blandos.
- De acuerdo al método de coagulación de la caseína, se clasifican en quesos al cuajo (enzimáticos), queso de coagulación láctica (ácido láctico), queso de coagulación con ambos métodos.
- De acuerdo al microorganismo utilizado en la maduración y la textura del queso, se clasifican en quesos de ojos redondeados, granulares y quesos de textura cerrada.

2.5.2 Queso “fresco” de leche de cabra

El queso se trata de un alimento antiguo cuyos orígenes pueden ser anteriores a la historia escrita. Descubierta probablemente en Asia central o en Oriente Medio, su fabricación se extendió a Europa y se había convertido en una empresa sofisticada ya en la época romana.

Un queso fresco es considerado como el producto obtenido por coagulación de la leche pasteurizada, integral o parcialmente descremada, constituido esencialmente por caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado (figura 4), que retiene un porcentaje de la materia de grasa, según el caso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales (Fresno *et al.*, 2002).

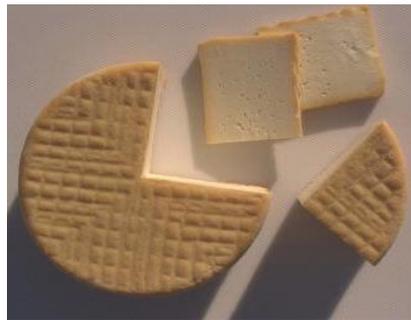


Figura 4: queso “fresco” de cabra

(Fuente: gourmetpedia.com, 2008)

La producción de queso “fresco” consiste esencialmente en la obtención de la cuajada, que no es más que la coagulación de la proteína de la leche (caseína) por la acción de la enzima renina contenida en el cuajo. Esta operación se da en dos etapas: formación del gel de la caseína y deshidratación parcial de este gel por sinéresis (desuerado) (M. Ascencio, 2007).

A diferencia de la leche de vaca, la leche de cabra carece o tiene niveles muy bajos de beta caroteno, de ahí la coloración blanca de su leche, y por consiguiente, de su queso. El aroma y sabor de los quesos maduros de la leche de cabra es muy característico y muy apreciado por los consumidores, detectándose la presencia de cantidades importantes de ácidos grasos de cadena corta, liberados por la acción de lipasas (Haggag *et al.* 1987).

2.5.3 Características del queso “fresco” de cabra

El tipo de queso de leche de cabra que se fabrica en México es el llamado queso “fresco”. Éstos son quesos redondos, “copeteados”, de tamaño pequeño, compacto ya que no tienen hoyos, generalmente de 300 a 500 g, y de color blanco hueso. Para producir un queso de 500 g se necesitan 3.5 litros de leche, aunque algunos productores señalan que esta relación puede ser más o menos, dependiendo del tipo de alimentación de las cabras, por que se pueden producir más sólidos totales por litro de leche (M. Ascencio, 2007).

En el cuadro 3 se muestra el contenido de algunos minerales en el queso de cabra (base seca).

Cuadro 3. Contenido de los minerales más importantes en la leche de cabra

| Minerales (mg/100 g) | Media ¹ | DS |
|----------------------|--------------------|-------|
| Calcio | 989.7 | 279.4 |
| Fósforo | 938.1 | 121.7 |
| Magnesio | 97.3 | 14.7 |
| Sodio | 307.0 | 50.1 |
| Potasio | 273.0 | 72.0 |
| Zinc | 38.2 | 13.8 |
| Cobre | 12.5 | 7.1 |
| Hierro | 10.2 | 6.8 |
| Manganeso | 11.6 | 6.7 |

Media de las determinaciones por duplicados de 16 quesos de leche de cabra.

DS: desviación estándar.

(Fuente: Quiles y Hevia, 1994)

2.5.4 Elaboración del queso “fresco” de leche de cabra

El quesillo o queso “fresco” de cabra es una de las tantas variedades de queso existentes, sus características son de un queso que no es madurado y que contiene alta humedad, además es versátil a la hora de consumirlo, destinado a consumo directo o como ingrediente de preparaciones culinarias.

La elaboración de queso se basa en la coagulación de las proteínas de la leche por la acción del cuajo, formando un gel uniforme de apariencia similar a un flan, que es cortado para eliminar cantidades reguladas de suero, para ser posteriormente salado, moldeado y prensado (A. Villegas, 2004).

2.5.5 Proceso que se lleva a cabo para la elaboración del queso “fresco” de cabra (figura 5).

- ➡ **Recepción de la leche.** La leche debe ser proveniente de la ordeña del día, en caso de contar con poca cantidad llegar a la pasteurización, enfriar a menos de 5°C y guardar refrigerada hasta juntar con la leche del día siguiente.

La leche debe ser de características sensoriales normales (olor, color, apariencia en general), de animales sanos. Procurar realizar una ordeña lo más higiénica posible, realizando desinfección, etc. Medir la cantidad de leche para determinar rendimientos.

- ➡ **Filtración.** Mediante el empleo de paños limpios, filtrar la leche para separar impurezas que puedan alterar el producto final, contaminando los quesos.

- ➔ **Pasteurización.** Calentar la leche, a baño maría, a 65°C por 30 minutos (pasteurización lenta) o 72°C por 15 a 20 segundos (pasteurización rápida), no se recomiendan temperaturas más altas de pasteurización por un efecto en la calidad sensorial del queso. El objetivo es prolongar la vida útil de la leche. Esta etapa es de mucha importancia en el objetivo de lograr un producto inocuo (sano) para quien lo consuma.

- ➔ **Enfriamiento.** Terminada la pasteurización de debe enfriar la leche hasta 35 – 27°C, mediante rebalse de agua fría. Se recomienda enfriar a 32°C y mantener esta temperatura hasta el final del proceso.

- ➔ **Agregación de cloruro de calcio.** Debido al tratamiento térmico de pasteurización, la leche ha perdido calcio, y es por ello que debe agregarse cloruro de calcio, cuando la leche tenga una temperatura alrededor de 32°C, a razón de 2 g por cada 10 litros de leche. (0.2 g por litro de leche). Con la agregación del cloruro de calcio se facilita la coagulación, se mejora el rendimiento y la calidad final del queso.

Preparar el cloruro de calcio en una taza de agua hirviendo antes de ser agregado. Se debe de agregar el cloruro de calcio unos 15 minutos antes de incorporar el cuajo, agitar por 2-3 minutos para distribuir bien los ingredientes.

- ➔ **Agregación de cuajo.** El cuajo se puede obtener en el comercio en forma líquida o en polvo, o fabricar en forma casera utilizando el estomago de cabritos lactantes.

Agregar 0.25 g (la punta de un cuchillo) de cuajo en polvo por cada 10 litros de leche a coagular. Depositar los gramos de cuajo en un vaso, agregar un poco de sal y luego agregar agua y agitar, esto facilitará la dilución del cuajo.

Al agregar el cuajo a la leche se deberá agitar por unos 4 – 6 minutos, para distribuir bien el cuajo. Luego se debe agitar por otros 5 minutos la leche a 1 o 2 cm de la superficie, para evitar que la grasa no quede en la cuajada.

El tiempo de coagulación debe ser cercano a los 45 minutos, evitar coagulaciones rápidas aumentando la temperatura del proceso ya que afectaran al producto final.

Esperar con la olla tapada el inicio de la coagulación. Este se determina de las siguientes maneras.

- Dejar caer gotas de agua de una distancia pequeña, si se ha formado la cuajada, la gota se mantendrá individual y transparente en la superficie, si no se ha formado la cuajada se mezclara con la leche.
- Introducir una pajita, si se mantiene parada en la superficie significa que se ha formado el cuajo.

Para determinar el final de la coagulación se puede emplear los siguientes procedimientos, considerando que la práctica y experiencia mejora la técnica.

- Presionar con el dedo en posición la cuajada al borde de la olla, presionando hacia el centro de la olla, si la cuajada se desprende sin dejar restos pegados en la pared de la olla, es señal de que está lista.
- Con un cuchillo hacer un corte en V, levantar el trozo con la punta del cuchillo, el corte debe ser nítido y la superficie brillante, dejando salir suero de aspecto semitransparente.
- Introducir un dedo en la cuajada en forma vertical y levantar hacia delante del dedo, la cuajada se debe cortar nítida y de superficie brillante para estar lista.

- ➔ **Corte de la cuajada.** Para este efecto se puede contar con “liras” que son marcos metálicos con una maya de hilo de pescar separados a 2.5 o 3 cm de distancia. Debido a que la cuajada se encuentra en una olla y la forma circular de ésta dificulta el empleo de la lira, se recomienda cortar con un cuchillo plano, introduciéndolo hasta el fondo de la olla, cortando cada 2.5 o 3 cm horizontalmente hasta abarcar toda la superficie de la olla, luego se corta verticalmente a la misma distancia por toda la superficie de la olla, se observara un cuadrículado en la superficie de la cuajada. Se Deja reposar unos 10 minutos.

- ➔ **Agitación.** Los granos de cuajada liberaran suero lentamente, y a medida que esto ocurre los granos aumentaran su densidad, volviéndose más pesados. Para que no se depositen en el fondo de la olla y formen una nueva cuajada afectando el desuerado, se debe agitar lentamente en un comienzo para no afectar la velocidad de eliminación del suero, reteniendo la mayor cantidad de grasa posible.

- ➔ **Calentamiento de la cuajada.** Los granos de cuajada que son agitados constantemente se deberán calentar, aumentando la temperatura del baño María de 1 a 4°C (originalmente estaba a 32°C); para realizar el aumento de temperatura se recomienda agregar con un jarro agua hirviendo dentro del baño maría (no directo a los granos) agitar y medir la temperatura, cuidar de subir temperatura a una velocidad de 1°C por cada 3 minutos, no debe acelerarse el proceso.

- ➔ **Desuerado.** Se detiene la agitación, se espera que los granos se depositen en el fondo de la tina y por medio de un jarro se puede eliminar parte del suero, alrededor de 1/3 del volumen inicial de la leche.

- ➔ **Salado.** Agregar salmuera al 36% de concentración de sal yodatada, o sea por cada 1 litros de salmuera (1 litro de agua potable + 360 g de sal yodatada) por cada 50 litros de leche. Para valores intermedios se puede

realizar una regla de tres y se obtendrá los gramos de sal, cantidad de agua y cantidad de salmuera por la leche empleada.

- ➡ **Segundo desuerado.** Una vez agregada la sal, agitar y dejar reposar la cuajada por 10 minutos, y de la misma forma que el desuerado anterior eliminar suero con una jarra, se obtendrá un quesillo más seco; etapa optativa.

- ➡ **Moldeado.** Se deben fabricar moldes de madera o de acero inoxidable, de forma de cajas con pequeñas perforaciones en la base para facilitar eliminar pequeñas cantidades de suero.

En caso de no contar con moldes, se pueden colocar los granos en paños limpios, moldear y presionar levemente (4 kilos de peso por 1 hora) para permitir la eliminación de suero y la compactación de la masa.

- ➡ **Refrigeración.** Almacenar el producto a temperaturas de refrigeración, no superiores a los 5°C, debido a que es un producto fresco y con la refrigeración se detiene cualquier fermentación o posible deterioro, su durabilidad es variable y depende de que tan rigurosa sea la elaboración.

En las diferentes partes del país donde se produce queso de cabra, se siguen procedimientos tradicionales, propios de las regiones de producción, sin embargo, todas tienen un proceso similar al anterior, ya que la materia prima y el proceso utilizado están destinados al mismo propósito, la producción de quesos “frescos” de leche de cabra.

Por las condiciones climáticas propias para el desarrollo de la caprinocultura, no es todos los estados de la república se lleva a cabo esta actividad, resultando de ello una participación desigual de los estados en la oferta nacional de productos y subproductos caprinos (M. Ascencio, 2007).

En la Figura 5, se recoge de forma esquemática el proceso de elaboración de queso “fresco” de cabra.

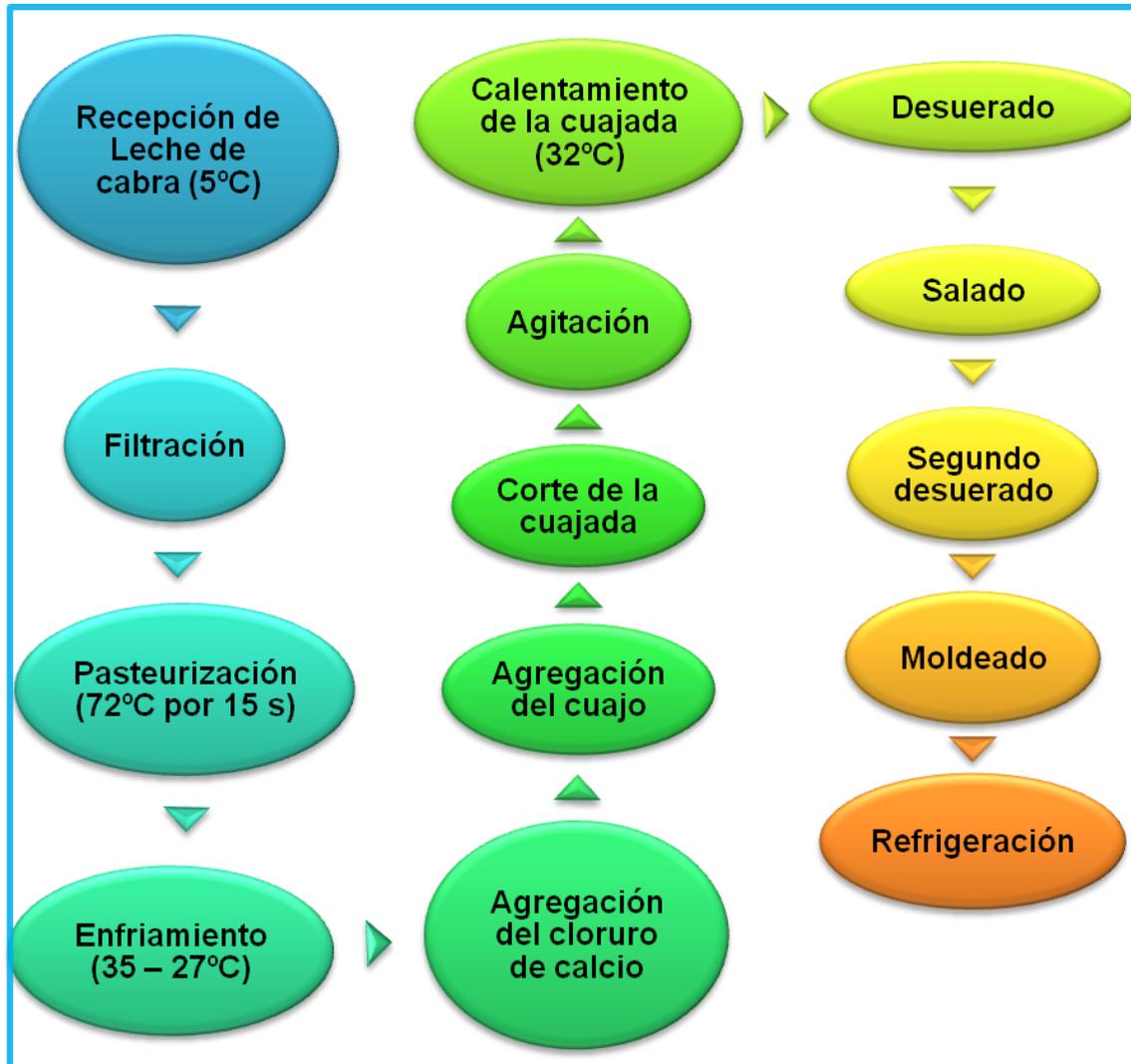


Figura 5. Diagrama de flujo de la elaboración de queso “fresco” de leche de cabra.

(Fuente: Eduardo Ferrandini, 2006)

2.6 Características químicas de quesos de cabra

Camacho y Sierra (1988) hicieron un diagnóstico sanitario y tecnológico del proceso artesanal del queso fresco de cabra en Chile. Para ello, se tomaron muestras de leche cuajada, cuajo artesanal, agua y queso, del 10% de las queserías rurales de dos localidades áridas en dos temporadas agrícolas. Además, se hicieron diluciones de los utensilios y de las ubres de los animales.

Las muestras se sometieron a análisis microbiológico de recuento de bacterias aerobias mesófilas, número más probable de coliformes totales y fecales, y detección de *Staphylococcus aureus* coagulasa (+), *Salmonella typhi* y *Brucella melitensis*. Se realizaron también análisis químicos proximales y determinaciones de cloruro de sodio y acidez en leche, queso y cuajo. La leche de cabra fue objeto de un análisis de densidad. Se encontró que existen graves fallas sanitarias en todo el proceso de elaboración, aunque la mayor contaminación con bacterias ocurre durante el ordeño, seguido por las etapas de corte de la cuajada y llenado de moldes en las cuales hay excesiva manipulación y falta absoluta de higiene. Al no encontrarse *B. melitensis* en la leche de toxina producida por *S. aureus* y a la significativa carga de coliformes fecales encontrados (AU) (Camacho y Sierra, 1988).

Almenara y Álvarez (2007) determinaron las concentraciones de minerales y elementos traza por espectrofotometría en el caso del P, y por espectrofotometría de absorción atómica con llama aire/acetileno (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn) y generación de hidruros (Se), en muestras (n=6) de leche de cabras Majoreras, así como en muestras de quesos (frescos n=16; semicurados n=16; y curados n=16) y lactosueros (n=35) obtenidos en el proceso de elaboración. El proceso de maduración de los quesos implica la pérdida de agua y un incremento de la concentración de todos los minerales y elementos traza estudiados. Las concentraciones de los elementos estudiados en las muestras lácteas se ordenaron según la secuencia: lactosueros < leches < quesos frescos < quesos semicurados < quesos curados, salvo en el caso del Na, en el que se observa que las muestras de lactosuero tenían mayores

contenidos que las de leche, debido al proceso de salado de los quesos. Aplicando un análisis discriminante lineal (stepwise), se observó que, seleccionando P, Na, K, Ca, Fe, Cu y Zn, todas las muestras lácteas se clasificaron dentro de su grupo, salvo una muestra de queso curado que fue incluida como de queso semicurado (Almenara y Álvarez, 2007).

Mientras que en un estudio de Attaie y Richter (1996) se determinó la concentración de ácidos grasos volátiles en un queso duro de leche de cabra tipo Cheddar. Los niveles de estos ácidos fueron superiores a los encontrados en este tipo de quesos, excepto el pentanóico, heptanóico, y 10 ácidos undecenóicos. La abundancia relativa de ácidos grasos volátiles en este tipo de queso, ordenados de más abundantes a menos abundantes fueron, n-C₁₀, n-C₁₂, n-C₈, n-C₆, n-C₄, n-C₉, and n-C₁₁. Similarmente, la abundancia relativa de los ácidos grasos ramificados en este tipo de quesos, de mayor a menor abundancia fueron los ácidos 4-metiloctanóico, metildecánico, 3-methylbutanóico, y 4-etiloctanóico. Los ácidos grasos ramificados como 4-etiloctanóico y 4-metiloctanoic tienen aromas intensos, y pequeñas cantidades de éstos afectan notablemente el sabor de los quesos.

En un estudio de Attaie (2009) se elaboraron quesos de leche de cabra tipo Jack con diferentes niveles de endo y exopeptidasas a partir de cultivos de bacterias y madurados por 30 días. Los componentes del aroma de este queso que son potencialmente importantes para la calidad de este queso fueron cuantificados. La concentración de compuestos volátiles se evaluó cada 6 semanas a través del proceso de maduración. Los valores de la actividad odorífica identificados se utilizaron para determinar su contribución potencial al aroma del queso Jack. Los valores de la actividad odorífica indicaron que las cetonas 2-hexanonas, 2-heptanonas, 2-nonanonas, y 2,3-butanediona (diacetil) fueron los compuestos más importantes del olor de este queso. Los compuestos ácidos más importantes del olor de este queso fueron los ácidos butanóico, 2-metil butanóico, pentanóico, hexanóico, y octanóico. Entre los aldeídos, el propanal y pentanal presentaron la mayor actividad odorífica. La

concentración de ácidos butanóico, pentanóico, hexanóico, heptanóico, octanóico, y nonanóico se incrementaron significativamente durante el proceso de maduración del queso.

Oliszewski *et al.* (2002) estudiaron la composición química y el rendimiento quesero de la leche de cabras Criollas Serranas en un sistema semi-intensivo de Argentina, comparándolos con los de razas lecheras tradicionales. Los quesos fabricados fueron de pasta cocida semiduros, pesándose semanalmente la producción de queso obtenido y refiriéndola a los litros de leche procesados. Se hicieron 35 fabricaciones experimentales durante tres meses (agosto a octubre) y se pesaron 350 quesos. Los datos se analizaron a través de regresiones lineales simples y ecuaciones de predicción. La composición química de la leche mostró los siguientes valores: Grasa: $4.91\% \pm 0.20$, Proteína: $5.13\% \pm 0.10$, Sólidos no Grasos: $11.02\% \pm 0.12$, Sólidos Totales: $15.79\% \pm 0.25$. La media del rendimiento quesero al día cero fue de $16.50\% \pm 0.28$. Las ecuaciones de predicción para el rendimiento quesero y la pérdida de humedad de los quesos en función de los días de maduración fueron: $Y = 16.86 - 0.17 * X$ y $Y = 0.553 * X$. El estudio de maduración se realizó por un período de 20 días, considerando que éste era el tiempo apropiado para la correcta afinación de los mismos. Al día 20 el rendimiento fue de 13.45%.

Estos investigadores concluyeron que la raza caprina Criolla presenta en las condiciones del presente trabajo una buena calidad de leche con altos rendimientos queseros.

En un estudio de Ledesma (2007) se determinaron las concentraciones de macrominerales y elementos traza en 24 muestras de leche de cabra y en varios tipos de quesos (frescos $n=27$; semicurados $n=28$; y curados $n=32$) elaborados de forma experimental según los protocolos de la DOP (Denominación de Origen Protegida) Queso Palmero (Islas Canarias, España). Se contemplaron dos factores de variación: la dieta (una dieta rica en forrajes tradicionales de la isla y otra con un alto contenido de concentrados usada por

muchos ganaderos) y el tipo de cuajo (cuajo natural de cabrito y cuajo comercial). Las determinaciones se realizaron por espectrofotometría en el caso del P y por espectrofotometría de absorción atómica con llama aire/acetileno (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn) o generación de hidruros (Se). Se observaron diferencias significativas en las concentraciones medias de los minerales y elementos traza determinados en los diferentes derivados lácteos analizados.

En este estudio de Ledesma, la dieta de las cabras tuvo una mayor influencia sobre la concentración de los minerales y elementos traza en los quesos que el tipo de cuajo usado en su producción. En general, las muestras de leche y quesos obtenidos de cabras alimentadas con forraje mostraron mayores concentraciones medias de Ca, K, Zn, Cu y Se que las muestras obtenidas de animales alimentados con concentrados de forraje comerciales. Aplicando un análisis discriminante lineal (ADL) "stepwise" se obtuvo una casi completa diferenciación de las muestras en función del tipo de derivado lácteo. Cuando se aplicó el ADL sobre los tres tipos de quesos diferenciando el tipo de cuajo utilizado en la elaboración, se obtuvo una clasificación de los quesos completa de acuerdo con el tipo de dieta consumida por las cabras.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de queso se obtuvieron del ejido Jagüey de Ferniza, ubicado en el sur del Municipio de Saltillo (25° 13' 47" de latitud norte y los 101° 02' 17" de longitud oeste), a 25 km de distancia de Saltillo, Coahuila, con dirección a Zacatecas. El sitio se encuentra a una altura de 2010 msnm (INEGI, 1983). El tipo de vegetación existente en el sitio es matorral parvifolio inerme con presencia de algunas gramíneas.

En este ejido se seleccionó un hato de aproximadamente 200 cabras, las cuales habían parido en junio; por lo tanto, la leche colectada en agosto, septiembre y octubre correspondió a la mitad y final de la lactancia.

Las diluciones para la obtención de minerales se llevaron a cabo en el laboratorio de producción animal de la universidad, mientras que la extracción de extracto etéreo y las lecturas de ácidos grasos así como las de minerales fueron hechas en el laboratorio de nutrición animal.

3.1 Materiales biológicos y reactivos

- Queso "fresco" de cabra obtenido del ejido Jagüey de Ferniza, Coahuila, México.
- Agua desionizada.
- Agua destilada.
- Metanol.
- Cloroformo.
- Hidróxido de sodio (Na OH) 0.5 N.
- Reactivo de Folcha (14% BF₃ – CH₃ – OH).
- Hexano.
- Soluciones estándares para absorción atómica (Harleco o Fisher Scientific.).

3.2 Materiales de laboratorio

3.2.1 Físico - Químicos

- Cuchillo.
- Vaso de precipitados de 2 litros.
- Parrilla de calentamiento con control termostático y con agitación.
- Termómetro graduado de 0°C a 100°C.
- Sistema de vacío.
- 3 vasos de vidrio.
- Pipeta volumétrica.
- Centrifugadora con capacidad de 2000 – 2500 rpm (VELAB).
- Jeringas de 3 mL.
- Matraz Erlenmeyer de 50 mL.
- Rota vapor.
- 3 Embudos de separación.
- Cromatógrafo de gases. (Perkin Elmer, Auto System XL)
- Balanza. (Explorer, OHAUS. Item No E02140)
- Bolígrafo y libreta.
- Espectrofotómetro de absorción atómica.(VARIAN AA 1275)
- Tanque de acetileno.
- Lámpara de cátodo hueco, (PHOTRON LAMPS. Serial N° HDF0975, multielementos).
- Espectrofotómetro (spectronic 20 gensys).

3.3 MÉTODO EXPERIMENTAL

Para esta investigación se obtuvieron quesos “frescos” de cabra en agosto, septiembre y octubre.

De éstos se determinó el contenido de minerales con el método de espectrofotometría de absorción atómica (EEA), es decir, con un espectrofotómetro de absorción atómica (VARIAN AA 1275), y ácidos grasos con un cromatógrafo de gases (PERKIN ELMER Modelo Auto System XL). En el caso de minerales se tomaron cuatro repeticiones de cada queso, y en ácidos grasos volátiles el número de repeticiones por queso sólo fueron tres.

3.3.1 Análisis de minerales presentes en el queso de cabra, por espectrofotometría de absorción atómica

El principio de la espectrofotometría de absorción atómica (EAA) es similar al de espectrofotometría de emisión, excepto que se mide la energía que absorben los átomos en vez de medir la energía que estos emiten.

En la técnica de absorción atómica el elemento de interés en la muestra no se “excita”, sino simplemente se disocia de sus enlaces químicos y se coloca en un estado no “excitado”, no ionizado y en su estado mínimo de energía. En estas condiciones el elemento es capaz de absorber radiación externa que es la que se mide. Cada elemento tiene su propio espectro de emisión y absorción que es característico. Las energías de emisión y absorción no tienen siempre la misma longitud de onda.

Para la obtención de minerales fueron disueltas las muestras de queso “fresco” con una mezcla de ácido nítrico y ácido perclórico, calentando de forma progresiva hasta una temperatura final de 170°C. Se continuó el calentamiento a esta temperatura para reducir el Se^{+6} a Se^{+4} que es la especie química que se determina posteriormente.

El extracto ácido se trasvasó a envases de polietileno marcados respectivamente, ejemplo: MA1, MA2, MA3, MA4, MS1, MS2, MS3, MS4, MO1, MO2, MO3, MO4, donde se conservaron hasta la medición final.

La medida final se realizó por espectrofotometría de absorción atómica con llama aire/acetileno (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn) o generación de hidruros, utilizando las condiciones instrumentales adecuadas para cada elemento, como son la calibración del equipo para cada una de las lecturas de los distintos elementos de interés utilizando los estándares y la lámpara de cátodo hueco (PHOTRON LAMPS. Serial N° HDF0975, multielementos).

Donde

M = mes

A = Agosto

S = septiembre

O = Octubre

1, 2, 3 y 4 Son números de muestra.

En el caso del fósforo (P), se determinó por el método de ANSA (Acido Amino Naftol Sulfonico), utilizando un espectrofotómetro (spectronic 20 gensys) con molibdato amónico de igual manera se identifico este mineral de las tres distintas muestras, respectivamente.

3.3.2 Determinación de grasa, método Bligh y Dyer

Se pesaron 3 g por cada muestra de queso “fresco” de leche de cabra en vaso de vidrio, en este caso fueron 3 muestras una por cada mes mencionado anteriormente, identificadas de la siguiente manera MA, MS, MO.

Donde:

M = Mes

A = Agosto.

S = Septiembre.

O = Octubre.

Se adicionó agua desionizada hasta completar la cantidad de 4.8 mL. Se agregaron 12 mL de metanol, posteriormente 6 mL de cloroformo con una pipeta volumétrica y se agitó por 2 minutos. Así mismo, se adicionó por segunda vez, 6 mL de cloroformo y se agitó por 30 segundos. Por último, se agregaron 6 mL de agua desionizada y se volvió a agitar por 30 segundos.

La mezcla obtenida se distribuyó en tubos para centrifugarlos por 10 minutos a 2000 – 2500 rpm.

Con la ayuda de una jeringa de 3 mL se extrajo la capa inferior de cloroformo de cada uno de los tubos y se filtró en papel filtro plegado. Se obtuvo el filtrado en un matraz Erlenmeyer de 50 mL, consecutivamente se tomó una alícuota de 7.5 mL y se evaporó el cloroformo en rota – vapor a 60°C.

Al final se obtuvieron tres muestras de aceite de cada uno de los quesos de cabra los cuales se depositaron en un matraz identificados respectivamente.

El aceite obtenido fue utilizado en la extracción de líquido – líquido, descrita a continuación.

3.3.3 Extracción líquido – líquido.

Con el aceite obtenido anteriormente se suspendieron 195 mg del mismo en 10 mL de agua destilada y 30 mL de la mezcla extractora de cloroformo: metanol (2:1).

Se agitó intensamente la mezcla durante 60 segundos en un embudo de separación y se dejó reposar hasta la separación de dos fases.

Se recuperó la fase inferior que contiene los lípidos del aceite mientras que la fase superior se desechó.

3.3.4 Hidrólisis de triglicéridos hasta ácidos grasos y esterificación de éter metílico

Ésta se realizó en el producto obtenido de la fase orgánica extraída en el paso anterior (3.3.3).

El extracto etéreo se colocó en la rota – vapor a una temperatura de 40 a 50°C, con vacío moderado, retirándole de esta forma el cloroformo ahí retenido.

Se añadió al residuo 10 ml de NaOH 0.5 N en metanol y se calentó la mezcla mencionada anteriormente en baño maría a 65°C durante 20 minutos con rotación lenta del micro rota – vapor. A continuación se adicionaron 15 mL del reactivo de Folcha (14% BF₃ – CH₃ – OH); el calentamiento se continuó a la misma temperatura durante 5 minutos más.

A la solución obtenida en caliente se le añadieron 30 mL de agua destilada y se dejó enfriar. Subsecuentemente a la solución se le adicionaron 50 ml de hexano (con agitación intensa).

Se realizó una segunda separación de fases, de la cual con la ayuda del embudo de separación, se rescató la fase superior, la cual contiene los ésteres metílicos de ácidos grasos (componentes volátiles). Mientras que la fase inferior se desechó.

La muestra disuelta en el hexano se destiló a una temperatura entre 55 a 60°C con la ayuda del rota – vapor. El residuo obtenido (extracto etéreo) se diluyó en 5 mL de hexano para su recuperación. Cabe mencionar que todo este procedimiento se realizó para cada una de las muestras de queso.

Por lo tanto, al final se obtuvieron tres repeticiones de cada queso, es decir nueve muestras en total, las cuales fueron distribuidas uniformemente en tubos e pendón de 1.5 mL, identificadas respectivamente como MA1, MA2, MA3, MS1, MS2, MS3, MO1, MO2, MO3.

De cada muestra se tomaron 2 µl y se inyectaron al cromatógrafo de gases. Se tomaron lecturas directamente desde el monitor del cromatógrafo de gases.

3.3.5 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se analizaron por medio del software estadístico SAS, utilizando un análisis de varianza con un modelo completamente al azar con cuatro repeticiones para minerales y tres repeticiones para ácidos grasos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Minerales en el queso “fresco” de cabra.

En el cuadro 4 se indican las concentraciones de los macro y micro minerales presentes en el queso “fresco” de leche de cabra.

Cuadro 4. Contenido de minerales de quesos “frescos” elaborados con leche de cabra mantenidas en agostadero, y producidos con leche obtenida a la mitad (agosto) y final (septiembre y octubre) de la lactancia.

| Minerales (ppm) | Meses de elaboración de los quesos | | |
|-----------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | Agosto | septiembre | Octubre |
| Cobre | 2.25± 1.89 | 1.25± 0.50 | 3.25± 3.30 |
| Fierro | 3.00± 1.82 | 6.50± 2.08 | 5.75± 2.62 |
| Manganeso | 1.75± 0.50 | 1.25± 0.50 | 1.00± 0 |
| Zinc | 10.50± 1.00 ^a | 9.25± 0.96 ^a | 14.00± 0.82 ^b |
| Magnesio | 2.57± 0.79 | 3.65± 0.37 | 3.39± 0.41 |
| Potasio | 3397.50±145.68 | 3640.00± 144.45 | 3495.00±132.29 |
| Sodio | 2375.00±170.78 ^a | 1950.00±574.45 ^a | 3350.00± 885.06 ^b |
| Calcio | 13250.00±2629.96 | 13250.00±1258.31 | 12750.00±1258.31 |
| Fosforo | 2515.00±432.39 | 2397.50±404.01 | 2412.50±311.70 |

Se observó que los niveles de Cu, Fe, Mn, Mg, K, Ca, P, no variaron entre los meses de muestreo (cuadro 4). Lo anterior se esperaba porque la dieta de las cabras tiene un marcado efecto sobre la composición mineral de los quesos elaborados con leche de cabra (Park y Chukwu, 1989; Ledesma *et al.*, 2007). Las cabras en el presente estudio tenían acceso a un mismo tipo de

vegetación y en un mismo estado fenológico, lo que aparentemente se reflejó en niveles de estos minerales relativamente estables a través de la lactancia.

El nivel de sodio de los quesos se elevó ($P < 0.05$) al final de la lactancia (Voutsinas *et al.*, 1990), en comparación con los quesos producidos con leche colectada a la mitad de la lactancia.

En el presente estudio, no queda claro si el incremento del sodio en el queso es el resultado del incremento natural de este elemento en la leche de cabra al final de la lactancia o al sodio agregado durante el proceso de elaboración del queso.

Las concentraciones de Zn y Fe son inferiores a las reportadas por Park (2000) para quesos de cabra. Llama la atención los bajos niveles de Fe en estos quesos, pues en esta área, el contenido de este elemento en los forrajes es sorprendentemente alto (Sanabria, 2010).

Uno de los minerales que mostró variación significativa fue el zinc, el cual disminuyó ($P < 0.05$) progresivamente durante el estudio.

A diferencia del zinc, el sodio (Na) en el queso de cabra tuvo un declive entre el mes de agosto a septiembre, pero un aumento significativo ($P < 0.05$) en el mes de octubre (cuadro 4).

4. 2 Contenido de ácidos grasos volátiles en queso “fresco” de cabras.

En el Cuadro 5 se presenta el nivel de ácidos grasos saturados presentes en quesos elaborados con leche de cabra.

Cuadro 5. Niveles de ácidos grasos saturados en quesos elaborados con leche de cabra colectada a la mitad (agosto) y final de la lactancia (septiembre y octubre) en el sureste de Coahuila. (Valores son medias \pm DE).

| Ac. graso saturados volátiles (g/g queso) | Meses de elaboración de los quesos | | |
|---|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Agosto | Septiembre | Octubre |
| Ácido Butírico (C4:0) | 0.0034 \pm 0.002 | 0.0050 \pm 0.006 | 0.0125 \pm 0.002 |
| Ácido Caproico (C6:0) | 0.0092 \pm 0.008 ^a | 0.0035 \pm 0.004 ^a | 0.0189 \pm 0.001 ^b |
| Ácido Caprilico (C8:0) | 0.0333 \pm 0.002 | 0.0200 \pm 0.0178 | 0.0317 \pm 0.0005 |
| Ácido Caprico (C10:0) | 0.0009 \pm 0.0001 | 0.0019 \pm 0.0031 | 0.0021 \pm 0.0001 |
| Ácido Undecanoico (C11:0) | 0.0333 \pm 0.0022 | 0.0201 \pm 0.0178 | 0.0317 \pm 0.0005 |
| Ácido Laurico (C12:0) | 0.0008 \pm 0.0000 | 0.00054 \pm 0.0007 | 0.0004 \pm 0.0006 |
| Ácido Tridecanoico (C13:0) | 0.0008 \pm 0.0000 | 0.0005 \pm 0.0007 | 0.0004 \pm 0.0006 |
| Ácido Mirístico (C14:0) | 0.0008 \pm 0.0000 | 0.0005 \pm 0.0007 | 0.0004 \pm 0.0006 |
| Ácido Pentadecanoico (C15:0) | 0.0190 \pm 0.0005 | 0.0117 \pm 0.0131 | 0.0193 \pm 0.0002 |
| Ácido Palmítico (C16:0) | 0.0003 \pm 0.0000 | 0.0125 \pm 0.0185 | 0.0147 \pm 0.0107 |
| Ácido Heptadecanoico (C17:0) | 0.0862 \pm 0.1093 | 0.0270 \pm 0.0123 | 0.0244 \pm 0.0003 |
| Ácido Esteárico (C18:0) | 0.0091 \pm 0.0008 | 0.0133 \pm 0.0100 | 0.0144 \pm 0.0015 |
| Ácido Araquídico (C20:0) | 0.0111 \pm 0.0118 | 0.0318 \pm 0.0269 | 0.0327 \pm 0.0025 |
| Ácido Heneicosanoico (C21:0) | 0.0000 \pm 0.0000 | 0.0016 \pm 0.0028 | 0.0031 \pm 0.0002 |
| Ácido Behénico (C22:0) | 0.0016 \pm 0.0005 | 0.0021 \pm 0.0019 | 0.0022 \pm 0.0000 |
| Ácido Tricosanoico (C23:0) | 0.0001 \pm 0.0001 ^a | 0.0002 \pm 0.0001 ^b | 0.0001 \pm 0.0001 ^a |
| Ácido Lignocérico (C24:0) | 0.0013 \pm 0.0003 | 0.0020 \pm 0.0012 | 0.0012 \pm 0.0001 |

^{ab}Medias con diferentes superíndices difieren ($P < 0.05$).

El ácido Caproico (C6:0) se incrementó significativamente ($P < 0.05$) al final de la lactancia en comparación con los meses de agosto y septiembre. Este hecho es relevante porque este ácido produce un sabor agrio (Toelstede y Hofmann, 2008) lo cual indica que los quesos elaborados con leche obtenida al final de la lactancia aparentemente resultan con un sabor más agrio. El nivel de ácido tricosanoico fue más alto ($P < 0.05$) en septiembre que en los otros meses de muestreo. Este ácido graso prácticamente no interviene en el olor del queso, por lo que su ligero nivel más alto aparentemente no modifica el sabor de los quesos de cabra.

En el Cuadro 6 se presentan los niveles de ácidos grasos monosaturados en quesos elaborados con leche de cabra mantenidas en agostadero.

Estos datos muestran que los ácidos grasos monosaturados no variaron significativamente a través de los meses de muestreo.

Cuadro 6. Niveles de ácidos grasos monosaturados en quesos elaborados con leche de cabra colectada a la mitad (agosto) y final de la lactancia (septiembre y octubre) en el sureste de Coahuila. (Valores son medias \pm DE).

| Ac. graso monosaturados volátil (g/g queso)* | Meses de elaboración de los quesos | | |
|--|------------------------------------|---------------------|---------------------|
| | Agosto | Septiembre | Octubre |
| Ácido Miristoleico (C14:1) | 0.0000 \pm 1.4532 | 0.0092 \pm 0.0159 | 0.0000 \pm 1.6041 |
| Ácido Pentadecenoico (C15:1) | 0.0001 \pm 0.0001 | 0.0013 \pm 0.0011 | 0.0010 \pm 0.0000 |
| Ácido Palmitoleico (C16:1) | 0.0003 \pm 0.0005 | 0.0014 \pm 0.0012 | 0.0015 \pm 0.0001 |
| Ácido Heptadecenoico (C17:1) | 0.0027 \pm 0.0014 | 0.0066 \pm 0.0057 | 0.0060 \pm 0.0001 |
| Ácido Elaídico (C18:1n9t) | 0.0007 \pm 0.0000 | 0.0015 \pm 0.0012 | 0.0009 \pm 0.0008 |
| Ácido Oleico (C18:1n9c) | 0.0240 \pm 0.0216 | 0.0032 \pm 0.0056 | 0.0141 \pm 0.0244 |
| Ácido Eicosenoico (C20:1) | 0.0034 \pm 0.0007 | 0.0030 \pm 0.0023 | 0.0034 \pm 0.0002 |
| Ácido Erúxico (C22:1n9) | 0.0001 \pm 0.0000 | 0.0003 \pm 0.0004 | 0.0001 \pm 0.0000 |
| Ácido Nervónico (C24:1) | 0.0006 \pm 0.0011 | 0.0017 \pm 0.0012 | 0.0002 \pm 0.0003 |

*Para todos los ácidos presentados no se detectó diferencias entre meses de elaboración ($P > 0.05$).

En el cuadro 7 se muestran los niveles de de ácidos grasos poliinsaturados en quesos de cabras producidos bajo condiciones de agostadero.

A la vez se puede apreciar un ácido graso presente en mayor cantidad y uno en menor cantidad los cuales son ácido linolelaídico (C18:2n6t) y ácido cis-8, 11,14-elicosatrienoico (C20:3n6), respectivamente.

Cuadro 7. Niveles de ácidos grasos poliinsaturados en quesos elaborados con leche de cabra colectada a la mitad (agosto) y final de la lactancia (septiembre y octubre) en el sureste de Coahuila. Valores son medias \pm DE).

| Ácidos grasos poliinsaturados volátiles (g/g queso) | Meses de elaboración de los quesos | | |
|---|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Agosto | Septiembre | Octubre |
| Ácido linolelaídico (C18:2n6t) | 0.0479 \pm 0.0266 | 0.0834 \pm 0.0413 | 0.0697 \pm 0.0074 |
| Ácido linoleico (C18:2n6c) | 0.0129 \pm 0.0095 | 0.0059 \pm 0.0020 | 0.0047 \pm 0.0009 |
| Ácido linolénico (C18:3n6) | 0.0016 \pm 0.0006 | 0.0031 \pm 0.0023 | 0.0018 \pm 0.0013 |
| Ácido linoléico (C18:3n3) | 0.0012 \pm 0.0006 | 0.0027 \pm 0.0029 | 0.0048 \pm 0.0007 |
| Ácido cis-11,14-elicosadienoico (C20:2) | 0.0028 \pm 0.0004 | 0.0032 \pm 0.0027 | 0.0013 \pm 0.0001 |
| Ácido cis-8,11,14-elicosatrienoico (C20:3n6) | 0.0001 \pm 0.0000 | 0.0001 \pm 0.0001 | 0.0001 \pm 0.0000 |
| Ácido cis-11,14,17-elicosatrienoico (C20:3n3) | 0.0003 \pm 0.0000 | 0.0006 \pm 0.0004 | 0.0004 \pm 0.0000 |
| Ácido araquidonico (C20:4n6) | 0.0004 \pm 0.0001 | 0.0006 \pm 0.0007 | 0.0009 \pm 0.0001 |
| Ácido docosadienoico (C22:2) | 0.0035 \pm 0.0030 | 0.0080 \pm 0.0065 | 0.0028 \pm 0.0001 |
| Ácido eicosapentaenoico (C20:5n3) | 0.0001 \pm 0.0001 ^a | 0.0005 \pm 0.0001 ^b | 0.0006 \pm 0.0000 ^b |
| Ácido docosahexaenoico (C22:6n3) | 0.0001 \pm 0.0001 ^a | 0.0002 \pm 0.0001 ^b | 0.0001 \pm 0.0000 ^a |

^{ab}Medias con diferentes superíndices difieren (P<0.05).

El cuadro 7 muestra una existete variación significativa en dos ácidos grasos poliinsaturados como son el ácido eicosapentaenoico (C20:5n3) y ácido docosahexaenoico (C22:6n3) ya que el ácido eicosapentaenoico (C20:5n3) se incrementó ($P < 0.05$) su concentración al transcurrir el tiempo. En el caso de ácido docosahexaenoico (C22:6n3) la variación existente es del mes de agosto al de septiembre ya que la concentración aumenta, pero se ve afectada en el mes de octubre y cae en la misma concentración que en agosto.

5. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio arrojan datos que concluyen que la composición mineral y ácidos grasos volátiles presentan poca variación estacional en quesos “frescos” de cabras, lo cual indica que, existe poca variabilidad en el contenido de nutrientes de la leche de cabras en los diferentes estadios de la lactancia.

Dicho estudio expuesto anteriormente nos aporta información sobre nutrientes (macro y micro minerales y ácidos grasos volátiles) presentes en el queso “fresco” de cabra lo cual servirá como base de consulta para alumnos y público en general que requiera de esta información.

En cuanto a minerales se refiere no fue significativa la variación y eso se esperaba ya que en la literatura consultada Park y Chukwu, 1989; Ledesma *et al.*, 2007, en la investigación que realizaron mencionan que las cabras al ser alimentadas de igual manera y con un mismo estado fenológico no presentarían y/o existiría una variación de concentración de minerales en distintos meses de lactancia, así que de igual manera este estudio no obtuvo diferenciación debido que las cabras son alimentadas al sureste de Coahuila de igual manera y presentan un mismo estado fenológico.

Se recopiló información que permite caracterizar el aspecto químico de los quesos “frescos” de cabra elaborados artesanalmente en las zonas semidesérticas del sureste de Coahuila, el queso se puede caracterizar con un sabor agrio al final de la lactancia ya que a medida que transcurre el tiempo el ácido caproico aumenta significativamente y es uno de los responsables del este sabor, mientras que los ácidos grasos restantes, su aumento o disminución no afecta los aspectos químicos del queso.

Se concluye que el ácido caproico (C6:0) se incrementa al final de la lactancia esto tiene una variable desfavorable el cual es el sabor ya que portará un sabor agrio y esto afectará la demanda del queso fresco de cabra.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abraham Villegas de Gante, 2004. Tecnología quesera. Ed. Trillas.2-4 p.
2. Almenara, F.J., S. Álvarez, J. Darias, E. Rodríguez, C. Díaz y M. Fresno. 2007. Efecto de la maduración en la composición mineral de los quesos de cabra Majorera. Arch. Zootec. 56: 667-671p.
3. Attaie, R. 2009. Quantification of volatile compounds in goat milk Jack cheese using static headspace gas chromatography. J. Dairy Sci. 92: 2435-2443p.
4. Attaie, R., Richter, R.L. 1996. Formation of volatile free fatty acids during ripening of cheddar-like hard goat cheese. J. Dairy Sci. 79: 717-724p.
5. Camacho, L., Sierra, C. 1988. Diagnostico sanitario y tecnologico del proceso artesanal del queso fresco de cabra en Chile / Sanitary and technological diagnosis of the goat cheese rural process in Chile. Arch. Latinoam. Nutr. 38: 935-45p.
6. CAPRA. 2004. La composición de la leche de cabra y su papel en la alimentación humana.
7. E. BLANCO Y R. MORALES. 1995. "Las platas cuajaleches". Quercus 111: 10-11p.
8. Ernest, L.K 1974. Effect of physical formo fhay/ concentrate rations on processing quality, yield and composition of milk. Dairy Sci. Abs. 36 (4) 1327 .153p.
9. Fresno, M., S. Álvarez, N. Darmanin, P. Batista y V. Pino. 2002. Caracterización del proceso de ahumado del queso palmero. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, 173: 87-92p.
10. GUO, M. R., WANG, S., LI, Z., QU, J., JIN, L., KINDSTEDT, P. S. (1998). Ethanol stability of goat's milk. International Dairy Journal 57-60p.
11. Haenlein, G.F.W. 2002. Milk and Meat Products.

- 12.HAGGAG, H.F; HAMZAWI, L.F.; SHAHIN, Y. 1987. Fatty acid composition of globule core lipids from Egyptian cow, buffalo and goat's milk. *Egyptian Journal of Dairy Science* 15(1): 25-30p.
- 13.Jiménez M. 2003, producción y comercialización de productos caprinos en la región norte del estado de Coahuila. Tesis UAAAN, Buenavista saltillo, Coahuila.
- 14.Ledesma, L., M. Fresno, S. Álvarez, J. Darías, E. Rodríguez y C. Díaz. 2007. Cambios de la composición mineral de quesos de cabra en función de la dieta y el cuajo usado. *Arch. Zootec.* 56: 719-723p.
- 15.Mario Ascencio Ortiz. 2007, comercialización de quesos de cabra en la región sureste del estado de Coahuila, Tesis UAAAN, Buenavista saltillo, Coahuila.18 p.
- 16.Mayen, M. 1989. *Explotación Caprina*. Ed. Trillas. México. 9-15 p.
- 17.Michel Mahaut Romain, Jeantet Gerard Brule. 2003. *Introducción a la tecnología quesera*, Editorial Acribia.1-3 p.
- 18.Oliszewski, R., A.E. Rabasa, J. L. Fernandez, M.A. Poli y M.S. Núñez de Kairúz 2002. Composición química y rendimiento quesero de la leche de cabra Criolla Serrana del noroeste Argentino. *Zootecnia Trop.* 20: 179-189p.
- 19.Park, Y.W. 2000. Comparison of mineral and cholesterol composition of different commercial goat milk products manufactured in USA. *Small Rumin Res.* 37: 115–124p.
- 20.Park, Y.W. and H.I. Chukwu. 1989. Trace mineral concentration in goat from French-Alpine and Anglo-Nubian breeds during the first 5 months of lactation. *J. Food. Compos. Anal.* 2: 161-169p.
- 21.Pinho, O. 2004. Chemical, physical, and sensoria I characteristics of "Terrincho" ewe cheese. 249-257 p.
- 22.Portmann, A. 1968. Relation entre teneur en matière grasse et azotée du lait de chèvre et rendement en fromage. 97 p.
- 23.QUILES, A. HEVIA, M. L. 1994. *La leche de cabra*. Editorial Universidad de Murcia, Murcia, España.
- 24.R.C. WIGLEY. 1996. "Cheese and whey". En: *industrial Enzymology* (T.Godfrey y S. West, eds). Macmillan Press, Ltd. 133-154p.

25. Richardson, C.W. 2004. Let's learn about dairy goats and goat's milk. Oklahoma Cooperative Extension Service. Oklahoma State University. Boletín N° 424.
26. RODDEN, D. 2004. Dairy goat composition (en línea). Consultado 16 nov. 2004. Disponible en: <http://drinc.ucdavis.edu/html/milkg/milkg-1.shtml>.
27. Sanabria, R. 2010. Efecto de la edad y época del año sobre la ingestión de minerales en cabras mantenidas en agostadero. Tesis licenciatura. Ing. Agr. Zootecnista. UAAAN-Saltillo.
28. Toelstede, S., Hofmann, T. 2008. Quantitative studies and taste re-engineering experiments toward the decoding of the nonvolatile sensometabolome of Gouda cheese. *J. Agric. Food Chem.* 56: 5299-5307p.
29. Tonin, F. B., Nader-Filho, A. 2002. Influence of stage of lactation, time and number of milkings on chloride content in goats milk. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 54: 64-67p.
30. Voutsinas, L., C. Pappas and M. Katsiari. 1990. The composition of Alpine goats' milk during lactation in Greece. *J. Dairy Res.* 57: 41-51p.
31. Wigley, R. 1996. "Cheese and whey". *Industrial Enzymology*. Macmillan Press, pag. 1333- 1336p.
32. Wolfgang Scholz. 1997. *Elaboración de quesos de oveja y de cabra*. Ed. Acribia. 1- 4 p.

6.1 Fuentes de internet

33. <http://www.promer.cl/biblioteca/elaboración-queso-fresco.doc>
34. http://www.icia.es/icia/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=191&Itemid=311