



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**EFFECTO DEL SISTEMA DE MANEJO (PASTOREO O ESTABULACIÓN), Y  
DE LA PASTEURIZACIÓN, SOBRE EL CONTENIDO NUTRIMENTAL DE LA  
LECHE DE CABRA, EN EL AGOSTADERO SEMIÁRIDO DE QUERÉTARO.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA  
PRESENTA:**

**CLAUDIA IRAIS MUÑOZ GARCÍA**

**ASESOR: Dr. MIGUEL ANGEL GALINA HIDALGO**

**CUAUTITLAN IZCALLI EDO. DE MEX.  
2005**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A MIS PADRES**

GRACIAS POR TODO, SE QUE NO HA SIDO FACIL LLEGAR HASTA ESTE MOMENTO, PERO SIN USTEDES NUNCA HUBIERA SIDO.

ESTO ES PARA USTEDES Y POR USTEDES, TODO SE LOS DEBO Y ESPERO EN ALGUN MOMENTO PODER RETRIBUIRSELOS.

LOS QUIERO CON TODO MI CORAZÓN, SON MI MODELO A SEGUIR Y MI APOYO EN LA VIDA. NO LOS VOY A DEFRAUDAR, SIEMPRE SERAN LA BASE DE MI ÉXITO.

### **A MIS HERMANOS**

LOS QUIERO MUCHO, ESTO TAMBIÉN ES PARA USTEDES.

LA VIDA SERIA MUY ABURRIDA Y SOLA SIN USTEDES.

NO OLVIDEN QUE SIEMPRE ESTARE PARA LO QUE NECESITEN.

GRACIAS A TODAS AQUELLAS PERSONA QUE HAN ESTADO CONMIGO, EN ALGUN MOMENTO DE MI VIDA.

ALINA Y KARLA, NI EN OTRA VIDA HUBIERA ENCONTRADO MEJORES AMIGAS, COMO USTEDES. GRACIAS POR CONSOLARME Y ACOMPAÑARME.

MARTÍN, SIEMPRE HAS SIDO UN GRAN APOYO, INCONDICIONAL, TIERNO Y CARIÑOSO, ESTO NUNCA HUBIERA SIDO IGUAL SIN TI.

GRACIAS POR SOPORTARME

DR CARLOS, TUVE DOS ESCUELAS: UNAM Y MR DOG, GRACIAS POR SER MI MAESTRO, MI APOYO Y AMIGO.

A TODOS ESOS PEQUEÑOS ANIMALES, INCONDICIONALES,  
AMOROSOS Y AGRADECIDOS, ESTO ES PARA Y POR USTEDES: BUSH,  
HOWIE, BAMBINA, RABITO, MICA, CUYO, SARINA, CIRCE, URIKE,  
SHENSI, GHELA, BARTON. BORIS, A LOS QUE FALTAN Y A LOS QUE  
ESTARAN EN UN FUTURO ACOMPAÑÁNDOME Y FORMANDO PARTE  
DE MI VIDA. GRACIAS.

GRACIAS A TODAS LAS PERSONAS QUE INFLUYERON EN MI  
FORMACIÓN ACADÉMICA: DRA MAGDALENA, DR GALINA, DR  
BENITO...

## INDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Población mundial de cabras.	2
1.2 Situación mundial de la producción de leche de cabra	4
1.3 Situación nacional de la producción caprina.	6
1.4 Estratificación de la producción caprina.	7
1.4.1. Estrato periférico	7
1.4.2. Estrato intermedio.	7
1.4.3. Estrato central.	8
2. MARCO TEORICO	
2.1 Estrategias de alimentación en los caprinos.	9
2.2 Producción nacional de leche caprina.	12
2.3 Características generales de la leche de cabra.	14
2.4 Tratamientos de conservación de la leche.	18
2.5 Factores que afectan la calidad de la leche	20
2.5.1. Ordeña.	20
2.5.2. Sistema de alimentación.	20
2.5.3. Genética	22
2.5.4. Raza	23
2.5.5. Tratamiento térmico	23
2.6 La leche: química y fisiología.	25
2.6.1. Definición de leche	25
2.6.2. Biosíntesis de la leche	25
2.6.3. La lactación	27
2.6.4. Composición y estructura de la leche	28
2.6.4.1. Grasa	29
2.6.4.2. Ácidos grasos.	30
2.6.4.3. Proteína.	32
2.6.4.4. Lactosa.	34
2.6.4.5. Urea.	35
2.6.4.6. Conteo de células somáticas.	35
2.6.4.7. Vitaminas	38
2.7 Beneficios a la salud humana	38
2.8 La leche cruda.	39

3. HIPÓTESIS	41
4. OBJETIVO GENERAL	41
5. OBJETIVOS ESPECIFICOS	41
6. MATERIAL Y MÉTODOS	42
6.1 Lugar de trabajo	42
6.2 Animales Experimentales	42
6.3 Composición Química	44
7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	44
8. RESULTADOS	45
9. DISCUSIÓN	54
10. CONCLUSIONES	57
11. LITERATURA CITADA	58
12. ANEXO	59

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Principales regiones donde se distribuye la población de cabras.	3
<b>Cuadro 2.</b> Producción mundial de leche de cabra.	5
<b>Cuadro 3.</b> Distribución de la población nacional de cabras (principales estados productores).	6
<b>Cuadro 4.</b> Producción y distribución nacional de leche de cabra.	12
<b>Cuadro 5.</b> Contenido de nutrientes básicos de la leche de cabra (g/100 ml).	15
<b>Cuadro 6.</b> Contenido mineral de la leche de cabra (mg/100 ml).	16
<b>Cuadro 7.</b> Composición vitamínica de leche de cabra.	17
<b>Cuadro 8.</b> Principales tratamientos térmicos de la leche.	19
<b>Cuadro 9.</b> Influencia de mamitis y trastornos secretores sobre la composición de la leche.	38
<b>Cuadro 9.</b> Composición porcentual para los ingredientes del SACU.	43
<b>Cuadro 10.</b> Composición en base seca de los ingredientes: Rastrojo de maíz (RM), alfalfa (A) y suplemento de aporte continuo de urea (SACU) g/kg.	45
<b>Cuadro 11.</b> Efectos de los factores mes, alimentación y pasteurización.	46
<b>Cuadro 12.</b> Promedios entre los valores, de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para las variables de: grasa y proteína.	47
<b>Cuadro 13.</b> Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para las variables de: ácidos grasos saturados y ácidos grasos no saturados.	48
<b>Cuadro 14.</b> Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para las variables de: sólidos no grasos.	49
<b>Cuadro 15.</b> Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: sólidos totales.	50
<b>Cuadro 16.</b> Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: lactosa.	51
<b>Cuadro 17.</b> Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: urea.	52
<b>Cuadro 18.</b> Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: Conteo de células somáticas.	53
<b>Cuadro 19.</b> Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en pastoreo el mes de Febrero y sometidas a tratamiento de pasteurización.	65
<b>Cuadro 20.</b> Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en pastoreo el mes de Febrero, sin tratamiento de pasteurización.	65

<b>Cuadro 21.</b> Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en estabulación el mes de Febrero y sometidas a tratamiento de pasteurización.	66
<b>Cuadro 22.</b> Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en estabulación el mes de Febrero, sin tratamiento de pasteurización.	66
<b>Cuadro 23.</b> Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en pastoreo el mes de Marzo y sometidas a tratamiento de pasteurización.	67
<b>Cuadro 24.</b> Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en pastoreo el mes de Marzo, sin tratamiento de pasteurización.	67
<b>Cuadro 25.</b> Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en estabulación el mes de Marzo y sometidas a tratamiento de pasteurización.	68
<b>Cuadro 26.</b> Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en estabulación el mes de Marzo, sin tratamiento de pasteurización.	68

## INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Biosíntesis de la leche.	26
Fig. 2. Curva de lactación anual en las cabras.	28
Fig. 3. Estructura de glóbulo graso.	29
Fig. 4. Promedios entre los valores, de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para las variables de: grasa y proteína.	47
Fig. 5. Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para las variables de: ácidos grasos saturados y ácidos grasos no saturados.	48



- Fig. 6. Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para las variables de: sólidos no grasos. 49
- Fig. 7. Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: sólidos totales. 50
- Fig. 8. Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: lactosa. 51
- Fig. 9. Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: urea. 52
- Fig.10. Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: Conteo de células somáticas. 53

## **RESUMEN**

El objetivo de este estudio fue la evaluación nutrimental de la leche de cabra, cruda y pasteurizada bajo los sistemas de pastoreo-suplementación (mixto) y estabulación, durante los meses de Febrero y Marzo.

La parte experimental del trabajo se desarrolló en un hato lechero ubicado en la “Granja Puma”, Cerro Prieto, Querétaro, México; durante la época de sequía (Febrero y Marzo 2005). Se utilizaron 30 cabras criollas de  $50 \pm 5$  kg, de entre 2 y 3 años, y entre 70 y 100 días de lactación. Los animales fueron distribuidos en dos grupos: pastoreo y estabulación, a su vez cada grupo se subdividió en dos formas de procesamiento: leche cruda y leche pasteurizada ; se realizó muestreo los meses de Febrero y Marzo. De esta forma quedaron finalmente ocho tipos de leche: A Febrero-estabulado-crudo; B Febrero-estabulado-pasteurizado; C Febrero-pastoreo-crudo; D Febrero-pastoreo-pasteurizado; E Marzo-estabulado-crudo; F Marzo-estabulado-pasteurizado; G Marzo-pastoreo-crudo y H Marzo-pastoreo-pasteurizado. Los análisis de laboratorio fueron realizado en Ganaderos Productores de Leche Pura, S.A. de C.V. (ALPURA), mediante el uso de Fossomatic. Se realizaron las siguientes determinaciones: grasa, ácidos grasos saturados, ácidos grasos no saturados, proteína, lactosa, sólidos no grasos, sólidos totales, conteo de células somáticas y urea. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza, según un arreglo factorial  $2 \times 2 \times 2$ , las medidas de las variables estudiadas expresadas en porcentaje, fueron transformadas a valores arcoseno para su análisis estadístico y posteriormente regresados a valores de porcentaje en gráficos y cuadros para el rubro de los resultados; en los casos de diferencias entre medias se utilizó la prueba de Tukey para determinar las que fueron diferentes a un nivel de 0.05. Los resultados mostraron diferentes comportamientos de acuerdo a las variables, sin embargo se observó en general que las leches provenientes de los animales alimentados en pastoreo y sometidas a tratamiento de pasteurización, de ambos meses, registraron el mejor valor nutrimental; representando un producto que ofrece beneficios a los consumidores debido a la calidad y de igual forma favorece a los productores ya que éste sistema de alimentación disminuye los insumos necesarios para cubrir las necesidades de alimentación de los animales reduciendo los costos por este concepto.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años se han realizado una serie de proyectos para el desarrollo de la ganadería regional, colaborando con los productores de leche de cabra en el país. Una de las alternativas claves para el desarrollo de ésta actividad lechera es dar valor agregado a la leche, esto se ha logrado mediante la elaboración de quesos artesanales los cuales ofrecen seguridad alimentaría desde el punto de vista nutrimental, calidad sobre cantidad hacia una sociedad en crecimiento, además de la participación en la compra de productos que permiten el crecimiento económico de un sector desprotegido a través del desarrollo de mercados locales, que sin estas alternativas mantiene una migración constante (Galina, 2002a ; Galina, 2002b; Puga, 2003).

### **1.1 Población mundial de cabras**

La población de cabras se ha extendido por todo el mundo (Cuadro 1), adaptándose a diferentes climas, condiciones geológicas y de manejo; además forma parte importante de la vida económica de diversos países (Hatziminaoglou, 2004). En muchas regiones del mundo la producción de cabras se desarrolla dentro de condiciones de producción familiar, vinculándose principalmente a la mujer y los hijos, abarcando limitadas extensiones de terreno y generalmente en combinación con la agricultura, jugando un papel muy importante en la producción de alimentos (leche, carne), otros satisfactores como pieles y pelo de alta calidad; además de la fuerza de trabajo (Arbiza, 2001; Lebbie, 2004).

**Cuadro 1.** Principales regiones donde se distribuye la población de cabras

<b>Continente y país</b>	<b>Número de Cabras</b>	<b>Total</b>
<b>ÁFRICA</b>		<b>223,465,959</b>
Sudan	40,000,000	
Nigeria	27,000,000	
Tanzania, Rep Unida de	12,556,236	
Malí	11,464,290	
Kenya	11,000,000	
<b>ASIA</b>		<b>488,904,715</b>
China	172,921,066	
India	124,500,000	
Pakistán	52,800,000	
Bangladesh	34,500,000	
Irán, Republica Islámica de	26,000,000	
<b>EUROPA</b>		<b>18,510,586</b>
Grecia	5,000,000	
España	3,046,716	
Italia	1,330,000	
Francia	1,214,276	
Albania	1,025,000	
<b>AMÉRICA</b>		<b>32,969,991</b>
México	9,500,000	
Brasil	9,087,000	
Argentina	4,200,000	
Venezuela	2,700,000	
Perú	1,950,000	
<b>OCEANÍA</b>		<b>882,980</b>
Australia	420,000	
Fiji, Islas	248,000	
Nueva Zelanda	154,500	
<b>TOTAL MUNDIAL</b>		<b>767,930,400</b>

Fuente: FAOSTAT, 2004

## **1.2 Situación mundial de la producción de leche de cabra.**

Dubeuf *et al.*(2004), señalaron que la industria lechera caprina está sometida a la competencia con la leche y productos de otras especies (vaca, oveja y búfalo); además de que los productos de esta especie se encuentran dirigidos a mercados globales (dulces, quesos y yogures entre otros) y específicos (leche dietética, fresca, condensada y en polvo).

Dentro de la producción mundial de leche, la cabra aporta el 2.5% del total; incrementándose durante los últimos 20 años en un 70%, siendo más significativa la inclusión de los países con bajos ingresos (Boyazoglu, 2001). El mediterráneo se ubica como una de las regiones más productivas de leche de cabra con 2,077 miles de toneladas lo que representa más de 17% de la producción mundial con únicamente el 1.3% del total de las cabras a nivel mundial (Cuadro 2) (FAOSTAT, 2004).

La producción de leche de cabra en los países desarrollados esta vinculada al incremento de la tecnología, investigación, organización, calidad y más recientemente a los conceptos de seguridad social y equilibrio medio ambiental, en el sentido de la producción orgánica; además de la innovación de productos y formas de consumo del principal producto de transformación de la leche “El queso” (Morand-Fehr, 2004).

En los países en vías de desarrollo la producción de leche se realiza en rebaños donde la aplicación de diversas innovaciones tecnológicas son muy reducidas; sin embargo, la posesión de estos animales representa seguridad alimenticia, ahorro e inversión (Morand-Fehr, 2004). En este sentido Dubeuf *et al.* (2004), señalaron que bajo cualquier esquema en el que se maneje ésta industria, los principales factores que regirán su competitividad y utilidad económica serán el precio del producto y la organización del sistema de producción (autoconsumo, tamaño del rebaño, producción estacional, productividad de la cabra lechera, características y calidad del producto).

**Cuadro 2.** Producción mundial de leche de cabra (toneladas).

<b>Continente y país</b>	<b>Leche</b>	<b>Total</b>
<b>ÁFRICA</b>		<b>2,793,153</b>
Sudan	1,295,000	
Malí	227,040	
Argelia	155,000	
Mauritania	109,800	
Níger	105,000	
<b>ASIA</b>		<b>6,404,005</b>
India	2,610,000	
Bangladesh	1,312,000	
Pakistán	640,000	
Irán, Republica Islámica de	360,000	
China	247,000	
<b>EUROPA</b>		<b>2,432,881</b>
Francia	545,650	
España	454,362	
Grecia	450,000	
Federación de Rusia	300,000	
Ucrania	241,700	
<b>AMÉRICA</b>		<b>357,92</b>
México	147,607	
Brasil	138,000	
Haití	25,200	
Perú	20,200	
Bolivia	12,000	
<b>OCEANÍA</b>		<b>30</b>
Nueva guinea	30	
Australia	No registrado	
Nueva Zelanda	No registrado	
<b>TOTAL MUNDIAL</b>		<b>11,987,161</b>

Fuente: FAOSTAT, 2004

### 1.3 Situación nacional de la producción caprina

Los caprinos fueron introducidos a México por los españoles después de la conquista habiéndose adaptado desde entonces en gran parte del territorio nacional (Arbiza, 2001). Para 1998 se reportaban 8.9 millones de cabezas disminuyendo en el 2002 a 8.7 millones (Cuadro 3). Entre los estados con mayor producción mostrados en el Cuadro 3; se encuentra en primer lugar Puebla con un 16.6%, seguido por Oaxaca con 12.7% y en tercer sitio San Luis Potosí con 7.6% (Anuario pecuario, 2002).

**Cuadro 3.** Distribución de la población nacional de cabras (principales estados productores).

<b>Estados</b>	<b>2002</b>
Puebla	1, 447, 955
Oaxaca	1, 108, 824
San Luis Potosí	662, 879
Guerrero	605, 514
Coahuila	591, 645
Zacatecas	551, 756
Guanajuato	481, 795
Michoacán	475, 697
Nuevo León	375, 000
Durango	311, 359
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>8,701, 861</b>

**Fuente:** Anuario Pecuario, 2002

La distribución de la población caprina se encuentra ubicada dentro de tres estratos (periférico, intermedio y central) con características más o menos definidas e interconectadas dinámicamente; los cuales responden a una serie de factores de ubicación social, económica y técnica (Juárez y Peraza, 1981; Juárez, 1984).

## **1.4 Estratificación de la producción caprina**

Según Galina (2002b) se propone la siguiente estratificación, para la producción caprina nacional, según la zona, nivel de producción y características físicas de los animales.

### **1.4.1 Estrato periférico**

Inicialmente se plantea la existencia de un estrato periférico muy amplio localizado mayoritariamente en las zonas áridas, semiáridas y trópico seco donde la vegetación es predominantemente arbustiva con un nivel productivo marcadamente estacional (Ramírez, 1996). En este estrato se encuentra ganado caprino con diferentes grados de mestizaje poco productivo pero adaptado a las variadas condiciones del medio ambiente. Se maneja en un extenso pastoreo sobre llanuras o escarpadas montañas carentes casi de vías de comunicación y habitadas por gente arraigada con costumbres tradicionales y frecuentemente indígenas que emplean conocimientos empíricos, debido en muchos casos a la falta de recursos económicos para acceder a una tecnología que permita mayor evolución; ejemplo de éstas zonas son la región carbonífera de Coahuila o la región mixteca en Oaxaca (Arbiza, 1998; Baumont *et al*, 2000; Galina, 2002b). Los objetivos de producción son en su mayoría de autoconsumo, y como una forma de ahorro se comercializan los excedentes. El manejo técnico de los rebaños es mínimo, dominando la mano de obra familiar (Iruegas, 1999).

### **1.4.2 Estrato intermedio**

El estrato intermedio está representado por áreas más o menos extensas, distribuidas en el altiplano y la costa del Pacífico norte, predominantemente agrícolas, con buena disponibilidad de forrajes cultivados o silvestres, con posibilidades de comunicación y transporte adecuado, ganado mestizo con buenos niveles de producción, rusticidad y una población de tipo suburbano que en los últimos años ha comenzado a organizarse para lograr mejoras en los precios de los insumos necesarios para la producción, así como en sus productos (Juárez, 1984; Galina, 2002b).



### **1.4.3 Estrato central**

El estrato central está representado por pequeñas áreas distribuidas en casi todo el territorio nacional donde se practica la agricultura de riego o de temporal, con recursos forrajeros abundantes, medios de comunicación, transportes ágiles y oportunos, con actividades industriales así como comerciales muy dinámicas, los productores de éste estrato poseen patrones culturales característicos (Juárez, 1984; Galina, 2002b).

El ganado de estas zonas corresponde a razas especializadas (Saanen, Toggenburg, Alpina Francesa, Nubia, Murciano-Granadina y Boer), con altos niveles de producción y excelente calidad genética; sin embargo éstos animales presentan una reducida capacidad de adaptación a diferentes ambientes. Hasta hoy estos territorios se mantienen como los más importantes productores de cabras, aportando la mayor producción de leche, carne y otros productos, los cuales responden estrechamente al sistema bajo el cual se maneja el hato (López, 1996; Delgadillo, 1998; Arbiza, 2001; Galina, 2002b).

## 2. MARCO TEÓRICO

### *2.1 Estrategias de la alimentación en los caprinos*

Las estrategias de alimentación para esta especie, pueden ser muy amplias y variadas; sin embargo, estarán restringidas de acuerdo al sistema y nivel de producción. En este sentido, se destacan tres sistemas básicos. El primero, se desarrolla en condiciones de estabulación; donde las estrategias de alimentación se basan de acuerdo a la disponibilidad, precio y calidad de diversos recursos. Que van desde los forrajeros, hasta los subproductos agroindustriales pasando por los alimentos balanceados. Teniendo como objetivo cubrir las necesidades de energía, proteína y materia seca, de los caprinos de acuerdo al estado fisiológico (Morand-Fehr y Sauvant, 1990).

El segundo combina las estrategias del sistema en estabulación, además de realizar un manejo alimenticio en pastoreo, el cual puede ser conducido a través de diversos sistemas, pero de manera general se plantea el uso de los recursos alimenticios; principalmente forrajeros sobre una vegetación, que puede ser nativa o inducida. Por su parte Morand-Fehr y Sauvant (1990), plantean que durante el pastoreo las cabras satisfacen entre el 20 y 40% de sus necesidades, por lo que recomiendan asignar una ración complementaria al regreso, con recursos energéticos y proteicos o una proporción de forraje de buena calidad generalmente de corte.

Los hábitos de pastoreo pueden suponer una desventaja cuando el pasto tiene una calidad desigual o cuando es limitado; la cabra puede consumir tiempo intentando seleccionar una dieta de mayor calidad. La mayor rapidez de paso del alimento a través de su aparato digestivo puede reflejarse en una menor digestibilidad del forraje (Wilkinson, 1989).

En estos sistemas se pueden integrar diversos ingredientes tales como:

- Recursos forrajeros: Son utilizados como base de la ración debido a la cantidad de materia seca que contienen. Dentro de éste grupo se encuentran henos de gramíneas o leguminosas; esquilmos agrícolas, pajas, así como subproductos agroindustriales caracterizados principalmente por su bajo contenido de energía

y proteína; forrajes y ensilados éstos son fabricados a partir de cereales, leguminosas o gramíneas.

- Alimentos energéticos: Como granos, subproductos de cereales así como de la industria azucarera (melaza), raíces o tubérculos y grasas.
- Alimentos proteínicos: De origen vegetal representados principalmente por las pastas de oleaginosas (algodón, soya, girasol, cártamo, linaza etc). Los de origen animal, como harinas (pescado, carne, sangre, etc). De origen industrial como la urea utilizada como fuente de nitrógeno no proteínico. Además de los residuos orgánicos, dentro de los cuales se encuentran las excretas de animales (pollinaza, gallinaza y cerdaza).
- Suplementos vitamínicos: Vitaminas A, D y E principalmente y minerales (macro y microelementos), los cuales serán importantes para cubrir las necesidades de los animales y evitar algunos padecimientos asociados a su carencia (Morand-Fehr y Sauvart, 1990).

El tercer sistema, basa sus estrategias de alimentación exclusivamente en pastoreo; donde los niveles productivos son marcadamente estacionales y la conducción de los animales en pastoreo se realiza sobre grandes extensiones de terrenos, donde la vegetación es predominantemente nativa. Cuando la escasez de estos recursos se acentúa, se hace uso de algunos insumos que en su mayoría son forrajes toscos (Delgadillo, 1998; Ramírez *et al*, 2004).

Ramírez *et al*. (2004) reportaron cuales fueron los principales pastos que consumen los caprinos en pastoreo, en la región semiárida del Noreste de México, donde destaca la presencia de *Cenchrus ciliaris* (gramínea introducida), además de 6 especies nativas (*Panicum phallii*, *Bouteloua gracilis*, *Setaria macrostachya*, *Hilaria berlanderi*, *Cenchrus o Celtis incertus* y *Aristida spp*), las cuales presentaron un contenido proteico de entre 6 y 12%, así como digestibilidad de la MS de entre 26 y 40%.

En las regiones semiáridas, predomina una vegetación formada por árboles y arbustos espinosos, diversas gramíneas y cactáceas. Los árboles y arbustos son

predominantemente especies del género *Prosopis* (*P. laevigata*, *P. grandulosa*); *Acacia* (*A. farnesiana*, *A. greggii*, *A. rigidula*, *A. schaffneri*, *A. berlandieri*) y *Mimosa* (*M. biuncifera*) además de *Celtis pallida* (Delgadillo, 1998; Galina *et al*, 1998; Ramírez, 1999; Ramírez *et al*, 2001; Ramírez *et al*, 2004). En este grupo se destaca la presencia de *Acacia farnesiana* especie abundante en estas regiones y que es consumida por los caprinos en pastoreo preferentemente durante la época de estiaje la cual coincide con la etapa de floración y producción de semillas, elementos que tienen un alto valor nutricional y que particularmente en las flores existe una importante cantidad de elementos volátiles clasificados como ácidos grasos esenciales (Flath *et al*, 1983). Particularmente dentro de la industria de lácteos la presencia de estos elementos esta estrechamente relacionada con la identidad de un producto que en términos de aroma, color y sabor reflejen sus características regionales (Rubino, 2002).

En relación a las gramíneas, se representan por una gran cantidad de pastos o zacates de diversos géneros como: *Bouteloua*, *Bothriochloa*, *Leptochloa*, *Rhynchelythurum*, *Panicum*, *Aristida*, *Setaria*, *Cenchrus* e *Hilaria* entre otros. Entre las principales cactáceas se encuentra la *Opuntia affasiacantha*, *O. amyctaea*, *O. cretochaeta*, *O. hytiacantha*, *O. robusta*, *O. streptocanta* y *O. tomentosa* entre otras (Delgadillo, 1998; Galina *et al*, 1998; Ramírez *et al*, 1999).

Los sistemas de producción actualmente se encuentran en constante cambio lo cual permite incrementar la competitividad. El manejo técnico, nutricional, reproductivo y sanitario juegan un papel determinante en dicho cambio. Sin embargo, es necesario mejorar los canales de comercialización, así como la innovación de productos (DOF, NOM-091-SSA1-1994; Delgadillo, 1998; SIACON, 2003).

## **2.2 Producción nacional de leche caprina**

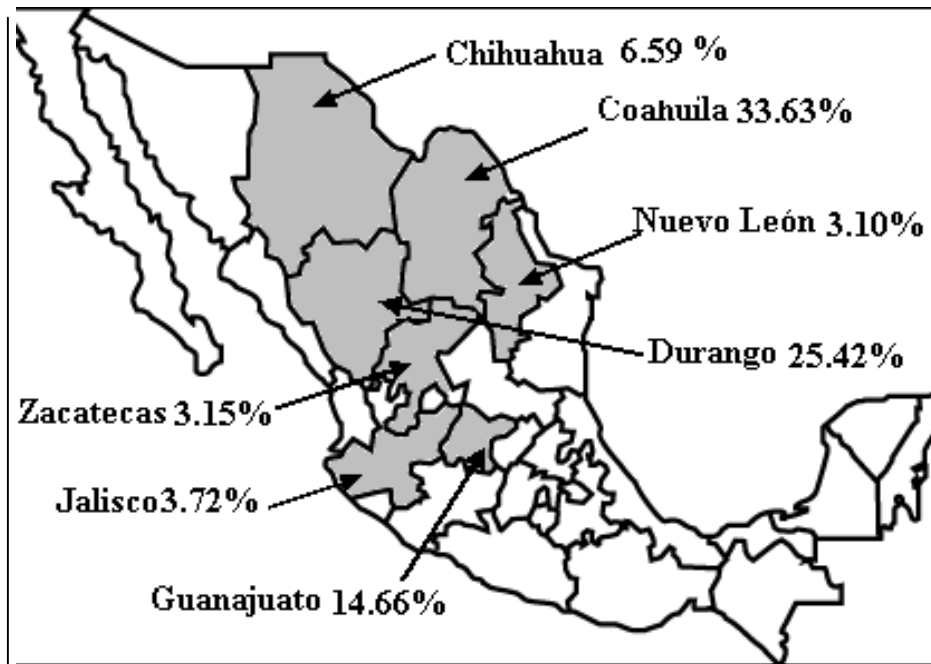
En el Cuadro 4 se presenta la distribución nacional de la producción de leche caprina siendo Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Durango, Jalisco, Zacatecas y Guanajuato los principales estados productores, aportando más del 90% de la producción nacional

(Figura 1), la cual durante el 2002 se ubicó en 146,468 litros de leche (Anuario pecuario, 2002), en el 2003 la producción se incremento un 3.5% ubicándose en 151,840 litros de leche de acuerdo con el registro elaborado por SIACON en 2003, sin embargo esta diferencia (5,372 litros de leche) es muy superior de acuerdo con los registros (3,837 litros de leche) publicados por FAOSTAT en 2004, para el mismo periodo.

**Cuadro 4.** Producción y distribución nacional de leche de cabra

Estados	Litros de leche	Litros de leche	Precio por litro <sup>2</sup>
	2002 <sup>1</sup>	2003 <sup>2</sup>	
Coahuila	58, 435	51,071	3.87
Durango	28, 372	38,605	4.13
Guanajuato	23, 336	22,254	3.16
Nuevo León	6, 848	4,709	3.58
Jalisco	5, 760	5,647	3.61
Zacatecas	4, 714	4,777	3.98
Chihuahua	4, 601	10,002	4.54
Michoacán	3, 640	3,664	3.52
San Luis Potosí	3, 277	3,209	4.04
Baja California Sur	1, 985	2,365	3.46
Querétaro	776	804	3.88
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>146, 468</b>	<b>151, 840</b>	<b>3.85</b>

**Fuente:** Anuario Pecuario, 2002; SIACON, 2003.



**Figura 1.** Principales estados de la República Mexicana productores de leche de cabra.

**Fuente:** SIACON 2003.

En México, la industria lechera, se encuentra cada vez más presionada debido al deterioro en el precio de venta del producto, el cual hasta el 2003 se cotizó en \$3.85 por litro. Es importante señalar que aproximadamente el 40% de la producción nacional proviene del pequeño y mediano productor (Galina 2002a; Galina, 2002b). La generación y validación de tecnología, permitirán acercarse de manera más decidida a resolver la problemática productiva del sector; en México esta problemática no es distinta a la que vive el resto del mundo, es por eso que durante los últimos años las demandas en términos de calidad son más frecuentes y legítimas, particularmente cuando se habla de los productos animales para consumo humano; siendo el caso concreto para la cabra de carne y leche (Morand-Fehr *et al*, 2004).

### **2.3 Características generales de la leche de cabra**

La leche es el producto íntegro no alterado, ni adulterado y sin calostro, del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de las hembras mamíferas sanas y bien alimentadas (DOF, NOM-091-SSA1-1994). Los constituyentes de la leche se dividen en dos grupos: el agua y los sólidos (ST). La leche es una mezcla compleja que consiste en una emulsión de grasa y una dispersión coloidal de proteínas, los otros componentes como: lactosa, otras sustancias nitrogenadas, minerales, etc., se encuentran disueltos (Inda, 2000).

En los Cuadros 5, 6 y 7 se muestran las características nutrimentales de la leche de cabra; donde el nivel de proteína y grasa registran un promedio de 3.3 y 4.2 g/100ml respectivamente, de la cual el 40% deriva directamente de la grasa absorbida y el 10% del tejido adiposo (Maree, 1978; Haenlein, 2001; Haenlein, 2004).

**Cuadro 5.** Contenido de nutrientes básicos de la leche de cabra (g/100 ml).

<b>Autor</b>	<b>Sólido Totales</b>	<b>Humedad</b>	<b>Proteína (N x 6.38)</b>	<b>Grasa</b>	<b>Carbohidratos</b>	<b>Cenizas</b>	<b>Energía Kcal</b>	<b>Colesterol</b>	
								HPC	CG
								L	
Park, 2000	11.30	88.70	2.92	3.40	4.15	0.79	-	19.5	11
Posanti y Orr, 1976	12.97	87.03	3.56*	4.14	4.45	0.82	69	-	11
Muñoz <i>et al.</i> , 2002	13.00	87.00	3.60	4.10	4.40	-	69		11
Morales <i>et al.</i> , 2000	11.90	88.10	3.00	-	-	0.80	56	-	-
Maree, 1978	12.40	87.60	3.3	4.1	-	0.77	76	-	-
Simos <i>et al.</i> , 1991	14.12	85.88	3.56	5.18	-	0.76	-	-	-
Anjaneyulu <i>et al.</i> , 1985	13.20	86.80	3.3	4.50	4.60	0.80	72	-	-
Saini y Gill, 1991	-	-	2.90	3.80	-	0.79	70	-	-
Mir <i>et al.</i> , 1999	-	-	3.67	4.50	-	-	-	-	-
USDA, 1999	12.97	87.03	3.56*	4.14	4.45	0.82	69	-	11

\*Proteína (Nx5.9). Por sus siglas en Inglés HPLC= High resolution liquid chromatography; CG =cromatografía de gases

El contenido de ácidos grasos libres es de 3.11µequiv/ml; ésta cantidad puede variar dependiendo la raza y el tiempo de lactación, mostrando su pico a mediados de éste periodo (Agnihotri, 1993). Además contiene 2.01mg/100g de ácidos saturados, los cuales proporcionan el olor y sabor característico de los productos caprinos; 1.60 mg/100g de ácidos grasos monoinsaturados y 0.50 mg/100g de ácidos grasos poliinsaturados (Maree, 1978; USDA, 1999; Gervilla, 2001; Haenlein, 2001; Haenlein, 2004).



La leche de cabra contiene 11 mg/100ml (Cuadro 5) de colesterol, cifra que es inferior al contenido de la leche de vaca la cual tiene 14 mg/100g (Posati, 1976; USDA, 1999).

La concentración mineral de la leche de cabra se encuentra marcadamente influenciada por el contenido de calcio, fósforo y potasio los cuales presentan una concentración promedio de 125, 98.2 y 159.14 mg/100ml respectivamente. Por su parte el nivel de hierro en este producto es muy bajo. (Cuadro 6)

**Cuadro 6.** Contenido mineral de la leche de cabra (mg/100 ml).

<b>MINERALES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Calcio	130	155	134	92	130	134
Fósforo	159	-	111	111	108	111
Magnesio	16	14	14	10	13	14
Potasio	181	162	204	164	199	204
Sodio	41	44	50	68	48	50
Hierro	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.01
Cobre	0.04	0.04	-	0.03	0.02	-
Manganeso	8	0.01	-	0.03	-	-
Zinc	-	0.47	0.30	0.31	0.29	0.03

Posati y Orr, 1976; Maree, 1978; O'Connor, 1994; USDA, 1999; Morales *et al.*, 2000; Park, 2000; Muñoz *et al.*, 2002.

El contenido vitamínico de la leche de cabra varia de acuerdo con el sistema de alimentación, raza y otros factores; así como por el método de extracción, en este sentido los resultados que se presentan en la literatura científica internacional presentan gran variación (Cuadro 7); sin embargo, la presencia de niacina, ácido pantoténico y colina son los más relevantes mientras que es inferior en ácido ascórbico, vitamina B12, B6, K y ácido fólico, debido a éstas deficiencias se ha vinculado con el desarrollo de anemia (Park, 1986; Bruhn, 2004).

**Cuadro 7.** Composición vitamínica de leche de cabra.

<b>VITAMINAS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Vitamina A UI/litro	2074	120	-	1850
		<b>mg/litro</b>		
Vitamina D	23.7	2.3	0.006	-
Vitamina E	-	-	-	-
Vitamina K	-	-	12	-
Tiamina	0.40	0.05	0.5	0.48
Riboflavina	1.84	0.12	1.4	1.38
Niacina	1.87	0.20	2.7	2.77
Vitamina B 6	0.07	-	0.5	0.46
Ácido pantotéico	3.44	-	3.0	3.10
Biotina	0.03	0.005	-	-
Ácido fólico	0.002	0.02	-	0.001
Vitamina B 12	0.0006	0.002	0.64	0.0065
Ácido Ascórbico	15.0	2.0	12.6	12.9
Colina	150.0	-	-	-
Inositol	210.0	-	-	-

Posati y Orr 1976, Maree 1978 O'Connor 1994, Bruhn, 2004

#### **2.4 Tratamientos de conservación de la leche**

Existen dos formas de conservación de la leche uno es utilizar calor y la otra es disminuir la temperatura. El punto de congelación de la leche cruda es de  $-0.526^{\circ}\text{C}$  y la leche pasteurizada se encuentra en un rango de  $-0.517$  a  $-0.521^{\circ}\text{C}$ . valores menores a  $-0.500^{\circ}\text{C}$  indican adulteración con agua. Valores arriba de  $-0.62^{\circ}\text{C}$  indican adulteración con sales. En una leche completamente congelada, encontramos a la proteína, lactosa y minerales en el fondo del hielo y la grasa en la parte superior. Una muestra para control de calidad de la leche cruda congelada, resulta en un resultado analítico incorrecto (Spreer, 1998). El punto de ebullición de la leche, se inicia a los  $100.17^{\circ}\text{C}$  al nivel del mar (Keating, 1999).

El tratamiento térmico es el proceso tecnológico más utilizado para la conservación de la leche de cualquier especie; siendo la pasteurización el más común, en el Cuadro 8 se presentan las características más importantes de estos procesos (Gervilla, 2001).

Es importante señalar, que el manejo térmico puede influir sobre la composición química de la leche debido a que puede existir una modificación de las proteínas. El manejo de congelación es una práctica de gran interés económico, debido a la naturaleza de producción estacional de la cabra. Durante la congelación, se disminuye la oxidación de los ácidos grasos, ya que la lipasa es completamente inactivada; el contenido proteico y el conteo bacteriano permanecen estables (Haenlein, 1996a).

La temperatura de 37°C en la que la leche es producida está cerca del punto óptimo para el desarrollo de los microorganismos. Se aconseja enfriar la leche a temperaturas inferiores a 10°C en las primeras dos horas después de la ordeña y mantenerla bajo esta temperatura de preferencia a 4°C hasta el momento de la pasteurización (Keating, 1999).

**Cuadro 8.** Principales tratamientos térmicos de la leche

<b>Tratamiento</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Tiempo</b>
Termización	63 - 65	5 seg
<b>Pasteurización</b>		
HTST	72 – 75	15 – 20 seg
LTLT	63 – 65	30 min
Ultra pasteurización	125- 138	2 – 4 seg
<b>Esterilización</b>		
En envase	115 – 120	20 – 30 min
UHT	135 - 140	2 – 4 seg

Por sus siglas en Inglés, HTST = High temperature short time; LTLT= low temperature long time; UHT = Ultra high temperature.

**Fuente:** Gervilla, 2001.

La termización es un tratamiento momentáneo para reducir la carga microbiana, hasta que se efectúe un tratamiento térmico definitivo, provoca la germinación de esporas lo que facilita la destrucción de microorganismos que esporulan, durante la pasteurización (Gervilla, 2001). Después de esta debe dar positivo a fosfatasa alcalina. Se aplica a la leche en las 36 horas siguientes a su obtención y no debe contener más de 300 000ufc/ml (Early, 2000).

La pasteurización es aquel tratamiento térmico que destruye los microorganismos patógenos, produciendo los mínimos cambios químicos, físicos y organolépticos en la leche. El producto debe dar un resultado negativo a la prueba de fosfatasa alcalina (Early, 2000).

El tratamiento con baja temperatura durante largo tiempo (LTLT), da las condiciones para no producir cambios apreciables en las características organolépticas de la leche. En el tratamiento con alta temperatura durante corto tiempo (HTST), la leche debe dar resultado negativo en la prueba de fosfatasa alcalina y positivo a la de peroxidasa (sólo se inactiva a más de 80°C) (Early, 2000).

## **2.5 Factores que afectan la calidad de la leche**

La calidad de la leche comercial y de sus derivados elaborados en una industria láctea, depende directamente del producto original o materia prima, proveniente de las zonas de producción y de las condiciones de transporte, conservación y manipulación en general hasta la planta. Por lo tanto, la calidad del producto que llega al consumidor, dependen del control que se lleve sobre la leche cruda.

La variabilidad en la calidad de la leche es muy alta debido a causas genéticas (raza e individuo), la alimentación, clima, sanidad, estado fisiológico, sistema de ordeño y posterior manipulación del producto. A continuación se describen algunos de los principales factores que afectan la calidad.

### **2.5.1 Ordeña**

La leche de cabra es muy susceptible a adquirir olores del medio ambiente por lo que un mal ordeño, con escasas condiciones de higiene, ya sea en el animal, utensilios u ordeñador conducen a que el producto pierda calidad e incluso su valor (Haenlein, 1996a; Haenlein, 1996b; Haenlein, 2004).

### **2.5.2 Sistema de alimentación**

El sistema de alimentación influye sobre la composición de la leche, lo que afectará el sabor del queso (Rubino, 2002).

La cabra desperdicia hasta un 50% de la hierba que se le ofrece en el pasto. Elige entre los alimentos que se le suministran en el pesebre, desperdiciando entre un 15-30% del heno, del 10-50% del ensilado y, a veces, hasta un 50% de los granulados. Elige lo mejor, lo más concentrado, lo más azucarado y deja a un lado lo más basto, la fibra. Elige los granos de maíz en el ensilado de esta planta, así como las hojas de la alfalfa henificada desperdiciando los tallos siempre más duros (Corcy, 1993).

La velocidad de paso de las partículas de los alimentos a través del intestino es más rápida en las cabras que en ovejas y vacas; cuando se elimina la selectividad en el comportamiento alimenticio de la cabra, estas digieren peor que las ovejas las dietas ricas en fibra debido al paso característicamente rápido del alimento. Las cabras realizan un mayor consumo de sustancia seca por unidad de peso corporal que las ovejas. El consumo máximo de sustancia seca en cabras lactantes es probable que oscile entre el 4 y el 7% del peso corporal (Wilkinson, 1987). Al final de la gestación, tiene una capacidad entre 1 y 1.5kg de MS, casi un 50% del consumo máximo en un periodo normal. Al momento de máxima producción láctea, dos meses después del parto, se incrementa progresivamente desde el parto a razón de un 10% más por semana (Corcy, 1993).

El consumo de alimentos tiene lugar durante el día en su mayor parte, realizando el 80% del proceso de rumia durante la noche. El máximo de apetito se alcanza hasta 10 semanas después del parto (Wilkinson, 1987). La cabra en periodo de lactación puede llegar a beber hasta 12 litros diarios de agua. En climas templados las necesidades de

agua son de 4kg de agua por kg de sustancia seca consumida(Wilkinson, 1987). Por debajo de 2°C la cabra bebe menos agua (Corcy, 1993).

La producción de leche se incrementa con el consumo de forraje verde, disminuye con el incremento de forraje maduro y es mayor el aumento, bajo pastoreo continuo que bajo pastoreo rotacional (Caravaca, 2003).

- ✓ La concentración de grasa (%) esta correlacionada positivamente con la concentración de fibra en la dieta.
- ✓ Un alto porcentaje de fibra detergente neutro en la ración puede causar una disminución en la materia seca consumida y su digestibilidad, con una caída en la producción de leche y en consecuencia un incremento en la concentración de grasa láctea.
- ✓ Una alta concentración de grasa en la dieta, disminuye la concentración de grasa en leche debido a que causa una disminución en la actividad microbiana del rúmen, disminuyendo la síntesis de ácidos grasos de cadena corta en la ubre y un decremento en la proporción de metabolitos (principalmente ácidos grasos provenientes de lipoproteínas) que la glándula mamaria toma de la sangre.
- ✓ Algunos autores reportan un incremento en la grasa cuando la concentración de proteína en la dieta aumenta, pero otros no han encontrado ningún efecto.
- ✓ El uso de urea en la dieta causa una depresión en la grasa de la leche, que resulta en una gran concentración de ácidos grasos insaturados.
- ✓ Los animales a los que se les ofrece suplementos (concentrados) tres veces al día, en lugar de una vez, producen leche con una gran concentración de grasa como consecuencia de una disminución en las fluctuaciones del pH ruminal.
- ✓ La composición de ácidos grasos se afecta debido a: la concentración de energía en la dieta, el nivel y calidad de la grasa en la ración, la proporción (acetato+butirato): propionato en el rúmen.
- ✓ El ácido linoleico conjugado aumenta su concentración cuando los animales tienen acceso al pastoreo, debido a la alta ingestión de ácidos grasos polinsaturados. (Pulina, 2004).
- ✓ La alimentación con concentrado modifica las cantidades de ácido acético y propiónico en el rumen, lo que probablemente también contribuye a diferencias

en el sabor de la leche y queso, además de disminuir la cantidad de grasa (Arbiza, 1986; Rubino *et al*, 1999; Rubino, 2002).

### **2.5.3 Genética**

La especie no ha alcanzado aún el gran y sofisticado nivel de selección de la vaca lechera, debido a que: la población caprina élite es mucho menor, los rebaños son pequeños, lo que atrasa el mejoramiento, y son pocos los países que han organizado la selección sobre bases científicas. Son también pocos a nivel mundial los establecimientos que llevan registros de producción y es nula la organización del mejoramiento. Hasta ahora, los logros máximos se han obtenido en cabras de origen Alpino y en menor proporción en algunas cabañas de cabras Anglo-Nubias. Se han obtenido animales que sobrepasan largamente los mil litros de leche por lactancia anual, muy lejos de los cincuenta que proporciona una cabra salvaje (Arbiza, 2001).

### **2.5.4 Raza**

Dependiendo la raza podremos encontrar diferencias en la composición de la leche y por lo tanto del queso. Es reconocido que algunas razas lecheras poseen una baja cantidad de caseína alfa-S<sub>1</sub> debido a su tipo genético, lo que ocasiona tiempos largos de coagulación en la fabricación de queso, baja firmeza en el producto y menor rendimiento (Haenlein, 2004 y Haenlein, 1996a).

### **2.5.5 Tratamiento térmico**

El calor altera el equilibrio salino de la leche. El calcio y fosfato coloidales tienen tendencia a separarse de la micela de caseína y a precipitar en forma de fosfato tricálcico. Los tratamientos superiores a las temperaturas de pasteurización pueden coagular las albúminas y las globulinas. La vulnerabilidad de las proteínas al calor varía en el siguiente orden decreciente: lactoglobulinas, lactoalbúminas y caseínas. Los tratamientos térmicos aumentan la capacidad de retención de agua de las proteínas a las temperaturas normales, probablemente por que los puntos reactivos de las cadenas polipeptídicas quedan más accesibles o debido a una mayor polimerización de las proteínas. Todos los tratamientos térmicos pueden desnaturalizar las proteínas observándose una pérdida de solubilidad (Amito, 1991).

La liberación de grupos sulfhidrilos de la leche comienza a producirse cuando el tratamiento térmico es superior a 70-75°C/30 minutos. Origina una disminución del potencial de óxido-reducción y una mayor resistencia de la leche al desarrollo de gustos de oxidación (Amito, 1991).

La lactosa está en solución en las dos formas  $\alpha$  y  $\beta$  en una relación concreta que varía con la temperatura. A temperaturas inferiores a 93.5°C, la forma  $\beta$  es más soluble que la forma  $\alpha$ ; el equilibrio a 0°C es  $1\alpha : 1.65\beta$  a 25°C es  $1\alpha : 1.58\beta$  (Amito, 1991).

Las micelas de caseína son notablemente estables a temperaturas de hasta 140°C. Por el contrario, las proteínas del lactosuero son relativamente termolábiles, sufriendo una intensa desnaturalización a 80°C. La desnaturalización se acompaña de la rotura y nueva formación de numerosos puentes disulfuro estabilizantes. La  $\beta$ -lactoglobulina es más sensible al calor que la  $\alpha$ -lactoalbúmina debido a su grupo sulfhidrilo libre, que origina la iniciación de reacciones de intercambio disulfuro autocatalizadoras. El calentamiento continuado conlleva cambios más intensos incluyendo proteólisis inducida por el calor, formación de lisinoalanina y pardeamiento de Maillard. El calentamiento durante periodos de tiempo superiores a 20 minutos a 140°C conduce a la desestabilización de las micelas de caseína y la formación de un gel (Varnam, 1995).

El empardeamiento de la leche durante el calentamiento se debe a la reacción entre el grupo aldehído de la lactosa y el grupo amino de las proteínas (reacción de Maillard) o a la polimerización (caramelización) de las moléculas de lactosa. También es posible que la lactosa se descomponga por oxidación en ácidos orgánicos, lo que explicaría en parte el aumento de acidez que se produce durante la esterilización de la leche evaporada. En medio alcalino, la termodestrucción de la lactosa puede dar lugar a la aparición de un color gris, más o menos oscuro, que se observa frecuentemente en los procesos de cocción. La reacción de Maillard, que algunas veces se busca para obtener un color dorado (panadería, pastelería), disminuye el valor nutritivo de las proteínas ya que el grupo amino libre de la lisina está directamente implicado en la reacción. La presencia de bisulfito de sodio ayuda a prevenir este tipo de emparedamiento bloqueando los grupos aldehído de la lactosa (Amito, 1991).

A temperaturas más elevadas (90 a 100°C) se producen:



- Degradación de las proteínas de la leche con liberación de compuestos nitrogenados no proteicos que estimulan la actividad de determinadas cepas de estreptococos lácticos, y más particularmente de *Str. thermophilus*.
- Producción a partir de lactosa, de ácido fórmico, compuesto que interviene como metabolito intermediario en la síntesis de ácidos nucleicos de las bacterias y favorece de forma muy marcada el crecimiento y la producción de ácido por los lactobacilos.
- Producción de cisteína y sulfuros volátiles a partir de la proteínas solubles (Eck, 1987).

La leche conservada en frío a temperaturas superiores de 4°C y/o durante periodos superiores a 48 horas, contiene una flora constituida mayoritariamente por bacterias psicotróficas. Si esta alcanza el nivel de 5 millones de bacterias/ml, existe un riesgo importante de alteración de las proteínas y de los lípidos de la leche (Eck, 1987).

## 2.6 La leche: química y fisiología

### 2.6.1 Definición de leche

Bajo un **concepto fisiológico**, es la secreción de las glándulas mamarias, cuyo fin es servir de alimento al recién nacido. En términos lactológicos, el concepto de leche se refiere únicamente a la *leche de vaca*, obtenida como materia prima (leche cruda) en las explotaciones agrícolas y que se ha de tratar en las centrales lecheras (Spreer, 1991).

La leche derivada de otras especies diferentes a la vaca, va siempre seguida con la designación de la hembra productora, ejem: “leche de cabra” (Keating, 1999).

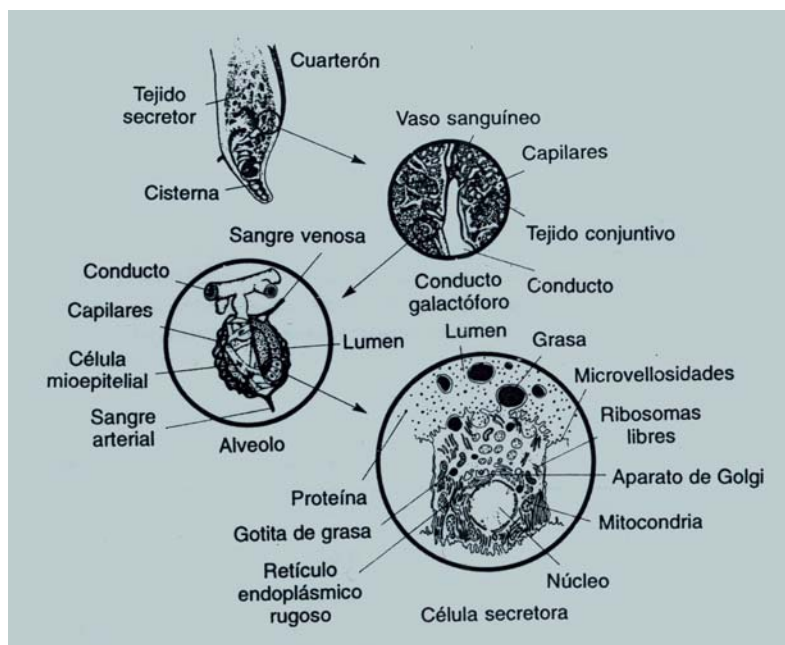
La **leche cruda** es aquella que no ha sido calentada ni sometida a ningún tratamiento, es decir, es el producto de uno o más ordeños higiénicos de la ubre de una o varias hembras, que a continuación se ha refrigerado y al que no se ha añadido ni sustraído nada (Spreer, 1991).

Desde el **punto de vista legal**, es el producto del ordeño higiénico, efectuado completa y profundamente, en una o más hembras de ganado lechero bien alimentado y en buen estado de salud. Esta leche no debe contener calostro (Keating, 1999).

La **leche de cabra** es un líquido blanco mate (por ausencia de  $\beta$ -carotenos) que mantiene en emulsión lípidos en glóbulos grasos, en suspensión caseínas ligadas a sales minerales no disueltas y en solución sales minerales, proteínas solubles y lactosa (Buxadé, 1996).

### 2.6.2 Biosíntesis de la leche

La ubre se compone de dos partes independientes semejantes; cada parte sostiene miles de millones de células glandulares agrupadas en conjuntos conocidos como alvéolos o acinis (1/10 de milímetro de diámetro), en los que se elabora la leche. El conjunto que compone media ubre se asemeja a una serie de racimos de uvas invertidos de donde fluye la leche por “canales” y se acumula en ciertas cavidades o “cisternas”. Estos se rodean de tejido conjuntivo que rellena los espacios dejados libres por el tejido glandular. Cada mitad de la ubre y el conjunto de ambas están sostenidas por ligamentos de tejido conjuntivo elástico, así como irrigadas por una fina red de vasos (venas y arterias) que proviene de la arteria pudenda externa, la cual en la base de la ubre se divide en las arterias mamaria caudal y epigástrica caudal superficial, esta última se convierte en la arteria mamaria craneal; y recorridas por los correspondientes nervios (Corcy, 1993).



**Fig. 1. Biosíntesis de la leche.**

(Swaisgood, H.E., 1985)

En la figura 1, se representa un esquema de la síntesis de la leche; el alveolo es la unidad de producción de leche, tiene un lumen central rodeado por una monocapa de

células epiteliales secretoras, orientadas de forma que el extremo apical, que tiene una membrana sencilla, está situado adyacente al lumen, mientras que el basal está separado por la membrana basal de la sangre y la linfa. Los metabolitos entran desde el torrente sanguíneo y son utilizados en la producción de leche por el retículo endoplásmico, mientras la energía es suministrada por las mitocondrias. El aparato de Golgi se transforma en las vesículas de Golgi que transportan los componentes de la fase acuosa de la leche hasta la membrana plasmática apical. La fase lipídica también se sintetiza en el retículo endoplásmico, se mueve hacia la membrana plasmática apical y pasa al lumen por pinocitosis. En este proceso las gotitas adquieren una capa de membrana plasmática que las recubre. En el lumen alveolar se completa la síntesis de lactosa y las proteínas son glicosiladas y fosforiladas. Las micelas de caseína se forman tanto en las vesículas de Golgi como en lumen. Las células epiteliales secretoras están rodeadas por una capa de células mioepiteliales y capilares sanguíneos. Cuando la oxitocina, se une a las células mioepiteliales, el alveolo se contrae y la leche es expulsada desde el lumen al sistema de conductos (Scholz, 1997).

El 70% de la leche por ordeñar se incluye en la cisterna y los conductos galactóforos más gruesos. El resto se encuentra en los acinis, esta última solo se obtendrá cuando la oxitocina, se segregue al momento del ordeño. La leche alveolar es muy rica en materia grasa, un ordeño que provoque stress en la cabra, producirá una descarga de adrenalina, inhibiendo esta a la oxitocina (Corcy, 1993).

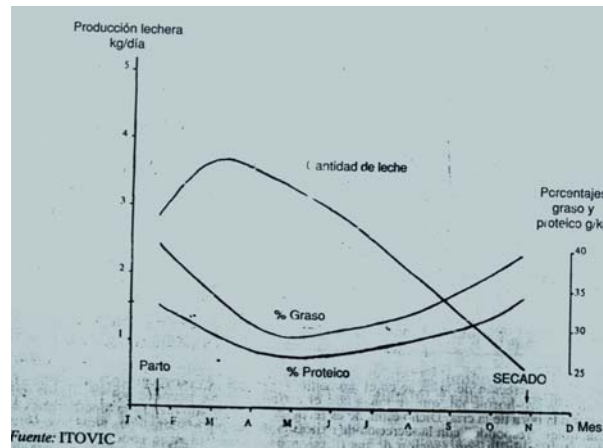
### **2.6.3 La lactación**

El máximo rendimiento lechero se alcanza generalmente entre la 3ª y la 4ª lactación. A partir de la 4ª, la producción desciende cada año; algunas cabras mantienen un buen nivel hasta durante 10 lactaciones. El 90% de la lactación transcurre entre los meses de Noviembre a Marzo en España (Buxadé, 1996).

La curva de la lactación anual, como se muestra en la figura 1, muestra:

- a. Una fase inicial o ascendente cuyo máximo se sitúa entre la 4ª y la 7ª semana postparto.
- b. Una fase de meseta o de producción máxima de corta duración (1 ó 2 semanas).

- c. Una fase descendente progresiva y lenta (pérdidas de 5-10% mensual) hasta el secado (Buxadé, 1996).



**Fig. 2. Curva de lactación anual en las cabras**  
(Buxadè, 1996)

El porcentaje graso de la leche es alto al comienzo de la lactación, luego disminuye rápidamente durante el segundo mes. Al final del periodo de la lactación el porcentaje de materia grasa aumenta, en razón de la menor producción de leche. La riqueza de la leche (materia grasa y proteínica) tiende a disminuir a medida que la producción se incrementa. La cantidad es proporcional a la producción de lactosa (Corcy, 1993).

#### 2.6.4 Composición y estructura de la leche

Es importante señalar que al hablar de la composición química de la leche, se involucre el término variabilidad y que está se encuentra afectada por factores genéticos (raza e individuo), alimenticios, climáticos, sanitarios, fisiológicos, de ordeña y manejo entre otros factores (Chiliard et al, 2003).

El principal componente de la leche es el agua. Disueltos en el agua se encuentran una serie de elementos inorgánicos, sustancias nitrogenadas solubles como aminoácidos, creatina y urea, la proteína soluble albúmina, así como la lactosa, enzimas, vitaminas hidrosolubles del complejo B y vitamina C. La fase grasa suele denominarse sencillamente “grasa”, y los demás componentes, excepto el agua, se incluyen en los “sólidos no grasos” (McDonald *et al.*, 1999).

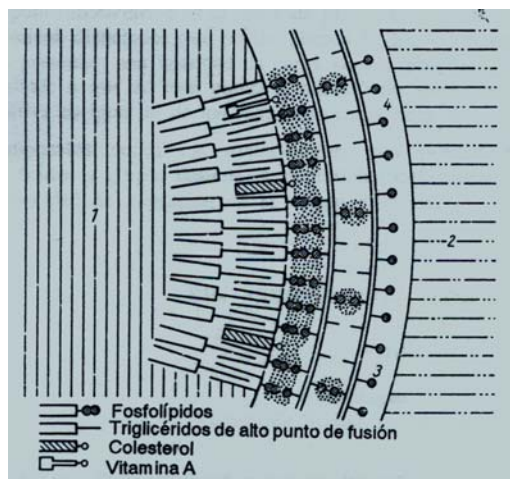
### 2.6.4.1 Grasa

El 98.5% de los lípidos son triglicéridos, el 0.5% está formado por fosfolípidos ligados principalmente en la membrana de los glóbulos de grasa y otro 1% son lípidos insaponificables (Buxadé, 1996).

Las materias grasas son sintetizadas a partir de los ácidos grasos, cuyo origen se haya, esencialmente, en la fermentación de la celulosa y el almidón (Corcy, 1993).

Contiene una mayor proporción de glóbulos grasos de tamaño reducido (3.4 micras), volviendo más digestible a la grasa por el fácil ataque de la lipasa a esta, disminuyendo así el tránsito intestinal (tiene una alta digestibilidad que va de 90-95%), pero, con los inconvenientes de: volver más dificultoso el proceso de descremado y los glóbulos son más frágiles pudiendo desarrollar así, sabores extraños (Arbiza, 2001).

Los glóbulos de grasa están recubiertos con una película protectora formada por: glicéridos de alto punto de fusión, fosfolípidos (lecitina y cefalina) y próticos (Fig. 3). Su estabilidad es alterada cuando la lecitina es afectada por la enzima lecitinasa y cuando se aplica un enfriamiento violento ocasionando cristalización y rotura de la membrana; la homogenización puede causar también la rotura parcial de esta (Keating, 1999).



**Fig. 3. Estructura de glóbulo de grasa**  
(1) Grasa. (2) Suero. (3) Proteínas. (4) Zona de agua ligada  
(Spreer, 1991)

La leche cruda debe bombearse lo menos posible para evitar daños en la envoltura de los glóbulos grasos (Spreer, 1991). La grasa libre queda expuesta a la acción de las lipásas en la fase acuosa de la leche (Early, 2000).

Existen características especiales para la grasa de la leche de cabra como son: Índice de Reichert-Meissi Wollny (19-25), Índice de Polenske (5-10), Índice de yodo (25-33) e Índice de Saponificación (232-240) (Keating, 1999). Los lípidos aumentan la termoresistencia (Early, 2000). Park (1999), reportó una concentración de 10 a 20 mg de colesterol/100 ml de leche de cabra; mencionando que este contenido se incrementa 50% más en el calostro.

#### ***2.6.4.2 Ácidos grasos***

La grasa esta formada por la combinación física de triglicéridos, y éstos a su vez son el resultado de la reacción entre un alcohol (glicerol) y 14 o más ácidos grasos. La mayor parte son **de tipo saturado** (de 17 carbonos como máximo); los **no saturados** (de 13 carbonos como máximo) , y la combinación del oleico con el ácido linoleico, el butírico y el caproico es lo que influye en que sea bajo el punto de fusión de la grasa de la leche (Keating, 1999).

La grasa de la leche se diferencia de otras grasas animales, en especial de las grasas corporales, por poseer muchos más tipos de ácidos grasos (9 o más en comparación con los 2 ó 3 tipos que presentan las otras grasas) (Spreer, 1991).

Más de 400 ácidos grasos se han encontrado en la grasa de la leche, pero solo alrededor de 10 determinan sus características físicas. La proporción de ácidos grasos saturados y no saturados es influenciada principalmente por el tipo de alimentación; en el verano la proporción de ácidos grasos no saturados es más alta que durante el invierno (Spreer, 1998).

La modificación de las propiedades físicas permite la elaboración de productos como la mantquilla fácil de extender; por otra parte, el incremento del contenido de ácido oleico y la disminución del contenido de ácidos palmítico y mirístico reduce el aumento del nivel de colesterol en la sangre asociado con el consumo de grasa láctea (Varnam, 1995).

El incremento de los ácidos grasos de cadena larga que provienen de la alimentación y alcanzan la glándula mamaria a través del torrente sanguíneo, disminuye la cantidad de

los sintetizados “de novo”, y de esta forma se altera la composición láctea (Varnam, 1995).

La grasa de la leche de cabra posee, además, un mayor porcentaje de ácidos grasos de cadena media y corta como los C6, C8 y C 10 que la de vaca lo que facilita el ataque de la lipasa en la rotura de las uniones ésteres. El sabor característico de la leche se atribuye a las altas concentraciones de ácidos cáprico, caproico y caprílico (C6, C8 y C 10). Podemos encontrar en ella, además, los ácidos laúrico, mirístico, palmítico y linolénico, y en mayor cantidad los ácidos esteárico y oleico (Arbiza, 2001).

La grasa posee una mayor concentración de ácidos grasos esenciales como ácido linoléico (2.6%) y araquidónico (1.5%) en relación a la leche de vaca. Además de una abundante cantidad de ácidos grasos saturados de cadena corta y mediana. El ácido linolénico en la grasa de la leche de cabra no esta presente; a menos que se pueda sintetizar a través de la inclusión de grasas protegidas o de elementos ricos en este elemento en la dieta del animal (Maree, 1978).

Residuos de otros lípidos:

Contiene residuos de otros lípidos como fosfolípidos, colesterol en cantidad aproximada de 30 a 40mg por g de leche, de 10 a 20mg por 100ml de colesterol libre, cerebrósidos y otros compuestos complejos como ésteres del colesterol, que representan menos del 4% del total de colesterol (Chandan *et al.*, 1992).

El efecto positivo debido al aumento en la fibra sobre el porcentaje de grasa, es más debido a una disminución en la producción láctea y en consecuencia un aumento en la concentración de la grasa que directamente al efecto de la fibra como componente (Pulina, 2004).

#### ***2.6.4.3 Proteína***

La proteína consiste en dos fracciones, caseína y proteínas del suero. Las proteínas del suero son grupos compuestos por, la llamada albúmina ( $\alpha$ -lactoalbumina,  $\beta$ -lactoglobulina y albúmina serica) y globulinas (inmunoglobulinas) (Spreer, 1998).

Las caseínas constituyen más del 80% de todos los compuestos nitrogenados. Existen 4 caseínas principales:  $\alpha$ s1,  $\alpha$ s2,  $\beta$  y  $\gamma$  caseína. Siendo más rica en  $\alpha$ s2, contiene menos del tipo  $\alpha$ 1, la cual es la responsable de la mayoría de las alergias a la leche de vaca. No posee caseína del tipo  $\beta$ 1 exclusiva de la leche de vaca. Las micelas de caseína son más grandes en la leche de cabra y tienen diferente comportamiento durante la sedimentación, la proteólisis y una distinta capacidad de unión con el agua (Arbiza, 2001).

Las micelas de caseína, también contienen el llamado Fosfato Cálculo Coloidal (CCP) (Walastra, 1999).

La leche de cabra tiene entre 2.8 y 3.5% de componentes proteínicos. El contenido proteico depende en gran medida de la raza, manejo, alimentación y fase de lactación (Scholz, 1997).

Es más difícil manipularla que la grasa, esta correlacionada positivamente con la concentración de energía en la ración, particularmente cuando viene de carbohidratos solubles. Cuando la dieta es deficiente en proteína, esta disminuye en la leche. Un exceso de urea puede disminuir la concentración de proteína en la leche. La suplementación de grasas protegidas o de sobrepeso disminuyen también la concentración de proteína en leche (Pulina, 2004).

### **Caseína**

Una partícula de caseína (micela de caseína) tiene la siguiente estructura: las caseínas  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  ocupan el centro de una formación esferoidal, cuyo exterior esta formado por la capa protectora de caseína  $\kappa$ . Esta última tiene una parte hidrófila cargada negativamente, el llamado glucomacropéptido, orientado hacia fuera (hidrófilo). Por ello, les rodea una capa de agua. El grosor depende del valor de pH, de la composición de sales minerales y de la temperatura. Cuanto más baja es la temperatura de la leche, más gruesa es la capa hídrica y mayor es la acción protectora frente al calcio (Scholz, 1997).



Se subdividen en caseínas  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\kappa$ . Todas ellas, excepto la caseína  $\gamma$ , se sintetizan en la glándula mamarias; la caseína  $\gamma$  se origina en la proteólisis posttranslacional de la caseína  $\beta$ , la composición global de la caseína, varía muy poco en cualquier fase de la lactación. Las caseínas son proteínas globulares. Los residuos de fosfoserina son, en parte, responsables de las propiedades únicas de las caseínas y son responsables de la existencia de áreas hidrofílicas de fuerte carga negativa. La caseína  $\beta$  contiene la mayoría de los componentes hidrofóbicos y forma agregados. Las caseínas  $\alpha$  son sensibles al calcio debido a la presencia de grupos fosfato y precipitan en presencia de iones Ca. El carácter anafílico de las caseínas y su fosforilación facilita las interacciones entre ellas y con el fosfato cálcico para formar complejos esféricos altamente hidratados conocidos como micelas. El 92% del contenido proteico de las micelas está constituido por caseínas  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\kappa$ . El 8 % restante son compuestos inorgánicos, principalmente fosfato cálcico coloidal. La caseína  $\kappa$  se localiza en la superficie de la micela, o muy cerca de ella. La zona hidrofóbica de la molécula de caseína  $\kappa$  se une al centro de la micela, mientras el macropéptido hidrofílico forma una capa de filamentos “pilosos” altamente hidratados, que se proyectan en la fase acuosa. Los filamentos de caseína  $\kappa$  son responsables de la estabilización estérica de las micelas de caseína. Mientras la leche recién ordeñada contiene sólo pequeñas cantidades de caseína soluble, algunas caseínas se disocian junto con el fosfato cálcico coloidal de la micela durante el almacenamiento a 0°C. La caseína principalmente afectada es la  $\beta$ , que se puede encontrar hasta en un 40% en solución (Varnam, 1995).

Las caseínas  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  son sensibles al calcio, reaccionan en presencia de este elemento, con el que forman compuestos que precipitan, provocando la coagulación de la leche. La caseína  $\kappa$ , que es insensible al calcio forma una especie de revestimiento protector en torno a las caseínas sensibles al calcio, impidiendo que las caseínas  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  reaccionen con éste. De esta manera se mantiene estable la proteína de la leche (Scholz, 1997).

La leche caprina posee una mayor cantidad de Nitrógeno no proteínico, predomina la presencia de urea (85%), de aminoácidos simples (17%), creatina, creatinina, amoníaco, ácidos úrico entre otros (Arbiza, 2001).

Enzimas en la leche:

- Antibacterianas (lactoperoxidasa, lisozima)
- Oxidoreductasas (xanthine oxidasa, superóxido dismutasa, oxidasa sulfhidrilo)
- Fosfatasas (fosfatasa alcalina, fosfatasa ácida)
- Lipolíticas (lipasa lipoproteína)
- Proteinazas (proteínasa alcalina láctea, proteínasa ácida láctea) (Walastra, 1999).

#### ***2.6.4.4 Lactosa.***

Principal constituyente sólido de la leche. Su concentración varía entre 4.2-5%, generalmente es más bajo al final de la lactación y en la leche de animales con mastitis (Varnam, 1995). Constituye alrededor de 4.5% de la leche, aunque existen cantidades pequeñas de inositol (Arbiza, 2001) La leche de cabra contiene 1% menos lactosa que la leche de vaca. Es un disacárido con la fórmula  $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$ , esta constituida por dos moléculas de  $\alpha$ -D-glucosa y  $\beta$ -D-galactosa. Hay tres formas sólidas de lactosa,  $\alpha$ -lactosa monohidratada y  $\alpha$  y  $\beta$ -lactosa anhidras. La forma  $\beta$  tiene una solubilidad mucho mayor. Tiene una baja solubilidad, solo 17.8% a 25°C. Los cambios en esta se asocian con cambios paralelos en los constituyentes hidrosolubles, especialmente sodio y cloro (Varnam, 1995). Su hidrólisis ocurre a alta temperatura y bajo pH (Walstra, 1999). Tiene un bajo poder endulzante, alrededor del 30% de la sucrosa (Spreer, 1998).

En la fermentación de la lactosa por bacterias lácticas puede producirse ácido láctico, y este puede convertirse a ácido butírico por bacterias anaerobias esporuladas (Keating, 1999), la lactosa tiene una importancia tecnológica durante los procesos de acidificación de la leche (productos acidificados, crema agria), en los cuales sirve como sustrato de los lactobacilos (Spreer, 1998).

El desdoblamiento de la lactosa en ácido láctico desempeña un papel esencial en la coagulación de la leche que tiene lugar en la elaboración de productos de leche fermentada; también es responsable del sabor y consistencia en la fabricación de quesos. En la elaboración de leche acidificada o yogur se desdobla alrededor del 1% de lactosa en ácido, por lo que también al final de la lactación hay siempre presente lactosa en exceso (Scholz, 1997).

La lactosa permanece relativamente estable en los cambios de alimentación (Mellado, 1993).

La lactosa se transforma por fermentación en:

- ✓ Ácido propiónico, por acción de las bacterias propiónicas;
- ✓ Ácido butírico por las bacterias butíricas;
- ✓ Gas carbónico por las levaduras y los fermentos aromáticos;
- ✓ Gas hidrógeno por las butíricas y coliformes;
- ✓ Alcohol por las levaduras (Corcy, 1993).

#### ***2.6.4.5 Urea***

Es el componente nitrogenado que es más sensible a la concentración de proteína en la dieta del animal, es usado como un indicador indirecto de la proteína en la dieta, especialmente para animales en pastoreo, para los cuales la evaluación de la proteína en la dieta es particularmente difícil (Pulina, 2004).

#### ***2.6.4.6 Conteo de Células somáticas***

Entre las consecuencias de las “mamitis” se encuentra la puesta en marcha de los mecanismos de defensa del animal frente al proceso infeccioso. Esta respuesta del animal se manifiesta, entre otras cosas, por el paso de glóbulos blancos o leucocitos de la sangre a la leche y, como consecuencia el incremento del recuento normal de células de la leche conocido como Recuento de Células Somáticas (RCS). Por ello resulta necesario establecer un umbral de RCS que permita diferenciar los animales mamíticos de los sanos (Buxadé, 1998).

La prueba para mastitis de California (CMT) se usa cuando los resultados de la prueba de Fondo oscuro son inconclusos, pero la CMT debe ser interpretada cautelosamente cuando es aplicada a cabras. Su reacción depende en la liberación de DNA de las células epiteliales y leucocitos (principalmente neutrófilos). Un estudio dio un aproximado de 750,000/ml total de células, 69.3% neutrófilos, y 0.4% células epiteliales. Se ha interpretado la CMT en cabras en términos del número de neutrófilos (Gall, 1981).

Otros métodos, como el microscopio o microscopio electrónico, son útiles para la determinación directa del conteo celular. El Coulter y Fossomatic son contadores electrónicos de los más utilizados. Conteos debajo de 1 millón/ml representan glándulas sanas o con pequeñas irritaciones, como un inapropiado ordeño; 500,000 a 2 millones células/ml sugieren la presencia de gérmenes no patógenos u organismos patógenos débiles como *Staphylococci* no hemolítico. Conteos cercanos a los 1.5 millones/ml indican un microorganismo patógeno. Se han observado conteos muy altos de hasta arriba de 50 millones. El número de células se incrementa dramáticamente, arriba de 12 millones, al final de la lactación, cuando menos de la mitad de las cabras están lactando, aun en rebaños no infectados (Gall, 1981).

La leche de cabras se caracteriza por un contenido total celular alto. En un estudio, el conteo celular fue similar entre ubres de rebaños no infectados y rebaños infectados por *Staphylococci* coagulasa negativo. Este último es parte de la flora natural y no esta asociado con problemas clínicos. *Staphylococci* coagulasa positivo en otro rebaño es patogénico, y al parecer *Staphylococcus aureus* es el mayor patógeno responsable de la mastitis en cabras (Wilkinson, 1987).

En los EUA la norma indica un límite de un millón de células somáticas por ml en los conteos celulares somáticos de la leche. Los conteos celulares para cabras libres de infecciones mamarias tienen un límite de 270 000 a 2000 000/ml y de 659 000 a 4 213 000/ml en las infectadas. Para animales libres de infecciones intramamarias, PMN constituyen aprox. 45 a 74% de las células somáticas y 71 a 86% de las glándulas infectadas. Los macrófagos constituyen del 15 al 41% en sanas y del 8 al 18% en infectadas. Los linfocitos del 9 al 20% en sanas y 5 a 11% en infectadas. Las células epiteliales constituyen una porción muy pequeña. La secreción láctea es apocrina y contiene partículas citoplasmáticas, similares en tamaño a las células somáticas y son constituyentes normales de la leche. La concentración de partículas citoplasmáticas promedio es de 150 000/ml (Paape, 2001).

Factores que influyen en altos conteos celulares en la leche:

- Las infecciones intramamarias causadas por *Mycoplasma* contribuyen significativamente al aumento en el conteo de células somáticas.
- La infección viral de Artritis Encefalitis Caprina causa aumento en el conteo de células somáticas.

- Factores no infecciosos como parto, etapa de lactación, temporada y producción láctea se relacionan con el aumento en los conteos de células somáticas.
- Otros factores relacionados son el estro, vacunación, cambios en la dieta y cambios en la rutina de ordeño, debido al stress que estos provocan, al cual las cabras son muy sensibles, resultando en una disminución en la producción y en consecuencia un aumento en los recuentos de células somáticas (Paape, 2001).
- En las cabras el hato se encuentra siempre en la misma etapa de lactación debido al fotoperiodo que caracteriza a esta especie (Haenlein, 1994).

Se recomienda realizar otras pruebas a la leche cuando el conteo resulta muy alto como; conteo bacteriano, IgG<sub>1</sub> (indica la presencia de calostro), antibióticos y lipólisis (Paape, 2001).

**Cuadro 9.** Influencia de mamitis y trastornos secretores sobre la composición de la leche.

Componentes	Tendencia general de las alteraciones	Cantidades, en % del contenido original
Extracto seco	Disminuido	5-15
Grasa	Disminuido	5-12
Proteína total	Sin variaciones	
Caseína	Disminuida	5-8
Proteína del suero	Aumentada	20
Lactosa	Disminuida	10-20
Minerales, v.gr.:		
Na	Muy aumentado	35
Cl	Muy aumentado	20-35
PO <sub>4</sub> (P)	Muy disminuido	20
Ca	Muy disminuido	2-5

**Fuente:** (Scholz, 1997).

#### **2.6.4.7 Vitaminas**

En este sentido, la presencia de tocoferol ó vitamina E es considerada como esencial para el organismo; ya que su capacidad antioxidante ayuda a proteger a los ácidos grasos de la oxidación, además contribuye a reducir la destrucción anormal de glóbulos rojos, algunos trastornos oculares, anemias y ataque cardiacos tanto en animales como en el hombre; es importante tomar en cuenta la ingestión y los niveles circulantes de éste y quizá de otros antioxidantes (FAO, 1999). El contenido de este elemento en la leche de cabra, está sujeto al contenido de grasa de la leche, y al aporte en la dieta.

#### **2.7 Beneficios a la salud humana.**

La leche de cabra constituye una alternativa muy interesante, como lo señaló Park en 1994, mencionando algunas de las propiedades hipoalergénicas y terapéuticas de este producto en relación a la leche de vaca y fórmulas lácteas (soya). Este producto ha sido utilizado con frecuencia por sus meritos terapéuticos y nutricionales, en este sentido el gran contenido de ácidos grasos de cadena corta y mediana (C4:0-C12:0), además del tamaño del glóbulo de grasa (3.49  $\mu\text{m}$ ), contribuye a una rápida y fácil digestión (Park, 1994). El consumo de este producto se ha asociado con un incremento en la ganancia de peso, estatura, mineralización esquelética, concentraciones adecuadas de vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina y calcio en niños (Park, 1986; Jandal, 1996). También se ha utilizado en el tratamiento de úlceras gástricas debido a su excelente capacidad buffer, la cual está influenciada por las proteínas, particularmente por la caseína y los fosfatos (Park 1992; Jandal, 1996).

#### **2.8 La leche cruda**

Los niveles microbiológicos de la leche inmediatamente después de su extracción de la ubre se encuentran en un rango de 100-1000 gérmenes por  $\text{cm}^3$ . La flora normal de la leche, proveniente de animales sanos a la salida de la ubre, está compuesta principalmente por micrococos y estreptococos. Normalmente a 20°C y con leche muy limpia puede mantenerse de 10 a 15 horas, pero con leche fuertemente contaminada, bajo las mismas condiciones, puede no durar más de 2 a 3 horas (Keating, 1999). Si la temperatura de extracción es mantenida, entonces observaremos el doble en el conteo de gérmenes entre 20-40 minutos después (Spreer, 1998).

Las bacterias predominantes en la leche cruda son especies de *Pseudomona*, aunque también se encuentran especies de *Flavobacterium* spp. y *Alcaligenes* spp. estos microorganismos secretan lipasas que actúan liberando ácidos grasos libres que alteran el sabor y también proteasas, que pueden reducir la estabilidad térmica de la leche por degradación de sus proteínas (Early, 2000).

El interior de la ubre puede ser una fuente importante de *Staphylococcus aureus*. El aporte de contaminación por el material representa frecuentemente menos de 10 000 bacterias/ml en relación a la flora total, 1000/ml en relación a la flora psicotrófica y 100/ml en el caso de las bacterias coliformes (Eck, 1987).

La leche fresca contiene sustancias que retrasan el crecimiento de las bacterias, el poder bacteriostático, depende del grado de contaminación, temperatura, y de la composición de la leche. (Keating, 1999).

Eck (1987) menciona tres sustancias antibacterianas que posee la leche cruda, y estas son:

- 1) Sistema lactoperoxidasa-tiocinato: la leche, cataliza en presencia de agua oxigenada la oxidación del tiocinato, los productos de oxidación: ácidos cianosulfuroso y cianosulfúrico, hipotiocinato, son inestables; éstos se inhibirían las enzimas de la glicólisis alterarían la membrana interna de las bacterias. La lactoperoxidasa es destruida por calentamiento a una temperatura del orden de 82°C durante 20 segundos.
- 2) Aglutininas: proteínas, inmunoglobulinas dotadas de propiedades antigénicas y capaces de aglutinar las bacterias lácticas: estreptococos del grupo N y lactobacilos. El efecto de aglutinación se manifiesta por una ascensión de los racimos de bacterias aglutinadas con la nata cuando se trata de leche entera, o por la sedimentación de estos racimos si la leche es desnatada, es decir, causa la separación física de las bacterias.
- 3) Lactoferrina: actividad bacteriostática, forma un complejo estable con el Fe.

### **3. HIPÓTESIS**

El sistema de alimentación (pastoreo y estabulación), la temperatura a la que se someterá o no la leche y el tiempo en lactación; modificaran el contenido nutrimental de la leche de cabra.

### **4. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto del sistema de alimentación, el proceso de pasteurización y etapa de lactación sobre el contenido nutrimental de la leche de cabra.

### **5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Cuantificar la composición química de la leche de cabra cruda o pasteurizada obtenida de animales alimentados en pastoreo o estabulación, en los meses de Febrero y Marzo.



## 6. MATERIAL Y MÉTODOS

### 6.1 LUGAR DE TRABAJO

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de ALPURA, Ganaderos Productores de Leche Pura, S.A. de C.V. Así como en la “Granja Puma” situada en Cerro Prieto, Querétaro, México a los 20° 39′ 19” latitud norte y 100° 17′ 51” longitud oeste, con una altura de 1950 msnm. El clima se clasifica como BS lkw (w)(e), descrito como seco, estepario, semiárido con lluvias escasas, con una precipitación media anual en el verano de 460 mm, así como un periodo de sequía de 6 a 8 meses (García, 1973).

### 6.2 ANIMALES EXPERIMENTALES

Se formaron dos grupos (A y B) cada uno con 15 cabras criollas en lactación con un peso vivo promedio de  $50 \pm 5$  kg de primer y segundo parto (entre 2 y 3 años), entre 70 y 120 días de lactación. Los animales se albergaron en corrales separados. El grupo A, fue conducido en pastoreo; sobre un agostadero clasificado como bosque espinoso caducifolio (COTECOCA, 1980) caracterizado por la presencia de gramíneas (*Bouteloua curtipendula*, *Chloris virgata*, *Bothriochloa saccharoides*, *Leptochloa saccharoides*, *Leptochloa dubia*, *Rhynchelythrum roseum*, *Panicum obtusum*, *Bouteloua repens*, *Aristida adscensionis*, *Setaria parviflora*, *Urochloa fasciculata*), leguminosas arbóreas (*Prosopis laevigata*, *Acacia farnesiana*, *Acacia schaffneri*, *Mimosa biuncifera*), abustos (*Celtis pallida*, *Jatropha dioica*, *Zalazania augusta*, *Verbasina serrata*) y cactáceas (*Opuntia affasiacantha*, *O. amyctaea*, *O. cretochaeta*, *O. hytiacantha*, *O. robusta*, *O. streptacantha*, *O. tormentosa*) las cuales fueron identificadas por Delgadillo en (1998). La conducción en pastoreo se realizó de forma tradicional (pastoreo libre) bajo un esquema de libre acceso, con un tiempo aproximado de 6 horas al día; cabe señalar que durante esta etapa las condiciones climáticas son muy adversas debido a la sequía y a los intensos fríos. Al final del pastoreo los animales fueron estabulados, ofreciéndoles una ración mixta conformada por 800g de rastrojo de maíz (RM), 100g/d de heno de alfalfa (A) y 150g de suplemento de aporte continuo de nitrógeno (SACU), o sea 76.19% de rastrojo, 9.52% de heno de alfalfa y 14.29% del suplemento de aporte continuo de nitrógeno (SACU), al regreso.

**Cuadro 9.** Composición porcentual para los ingredientes del SACU.

<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje</b>
Pulidora de arroz	17.5
Melaza	16.5
Harinolina	16.0
Maíz	14.5
Pollinaza	9.5
Cebo animal	6.5
Urea	5.0
Sales minerales	4.1
Harina de pescado	4.0
Cal	2.0
Sulfato de amonio	2.0
Cemento	1.5
Ortofosfato de calcio	0.9
TOTAL	100

Por otra parte el grupo B, fue únicamente alimentado con la ración mixta antes expuesta, recibiendo 2.5kg de mezcla por animal en dos periodos, uno por la mañana (9:00 a.m.) después del ordeño y otro por la tarde (4:00 p.m.), los animales permanecieron en estabulación durante todo el periodo experimental.

El periodo experimental tuvo una duración de 56 días (28 días el primer mes y 28 días el segundo mes), de los cuales los primeros 14 fueron de adaptación al manejo y dieta experimental, los 14 restantes fueron de muestreo. Se realizaron 10 periodos de colecta de leche por mes, los fines de semana no hubo muestreo; los animales se ordeñaron manualmente una vez al día (7:30 a.m.). La leche obtenida de cada grupo de cabras se acumuló en recipientes por separado, posteriormente se proceso para ser pasteurizada o no, se realizó una pasterización lenta (LTLT) (Luquet, 1991).

### **6.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA**

Las muestras fueron remitidas a las instalaciones de ALPURA, donde mediante el uso del “Fossomátic” (aparato computarizado que se fundamenta en la espectrofotometría), se obtuvieron las siguientes determinaciones: grasa, ácidos grasos saturados, ácidos grasos no saturados, proteína, lactosa, sólidos no grasos, Sólidos totales, conteo de células somáticas y urea.

### **7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los resultados obtenidos (grasa, ácidos grasos saturados, ácidos grasos no saturados, proteína, lactosa, sólidos no grasos, Sólidos totales, conteo de células somáticas y urea) de la leche, se analizaron a través de un análisis de varianza, con un diseño completamente al azar en un arreglo factorial  $2 \times 2 \times 2$  con 2 tipos de alimentación (pastoreo y estabulación), dos diferentes tipos de tratamiento en la leche (pasteurizado y crudo) y colecta a lo largo de 2 meses (febrero y marzo). Las muestras se trabajaron por duplicado, es decir, se tomaron dos muestras de cada colecta. Los resultados obtenidos se analizaron con SAS en la versión 6.12 (SAS, 1996). Las medidas de las variables estudiadas expresadas en porcentaje, fueron transformadas a valores arcoseno para su análisis estadístico y posteriormente regresados a valores de porcentaje en gráficos y cuadros para el rubro de los resultados; en los casos de diferencias entre medias se utilizó la prueba de Tukey para determinar las que fueron diferentes a un nivel de 0.05.

## 8. RESULTADOS

En el cuadro 10 se resumen los resultados de los análisis químicos proximales, de la ración mixta proporcionada tanto a los animales en estabulación como en pastoreo.

**Cuadro 10.** Composición en base seca de los ingredientes: Rastrojo de maíz (RM), alfalfa (A) y suplemento de aporte continuo de urea (SACU) g/kg.

	SACU	A	RM
Materia seca	921	896	902
Cenizas	19	133	58
Extracto etéreo	99	20	11
Proteína (Nx6.25)	265	177	59
Fibra detergente neutro	215	403	795
Fibra detergente ácida	166	317	457
Hemicelulosa	218	86	37
Extracto libre de nitrógeno	615	267	479
Energía Total	3.30	3.29	3.15
Energía Digestible Mcal/kg	2.71	2.70	2.58

Los efectos primarios que afectan la calidad de la leche de cabra, relacionados con las variables: mes, alimentación y tratamiento, se muestran a continuación el cuadro 11.

**Cuadro 11.** Efectos de los factores mes, alimentación y pasteurización

Variables	Mes		Alimentación		Tratamiento con temperatura	
	Febrero	Marzo	Pastoreo	Estabulado	Pasteurizado	Crudo
Grasa	<b>0.034<sup>a</sup></b>	<b>0.033<sup>b</sup></b>	<b>0.036<sup>a</sup></b>	<b>0.031<sup>b</sup></b>	<b>0.034<sup>a</sup></b>	<b>0.033<sup>b</sup></b>
AGS	0.017 <sup>a</sup>	0.017 <sup>a</sup>	<b>0.017<sup>a</sup></b>	<b>0.016<sup>b</sup></b>	0.017 <sup>a</sup>	0.017 <sup>a</sup>
AGNS	<b>0.017<sup>a</sup></b>	<b>0.016<sup>b</sup></b>	<b>0.020<sup>a</sup></b>	<b>0.013<sup>b</sup></b>	<b>0.017<sup>a</sup></b>	<b>0.016<sup>b</sup></b>
Proteína	0.035 <sup>a</sup>	0.035 <sup>a</sup>	<b>0.036<sup>a</sup></b>	<b>0.034<sup>b</sup></b>	<b>0.035<sup>a</sup></b>	<b>0.034<sup>b</sup></b>
Lactosa	0.045 <sup>a</sup>	0.044 <sup>a</sup>	0.045 <sup>a</sup>	0.044 <sup>a</sup>	<b>0.045<sup>a</sup></b>	<b>0.044<sup>b</sup></b>
SnG	0.086 <sup>a</sup>	0.086 <sup>a</sup>	<b>0.087<sup>a</sup></b>	<b>0.085<sup>b</sup></b>	<b>0.087<sup>a</sup></b>	<b>0.085<sup>b</sup></b>
ST	0.118 <sup>a</sup>	0.117 <sup>a</sup>	<b>0.120<sup>a</sup></b>	<b>0.115<sup>b</sup></b>	<b>0.119<sup>a</sup></b>	<b>0.116<sup>b</sup></b>
CCS	<b>1344<sup>a</sup></b>	<b>1032<sup>b</sup></b>	<b>1292<sup>a</sup></b>	<b>1084<sup>b</sup></b>	1270 <sup>a</sup>	1107 <sup>a</sup>
Urea	0.032 <sup>a</sup>	0.031 <sup>a</sup>	0.031 <sup>a</sup>	0.031 <sup>a</sup>	<b>0.032<sup>a</sup></b>	<b>0.030<sup>b</sup></b>

Nota: letras diferentes por renglón denotan diferencia entre las medias ( $p < 0.05$ ).

AGS: ácidos grasos saturados, AGNS: ácidos grasos no saturados, SnG: sólidos no grasos, ST: sólidos totales, CCS: conteo de células somáticas.

En la variable mes, existe diferencia significativa para los parámetros de: grasa, la cual disminuyó de Febrero a Marzo; ácidos grasos no saturados, que al igual que la grasa se observó disminución con respecto al mes anterior y para el número de células somáticas, el cual fue mayor en el mes de Febrero que en el mes de Marzo.

En la variable alimentación, existen diferencias significativas para los parámetros de: grasa, ácidos grasos saturados y , no saturados, proteína, sólidos no grasos, sólidos totales y conteo de células somáticas; en todos los casos anteriores los valores más altos se obtuvieron para la alimentación en pastoreo.

En la variable tratamiento con temperatura, existe diferencia significativa para los parámetros de: grasa, ácidos grasos no saturados, proteína, lactosa, sólidos no grasos, sólidos totales y urea; en todos los casos anteriores los valores más altos se obtuvieron para el tratamiento de pasteurización.

Las variaciones en la composición de la leche se muestran en las Figuras 1 a 5, incluyendo las interacciones con las variables de mes, alimentación y tratamiento.

**Cuadro 12.** Promedios entre los valores, de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para las variables de: grasa y proteína.

	A	B	C	D	E	F	G	H
Grasa %	3	3.19	3.34	3.48	2.9	3.15	3.78	3.82
Proteína %	3.26	3.48	3.54	3.61	3.72	3.43	3.52	3.61

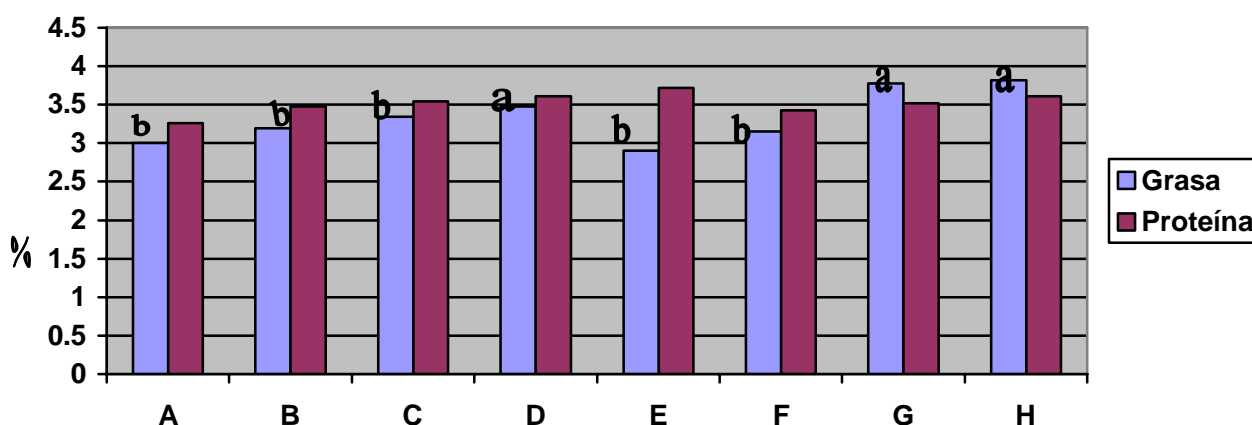


Fig. 4. Promedios entre los valores, de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para las variables de: grasa y proteína.

Nota: las letras diferentes por línea denotan diferencia entre las medias ( $p < 0.05$ ).

- A: Interacción Febrero-Estabulado-Crudo
- B: Interacción Febrero-Estabulado-Pasteurizado
- C: Interacción Febrero-Pastoreo-Crudo
- D: Interacción Febrero-Pastoreo-Pasteurizado
- E: Interacción Marzo-Estabulado-Crudo
- F: Interacción Marzo-Estabulado-Pasteurizado
- G: Interacción Marzo-Pastoreo-Crudo
- H: Interacción Marzo-Pastoreo-Pasteurizado

El contenido de grasa en la leche H (3.82%) fue superior al registrado en la leche G (3.78%), siendo estadísticamente diferente ( $p < 0.05$ ), observándose que la pasteurización afectó esta variable. Igualmente se encontró que el contenido de grasa para la leche G (3.78%) y H (3.82%) fue superior al registrado en la leche C (3.34%) y D (3.48%), siendo estadísticamente diferente ( $p < 0.05$ ), en este caso la variable fue afectada por el tiempo en lactación.

Para la concentración de proteína D (3.61%), E (3.72%) y H (3.61%) tendieron a ser superiores a las demás, sin ser estadísticamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Cuadro 13.** Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para las variables de: ácidos grasos saturados y ácidos grasos no saturados.

	A	B	C	D	E	F	G	H
AGS%	1.61	1.62	1.65	1.76	1.61	1.62	1.73	1.83
AGNS%	1.34	1.43	1.73	1.86	1.17	1.32	2.16	2.29

Nota: AGS, ácidos grasos saturados y AGNS, ácidos grasos no saturados

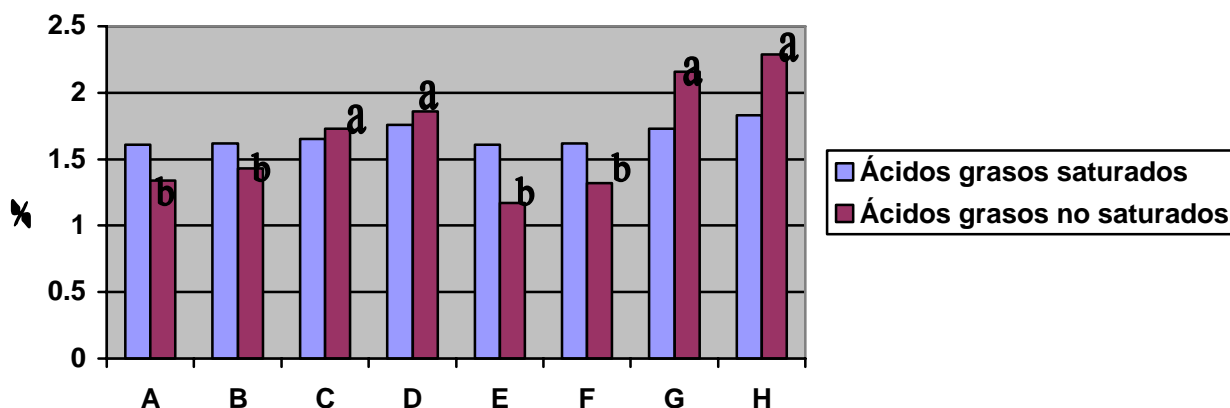


Fig. 5. Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para las variables de: ácidos grasos saturados y ácidos grasos no saturados.

Nota: las letras diferentes por línea denotan diferencia entre las medias ( $p < 0.05$ ).

- A: Interacción Febrero-Estabulado-Crudo
- B: Interacción Febrero-Estabulado-Pasteurizado
- C: Interacción Febrero-Pastoreo-Crudo
- D: Interacción Febrero-Pastoreo-Pasteurizado
- E: Interacción Marzo-Estabulado-Crudo
- F: Interacción Marzo-Estabulado-Pasteurizado
- G: Interacción Marzo-Pastoreo-Crudo
- H: Interacción Marzo-Pastoreo-Pasteurizado

El contenido de ácidos grasos no saturados en C (1.73%), D (1.86%), G (2.16%) y H (2.29%) fue superior al registrado en A (1.34%), B(1.43%), E(1.17%) y F(1.32%), siendo estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ), observándose que el tipo de alimentación afecto esta variable. En estas mismas, D (1.86%) y H (2.29%) fueron superiores a C (1.73%) y G (2.16%), siendo estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ), afectándose por el tratamiento térmico.

Para la variable ácidos grasos saturados se ve una uniformidad, por lo cual no hay diferencia estadísticamente significativa.

**Cuadro 14.** Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para las variables de: sólidos no grasos.

	A	B	C	D	E	F	G	H
Sólidos no grasos %	8.69	8.62	8.62	8.27	8.62	8.65	8.61	8.69

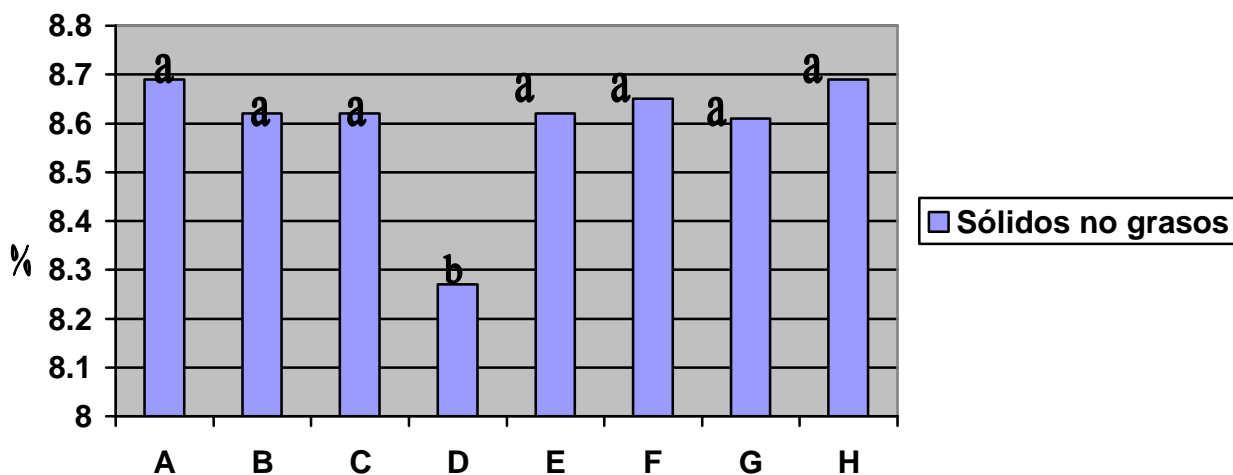


Fig. 6. Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para las variables de: sólidos no grasos.

Nota: las letras diferentes por línea denotan diferencia entre las medias ( $p < 0.05$ ).

- A: Interacción Febrero-Estabulado-Crudo
- B: Interacción Febrero-Estabulado-Pasteurizado
- C: Interacción Febrero-Pastoreo-Crudo
- D: Interacción Febrero-Pastoreo-Pasteurizado
- E: Interacción Marzo-Estabulado-Crudo
- F: Interacción Marzo-Estabulado-Pasteurizado
- G: Interacción Marzo-Pastoreo-Crudo
- H: Interacción Marzo-Pastoreo-Pasteurizado

El contenido de sólidos no grasos en D (8.27%) fue inferior a todas las demás: A(8.69%), B (8.62%), C (8.62%), E (8.62%), F (8.65%), G (8.61%) y H (8.69%), siendo estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ), detectándose que el mes afecto esta variable.



**Cuadro 15.** Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: sólidos totales.

	A	B	C	D	E	F	G	H
Sólidos totales %	11.16	11.7	11.9	12.09	11.22	11.71	11.97	12.03

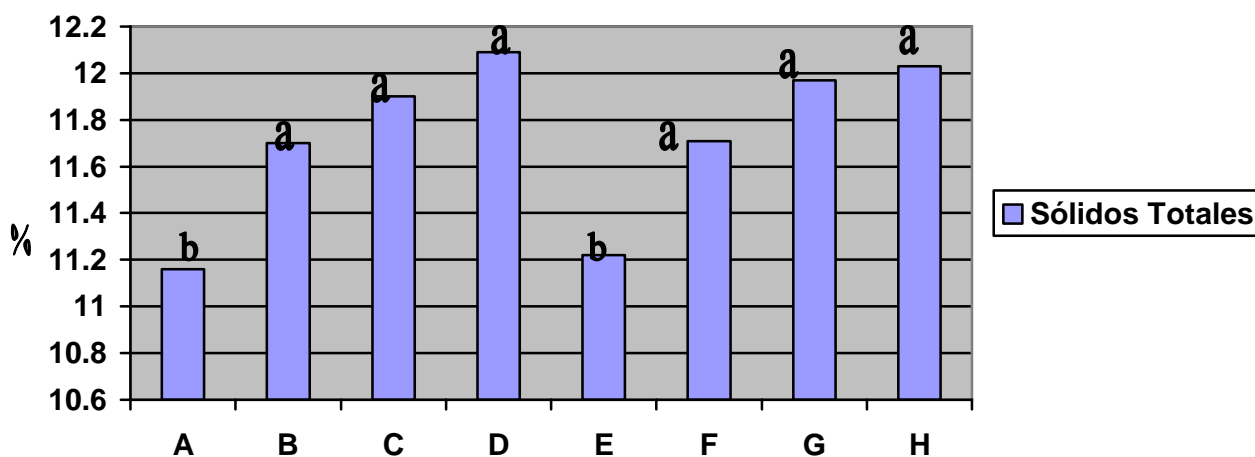


Fig. 7. Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: sólidos totales.

Nota: las letras diferentes por línea denotan diferencia entre las medias ( $p < 0.05$ ).

- A: Interacción Febrero-Estabulado-Crudo
- B: Interacción Febrero-Estabulado-Pasteurizado
- C: Interacción Febrero-Pastoreo-Crudo
- D: Interacción Febrero-Pastoreo-Pasteurizado
- E: Interacción Marzo-Estabulado-Crudo
- F: Interacción Marzo-Estabulado-Pasteurizado
- G: Interacción Marzo-Pastoreo-Crudo
- H: Interacción Marzo-Pastoreo-Pasteurizado

Los sólidos totales de la leche A (11.16%), B (11.7%), C (11.9%), y D (12.09%) fue superior al registrado en la leche E (11.22%), F(11.71%), G(11.97%) y H(12.03%), siendo estadísticamente diferente ( $p < 0.05$ ), observándose que el mes afecto esta variable. Igualmente se encontró que los sólidos totales para la leche C, D, G y H fue superior al registrado en la leche A, B, E y F, siendo estadísticamente diferente ( $p < 0.05$ ), en este caso la variable fue afectada por el tipo de alimentación; y para A contra B, C contra D, E contra F y G contra H, hay superioridad de las segundas contra las primeras, habiendo estadísticamente diferencia ( $p < 0.05$ ), la cual se atribuye al tratamiento térmico.

**Cuadro 16.** Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: lactosa.

	A	B	C	D	E	F	G	H
Lactosa %	4.35	4.5	4.46	4.47	4.37	4.5	4.46	4.49

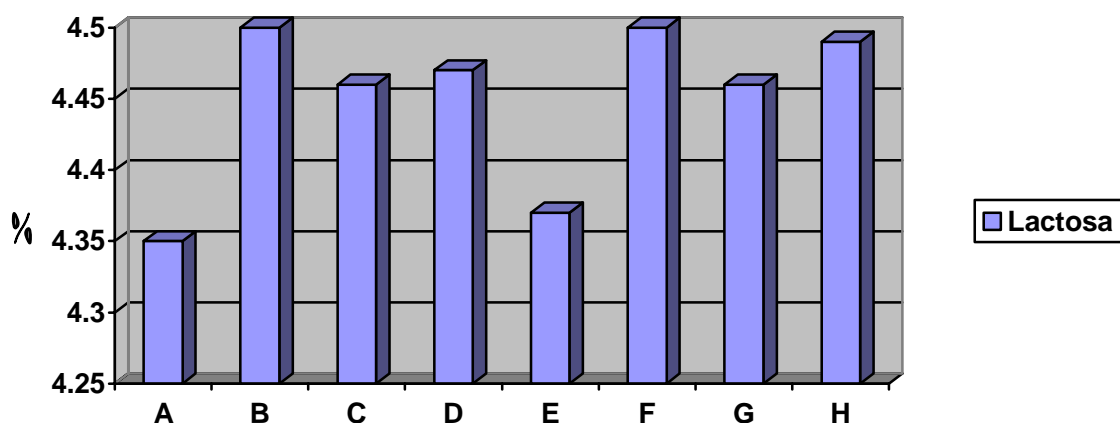


Fig. 8. Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: lactosa.

Nota: las letras diferentes por línea denotan diferencia entre las medias ( $p < 0.05$ ).

- A: Interacción Febrero-Estabulado-Crudo
- B: Interacción Febrero-Estabulado-Pasteurizado
- C: Interacción Febrero-Pastoreo-Crudo
- D: Interacción Febrero-Pastoreo-Pasteurizado
- E: Interacción Marzo-Estabulado-Crudo
- F: Interacción Marzo-Estabulado-Pasteurizado
- G: Interacción Marzo-Pastoreo-Crudo
- H: Interacción Marzo-Pastoreo-Pasteurizado

Para la concentración de lactosa A (4.35%) y E (4.37%) tendieron a ser inferiores a las demás, sin ser estadísticamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Cuadro 17.** Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: urea.

	A	B	C	D	E	F	G	H
Urea g/l	0.032	0.031	0.027	0.032	0.03	0.032	0.032	0.033

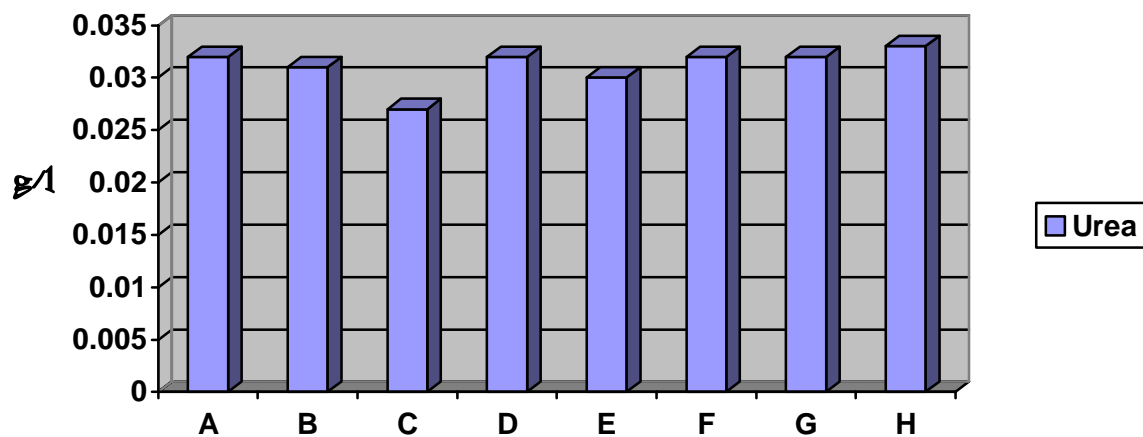


Fig. 9. Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: urea.

Nota: las letras diferentes por línea denotan diferencia entre las medias ( $p < 0.05$ ).

- A: Interacción Febrero-Estabulado-Crudo
- B: Interacción Febrero-Estabulado-Pasteurizado
- C: Interacción Febrero-Pastoreo-Crudo
- D: Interacción Febrero-Pastoreo-Pasteurizado
- E: Interacción Marzo-Estabulado-Crudo
- F: Interacción Marzo-Estabulado-Pasteurizado
- G: Interacción Marzo-Pastoreo-Crudo
- H: Interacción Marzo-Pastoreo-Pasteurizado

En la concentración de urea se observa uniformidad y no hay diferencia estadística ( $p < 0.05$ ), para esta variable.

**Cuadro 18.** Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: Conteo de células somáticas.

	A	B	C	D	E	F	G	H
CCS cs/ml	935.1	1208.2	1672.5	1560.2	868.9	1325.2	950.5	986

Nota: CCS conteo de células somáticas

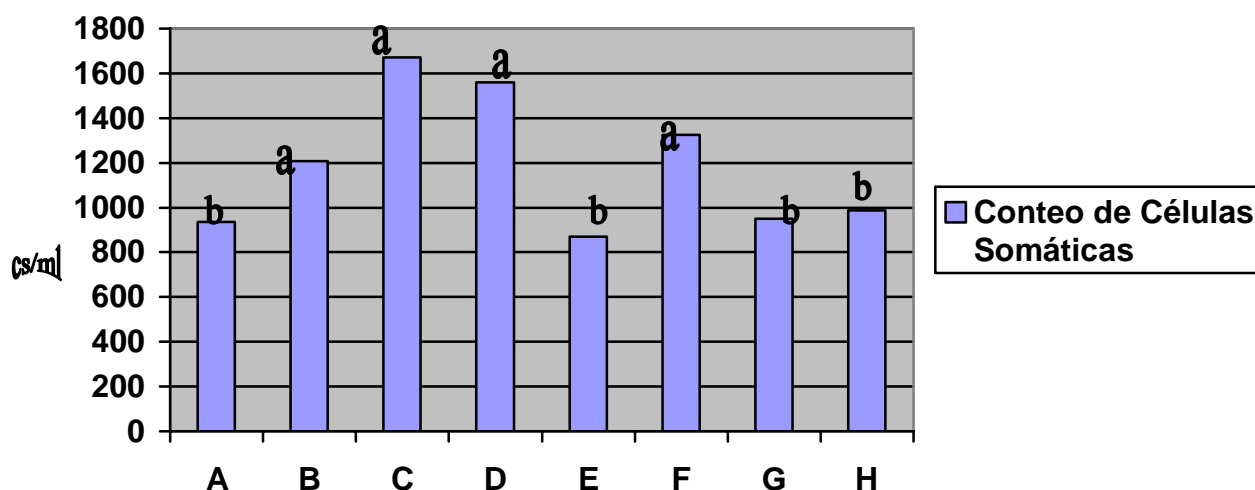


Fig.10. Promedios entre los valores de los efectos de interacción entre el mes, alimentación y tratamiento, para la variable de: Conteo de células somáticas.

Nota: las letras diferentes por línea denotan diferencia entre las medias ( $p < 0.05$ ).

- A: Interacción Febrero-Estabulado-Crudo
- B: Interacción Febrero-Estabulado-Pasteurizado
- C: Interacción Febrero-Pastoreo-Crudo
- D: Interacción Febrero-Pastoreo-Pasteurizado
- E: Interacción Marzo-Estabulado-Crudo
- F: Interacción Marzo-Estabulado-Pasteurizado
- G: Interacción Marzo-Pastoreo-Crudo
- H: Interacción Marzo-Pastoreo-Pasteurizado

El conteo de células somáticas para la leche C (1672.5 cs/ml) y D (1560.2 cs/ml), es superior a la leche de G (950.5 cs/ml) y D (986 cs/ml), habiendo diferencia estadística ( $p < 0.05$ ), se atribuye la diferencia a el tiempo en lactación; el mismo criterio aplicamos para la diferencia entre B (1208.2 cs/ml) y F (1325.2 cs/ml), donde F es superior y la diferencia estadística ( $p < 0.05$ ) se atribuye también al tiempo en lactación.

## 9. DISCUSIÓN

La leche obtenida de estas cabras muestra un contenido graso, proteínico, sólidos totales y lactosa, acordes a lo reportado en la literatura (Posanti y Orr, 1976; Maree, 1978; Anjaneyulu *et al.*, 1985; Saini y Gill, 1991; Simos *et al.*, 1991; Mir *et al.*, 1999; USDA, 1999; Morales *et al.*, 2000; Park, 2000; Muñoz *et al.*, 2002); para los valores sólidos no grasos, ácidos grasos saturados y ácidos grasos no saturados los valores son menores a los encontrados en la literatura (Maree, 1978; McDonald *et al.*, 1999; USDA, 1999; Gervilla, 2001; Haenlein, 2001; Haenlein, 2004).

Según Buxadé (1996) después de la 9a semana (63 días) en lactación inicia una fase descendente, progresiva y lenta, en la cual la materia grasa y proteínica aumenta en medida que la producción disminuye; según la Fig. 4 el porcentaje de grasa aumenta en la leche de Marzo con relación a la del mes anterior (Febrero), recordando que el hato se encontró entre los 70 días (al inicio del experimento) y los 120 días en lactación, podemos fundamentar este aumento en base a dicha curva de lactación. El mismo argumento puede ser utilizado para el aumento de los sólidos totales que se observa en la Fig. 7 y cuadro 15, donde estos aumentaron en el mes de Marzo con respecto al mes anterior (Febrero).

Flath y colaboradores (1983) señalaron que, la presencia de *Acacia farnesiana* especie abundante en estas regiones y que es consumida por los caprinos en pastoreo preferentemente durante la época de estiaje (la cual coincide con la etapa de floración y producción de semillas), tiene una cantidad importante de ácidos grasos esenciales particularmente en sus flores; como se observa en la figura 5, los ácidos grasos no saturados de las leches procedentes de animales alimentados en pastoreo se encuentran aumentados en relación a los animales alimentados en estabulación, pudiendo explicarse el aumento de estos debido a que, los primero son los únicos con acceso al consumo de *Acacia farnesiana*.

Como se aprecia en la Fig. 6, en el mes de Febrero, la leche de animales alimentados en pastoreo y que fue sometida a pasteurización (D), los sólidos no grasos muestran un marcado descenso, debido probablemente a un error de medición, como lo menciona Cochran (1980): el medio de medición puede estar sesgado o ser impreciso durante el

proceso de investigación; la toma y transporte de la muestra se realizaron con estricto cuidado, pero aún así la temperatura de 4°C a la cual debía transportarse la muestra de Querétaro a Ganaderos Productores de Leche Pura (ALPURA), pudo sufrir variaciones y verse aumentada la temperatura, así que Veisseyre (1988) dice que al no mantenerse una estabilidad de 3 a 4°C hay una pérdida de la estabilidad en la disolución coloidal y en consecuencia una alteración en la composición del producto, atribuyendo a lo anterior la disminución de los sólidos no grasos.

Los sólidos totales de los animales alimentados en pastoreo se muestran elevados en comparación con la leche obtenida de los animales alimentados en estabulación, como puede observarse en la Fig. 7 y cuadro 15; lo anterior a sido demostrado en repetidas ocasiones por Galina *et al.* (2005), quien a comprobado que la leche obtenida de las cabras alimentadas bajo el sistema de pastoreo ofrece un mejor material para un proceso posterior.

Para esta misma variable se observo que la leche sometida a tratamiento de pasteurización arroja valores más altos en porcentaje, que la leche que no fue sometida a ningún tratamiento térmico, Delgadillo (1998) explica que esto puede deberse a un efecto de evaporación, por el calentamiento, entonces al perder agua el contenido de sólidos totales aumenta. El argumento anterior también se aplica a las variables de: grasa (cuadro 12 y Fig. 4) y ácidos grasos saturados (cuadro 13 y Fig. 5).

La lactosa como se observa en la Fig. 8 y cuadro 16, muestra uniformidad, es decir, no hay variaciones significativas en su contenido. Según Mellado (1993), la lactosa permanece relativamente estable a los cambios de alimentación y McDonald (1999) nos dice que, la lactosa se eleva durante las primeras 7 semanas en lactación, para después seguir descendiendo lentamente hasta el final de la lactación; por lo que debido, al corto periodo de tiempo en que se colectaron las muestras no se observa ninguna diferencia relacionada al efecto días en lactación.

La urea es el componente nitrogenado, más sensible a la concentración de proteína en la dieta del animal, es usado como un indicador indirecto de la proteína en la dieta, especialmente para animales en pastoreo, para los cuales la evaluación de la proteína en la dieta es particularmente difícil (Pulina, 2004). En el presente estudio los valores de

urea no muestran una gran uniformidad durante todo el periodo experimental, como puede verse en la Fig. 9 y cuadro 17, por lo que podemos deducir que la cantidad de proteína en la dieta, tanto de los animales en pastoreo como en estabulación tampoco varía debido al sistema de alimentación, es decir, no es superior en ninguno de los dos.

El conteo de células somáticas fue superior en el mes de Febrero, en comparación con el mes de Marzo, observándose en la Fig. 10 y cuadro 18. La leche de cabras se caracteriza por un contenido total celular alto; determinada por Wilkinson (1987) en un estudio, en el que el conteo celular fue similar entre ubres de rebaños no infectados y rebaños infectados por *Staphylococci coagulasa negativo*. También podemos tomar en cuenta el criterio de Paape (2001) quien menciona que, la secreción láctea contiene partículas citoplasmáticas, similares en tamaño a las células somáticas las cuales son constituyentes normales de la leche y pueden ser medidas como células somáticas, elevando los conteos celulares. Por lo tanto en esta variable podemos deducir que un conteo elevado en las cabras, no es indicativo siempre de mastitis, pudiendo influir diversos factores como son el estro, vacunación, cambios en la dieta y cambios en la rutina de ordeño, debido al stress que estos provocan, al cual las cabras son muy sensibles, resultando en una disminución en la producción y en consecuencia un aumento en los recuentos de células somáticas (Paape, 2001).

## 8. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo, bajo las condiciones en que fue realizado, se puede concluir lo siguiente:

- ✓ Tanto el sistema de alimentación como la pasteurización de la leche afectaron la composición química, produciendo cambios nutrimentales en la leche de cabra.
- ✓ Las leches procedentes de animales alimentados en pastoreo, en general tuvieron las mayores concentraciones de nutrimentos, comparado a los animales alimentados en estabulación.
- ✓ Las leches sometidas a tratamiento de pasteurización, tuvieron un aumento en las concentraciones de nutrimentos, además son productos que a través del proceso térmico ofrecen una mejor calidad sanitaria, con lo que se asegura inocuidad.
- ✓ El mes no influyó en la concentración de nutrimentos, debido a que el tiempo de muestreo fue muy corto.
- ✓ La leche obtenida de animales alimentados en pastoreo ofrece beneficios al productor, por que permite reducir los insumos necesarios para cubrir las necesidades de los animales, disminuyendo los gastos por éste concepto.



## 8. LITERATURA CITADA

- ✓ Aganga, A.A. y Amarteifio, J.O. 2002. Effect of stage of Lactation on Nutrient Composition of Tswana Sheep and Goat's Milk. *Journal of food composition and analysis.*; 15: 533 a 543.
- ✓ Agnihotri, M. K. y Prasad, V. S. 1993. Biochemistry and processing of goat milk and milk products. *Small Rumin. Res.*; 12: 151 a 170.
- ✓ Amito, J. 1991. *Ciencia y tecnología de la leche.* Acribia. España. 17 a 49pp.
- ✓ Anjaneyulu, A. S. R., Lakshmanan, V. y Kesava, R. V. 1985. Status of meat and milk production from Indian goats. *Journal Food Science and Technology.*; 22: 151 a 160.
- ✓ Anuario Pecuario. Leche de Caprino 2001-2002. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). En: [http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar\\_compec\\_principal.html](http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_compec_principal.html).
- ✓ Arbiza, A. S. 1986. *Producción de caprinos.* México: AGT Editor. S. A.185pp.
- ✓ Arbiza, A. S. 1998. *Sistemas de producción caprina en México: características comunes y factores limitantes.* Memorias del Congreso Interamericano de Producción Caprina. Torreón (Coah); 36 a 50.
- ✓ Arbiza, A. S. 2001. *La Leche Caprina y su Producción.* Editores Mexicanos Unidos. México. 210pp.
- ✓ Baumont, R., S. Prache., Meuret, M. y Morand-Fehr, P. 2000. How forage characteristics influence behavior and intake in small ruminants: A review. *Lives. Prod. Sci.*; 20: 15 a 28.
- ✓ Bonilla, C. A. 2005. *Evaluación nutrimental del queso de leche de cabra, cruda y pasteurizada por efecto del sistema de alimentación.* FMVZ UNAM México. 98pp.
- ✓ Boyazoglu, J. y Morand-Fehr, P. 2001. *Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. A critical review.* *Small Rumin. Res.*; 40:1 a 11.
- ✓ Bruhn, C. J. *Dairy goat composition source.* 2004. En: <http://www.goatworld.com/articles/goatmilk/goatmilkcomposition.shtml>.
- ✓ Buxadé, C. 1996. *Producción caprina.* Ediciones Mundi-Prensa. España. 330pp.
- ✓ Buxadé, C. 1998. *Ovino de leche.* 2a. Ediciones Mundi-Prensa. España. 181-193.

- ✓ Caravaca, F.P. 2003. Bases de la producción animal. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cordova. España. 448 a 455.
- ✓ Chandan, R.C., R. Attaje and Shahani, K.M. 1992. Nutritional aspects of goat milk and its products. V Int. Conf. on Goats. Pre-Conference Proc. Invited Papers. New Delhi Vol II. Part II.
- ✓ Chilliard Y., A. Ferlay., J. Rouel., y Lamberet, G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lypolisis. J. Dairy Sci.; 86: 1751 a 1770.
- ✓ Cochran, W.G. 1980. Técnicas de muestreo. 2a. CECSA. México. 442.
- ✓ Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). 1980. México: Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- ✓ Corcy. 1993. La Cabra. Aedos-Mundi prensa. España. 223 pp.
- ✓ Delgadillo, P. C. 1998. Mejoramiento de un sistema de alimentación parcialmente biosostenible en cabras bajo pastoreo racional tecnificado móvil. Tesis de maestría. PICP. Universidad de Colima, México.
- ✓ Diario Oficial de la Federación (DOF). NORMA Oficial Mexicana. 1994. NOM-091-SSA1-1994, Bienes y servicios. Leche pasteurizada de vaca. Disposiciones y especificaciones sanitarias. México.
- ✓ Dubeuf, J. P., P. Morand-Fehr., y Rubino, R. 2004. Situation, change and future of goat industry around the world. Small Rumin. Res.; 51:165 a 173.
- ✓ Early. 2000. Tecnología de los productos lácteos. ACRIBIA. España. 3-40.
- ✓ Eck, A. 1987. El Queso. Ed. Omega. España. 115-125 pp.
- ✓ Flath, R. A., T. M. Richard., L. Gabrielle., W. C. James y Mackley, W. J. 1983. Volatile Components of *Acacia blossoms*. J. Agricu. Food Chem.; 31: 1167 a 1170.
- ✓ FAO. 1999. Grasas y aceites en la nutrición humana. Consulta FAO/OMS de expertos. (Estudio FAO Alimentación y Nutrición – 57) <http://www.fao.org/docrep/v4700s/4700s00.htm#Contents>
- ✓ Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Databases (FAOSTAT). 2004. URL February, En: <http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Livestock.Stocks&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=ES>.

- ✓ Galina, M. A., D. C. Puga., A. Hernández y Haenlein, G. F. W. 1998. Biodiverse and biosustainable production system with goats in Mexico: importance of a forage bank. *Small Rumin. Res.*; 27: 19-23.
- ✓ Galina, M. A., C. M. Guerrero., G. Serrano., R. Morales y Haenlein, G. 2000. Effect of complex catalytic supplementation with non protein nitrogen on ruminal ecosystem of growing goats pasturing shrub land in Mexico. *Small Rumin. Res.*; 36: 33 a 42.
- ✓ Galina, M. A. 2002a. Los productores de queso de cabra en México. Fortalezas y Debilidades. Simposio Internacional sobre Caprinocultura. Querétaro, México.
- ✓ Galina, M. A. 2002b. Problemas claves para el desarrollo de la caprinocultura en México. Propuestas Tecnológicas de Mejoramiento a los sistemas de producción. Simposio Internacional sobre Caprinocultura; Querétaro, México.
- ✓ Gall, C. 1981. Goat Production. Academic Press Inc. Inglaterra. 450 a 451.
- ✓ García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México: 33.
- ✓ Gervilla, R. 2001. Estudio de los tratamientos por alta presión hidrostática en la leche de oveja. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España. 105pp.
- ✓ Haenlein, G.F.W. 1994. Somatic Cell Count Situation In The United States. Proceedings, Conference Somatic Cell and Milk of Small Ruminants. Bella, Italy. 24 a 27.
- ✓ Haenlein, G. F. W. 1996a. Nutritional value of dairy products of ewe and goats milk. En: Dairy Federation Publications. Proc. of the IDF/CIRVA. Seminar production and utilization of ewes' and goats' milk. Creta, Grecia; 159 a 178.
- ✓ Haenlein, G F W. 1996b. Status and prospects of the dairy goat industry in the United States. *J. Animal Scie.*; 74: 1173.
- ✓ Haenlein, G. F. W. 2001. Past, present and future perspectives of small ruminant dairy research. *J. Dairy Scie.*; 84: 2097 a 2115.
- ✓ Haenlein, G. F. W. 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Rumin. Res.*; 51: 155 a 163.
- ✓ Hatziminaoglou, Y. y Boyazoglu, J. 2004. The goat in ancient civilisations: from the Fertile Crescent to the Aegean Sea. *Small Rumin. Res.*; 51:123 a 129.

- ✓ Inda, C. A. Proyecto de calidad y productividad en la pequeña y mediana empresa. México: 2000. Organización de los Estados Americanos OEA. En: [http://www.science.oas.org/OEA\\_GTZ/LIBROS/QUESO/Queso\\_all.pdf](http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/QUESO/Queso_all.pdf).
- ✓ Iruegas, E. L., C. J. Castro y Ávalos, L. F. 1999. Oportunidades de desarrollo en la industria de la leche y carne de cabra en México. FIRA Boletín Informativo. México; 32: 55 a 99.
- ✓ Jandal, J. M. 1996. Comparative aspects of goat and sheep milk. Small Rumin. Res.; 22: 177 a 185.
- ✓ Juárez, L. A. y Peraza, C. 1981. Systèmes d'alimentation en élevages caprin semintensif, intensif et extensive au Mexique. Nutrition et systèmes d'alimentation de la chèvre. Symposium International; Tours Francia. 467 a 477.
- ✓ Juárez, L. A. 1984. Memorias curso: Producción caprina en México. Estructura productiva y perspectivas de modernización. Productividad Caprina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. México.
- ✓ Keating. 1999. Introducción a la lactología. 2ª. LIMUSA. México. 39 a 43.
- ✓ Lebbie, S. H. B. 2004. Goats under household conditions. Small Rumin. Res.; 51: 131 a 136.
- ✓ López, R. 1996. Historias de la agricultura y de la ganadería. Ed. Herrero. México. 154pp.
- ✓ Luquet, F.M. 1991. Leche y productos lácteos. Acribia. España. 343 a 359.
- ✓ Maree, H. P. 1978. Goat milk production and it use as a Hypo-allergenic infant food. Dairy Goat Journal. En: [http://goatconnection.com/articles/publish/article\\_152.shtml](http://goatconnection.com/articles/publish/article_152.shtml) .
- ✓ McDonald P., R.A. Edwards., J. F. D. Greenhalgh y Morgan C. A. 1999. Nutrición animal. 5a. Acribia. España. 576pp.
- ✓ Mellado, M. 1993. Producción de leche. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 403 a 413.
- ✓ Mir, Z., L. A. Goonewardene., E. Okine., Jaegar S y Scheer, H. D. 1999. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linoleic acid (CLA) and long chain fatty acid in goat milk. Small Rumin. Res.; 33:137 a 143.
- ✓ Morales, A. R., M. A. Galina., S. Jiménez., y Haenlein, G. F. W. 2000. Improvement of biosustainability of a goat feeding system with key supplementation. Small Rumin. Res.; 35: 97 a 105.

- ✓ Morand-Fehr, P. y Sauvant, D. 1990. Cap 14: Alimentación en los caprinos. 1990; En Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid; 253 a 274.
- ✓ Morand-Fehr, P., J. P. Boutonnet., C. Devendra., J. P. Dubeuf., W. G. F. Holst., P. Mowlem y Capote, J. 2004. Strategy for goat farming in the 21 st century. *Small Rumin. Res.*; 51: 175 a 183.
- ✓ Muñoz, C. M., S. J. A. Ledesma., R. F. Pérez-Gil., M. E. Mendoza y Castañeda L J. 2002. Los alimentos y sus nutrientes. Tablas de valor nutritivo de alimentos Edición Internacional. México D. F. Mc Graw Hill.
- ✓ O'Connor, D. L. 1994. Folate in goat milk products with reference to other vitamins and minerals: A review. *Small Rumin. Res.*; 14:143 a 149.
- ✓ Paape, M.J. y B. Poutrel. 2001. Milk Somatic Cells and Lactation in Small Ruminants. *J. Dairy. Sci.*; 84: E237 a E244.
- ✓ Park, W. Y., A. W. Mahoney y Hendricks, D. C. 1986. Bioavailability of iron in goat milk compared with cow milk fed to anemic rats. *Journal Dairy Science*; 69: 2608 a 2015.
- ✓ Park, W. Y. 1992. Comparison of buffering components in goat and cow milk. *Small Rumin. Res.*; 8: 75 a 81.
- ✓ Park, W. Y. 1994. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. *Small Rumin. Res.*; 14: 151 a 159.
- ✓ Park, Y.W. 1999. Cholesterol contents of U.S. and imported goat milk cheeses as quantified by different colorimetric methods. *Small Rum. Res.* (32) 77 a 82.
- ✓ Park, W. Y. 2000. Comparison of mineral and cholesterol composition of different commercial goat milk products manufactured in USA. *Small Rumin. Res.*; 37:115 a 124.
- ✓ Posati, O. L. y Orr, L. M. 1976. Composition of foods. Dairy and egg products, Raw-Processed-Prepared. United States Department of Agriculture-Agriculture Research Service, Consumer and Economics Inst., Agriculture Handbook, No. 8 a 1, Washington D.C.
- ✓ Puga, D. C. y Galina, M. A. 2003. Relación entre la calidad del queso de cabra y el sistema de alimentación. XIII Congreso Latinoamericano de Nutrición. Acapulco. México: 207 pp.
- ✓ Pulina, G. 2004. Dairy Sheep Nutrition. CABI Publishing. Estado Unidos de América. 129 a 145.

- ✓ Ramírez, R. G. 1996. Feed value of browse. Proc. VI Inter. Confe. on Goat Production; Beijing, China. 510 a 527.
- ✓ Ramírez, R. G. 1999. Feed resources and feeding techniques of small ruminants under extensive management conditions. Small Rumin. Res.; 34: 215 a 230.
- ✓ Ramírez, R. G., G. W. F. Haenlein y Núñez-González M. A. 2001. Seasonal variation of macro and trace mineral content in 14 browses species than grow in northeastern México. Small Rumin. Res.; 39: 153 a 159.
- ✓ Ramírez, R. G, G. F. W. Haenlein., G. C. García-Castillo y Núñez-González, M. A. 2004. Protein, lignin and mineral contents and *in situ* dry matter digestibility of native Mexican grasses consumed by range goats. Small Rumin. Res.; 52: 261 a 269.
- ✓ Rubino, R., P. Morand-Fher., C. Renieri., C. Peraza y Sarti, F. M. 1999. Typical products of the small ruminants sector and the factors affecting their quality. Small Rumin. Res.; 34: 289 a 302.
- ✓ Rubino, R. 2002. Producción de quesos artesanales en relación a la calidad de la leche. Simposio Internacional sobre Caprinocultura. Querétaro, México.
- ✓ Saini, A. L. y Gill, R. S. 1991. Goat milk: An attractive alternate. Indian Dairyman; 42: 562 a 564.
- ✓ SAS. Institute Inc. Statistical Analysis System. 1996. User's Guide: Statistics. Version 6.12. Edition. Cary, North Carolina. USA.
- ✓ Scholz. 1997. Elaboración de quesos de oveja y de cabra. Acribia. España. 1 a 29.
- ✓ Shimada. 2003. Nutrición animal. Trillas. México. 306 a 311.
- ✓ SIACON. 2003. SAGARPA. Dirección de integración de información estadística.
- ✓ Simos, E., L. P. Voutsinas y Pappas, C. P. 1991. Composition of milk of native Greek goats in the region of Metsovo. Small Rumin. Res.; 4: 47 a 60.
- ✓ Spreer, C. 1991. Lactología Industrial. 2a. Acribia. España. 7 a 43.
- ✓ Spreer, C. 1998. Milk and Dairy Product Technology. Marcel Dekker. United States of America. 11 a 58 pp.
- ✓ Swaisgood, H.E., 1985. Food Chemistry, 2a ed. (FENNEMA, O.R.) Marcel Dekker. EUA. 215pp.

- ✓ U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. USDA 1999. Nutrient Database for Standard Reference. Release 13. USA. En: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/SR13/reports/sr13page.htm> Food group 01 Dairy and Egg products NDB No.01159.
- ✓ Varnam. 1995. Leche y productos lácteos. Acribia. España. 7 a 27.
- ✓ Veisseyre, R. 1988. Lactología técnica. Acribia. España. 88.
- ✓ Voet, D. y Voet, J. G. 1992. Bioquímica. Barcelona (España): Ediciones Omega. 230pp.
- ✓ Walstra, P. 1999. Dairy Technology. Marcel Dekker. United States of America. 3 a 170.
- ✓ Wilkinson, J.M. 1987. Comercial Goat Production. BSP Professional Books. Inglaterra. 14 a 17 y 44 a 47.

## 9. ANEXO

Los siguientes cuadros son los resultados obtenidos mediante el uso de Fossomatic.

**Cuadro 19.** Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en pastoreo el mes de Febrero y sometidas a tratamiento de pasteurización.

Grasa	AG S	AG NS	Proteína	Lactosa	SnG	ST	CCS	Urea
%	%	%	%	%	%	%	x ml	g/l
4.33	2.04	2.29	3.67	4.41	8.71	13.02	2112	0.031
3.36	1.41	1.95	3.52	4.46	8.61	11.91	1577	0.029
3.29	1.48	1.81	3.64	4.55	8.76	11.96	1152	0.037
3.28	1.71	1.57	3.63	4.55	8.75	11.94	1137	0.036
3.30	1.72	1.58	3.64	4.54	8.76	11.97	1110	0.037
3.50	1.51	1.99	3.60	4.44	8.67	12.10	1923	0.031
3.50	1.72	1.78	3.61	4.45	8.68	12.08	1840	0.031
3.50	1.58	1.92	3.61	4.45	8.68	12.10	1883	0.032
3.37	1.62	1.75	3.56	4.43	8.61	11.89	1430	0.030
3.37	1.45	1.92	3.57	4.43	8.63	11.90	1438	0.030
<b>3.48</b>	<b>1.62</b>	<b>1.86</b>	<b>3.61</b>	<b>4.47</b>	<b>8.69</b>	<b>12.09</b>	<b>1560</b>	<b>0.032</b>

Nota:

AGS: Ácidos Grasos Saturados

AGNS: Ácidos Grasos No Saturados

SnG: Sólidos no Grasos

ST: Sólidos Totales

CCS: Conteo de Células Somáticas

**Cuadro 20.** Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en pastoreo el mes de Febrero, sin tratamiento de pasteurización.

Grasa	AG S	AG NS	Proteína	Lactosa	SnG	ST	CCS	Urea
%	%	%	%	%	%	%	x ml	g/l
3.39	1.66	1.73	3.68	4.31	8.62	11.97	2251	0.028
3.53	1.69	1.84	3.05	4.75	8.54	12.05	178	0.012
3.42	1.74	1.68	3.79	4.43	8.82	12.19	1996	0.031
3.19	1.66	1.53	3.62	4.49	8.67	11.81	1247	0.034
3.24	1.39	1.85	3.63	4.50	8.69	11.88	1315	0.033
3.42	1.74	1.68	3.54	4.45	8.62	11.99	2199	0.025
3.40	1.67	1.73	3.54	4.43	8.62	11.97	2188	0.025
3.39	1.53	1.86	3.55	4.43	8.62	11.95	2242	0.025
3.19	1.53	1.66	3.48	4.38	8.49	11.58	1547	0.029
3.20	1.51	1.69	3.47	4.38	8.48	11.60	1562	0.030
<b>3.34</b>	<b>1.61</b>	<b>1.73</b>	<b>3.54</b>	<b>4.46</b>	<b>8.62</b>	<b>11.90</b>	<b>1673</b>	<b>0.027</b>

Nota:

AGS: Ácidos Grasos Saturados

AGNS: Ácidos Grasos No Saturados

SnG: Sólidos no Grasos

ST: Sólidos Totales

CCS: Conteo de Células Somáticas



**Cuadro 21.** Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en estabulación el mes de Febrero y sometidas a tratamiento de pasteurización.

Grasa	AG S	AG NS	Proteína	Lactosa	SnG	ST	CCS	Urea
%	%	%	%	%	%	%	x ml	g/l
3.22	1.77	1.45	3.42	4.50	8.54	11.69	665	0.032
3.21	1.86	1.35	3.42	4.50	8.54	11.65	665	0.032
2.85	1.60	1.25	3.50	4.60	8.73	11.46	837	0.030
2.86	1.49	1.37	3.51	4.60	8.74	11.49	893	0.031
2.86	1.57	1.29	3.51	4.60	8.73	11.47	867	0.031
3.51	1.79	1.72	3.59	4.52	8.73	12.15	1787	0.032
3.47	2.05	1.42	3.59	4.52	8.73	12.10	1798	0.031
3.49	1.92	1.57	3.59	4.52	8.74	12.11	1848	0.031
3.17	1.84	1.33	3.35	4.31	8.34	11.38	1292	0.031
3.29	1.74	1.55	3.36	4.31	8.35	11.50	1430	0.031
<b>3.19</b>	<b>1.76</b>	<b>1.43</b>	<b>3.48</b>	<b>4.50</b>	<b>8.62</b>	<b>11.70</b>	<b>1208</b>	<b>0.031</b>

Nota:

AGS: Ácidos Grasos Saturados

AGNS: Ácidos Grasos No Saturados

SnG: Sólidos no Grasos

ST: Sólidos Totales

CCS: Conteo de Células Somáticas

**Cuadro 22.** Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en estabulación el mes de Febrero, sin tratamiento de pasteurización.

Grasa	AG S	AG NS	Proteína	Lactosa	SnG	ST	CCS	Urea
%	%	%	%	%	%	%	x ml	g/l
2.99	1.64	1.35	3.27	4.35	8.25	11.15	870	0.035
2.98	1.73	1.25	3.26	4.35	8.25	11.12	1140	0.040
2.82	1.58	1.24	3.13	4.22	8.02	10.75	1150	0.030
2.81	1.46	1.35	3.12	4.21	8.01	10.73	1140	0.034
2.87	1.58	1.29	3.13	4.21	8.02	10.79	780	0.031
3.18	1.62	1.56	3.34	4.41	8.41	11.50	930	0.031
3.18	1.88	1.30	3.34	4.41	8.40	11.47	330	0.032
3.19	1.75	1.44	3.33	4.40	8.39	11.48	950	0.033
2.96	1.72	1.24	3.33	4.48	8.45	11.30	911	0.029
2.97	1.57	1.40	3.34	4.48	8.46	11.33	1150	0.030
<b>3.00</b>	<b>1.65</b>	<b>1.34</b>	<b>3.26</b>	<b>4.35</b>	<b>8.27</b>	<b>11.16</b>	<b>935</b>	<b>0.032</b>

Nota:

AGS: Ácidos Grasos Saturados

AGNS: Ácidos Grasos No Saturados

SnG: Sólidos no Grasos

ST: Sólidos Totales

CCS: Conteo de Células Somáticas

**Cuadro 23.** Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en pastoreo el mes de Marzo y sometidas a tratamiento de pasteurización.

Grasa	AG S	AG NS	Proteína	Lactosa	SnG	ST	CCS	Urea
%	%	%	%	%	%	%	x ml	g/l
4.12	1.65	2.47	3.61	4.42	8.71	12.30	1175	0.035
3.98	1.45	2.53	3.42	4.52	8.61	11.10	450	0.029
3.79	1.55	2.24	3.56	4.61	8.76	12.11	1114	0.037
3.68	1.61	2.97	3.73	4.44	8.75	11.90	850	0.036
3.70	1.70	2.00	3.64	4.56	8.76	11.90	980	0.036
3.60	1.61	1.99	3.55	4.48	8.67	12.20	1211	0.035
3.60	1.68	1.92	3.58	4.44	8.68	12.80	1450	0.031
3.90	1.65	2.25	3.67	4.46	8.68	12.10	350	0.032
3.85	1.72	2.13	3.56	4.50	8.61	11.90	1560	0.030
3.93	1.54	2.39	3.75	4.43	8.63	12.00	720	0.030
<b>3.82</b>	<b>1.62</b>	<b>2.29</b>	<b>3.61</b>	<b>4.49</b>	<b>8.69</b>	<b>12.03</b>	<b>986</b>	<b>0.033</b>

Nota:

AGS: Ácidos Grasos Saturados

AGNS: Ácidos Grasos No Saturados

SnG: Sólidos no Grasos

ST: Sólidos Totales

CCS: Conteo de Células Somáticas

**Cuadro 24.** Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en pastoreo el mes de Marzo, sin tratamiento de pasteurización.

Grasa	AG S	AG NS	Proteína	Lactosa	SnG	ST	CCS	Urea
%	%	%	%	%	%	%	x ml	g/l
3.59	1.66	1.93	3.56	4.21	8.63	11.97	1700	0.036
3.63	1.69	1.94	3.12	4.65	8.48	12.05	178	0.036
3.75	1.74	2.01	3.69	4.53	8.82	12.19	750	0.035
3.68	1.66	2.02	3.61	4.52	8.67	11.81	1247	0.034
3.72	1.39	2.33	3.66	4.55	8.59	12.10	1250	0.032
3.92	1.74	2.18	3.52	4.40	8.62	11.99	1200	0.025
3.82	1.67	2.15	3.55	4.42	8.63	11.97	560	0.030
3.91	1.53	2.38	3.57	4.43	8.65	11.95	850	0.028
3.88	1.53	2.35	3.52	4.48	8.49	12.10	910	0.029
3.85	1.51	2.34	3.44	4.42	8.49	11.60	860	0.030
<b>3.78</b>	<b>1.61</b>	<b>2.16</b>	<b>3.52</b>	<b>4.46</b>	<b>8.61</b>	<b>11.97</b>	<b>951</b>	<b>0.032</b>

Nota:

AGS: Ácidos Grasos Saturados

AGNS: Ácidos Grasos No Saturados

SnG: Sólidos no Grasos

ST: Sólidos Totales

CCS: Conteo de Células Somáticas

**Cuadro 25.** Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en estabulación el mes de Marzo y sometidas a tratamiento de pasteurización.

Grasa	AG S	AG NS	Proteína	Lactosa	SnG	ST	CCS	Urea
%	%	%	%	%	%	%	x ml	g/l
3.12	1.77	1.35	3.30	4.55	8.58	11.70	1116	0.035
3.12	1.86	1.26	3.28	4.60	8.60	11.68	1120	0.032
2.92	1.60	1.30	3.18	4.55	8.70	11.55	850	0.030
2.85	1.68	1.17	3.55	4.52	8.90	11.51	1120	0.032
2.82	1.75	1.07	3.45	4.50	8.73	11.40	866	0.031
3.21	1.79	1.42	3.49	4.62	8.73	11.90	1812	0.032
3.44	2.05	1.39	3.59	4.55	8.73	11.70	1798	0.033
3.55	1.92	1.63	3.61	4.35	8.84	11.90	1848	0.032
3.27	1.91	1.36	3.45	4.31	8.40	11.75	1292	0.032
3.19	1.98	1.21	3.40	4.40	8.32	12.00	1430	0.032
<b>3.15</b>	<b>1.83</b>	<b>1.32</b>	<b>3.43</b>	<b>4.50</b>	<b>8.65</b>	<b>11.71</b>	<b>1325</b>	<b>0.032</b>

Nota:

AGS: Ácidos Grasos Saturados

AGNS: Ácidos Grasos No Saturados

SnG: Sólidos no Grasos

ST: Sólidos Totales

CCS: Conteo de Células Somáticas

**Cuadro 26.** Resultados de la leche obtenida de cabras alimentadas en estabulación el mes de Marzo, sin tratamiento de pasteurización.

Grasa	AG S	AG NS	Proteína	Lactosa	SnG	ST	CCS	Urea
%	%	%	%	%	%	%	x ml	g/l
2.89	1.74	1.15	3.21	4.36	8.26	11.14	1150	0.032
2.78	1.73	1.05	3.32	4.38	8.34	11.18	750	0.032
2.82	1.62	1.20	3.15	4.42	8.12	11.12	1140	0.032
2.83	1.56	1.27	3.22	4.25	8.15	10.78	870	0.030
2.72	1.58	1.14	3.15	4.31	8.18	10.79	814	0.031
3.11	1.65	1.46	3.24	4.40	8.45	11.45	750	0.028
3.05	1.98	1.07	3.34	4.41	8.38	11.48	1150	0.030
3.11	1.88	1.23	3.33	4.45	8.39	11.53	450	0.029
2.85	1.82	1.03	3.33	4.35	8.44	11.54	1150	0.028
2.82	1.77	1.05	3.36	4.39	8.45	11.17	465	0.028
<b>2.90</b>	<b>1.73</b>	<b>1.17</b>	<b>3.27</b>	<b>4.37</b>	<b>8.32</b>	<b>11.22</b>	<b>869</b>	<b>0.030</b>

Nota:

AGS: Ácidos Grasos Saturados

AGNS: Ácidos Grasos No Saturados

SnG: Sólidos no Grasos

ST: Sólidos Totales

CCS: Conteo de Células Somáticas