



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**CONTENIDO DE CELULAS SOMATICAS EN LA
LECHE DE CABRA Y SU EFECTO SOBRE EL
RENDIMIENTO Y LAS CARACTERISTICAS
ORGANOLEPTICAS DEL QUESO SAINT MAURE**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA:

ANA LAURA RODRIGUEZ MALDONADO

ASESOR: Dr. MIGUEL ANGEL PEREZ RAZO



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U.N.A.M.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 26 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis:

Contenido de células somáticas en la leche de cabra y su efecto
sobre el rendimiento y las características organolépticas del
queso Saint Maure.

que presenta la pasante: Ana Laura Rodríguez Maldonado
con número de cuenta 09512317-4 para obtener el título de :
Médica Veterinaria Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 26 de mayo de 2009.

PRESIDENTE	<u>M.A. Jorge López Pérez</u>	
VOCAL	<u>Dr. Miguel Angel Pérez Razo</u>	
SECRETARIO	<u>M.C. Patricia Mora Medina</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>M.V.Z. Patricia Gómez de la Cruz</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>M.C. Cecilia Chávez Rivera</u>	

INDICE

RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	3
2.1. Panorama Nacional de la producción de leche caprina	3
2.2. Importancia de las características bioquímicas de la leche de cabra en la elaboración de queso	5
2.3. Conteo de células somáticas en la leche de cabra	6
2.3.1. Métodos de conteo	7
2.3.1.1 Prueba de Wisconsin.....	8
2.4. Factores que influyen en el conteo de células somáticas	8
2.4.1. Partículas citoplasmáticas	8
2.4.2. Periodo de lactancia	9
2.4.3. Estrés.....	10
2.4.4. Ordeño.....	10
2.4.4.1. Frecuencia y número de ordeños.....	10
2.4.4.2. Métodos de ordeño.....	11
2.4.5. Edad.....	12
2.4.6. Inflamación del tejido mamario: mastitis	12
2.5. Influencia del Conteo de células somáticas sobre las características bioquímicas de la leche.	14
2.5.1. Lactosa.....	16
2.5.2. Materia grasa.....	16
2.5.3. Materia proteica.....	17
2.5.4. Minerales.....	17
2.6. Efecto del Conteo de células somáticas en los quesos a nivel tecnológico	18
2.6.1. Rendimiento.....	18
2.6.2. Características organolépticas.....	19
III. OBJETIVOS.....	21
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
4.1. Obtención de las muestras.....	22
4.2. Elaboración del queso tipo Saint Maure.....	22
4.3. Análisis fisicoquímicos.....	24
4.4. Análisis organoléptico.....	24
V. RESULTADOS.....	25
5.1. Características fisicoquímicas y rendimiento.....	25
5.2. Características organolépticas de los quesos al describir en la cata.....	25
VI. DISCUSIÓN	29

VII. CONCLUSIONES.....	34
VIII. LITERATURA CITADA.....	35
IX. ANEXO.....	40

I. RESUMEN

Las células somáticas en la leche de cabra representan un indicador del estado sanitario y de la calidad higiénica, se sabe que la leche obtenida de ubres sanas con altos Conteos de Células Somáticas (CCS) presentan una alteración en su composición bioquímica, sugiriéndose que tales modificaciones podrían tener consecuencias sobre la capacidad de la leche para ser transformada en queso y también, sobre las características sensoriales del mismo. Por lo que el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de dicho conteo en la leche sobre su contenido de grasa y acidez, así como su relación con el rendimiento y algunas características organolépticas del queso tipo Saint Maure.

Se evaluó el CCS en muestras de leche de cabra de la raza Alpina sin presencia de mastitis, corroborada mediante la prueba de Wisconsin y de acuerdo con estos resultados se generaron dos grupos: grupo A para la leche que presentó altos CCS y grupo B para la leche con bajos CCS; La leche de ambos grupos se utilizó como materia prima para la transformación o elaboración de queso tipo Saint Maure. Analizándose el CCS de ambos grupos así como el efecto sobre el contenido de grasa, acidez de la leche, rendimiento quesero y algunas características organolépticas del mismo.

El rendimiento y la grasa fueron afectadas por el nivel de células somáticas en la leche ($P < 0.01$). Para el rendimiento en los quesos procesados con bajo contenido de células somáticas fue 128.31 ± 2.09 comparado con el del queso elaborado con alto CCS de 119.11 ± 2.36 . Así mismo, el porcentaje de grasa presentó 3.53 ± 0.03 y 3.78 ± 0.04 en las leche con alto y bajo CCS, respectivamente. Así mismo tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas en la acidez expresada en grados Dornic como se puede apreciar en los valores medios registrados de: ($P > 0.05$) con 18.5 ± 0.39 para la leche con alto contenido de células somáticas y de 18.3 ± 0.44 para la leche con bajo contenido de células somáticas. Para algunas características organolépticas, los quesos elaborados a partir de leche con bajo contenido en células somáticas fueron mejor evaluados por los catadores.

I. INTRODUCCION

Desde hace algunos años en el ganado bovino, el Conteo de Células Somáticas (CCS), se ha considerado como un indicador de estado inflamatorio de la glándula mamaria y de la secreción anormal de la leche, éste último aspecto se ha visto correlacionado con la composición de la misma y la condición sanitaria de la ubre (Paape y Capuco, 1997; Philpot y Nickerson, 2000). Con base en esta primera información el CCS en las cabras se ha tratado también de utilizar como indicador del estado sanitario de su ubre, sin embargo, la información que se tiene en esta especie es todavía escasa en comparación con la de ganado bovino (De Cremoux y Poutrel 1994). Algunos estudios han confirmado que la leche de cabra de forma normal contiene más células somáticas en relación con otras especies, sin necesidad de tener mastitis y que factores como son el período de lactancia, la edad, las prácticas de manejo, el tipo de ordeña y el estrés entre otros factores logran influir en este conteo (Le Guillou, 1995; Haenlein, 2002).

La Unión Europea ha fijado el límite de 400,000 cel/ml en EE. UU., 750 000 cel/ml para la leche de vaca (Luengo et al., 1999; Philpot y Nickerson, 2000) estándares que no pueden ser aplicados para la leche de cabra, debido a algunas diferencias fisiológicas que existen entre las dos especies. En EE. UU. el límite utilizado para el CCS en la leche caprina se ha fijado en 1, 000,000 cel/ml (Hinckley, 1990; Droke et al., 1993) mientras que en la Unión Europea, utiliza el límite de hasta 1, 500,000 cel/ml (Luengo et al., 1999; Slusser, citado por Haenlein, 2002). Esta diferencia entre los límites de EEUU y la Unión Europea hace suponer que no existe un límite claramente definido que se puede aplicar a nivel internacional para las cabras y que pueda predecir a su vez la calidad de la leche.

Diversos estudios realizados en ganado bovino indican una disminución en las tasas de materias grasas, caseínas, lactosa, calcio y fósforo así como un aumento en las tasas de proteínas solubles, sodio, cloro y una alteración de la membrana de los glóbulos grasos favoreciendo la lipólisis, repercutiendo en la producción quesera, debido a la alteración de la capacidad de filtración de la glándula mamaria en caso de infecciones que conducen a una movilización incrementada de elementos de origen sanguíneo (Barbano et al., 1991; Klei et al., 1998; Morgan, 1999; Albenzio et al., 2004).

En el caso particular de la leche caprina, no existe un número adecuado de CCS que determine la calidad sanitaria, sin embargo puede presentarse una respuesta similar a la que sucede en las vacas, ya que se menciona que el incremento en CCS, produce igualmente modificaciones en su composición bioquímica como una disminución en las tasas de lactosa y caseína así como una elevación significativa en la concentración de proteínas no coagulables (proteínas solubles), sodio y cloruros. Estas alteraciones podrían tener consecuencia sobre las capacidades de la leche para ser transformada en quesos y también, sobre las características sensoriales de los productos terminados (Morgan y Gaspard, 1999). Por lo que determinar si una alta concentración de células somáticas en la leche, sin presencia de mastitis, influyen en el contenido de grasa y acidez así como en el rendimiento y algunas características organolépticas del queso tipo Saint Maure es el objetivo del presente estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Panorama Nacional de la producción de leche caprina

La importancia de las cabras a nivel mundial es fundamentada por su aportación de carne y de leche para la alimentación de la humanidad (Borazoglu y Morand, 2001) aspectos que han contribuido para que la población caprina se haya incrementado en los últimos años en cerca de un 55 % (FAO, 2006). Se estima que la producción de leche de cabra a nivel mundial es cercana a los 12 millones de toneladas, de la cual una gran parte es usada para consumo directo (Haenlein, 2004). En Europa, la leche es usada principalmente para su transformación a queso, utilización que cada vez va más en aumento. Este nuevo interés podría ser explicado por las propiedades sensoriales de los productos lácteos de leche de cabra que se caracterizan por el específico sabor a la cabra. Sin embargo, este sabor puede ser indeseable en la leche para consumo directo, pero para la producción de queso, su presencia puede ser muy solicitada (Morgan y Gaborit, 2001).

En México, se estima que existe una población caprina alrededor de 9 millones 500 mil cabezas ocupando el primer lugar en América Latina en caprinocultura (SAGARPA, 2004). De esta población el 87% se ubica en el área rural, en las regiones áridas y semiárida. Los estados de principal importancia por la cantidad de caprinos son: Oaxaca, Coahuila, San Luis Potosí, Puebla y Nuevo León, que en conjunto contribuyen con el 47.3% del inventario nacional. Sumados en diez estados se contabilizan las tres cuartas partes de la población caprina. Con respecto a la producción de leche de esta especie fue superior en el 2004 en un tres por ciento. Cálculos aproximados indican que en el país se ordeñan parcialmente 1 millón cien mil cabras, produciendo 160,961 litros de leche para ese año. Los principales estados productores son Coahuila y Durango (Región de La Laguna), junto con Guanajuato, Chihuahua y Jalisco ya que aportan aproximadamente el 75% de la producción nacional de leche de cabra, como se puede observar en el cuadro 1 (Gurría, 2004; SAGARPA, 2004).

Por otro lado el queso de cabra se ha elaborado en forma artesanal en el Bajío desde los años 70s, esta actividad ha ido incrementando en México, por ejemplo para el año 2000 la producción de queso artesanal e industrial fue de 2,261 toneladas de queso y para el año 2002 de 2,726 (Galina, 2005). La tecnología de elaboración de los quesos de pasta láctica fue adaptada en México a los procesos de elaboración de Francia muestra de ello es el queso Saint Maure de pasta blanda de coagulación mixta (ácido-enzimática) eminentemente láctica; este queso es originario de la región de Poitou y Touraine el queso en forma de pequeño tronco se caracteriza por la presencia de un palo atravesado longitudinalmente, posee una corteza blanca y aterciopelada que se endurece y se vuelve azul con la maduración. La pasta es firme pero puede untarse y posee un sabor pleno "a cabra" que se intensifica con la maduración (Ridgway, 2000)

Cuadro 1. Producción de leche de caprino (miles de litros)

ESTADOS	2000	2001	2002	2003	2004
Aguascalientes	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
Baja California	345	342	306	433	505
Baja California Sur	3,337	2,089	1,965	2,365	2,534
Campeche	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
Coahuila	42,782	52,120	58,435	51,071	52,185
Colima	1	1	1	1	1
Chiapas	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Chihuahua	4,600	4,580	4,601	10,002	9,794
Distrito Federal	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
Durango	24,264	29,507	28,372	38,605	39,897
Guanajuato	23,732	23,066	23,336	22,254	23,466
Guerrero	3,545	N.S.	N.S.	NS	
Hidalgo	586	459	366	247	212
Jalisco	6,323	5,198	5,760	5,647	6,208
México	N.S.	N.S.	N.S.	NS	
Michoacán	3,589	3,599	3,640	3,664	3,522
Morelos	N.S.	N.S.	N.S.	NS	
Nayarit	96	42	75	NS	2
Nuevo León	5,452	5,697	6,848	4,709	4,716
Oaxaca	N.S.	N.S.	N.S.	NS	
Puebla	1,244	1,257	1,272	1,284	1,489
Querétaro	956	738	620	804	621
Quintana Roo	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
San Luis Potosí	3,269	3,264	3,277	3,209	3,447
Sinaloa	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
Sonora	485	491	837	967	974
Tabasco	N.S.	N.S.	N.S.		
Tamaulipas	202	251	273	250	140
Tlaxcala	1,166	1,442	334	366	1,600
Veracruz	835	1,227	1,235	1,186	4,755
Yucatán	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
Zacatecas	4,368	4,503	4,714	4,777	4,893
Total	131,177	139,873	146,467	151,841	160,961

N.S. = VOLUMEN NO SIGNIFICATIVO

FUENTE: SERVICIO DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP, 2004), CON INFORMACIÓN DE LAS DELEGACIONES DE LA SAGARPA

2.2. Importancia de las características bioquímicas de la leche de cabra en la elaboración del queso

La leche de cabra es casi de color blanco, carece de carotenos, posee glóbulos grasos de tamaño pequeño y presenta un sabor muy característico.

El contenido de proteínas y materias grasas constituye lo que es llamado tradicionalmente la materia seca útil de leche y que corresponde a la materia quesera de la leche, conformando el 80 % del queso.

- Proteína:

La proteína está constituida por una serie de unidades fundamentales, llamados aminoácidos. Muchos de estos aminoácidos se unen para formar péptidos y luego proteínas, las cuales a su vez, constituyen los componentes principales de la materia nitrogenada. La leche de cabra contiene, en total, de 0.5 a 0.6 % pequeñas fracciones de lactoalbúmina, lactoglobulinas (nitrógeno no proteico) estas se encuentran solubles en el lactosuero y no intervienen en la coagulación. Mayoritariamente encontramos a las caseínas alfa S1, alfa S2, beta y gama caseína (nitrógeno proteico), que constituyen más del 80% y tienen un papel activo durante la transformación del queso ya que ellas coagulan para formar una red proteica, una trama, que encerrará los otros constituyentes y en particular las materias grasas; también el contenido en caseína se sabe que condiciona el comportamiento de la leche durante la coagulación e influye en el rendimiento y textura de la pasta del queso así como en su sabor y aroma debido a la lipólisis que sufren en especial los quesos maduros. Por lo tanto la capacidad de la leche para ser transformada en queso es fuertemente influenciada por la tasa de materia proteica. (Jaubert, 1997; Wolfgang, 1997; Chamorro y Losada, 2002)

- Grasa

La grasa se encuentra en la leche en forma de diminutos glóbulos rodeados por una fina envoltura proteica, del 98 al 99% de los lípidos de la leche de cabra son triglicéridos y el 0.9% son mono y diglicéridos y contiene más ácidos grasos volátiles insolubles que la leche de vaca, los glóbulos grasos son pequeños, tienen un diámetro menor a tres micras, por lo tanto es mejor la dispersión de los mismos y más homogénea la mezcla de la grasa en la fase líquida de la leche aunque vuelve más dificultoso el proceso de descremado problemática para algunos procesos industriales.

Abundan en ella los ácidos capríco, láurico, mirístico, palmítico, y es más pobre en ácidos esteárico y oleico (Arbiza y De Lucas, 2001). Así mismo la materia grasa contribuye directamente en el rendimiento quesero además condiciona la textura de la pasta, la mejor distribución de la caseína, las características físicas y organolépticas que determinan el tipo de queso. Los ácidos grasos influyen en el olor y gusto de la leche por lo tanto del queso, por ejemplo el ácido capríco muy influyente en olor y gusto del queso, la leche de cabra lo tiene en mayor contenido (Chamorro y Losada, 2002). Observaciones realizadas recientemente muestran que existe una correlación negativa entre la tasa grasa y la lipólisis así como entre la tasa de grasa y el sabor a cabra en la leche (Jaubert, 1997).

-Lactosa:

La lactosa o azúcar de la leche constituye alrededor de 4.5% de la materia seca de la leche y es considerado el nutriente necesario para las bacterias acidolácticas. Estos microorganismos al multiplicarse y bajo la acción de sus enzimas llevan a cabo un suceso importante de fermentación, transformando la lactosa en ácido láctico, ácido propiónico y otros componentes que dan al queso su gusto, olor y consistencia (Wolfgang, 1997; Chamorro y Losada, 2002).

-Minerales:

Los minerales presentes en la leche, representan una fracción menor (1%, 5-8 g por litro), en donde se han detectado elementos como calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio y cloro, y elementos vestigiales como hierro, cobre, molibdeno, cinc, manganeso, yodo y flúor. Para la fabricación de queso resulta de particular importancia el contenido de calcio, y fósforo que es necesario para la coagulación de la leche con el cuajo y la estabilidad de la leche al calentarse (Wolfgang, 1997).

Resultados similares a lo ya descrito, lo reportan Masle y Morgan (2001) quienes mencionan también que las leches ricas en minerales constituyen medios más favorables para la actividad de bacterias lácticas.

- Vitaminas

La leche de cabra contiene vitaminas pero hasta la fecha no se ha reportado influencia en el contenido de vitaminas sobre la aptitud de la leche para fabricar el queso (Arbiza y De Lucas, 2000; Chamorro y Losada, 2002).

-Acidez:

El grado de acidez en la leche para la elaboración de queso indica que cuánto mayor sea ésta lograda mediante la adición de bacterias ácido lácticas, con mayor rapidez se lleva a cabo el proceso de coagulación y espesamiento de la leche, siendo mejor el desuerado (Wolfgang, 1997)

2.3. Conteo de células somáticas en la leche de cabra.

La leche contiene elementos celulares llamadas también células somáticas, son células del organismo que llegan a la ubre provenientes de la circulación sanguínea y de diferentes epitelios del tejido mamario en caso de infección y ahí tienen dos funciones principalmente en la ubre, la de combatir a los microorganismos infectantes mediante fagocitosis e intervenir en la reparación del tejido secretor que ha sido dañado por alguna infección o lesión. Este conteo varía de acuerdo con el tipo de infección de la ubre y del estado fisiológico pero generalmente los glóbulos blancos (polimorfonucleares, linfocitos, monocitos) constituyen el 98-99 % de las células somáticas y el 1% de células secretoras de la leche proveniente del tejido mamario (células epiteliales). El CCS se mide en miles de células por mililitro de leche, constituye un indicador para evaluar el estado de salud de la glándula en relación con factores infecciosos y como un índice de calidad de la leche de vaca. (Dulin y Paape, 1983; De Crémoux y Poutrel, 1994; Paape y

Capuco, 1997; Philpot y Nickerson, 2000). Por lo que en la leche de cabra se han hecho algunos estudios intentando encontrar esta relación.

Generalmente en las cabras se ha mencionado que bajo condiciones no infecciosas, su leche posee un mayor número de CCS. En ausencia de infección intramamaria, se ha observado que los neutrófilos polimorfonucleares predominan en un 50-70 % en los CCS, mientras en las vacas los neutrófilos se encuentran entre un 5-20% (Paape y Capuco, 1997). Al parecer esta diferencia entre las dos especies se atribuye a que la migración de leucocitos en la leche de cabra sea más rápida que la migración en la leche de vaca lo cual puede contribuir a una cuenta normal más alta de células somáticas (Haenlein, 2002), por ejemplo, mientras que los CCS en la leche a granel permitidos para la leche de vaca van de 400,000cél/ml, en leche de cabra el límite legal contempla de 1,000,000 cél/ml en Estados Unidos a 1,500,000 cél/ml para la Directiva Europea, teniendo como media geométrica para la lactación completa 845, 000 cél/ml. Sin embargo, las elevaciones podrían ser penalizadas durante el primer y el último mes de lactación debido a las elevaciones fisiológicas temporales de CCS que se producen en la leche de la cabra (Luengo et al., 1999). Dulin y Paape, (1983) observaron conteos que alcanzaron desde 750,000 a 5.4 millones de células por mililitro en condiciones saludables de la glándula incluyendo probablemente una gran cantidad de partículas citoplasmáticas. En vacas estos conteos serían considerados indicativos de condiciones mastíticas (Wilson et al., 1993 citado por Zeng y Escobar, 1995).

2.3.1. Métodos de conteo.

Pocos informes se han ocupado del estudio de los métodos utilizados para el conteo de las células en la leche normal y mastítica de la cabra (Pettersen, 1981). Los métodos que se utilizan para la estimación de Células somáticas son los empleados en vacas tales como: Contadores de partículas como Coulter y Fossomatic, Prueba de California para mastitis, Prueba de Wisconsin y Tinción Microscópica directa. Aunque Paape y Capuco (1997), mencionan que algunos de estos métodos son inadecuados para la leche de cabra debido a las diferencias fisiológicas como serían el tipo de secreción de las glándulas entre las dos especies que conducen a observar mayor cantidad de partículas citoplasmáticas en la leche de cabra, y que a pesar de que estas partículas no contienen DNA, tienen el tamaño de una célula somática y por lo tanto pueden ser contadas equivocadamente como células somáticas cuando se utilizan los métodos de cuenta de partícula.

Métodos específicos para el ácido desoxirribonucleico, la tinción verde de pironina g- metil (PYMG) y la cuenta microscópica de la célula pueden diferenciar las células somáticas de las partículas citoplasmáticas, dando estimaciones más confiables de CCS en leche de cabra (Paape y Capuco, 1997; Haenlein, 2002). Sin embargo los contadores fusomáticos pueden arrojar resultados más fiables y precisos al ser calibrados con estándares de leche de cabra. Así mismo, León y Sánchez, (2003) mencionan la factibilidad de usar la prueba de Wisconsin al encontrar una relación entre la lectura de dicha prueba y el CCS medido por Fossomatic, además de ser una prueba económica.

En el cuadro 2. Se pueden observar algunos métodos para estimar CCS, apreciándose un conteo más exacto de células somáticas en la leche de cabra cuando se emplea un método DNA específico (Dulin y Paape, 1983).

Cuadro 2. Comparación de métodos para estimar CCS en leche de 24 medios de cabras

Método de Conteo Celular	Células x 10(5) / ml leche
DMSSCC-DNA tinción específica	3.03b
Contador celular Fossomatic	3.40b
Contador celular Coulter	6.44c
DMSCC- tinción no específica	7.92c
Error estándar	1.13

Fuente: Dulin y Paape (1983)

2.3.1.1. Prueba de Wisconsin

Esta prueba constituye una prueba objetiva y lo suficientemente sensitiva y económica como para considerarse en un programa para el diagnóstico rutinario de la mastitis subclínica en ganado bovino, que también se ha utilizado para la especie caprina; esta prueba está basada en el fundamento para la prueba de mastitis California ya que utiliza el mismo reactivo, un detergente que reacciona con el material nuclear de las células somáticas formando un gel, por lo que ésta prueba no proporciona un resultado numérico, sino más bien una indicación de si el recuento es elevado o bajo. (Edmonson y Blowey, 1999; Philpot y Nickerson 2000).

2.4. Factores que influyen en el conteo de células somáticas

2.4.1. Partículas citoplasmáticas

Las partículas citoplasmáticas son un producto del proceso secretor de la leche normal de la cabra y de la vaca, son similares al tamaño de los leucocitos (5-30) micrómetros; contienen proteínas, lípidos, micelas de caseína que son liberadas principalmente de la porción apical del epitelio mamario durante la secreción de la leche. A diferencia de las vacas estas partículas citoplasmáticas se encuentran en mayor número en las cabras dado por el tipo de secreción apócrina de ubres; también pueden ser aunque en menor número nucleadas. Aunque la presencia en la leche de partículas citoplasmáticas no indica una condición patológica, pueden contarse equivocadamente como células somáticas con el empleo de métodos convencionales; por otro lado existen diversos factores que influyen en la cantidad de partículas citoplasmáticas, como el tipo de secreción, otro factor estudiado ha sido la producción de leche, debido a

que se ha encontrado que hay una mayor concentración de partículas en los animales de primera lactancia a diferencia de los de lactancias posteriores. No se ha corroborado que la infección influya en este aspecto (Dulin y Paape, 1983; Park y Humphrey, 1986; Pappé y Capuco, 1997).

2.4.2. Periodo de lactancia

Se ha observado que el aumento en el CCS hacia el principio o final de la lactancia ocurre en vacas como un fenómeno fisiológico, que es independiente de cualquier infección (Dulin y Paape, 1983; Haenlein, 2002). Esto es debido al efecto de concentración de la leche que se da en estos dos periodos y que hace que la cantidad normal de las células somáticas se concentre (Philpot y Nickerson, 2000).

Jaubert et al. (1996) observó en su estudio la influencia que existe entre el periodo de lactancia sobre el CCS en la leche de cabra. Al principio de la lactación 63.9% de los conteos dieron cifras inferiores a 10^6 células/ml, durante el segundo semestre 75.5% de los conteos fueron superiores a 10^6 células/ml. También se observaron conteos celulares $< 5 \times 10^5$ células/ml a principios de la lactación y 10^6 células/ml a finales, otro grupo de leches también estudiadas presentaron elevaciones $> 5 \times 10^5$ células/ml y a 10^6 células/ml a principios de la lactación.

Similar a lo ya descrito lo muestra otro estudio realizado a cabras libres de infección, donde se observaron numeraciones superiores a 700 000 células/ml a partir del 2º mes y de 1,500 000 células/ml a partir del séptimo mes de lactación. La elevación global media de CCS en el curso de lactación fue de 300, 000 células/ml en el primer mes a 1,000, 000 células/ml en el 10º mes (Baudry et al., 1993). El aumento progresivo de los conteos en los diferentes grupos de ubres sanas podría explicarse por un fenómeno fisiológico general, debido a la variación simultánea de número de células polimorfonucleares, células epiteliales y de linfocitos así mismo, al nivel de producción de leche que es inversamente proporcional al CCS notablemente al final de la lactación (correlación más elevada al segundo semestre) que conlleva a un fenómeno de concentración celular. Mientras que las diferencias de los niveles entre los grupos estudiados podrían estar relacionadas con factores externos zootécnicos y sobre todo sanitarios (Jaubert et al., 1996).

Park y Humphrey (1986) encontraron en su trabajo que el CCS para el inicio de la lactancia fue de 1.404×10^5 y 6.14×10^5 células/ml a mitad de la lactancia. Similar a lo ya descrito lo muestra Jaubert (1995) en su investigación, en el cual permitió comparar con dos grupos de leche de cabra la evolución celular mensual en el curso de lactación. Un grupo con elevadas conteos celulares y en el segundo con bajos conteos celulares. Figura 1.

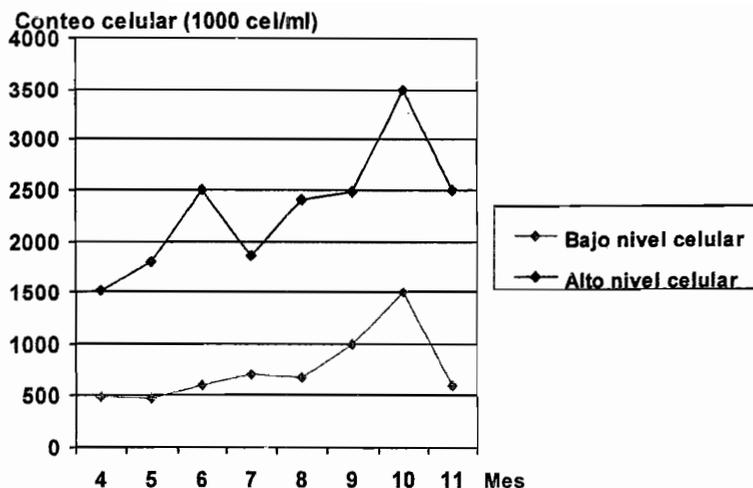


Figura 1. Evolución mensual de conteos celulares en leche de cabra. Fuente: Jaubert (1995)

2.4.3. Estrés

Según Edmonson y Blowey (1999) en vacas cualquier acontecimiento que produzca situaciones de estrés como el estro, la enfermedad o manejo pueden influir en el conteo celular. Además de aumentar el número de leucocitos en la sangre, con frecuencia existe una disminución de la producción de la leche que causa un efecto adicional de concentración. En cabras se ha reportado que la tensión alimentaria como la alta alimentación con granos, acidosis y la vacunación aumenta el CCS (Lerondell et al., 1992; Haenlein, 2002).

2.4.4. Ordeño

La ordeña puede favorecer la infección de la ubre y por lo tanto la presencia de mastitis, al igual que los distintos sistemas y métodos de ordeño que influyen en la producción lechera, debido a la relación de estos con el estado sanitario de las ubres de los animales.

2.4.4.1. Frecuencia y número de ordeños

El número de ordeños influye en el CCS, ya que se sabe que existe un aumento cuando se realiza un ordeño al día, debido a que la presión excesiva en el interior del pezón acorta el conducto del pezón y al hacerlo aumenta más la sensibilidad a los organismos de la mastitis que invaden la ubre (Edmonson y

Blowey, 1999), en el mismo sentido se ha observado que el lavado de la ubre realizado dos veces al día puede aumentar los problemas sanitarios, ya que disminuye la resistencia de la piel a las agresiones microbianas. Por otro lado, la mayor frecuencia de ordeños repercute en un menor CCS, debido a que con el ordeño se elimina a través de la leche los neutrófilos comprometidos que son sustituidos por neutrófilos sanos, respuesta que es más notoria cuando se presenta una infección (Paape y Capuco, 1997).

2.4.4.2. Método de ordeño

En relación al efecto del método de ordeño existen contradicciones en cuanto a su influencia en el CCS por ejemplo en un estudio realizado en España en 152 lactaciones en cabras (92 ordeñadas a mano y 60 a máquina) se encontró un CCS menor en los animales ordeñados a máquina que con los ordeñados a mano (1.2×10 y 2.1×10 cél/ml), respectivamente. Por otro lado, en el mismo estudio pero con otro grupo de leches mostraron valores más elevados rebaños ordeñados a máquina 1.7×10 cél/ ml. (UPADP, 2004). Similar lo reportó Haenlein (2002), al encontrar un nivel más alto de células somáticas utilizando el método de ordeño a máquina, como se puede apreciar en las figuras 2 y 3.

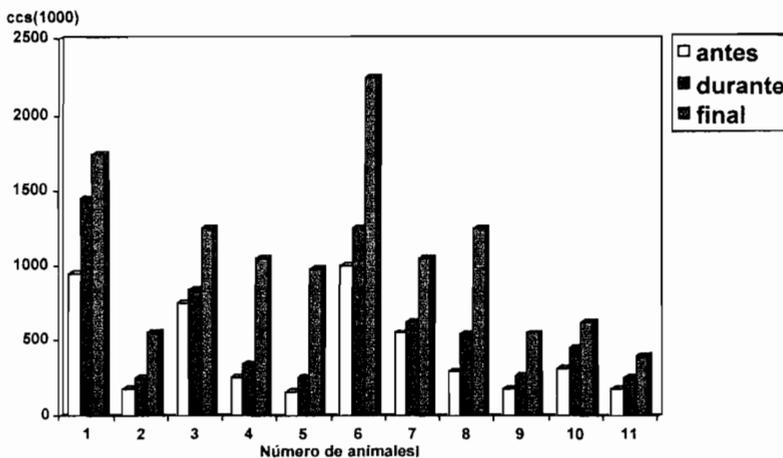


Figura 2. CCS promedio en leche de 11 cabras Alpina en lactación antes, durante y después del ordeño a mano por 6 días (Haenlein, 2002).

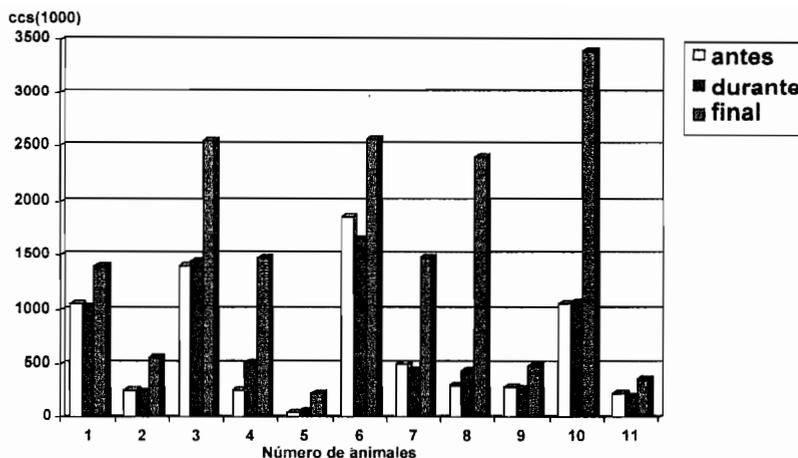


Figura 3. CCS en leche de 11 cabras Alpina en lactación antes, durante y después del ordeño a máquina por 6 días (Haenlein, 2002).

2.4.5. Edad

En vacas viejas normalmente se observa un alto CCS, debido a que la exposición a los microorganismos relacionados con mastitis es más prolongada, además de la ineficiencia del sistema inmunológico en comparación con vacas jóvenes (Philpot y Nickerson, 2000). Lo observado por Baudry et al. (1993), en cabras es similar, ya que las cabras más viejas presentaron CCS significativamente superiores en comparación con la de las jóvenes, 450,000 cél/ml para las de primer lactancia y 840,000 cél/ml para las cabras de 5ª lactancia explicado este fenómeno debido a lesiones mamarias en caso de infecciones subclínicas en las cabras más viejas.

2.4.6. Inflamación del tejido mamario: mastitis

En las cabras, cuando un agente infeccioso va a colonizar la glándula en primer lugar atraviesa una muralla que es más resistente, más fina que la de la vaca, esto permite decir que la cabra es poco sensible a los gérmenes de la leche, sin embargo al ser atravesada dicha barrera inicia un proceso biológico general complejo no específico que se traduce por reacciones vasculo sanguíneas que se expresa por una congestión, edema, diapedesis de leucocitos y reacciones celulares locales caracterizadas por infiltraciones intersticiales de células mononucleares (Perrin y Baudry, 1993).

Con el agotamiento de los neutrófilos que inicialmente son la primer línea de defensa inmunológica contra las bacterias, aumenta la susceptibilidad a la infección, ocasionando una inflamación en la ubre llamada mastitis clínica o subclínica; trastornos que son frecuentes en las granjas lecheras; estas infecciones de la ubre son las que originan un aumento fuerte en la concentración de células somáticas debido a que los neutrófilos dirigen su migración hacia los mensajeros químicos producidos por el organismo dando como resultado la acumulación de neutrófilos en la leche, además de que en las cabras es más rápida la migración de neutrófilos, por lo tanto el conteo es más elevado que en vacas. Por otro lado, se menciona que la mastitis está asociada a gérmenes patógenos; sin embargo, también puede ser ocasionada por causas mecánicas (Baudry et al., 1993; Le Guillou, 1995; Coulon et al., 2005).

La severidad de las infecciones depende de las especies bacterianas y de la capacidad de defensa del hospedero (Zeng y Escobar, 1995; Kalantzopoulos, 1996; Paape y Capuco, 1997).

Numerosos autores mencionan que dos de las especies bacterianas que causan elevaciones celulares significativas son los *Staphylococcus aureus*, considerado como patógeno mayor, y *Staphylococcus coagulasa negativo*. La primera bacteria causa elevaciones o conteos más altos de células somáticas. Predomina en mastitis clínicas y subclínicas, baja la producción de leche, provoca mastitis gangrenosa por la producción de toxinas necrosantes, además de toxinas peligrosas para el hombre mientras que *Staphylococcus coagulasa negativo*, es considerado de principal prevalencia y para algunos, es el patógeno aislado más importante y frecuente en la cabra causante de mastitis subclínicas que persiste más durante la lactación que durante el periodo seco y puede provocar inflamaciones graves (Dulin et al., 1982; Lerondelle y Poutrel, 1984; Manser, 1986; Kalogridou y Vassiliadou, 1991; Lerondelle et al., 1992; De Cremoux, 1995; Le Guillou, 1995; Haenlein, 2002; Caignaud, 2005). Por lo tanto, existe una correlación significativa entre el estado infeccioso y el contenido de células en la leche como se logra apreciar en el cuadro 3.

De Cremoux (1995) menciona que se puede establecer con ayuda de 2 parámetros el estado de las ubres en 2 categorías, la primera de 750, 000 cél/ml permite separar las cabras sanas de las infectadas por *Staphylococcus coagulasa negativo* cuando al menos dos de sus conteos celulares superen esa cifra y la segunda categoría de 1 750,000 cél/ml a las cabras infectadas por patógenos mayores cuando al menos tres de sus conteos pasen de este número.

En el cuadro 3 se pueden observar los resultados que arrojaron 3 estudios en cabras, para conocer la intensidad de reacción inflamatoria y estimar el contenido celular en función del patógeno presente en la ubre, donde se aprecia que *Staphylococcus aureus* influye fuertemente en el conteo celular de la leche en comparación con *Staphylococcus coagulasa negativo*.

Cuadro 3. Relación entre cuentas celulares individuales y estado de las ubres en cabras

Estado de la ubre	Ubres sanas	<i>Staphylococcus coagulasa</i> negativo	<i>Staphylococcus aureus</i>	Fuente
Cél/ml	1 554 000	1 780 000	6 777 0000	Lerondelle y Poutrel (1984)
Cél/ml	493 000	1 078 000	2 731 000	De Cremoux (1995)
Cél/ml	520 000	1 040 000	7 890 000	Haenlein (2002)

Además de los gémenes de mayor importancia, antes descritos existen otros que han sido aislados en los rebaños de cabras también causantes de mastitis como son:

Staphylococcus coagulasa positivo clínicamente considerado uno los principales patógenos (Morgan y Gaspar, 1999); los *Staphylococcus epidermidis*, *caprae*, *lentus* y *xylosis*, encontrados frecuentemente pero que presentan bajo poder patógeno e inducen una reacción inflamatoria moderada (Perrin y Baudry, 1993). Otros agentes como *Streptococcus dysgalactiae*, *Strep. pyogenes*, *Strep. Intermedius*, *Arcanobacter pyogenes*, *Bacillus coagulans* y *B. licheniformis* también han sido aislados (Kalogridou y Vassiliadou, 1991).

Los micoplasmas también ocupan un lugar no muy despreciable en la etiología de mastitis especies asociadas como: *M. agalactiae*, *M. capricolum* y *M. micoides* tienen una incidencia clínica variable. Causan cronicidad e individuos asintomáticos (Perrin y Baudry, 1993; De Cremoux, 1995).

Agentes virales como el virus de la artritis encefalitis caprina (CAEV) que posee un tropismo hacia la glándula mamaria provocan mastitis subagudas y crónicas caracterizadas por la infiltración intersticial del tejido periglandular por células mononucleares; su incidencia sobre la elevación de cuentas celulares perezce moderada (De Cremoux, 1995; Le Guillou, 1995).

2.5. Influencia del CCS sobre las características bioquímicas de la leche

Las mastitis y los altos conteos de células somáticas originan modificaciones importantes en la composición química de la leche de vaca; algunos autores observan una disminución en las tasas de caseínas, lactosa, calcio y fósforo así como un aumento en las tasas de proteínas solubles, sodio, cloro y una alteración de la membrana de los glóbulos grasos favoreciendo la lipólisis (Barbano et al., 1991; Klei et al., 1998; Albenzio et al., 2004). De igual manera se ha reportado que en cabras la relación entre los niveles celulares y el estado infeccioso del animal influyen sobre las características bioquímicas de la leche, principalmente al provocar una disminución de la síntesis de elementos tales como lactosa, lípidos y caseínas (ITPLC, 1998; Morgan, 1999; Cainaud, 2005).

Estas variaciones pueden explicarse por una alteración de la capacidad de filtración de la ubre en caso de infecciones lo que conduce a una movilización masiva de los elementos de origen sanguíneo hacia la leche (Jaubert, 1995; Coulon et al., 2005).

Resultados físicos de leche obtenida a nivel de tanque en ovejas con alto CCS (> 1,000,000 cél/ml) contra (<500,000 cél/ml) mostraron que un aumento de CCS es acompañado por un aumento de pH (P < 0.01), y una disminución de acidez titulable P< 0.05 (Baudry et al.,1996; Pellegrini et al., 1996). En leche de cabra no se reportan modificaciones significativas, sin embargo el cuadro 4 se observa un aumento ligero de pH en la leche con conteos celulares elevados.

Cuadro 4. Promedios de algunas características de la leche de cabra y su relación con CCS (valores en negrita: diferencias significativas. p< 0.05).

Características		CCS bajo	CCS alto
Bioquímicas		N=22	N=16
Ph	UpH	6.62	6.65
Extracto seco total	g/kg	117.4	117.4
Materia grasa	g/l	32.9	33.7
Lactosa	g/l	45.5	44.6
Cenizas	g/l	8.1	8.3
Sodio	Mg/l	351	538
Cloruros	g/l	2.89	3.16
Materia nitrogenada total	g/kg	34.1	36.2
Proteínas totales	g/kg	32.3	34.4
Caseínas	g/kg	25.7	26.1
Proteínas solubles	g/kg	6.5	8.2
IgG	g/l	0.29	0.51
Nitrógeno no proteico	g/kg	1.8	1.7
Urea	Mg/l	616	573
Índice de lipólisis	gAQ/100g MG	0.22	0.20
Actividad fosfatásica	Ua	713	2724

Fuente: Morgan y Gaspard, 1999

Cuadro 5. Influencia del conteo de células somáticas elevadas sobre las características bioquímicas de la leche de cabra.

Características bioquímicas	
-Ph	→(↓)
-Materias proteicas	↑
-Materias grasas	→
-Caseínas	→(↓)
-Proteínas solubles	↑
-IgG	↑
-Lactosa	→(↓)
-Cloruros	↑
-Sodio	↑
-Actividad enzimática (fosfatasa, Lipasa, Proteólisis)	↑

Fuente : Morgan, 1999

↑ Aumento

→Se mantiene

→ (↓)Se mantiene aunque ligeramente tiende a disminuir

2.5.1. Lactosa

Entre los componentes mayores de la leche de vaca, la lactosa es la más afectada en una infección mamaria. En caso de mastitis, la presión osmótica de la leche es mantenida por el paso de elementos minerales que provienen del suero sanguíneo, cloro y sodio que notablemente llegan a oponerse a la baja en la lactosa (Kalantzopoulos, 1996).

Se han reportado resultados similares en leche de ovejas, en donde leches con bajo CCS muestran mayor contenido de lactosa en comparación con las leches con bajo CCS, siendo estos resultados: 50.2% g/kg y 46.3% g/kg respectivamente (Pirisi et al., 1996). Sin embargo esta diferencia en lactosa y su relación con el CCS no se ha observado en leche de cabra; como se puede apreciar en el cuadro 5 (Morgan y Gaspard, 1999).

2.5.2. Materia grasa

En la leche de vaca la influencia de la mastitis sobre el contenido de materia grasa no es clara, pero disminuye notablemente en proporciones relativamente bajas cuando los niveles celulares son muy elevados

Randy et al., (1998) y Morgan y Gaspard, (1999) mencionan que en estudios con leche de cabra no se ha observado algún efecto significativo entre la cantidad de materia grasa y el conteo celular, también

mostrados en los cuadros 4 y 5. Sin embargo Park (1991) y Cainaud (2005) encontraron una correlación negativa entre grasa y conteo celular (- 5.3%) de grasa en leche con cuentas arriba de 3 200,000 cél/ml en relación con cabras inferiores a 200 000 cél/ml).

2.5.3. Materia proteica

En leche de vaca un aumento de células somáticas determina una modificación en la composición química aumentando así la actividad proteolítica y enzimática de la leche en caso de infección (Barbano et al., 1991; Jaubert, 1995; Pirisi et al., 1996). Las fracciones en proteínas totales son importantes después de que las cuentas celulares pasan de 1.000×10^3 cel/ml, ocasionando una disminución en la tasa de caseínas (Kalantzopoulos, 1996).

Paradójicamente en el caso de la leche de cabras y ovejas algunos autores han demostrado que la leche ricas en células somáticas poseen un contenido promedio en materia proteica superior a las leches con CCS débiles principalmente debido al incremento en el contenido de proteínas solubles (+0.15 g/l) y elementos minerales como sodio y cloro (Baudry et al., 1996). Morgan y Gaspard, (1999), observaron algo similar, ya que su estudio arrojó resultados de leche de cabra con alto y bajo CCS: 8.2 g/Kg y 6.5 g/Kg de proteínas solubles respectivamente. También lo señalan Pirisi et al., (1996) en sus resultados con leche de ovejas observando un aumento de las fracciones de nitrógeno no caseínico o soluble contra nitrógeno total NCN/NT (+ 14.1% $P < 0.01$) para el grupo con altos CCS, aunque inversamente el índice de caseínas disminuye significativamente. Algunos autores explican estos resultados ya que para compensar la baja fracción caseínica ocurre un aumento de fracciones protéicas solubles y minerales, en respuesta a la alteración de la capacidad de filtración de la ubre (Perrin y Baudry, 1993; ITPLC, 1998; Morgan, 1999). Cuadro 4 y 5.

2.5.4. Minerales

La composición mineral (sodio y cloro) de la leche tiende a aumentar en caso de un alto CCS presente en la leche cuyos orígenes son diversos: suero sanguíneo, células epiteliales deterioradas, leucocitos y en algunos casos bacterias patógenas de las ubres (Kalantzopoulos, 1996). Manser (1986), menciona que en muestras de leche de cabras sin presencia de infección, la concentración de sodio era de 14.7mmol/Litro, no obstante las muestras infectadas por *Stafilococcus coagulasa* positivo presentaron una concentración de 23.2mmol/Litro de leche, lo que evidencia el aumento de este mineral en caso de un CCS elevado. Cuadro 4 y 5.

En ovejas se observó que el contenido de calcio soluble es más bajo para las leches con CCS mayor a 500×10^3 cel/ml, un resultado de 0.29g/kg para el grupo con alto CCS y 0.41 g/kg para el grupo con bajo CCS ($P < 0.05$) con un nivel de fósforo total más alto (1.28 y 1.18, $P < 0.05$), respectivamente (Pellegrini et al., 1996; Pirisi et al., 1996).

2.6. Efecto del Contenido de células somáticas en los quesos a nivel tecnológico

Para los productos lácteos la calidad de la materia prima juega un papel muy importante ya que con una leche de buena calidad se obtienen productos de buena categoría (Kalantzopoulos, 1996), siendo ésta un medio muy nutritivo para el crecimiento de los microorganismos, principalmente para las bacterias en la que es inevitable que se multipliquen. Al menos en la vaca, la mastitis o infección mamaria perturba el funcionamiento de la glándula y por consecuencia la composición de la leche y productos lácteos como el queso ya que se originan cambios como el incremento de enzimas que causan daño al producto, sabores anormales, merma en el rendimiento, calidad inferior, detrimento del valor comercial y como consecuencia una importante pérdida económica (Kalantzopoulos, 1996; Politis y Ng-Kwai-Hang, 1988; Philpot y Nickerson, 2000).

Además de lo ya descrito, en los quesos elaborados a partir de leche de vaca con alto contenido de células somáticas se han observado alteraciones en la acidez, coagulación, fermentación y firmeza del coágulo, también en la expulsión del lactosuero, generalmente la producción global de ácido láctico se ve reducida, el tiempo de coagulación aumenta, la firmeza del coágulo se debilita, las tasas de agua en los quesos aumenta al igual que el proceso de proteólisis y el cuajo presenta más humedad (Pirisi et al., 1996; Kalantzopoulos, 1996; Coulon et al., 2005).

A nivel tecnológico, los resultados obtenidos en la investigación de Jaubert (1995) no pone en evidencia modificaciones significativas del comportamiento en la leche de cabra con altos CCS a la coagulación, sólo la velocidad de acidificación varió: las leches resultado de fuertes elevaciones celulares presentaron las fases de latencia más cortas con una acidificación que inicia más rápidamente; esto se puede explicar por la presencia, en estas leches, de factores de crecimiento en cantidad más importante.

Otro estudio demuestra que los quesos frescos fabricados a partir de leche de cabras con CCS elevados tuvieron una humedad de queso desgrasado inferior y una actividad proteolítica (valorada por la relación nitrógeno soluble sobre un nitrógeno total NCT/ NT) superior; los tiempos de coagulación, similar a lo reportado en otras especies, fueron más rápidos para las leches con CCS bajos. Sin embargo, contradictorio a lo mencionado en vacas, la cantidad de ácido láctico producido por las bacterias fue similar en las muestras de leches con altos y bajos conteos de células somáticas. Estos resultados atribuyen a las células somáticas una actividad marcada en los quesos frescos (Morgan, 1999)

2.6.1 Rendimiento

En vacas, Barbrano et al. (1991) han documentado que un alto CCS ocasiona disminución en el rendimiento de queso y está relacionado con la grasa y las pérdidas de proteína en el suero. Una adición de 10 % de las leches con mastitis subclínicas en la leche de tanque provoca una caída de rendimiento. La caída es más importante en el caso de leche proveniente de vacas con mastitis clínicas.

En el caso de las cabras el rendimiento quesero, aunque está principalmente influenciado por los contenidos de materia grasa y proteica y, dentro de la fracción proteica, están principalmente las caseínas-

proteínas coagulables, los resultados obtenidos por Morgan y Gaspard, (1999) muestran que únicamente el contenido en proteínas solubles – no coagulables- está influenciado por los CCS, y la relación CCS/rendimiento quesero no parece ser significativa, expresándolo en los cuadros 6 y 7.

Cuadro 6. Influencia de contenido de células somáticas sobre el rendimiento del queso

	Leche CCS bajos (n=22)	Leche CCS elevados (n=16)
CCS (X 1000cell / ml)	155 ± 90	3200 ± 950
Rendimiento de queso %	15.0 ± 2.0	14.4 ± 2.0

Fuente: Morgan, (1999)

Cuadro 7. Influencia de contenido de células somáticas sobre el rendimiento y acidez del queso de cabra láctico tipo bûchette.

Tecnológicas			
Rendimiento quesero	%	14.9	14.4
	°D	45.7	42.2

Fuente: Morgan y Gaspard (1999)

2.6.2 Características organolépticas

La calidad sensorial de los quesos depende de un gran número de factores debido a la tecnología empleada en su fabricación y a las características químicas y microbiológicas de la materia prima (Coulon et al., 2005).

Los resultados en leche de vacas reportan que los CCS elevados son generalmente responsables de defectos en la textura y en el sabor indeseable de los quesos según el tipo, debido a la lipólisis (Munro et al., 1984). Auld et al. (1996) mencionan también una correlación positiva en los CCS elevados sobre las características de oxidación, rancidez y sabor amargo de los quesos debido a una actividad proteolítica.

En la cabra el estudio de Jaubert, (1996) sugiere que el sabor característico a cabra en la leche está correlacionado con el CCS; en las leches de cabra provenientes de 40 rebaños en Francia, en tres grupos homogéneos y con diferencias significativas en materia de intensidad de sabor a cabra, los resultados mostraron que las leches que presentaban sabor a cabra más pronunciado se caracterizaron por un contenido en materia grasa bajo, un conteo celular y un nivel de lipólisis más alto en relación con la leche que presentaba un sabor a cabra poco pronunciado, como se puede apreciar en el cuadro 8. Por lo tanto, las diferencias del sabor a cabra en la leche se expresan en los quesos frescos tipo Crottin en comparación con los quesos maduros que presentaron niveles de lipólisis más elevados (Jaubert et al., 1996).

Cuadro 8. Características medias de los quesos tipo bûchette según los CCS de las leches utilizadas (valores en negrita: diferencias significativas – p <0.05-)

Características	Quesos frescos		Quesos maduros		
	CCS	CCS	CSS	CSS	
	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	
	N=22	N= 16	N=22	N= 16	
Bioquímicas					
PH	upH	4.28	4.27	6.20	6.13
Humedad de queso	%	73.3	71.7	70.1	68.7
desgrasado					
Indice de lipólisis	G AQ/100g MG	0.52	0.58	11.3	10.6
Proteólisis	%	7.4	9.8	40.2	40.0
(NCT/NT°)					
Organolépticas					
Intensidad global del	Cuenta/10	5.8	5.8	7.0	6.9
sabor					
Intensidad	sabor Cuenta/10	3.3	3.4	4.5	4.6
cabra					
Defectos de sabor	Numero/5	1.1	0.8	0.6	0.6

Fuente: Morgan y Gaspard (1999)

Numerosos autores no evidencian algún efecto significativo del nivel CCS sobre las características sensoriales de los quesos. Aunque se han observado diferencias proteolíticas, han sido débiles para ser percibidas por los catadores. En cambio los parámetros tecnológicos como la refrigeración, homogenización y fermentos utilizados para la maduración de los quesos (bacterias lácticas, levaduras y mohos) tuvieron un efecto superior al de los CCS de las leches sobre el desarrollo de defectos en las características organolépticas, por ejemplo defectos en el sabor (rancio y a jabón) en los quesos. Entonces las condiciones en la fabricación y maduración de los quesos permiten minimizar el papel de las células somáticas en los defectos sensoriales de los quesos (Jaubert et al., 1996; ITPLC, 1998; Morgan y Gaspard, 1999; Morgan, 1999; Morgan, 2001; Morgan y Gaborit, 2001). Sin embargo, la relación existente entre conteos celulares, infecciones mamarias y contaminación bacteriana siempre es importante (Morgan, 1999). Por su parte, Morgan (2001) menciona que para los quesos frescos el control de lipólisis en la leche de cabra es necesario antes de su fabricación para evitar la aparición de defectos en el sabor y en tanto que para los quesos maduros el control en la selección de una flora adaptada permite obtener productos de una buena tipicidad aromática y exentos de defectos organolépticos.

III. OBJETIVOS

Evaluar el efecto de la cantidad de células somáticas en la leche de cabra sobre el rendimiento del queso tipo Saint Maure.

Evaluar el efecto de la cantidad de células somáticas en la leche de cabra sobre las características organolépticas del queso tipo Saint Maure.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Obtención de las muestras

Para el estudio se utilizó leche de cabras de la raza Alpina, ordeñadas una vez al día, que se encontraban bajo condiciones de estabulación; su alimentación consistió en heno de alfalfa, silo y un concentrado con 17 % de proteína. Las cabras utilizadas en este estudio eran animales entre 3 y 4 años de edad coincidiendo con el número de lactancia. El rebaño está situado en el Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Después de lavar, secar y despuntar las ubres, se obtuvieron muestras de leche de manera separada de cada uno de los medios de la ubre, una vez por semana y durante 8 semanas para evaluar inmediatamente en cuanto a su contenido de células somáticas por medio de la prueba de Wisconsin y clasificadas sus leches en dos grupos:

Prueba de Wisconsin:

Con 50ml de leche proveniente de cada uno de los medios de las cabras en ordeña, apartados en vasos desechables, se efectuó la prueba de acuerdo al siguiente procedimiento:

- 1.- Adición de 3ml de leche en los tubos especiales para dicha prueba y 3 ml de reactivo por debajo de la superficie de la leche, posteriormente se taparon los tubos mezclando el contenido durante 15 segundos; dejándolos reposar otros 15 seg.
- 2.- Se invirtieron los tubos en posición vertical para permitir que fluyera la mezcla por el orificio de la tapa durante 15 segundos, transcurrido este tiempo, se regresaron los tubos a la posición normal.
- 3.- La medición se realizó considerando el contenido sobrante de los tubos, interpretando los resultados en centímetros.

4.2 Elaboración del queso tipo Saint Maure

Con base en los resultados obtenidos en la prueba de Wisconsin se formaron dos grupos:

Grupo A: Leches con alto CCS (de 4 o más cm en la prueba de Wisconsin)

Grupo B: Leches con bajo CCS (menos de 3 cm en la prueba de Wisconsin)

A partir de la leche de cada grupo se elaboró semanalmente durante ocho semanas un queso blando Francés tipo “Saint Maure” de acuerdo al diagrama de fabricación presentado en la Figura 4.

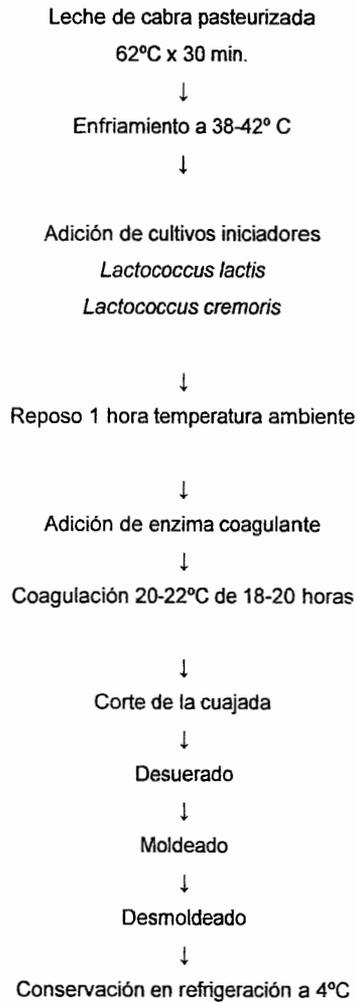


Figura 4: Diagrama de elaboración del queso pasta blanda tipo Saint Maure de coagulación mixta

4.3 Análisis fisicoquímicos

En la leche obtenida de ambos grupos; cada semana y durante las ocho semanas que duró este estudio se realizaron las siguientes pruebas fisicoquímicas:

1.- Determinación de grasa mediante el método de Gerber

2.- Acidez Real. Se determinó mediante la neutralización del ácido láctico de leche a la adición de hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína.

3.- Rendimiento en el queso. Esta prueba se realizó utilizando la fórmula siguiente.

Rendimiento= gramos de queso/ml de leche utilizada.

4.- Análisis estadístico

El análisis estadístico de las tres variables se realizó mediante el procedimiento General Lineal Model (GLM) del paquete estadístico SAS, (SAS, 1996)

4.4 Análisis organoléptico

1.-Para los quesos elaborados a partir de las leches con alto y bajo CCS se evaluaron algunas características organolépticas(fase visual, táctil y olfato gustativas), con un jurado integrado por 6 personas donde a cada miembro se le proporcionó una muestra de queso de cada grupo para evaluar las características organolépticas y determinar el grado de diferenciación de ambos grupos; mediante una ficha de escala estructurada con valores del 0 al 15 , expresando tal evaluación con una marca trazada sobre dicha escala. Donde el punto 15 representa que la característica es elevada y el 0 que la característica es débil. Anexo

2.-Análisis estadístico

El análisis estadístico de cada una de las variables organolépticas se realizó mediante el procedimiento considerado la prueba T para muestras apareadas del paquete estadístico SAS, 1996.

V. RESULTADOS

5.1. Características fisicoquímicas y rendimiento

Como se puede observar en el cuadro 9 de las características fisicoquímicas que se evaluaron, únicamente el porcentaje de grasa y el rendimiento tuvieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$). La diferencia porcentual en el rendimiento fue 7% mayor para los quesos elaborados a partir de las leches con bajo conteo de células somáticas que para los de alto contenido. De manera similar en relación con la grasa de la leche se observó una diferencia de 6% más alta para las muestras con bajo CCS. En la acidez de la leche de cada grupo no se observó diferencia estadística significativa ($P > 0.05$).

Cuadro 9. Características fisicoquímicas de la leche y rendimiento del queso elaborado con leche que presentaba alto y bajo conteo de células somáticas.

Característica	Leche con bajo contenido de células somáticas	Leche con alto contenido de células somáticas
Rendimiento g/ml	128.31 ± 2.09a	119.11 ± 2.36b
Grasa (%)	3.78 ± 0.04a	3.53 ± 0.03b
Acidez (° D)	18.5 ± 0.39	18.3 ± 0.44

a b Literales diferentes en el mismo renglón indican diferencia estadística significativa ($P < 0.05$)

5.2. Características organolépticas de los quesos al describir en la cata

En relación con las características mecánicas de textura presentadas en el cuadro 10, se puede percibir que los quesos elaborados a partir de leche con bajo CCS presentaron mejor puntuación que el queso elaborado con leche con alto CCS; de manera similar los quesos con bajo CCS presentaron mejor puntuación en las características de apariencia exterior, olfatogustativas, de superficie y de textura geométricas así como de calidad en general. Como se puede observar en los cuadros 11, 12, 13, 14 y 15 respectivamente, con la única excepción en las características olfatogustativas del sabor a cabra y salado.

Cuadro 10. Medias de las diferencias de la evaluación en características mecánicas de textura en relación con sí los quesos provenían de leches con alto CCS o bajo CCS.

Variable	Media	Probabilidad
Firmeza	4.844	0.0001
Cohesión	4.878	0.0001
Viscosidad	1.440	0.0030
Adherencia	1.425	0.0054

Cuadro 11. Medias de las diferencias de la evaluación de las características de apariencia exterior en relación con si los quesos provenían de leches con alto CCS o bajo CCS

Variable	Media	Probabilidad
Intensidad de color	5.957	0.0001
Brillo superficial	3.926	0.0001
Superficie granular	1.730	0.0034
Separación de aceite	1.016	0.0501

Cuadro 12. Medias de las diferencias de la evaluación de las características olfato gustativas en relación con si los quesos provenían de leches con alto CCS o bajo CCS

Variable	Media	Probabilidad
Láctico	4.312	0.0001
Cabra	0.895	0.1185
Dulce	1.519	0.0053
Salado	0.587	0.9541
Amargo	1.227	0.0079
Acido	4.261	0.0001
Astringente	2.194	0.0002

Cuadro 13. Medias de las diferencias de la evaluación de las características de textura en la superficie exterior en relación con si los quesos provenían de leches con alto CCS o bajo CCS.

Variable	Media	Probabilidad
Húmedad	3.385	0.0001
Aceitoso	0.746	0.0087
Grasiento	1.074	0.0286
Seboso	0.665	0.0261
Granulosidad	1.739	0.0009
Uniformidad	5.273	0.0001

Cuadro 14. Medias de las diferencias de la evaluación de las características de textura geométricas en relación con si los quesos provenían de leches con alto CCS o bajo CCS.

Variable	Media	Probabilidad
Granulosidad	1.436	0.00091

Cuadro 15. Medias de las diferencias de la evaluación de la calidad en general en relación con si los quesos provenían de leches con alto CCS o bajo CCS Calidad en General

Variable	Media	Probabilidad
Evaluación	5.251	0.0001

VI. DISCUSION

El control de las tasas de células somáticas permite la consecución de un doble objetivo, por una parte el aspecto sanitario del rebaño y por otra parte la revisión de las aptitudes queseras de la leche (Pellegrini et al., 1996) por lo que es indispensable que se generen estándares oficiales para la leche caprina, tomando en cuenta para la estandarización todos aquellos factores que pueden influir en el conteo celular como la etapa de lactancia la cual según Haenlein (2002) podría servir para establecer los estándares de CCS para los controles de calidad de la leche en el mercado.

Barbano et al. (1991), Klei et al. (1998), Albenzio et al. (2004) y (Raynal-Ljutovac et al. (2007) mencionan que el rendimiento del queso es mayor cuando se elabora a partir de leches con bajo conteo celular y este efecto probablemente sea atribuido a cambios en la composición de la leche principalmente en su contenido proteico y probablemente a una mayor pérdida de proteína en el suero durante la elaboración del queso a partir de leches con altos CCS

Pirisi et al. (2000) encontraron que el rango de recuperación de proteína fue significativamente mas bajo para la leche con altos conteos de células somáticas; por el contrario, la leche con menos conteos de células somáticas fue mas eficiente para la producción de queso ya que a partir de ella se pudo recuperar 4% más proteína en el queso.

Una disminución en la concentración de proteínas (caseína) en vacas con mastitis, no concuerda en el caso de leche de ovejas y cabras. Algunos autores no observaron una disminución significativa de caseína asociado con un aumento de células somáticas (Pirisi et al., 1996; Pellegrini et al., 1997; Albenzio, 2004) a excepción de Leitner et al. (2004) que si observaron una disminución en el contenido de caseína en leche con altos CCS. Por otro lado, Bianchi et al., (2004) y Pasquini et al. (1996), mencionan una correlación positiva entre un elevado CCS y el aumento de proteínas en la leche; Morgan y Gaspard (1999) argumentan que únicamente el contenido de proteínas solubles, es decir proteínas no coagulables, son afectadas por los altos CCS por lo tanto no existe algún efecto significativo entre CCS sobre el rendimiento del queso: (14.9% para los quesos elaborados a partir de leche con CCS < 700000 cél/ml y 14.4% para los quesos elaborados a partir de leche con conteos arriba de 1800000 cél/ml)

Los resultados del presente estudio, muestran una disminución en el rendimiento del queso, pudiendo deberse a que este tipo de quesos frescos lácticos presentan un nivel bajo de humedad cuando son elaborados a partir de leche con altos conteos de células somáticas (Morgan y Gaspard, 1999). Aunque podrían complementarse estos resultados con pruebas de laboratorio (centrifugación) para comprobar lo obtenido por Leitner et al. (2004) quienes obtuvieron que el queso elaborado a partir de leche con altos conteos de células somáticas presentó menor rendimiento, expresado en materia seca.

La modificación de pH y acidez titulable relacionada con un aumento de células somáticas no fue evidente en este estudio ($P > 0.05$). Esta respuesta al parecer se relaciona con el hecho de que el pH en la leche de cabra es menos afectado por los conteos celulares Jaubert (1996). También Morgan y Gaspard (1999) no encontraron diferencias en las características de acidificación en la leche con conteos mayores a 1.8×10^6 cél/ml con un pH de 4.27 comparado con leche que presentó menor conteo celular (0.7×10^6 cél/ml) y con 4.28 de pH.

El mayor porcentaje de grasa fue observado en la leche que presentó bajo CCS, similar a lo reportado en otros trabajos con leche de cabra. (Park, 1991; Canidaud, 2005) expresan una correlación parcialmente negativa (-5.3%) de grasa en leches con conteos arriba de 3200000 cel/ml en relación con la leche que presentó conteos inferiores 2000000 cél/ml. De modo similar Pisoni et al. (2004) citado por Raynal-Ljutovac et al. (2007) observaron una proporción de grasa mas baja en leche de cabra con conteos de 4.65 millones cél /ml, comparada con leches que presentaron 1.03 millones cél/ml. Los estudios de Morgan y Gaspard (1999) así como los de Baudry et al. (1997) también concuerdan con los resultados del presente estudio ya que ellos refieren una disminución no significativa en la proporción de grasa para la leche de cabra con altos CCS. Pisoni et al. (2004) citado por Raynal-Ljutovac et al. (2007), mostró un decremento en la concentración de grasa sólo en la leche de cabras infectadas con *S. aureus* que presentaron conteos de 4.65 millones de células por mililitro, comparado con las leches de cabras no infectadas con conteos de 1.03 millones de células por mililitro.

En relación con el efecto del CCS sobre algunas características organolépticas observadas en el presente estudio tales como características mecánicas de textura, de apariencia externa, de superficie y olfatosgustativas (a excepción de sabor a cabra y salado) se encontraron diferencias en contra de los quesos elaborados con leche que presentó elevados conteos celulares. Lo que podría explicarse debido a que las células somáticas pueden ser mas activas en los quesos frescos y por lo tanto el nivel de proteólisis es superior para estos quesos (Morgan y Gaspard, 1999) concordando también con otros estudios realizados en ovejas en los que se muestra que los quesos fabricados a partir de leche con altos CCS presentaron un mayor nivel de ácido tricloroacético, nitrógeno y ácido butírico, que confirieron características desfavorables a estos quesos. Sin embargo, tendrían que confirmarse estos eventos mediante estudios complementarios. Albenzio et al. (2004), coinciden en que los quesos elaborados con leche que presentaron altos CCS disminuyeron en sus características organolépticas.

A diferencia de lo anterior, existen otros trabajos en los que se menciona que en los quesos de cabras el CCS no influye sobre las características organolépticas: Morgan y Gaspard (1999) por ejemplo, establecen en su estudio que no hay efecto significativo de leche con un alto CCS sobre las características de sabor, intensidad de sabor a cabra y defectos en el sabor (rancio, lipolisado, metálico- oxidado, picante, acido y amargo), en el queso de cabra de coagulación ácida. Zeng y Escobar (1996) tampoco observaron

diferencias organolépticas significativas en quesos blandos americanos al comparar 3 clases de leche a granel con CCS < 650000; 650000-1,000000 cél/ml y 1, 000,000 – 2.07 millones cél/ml, ya que ellos adjudican a la tecnología empleada como la utilización de fermentos (bacterias, levaduras, mohos), acidificación y maduración como la principal responsable de defectos en las características organolépticas, en comparación con la que pudieran aportar los CCS. Sin embargo en ésta investigación como se describió anteriormente, tuvieron mejor puntuación en la mayoría de las características medidas los quesos elaborados a partir de leche con bajo CCS en comparación con los obtenidos de leche con alto CCS utilizando el mismo método en su elaboración, a excepción de las características olfato gustativas como sabor a cabra y salado, en las que no se observaron diferencias significativas en ambos grupos respectivamente, tal vez las diferencias pudieron ser demasiado débiles para ser percibidas por los catadores.

VII. CONCLUSIONES

En las condiciones experimentales en que se realizó la presente investigación, se logró observar que las diferencias celulares en los grupos de leche estudiada, condujo a modificaciones en algunas características bioquímicas de la leche y en las aptitudes de los quesos de cabra Tipo Sainte Maure elaborados, indicando que un aumento en la concentración de células somáticas en la leche, influyó negativamente en el porcentaje de grasa pudiéndose apreciar una disminución significativa para este grupo de leche; en cuanto a las características de los quesos se concluye que aquellos que fueron elaborados con este tipo de leche presentaron menor rendimiento y tuvieron una evaluación baja en la mayoría de las características organolépticas analizadas en comparación con los quesos elaborados a partir de leches con bajo contenido de células somáticas.

VIII. LITERATURA CITADA

Albenzio, M., Caroprese, M., Santillo, A., Marino, R., Taibi, L., and Sevi, A. 2004. Effects of somatic cell count and stage of lactation on the plasmin activity and cheese-making properties of ewe milk. *J. Dairy Sci.* 87: 533-542.

Arbiza, S.I. y De Lucas, T.J. 2001. *La leche caprina y su producción*. Editores Mexicanos Unidos, S.A.

Auldust, M.J., Mullins, C., O' Brien, B., O'Kennedy B.T., Guinne, T. 1996. Effect of cow breed on milk coagulation properties. *Michwissenschaft*, 57: 140-143.

Barbano, D.M., Rasmuszen, R. R., Lynch, J. M. 1991. Influence of milk somatic cell count and milk age on cheese yield. *J. Dairy Sci.* 74: 369-388.

Baudry, C., Jaubert, G., Perrin, G. 1993. Typologie des élevages de chèvres en fonction de la numération cellulaire du lait de troupeau. *Revue Med. Vet.* 144, 4: 335-341.

Baudry, C., De Cremoux, R., Perrin, G. 1996. Composition et concentration cellulaire du lait de chèvre au cours de la lactation. *EAAP Publication.* 77: 259-262.

Baudry, C., De Cremoux, R., Chartier, C., Perrin, G., 1997. Incidence de la concentration cellulaire du lait de chèvre sur sa production et sa composition. *Vet. Res.* 28, 3: 277-286.

Bianchi, L., Bolla, A., Budelli, E., Caroli, A., Casoli, C., Pauselli, M., Duranti, E., 2004. Effect of udder health status and lactation phase on the characteristics of Sardinian ewe milk. *J. Dairy Sci.* 87, 2: 401-2408.

Borazoglu, J., Morand, F. 2001. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. *Small Rumin Res.* 40: 1-11.

Cainaud, E. 2005. Les mammites subcliniques chez la chèvre: detection et de lutte etude dans les elevages de la drôme.

Chamorro M. C., Losada M. M. 2002. *El análisis sensorial de los quesos*. 1ª edición. Ed. Mundi prensa.

Coulon, J. B., Delacroix, B., Martin, B., Pirisi, A. 2005. Facteurs de production et qualité sensorielle des fromages. *INRA, Productions Animales.* 18: 49-62.

De Crémoux, R., Poutrel, B. 1994. Relations entre numérations cellulaires du lait et statut infectieux de la mamelle chez la chèvre. *Renc Rech Rumin.* 1: 139-142.

De Cremoux, R. 1995. Cellules et infections. La Chevre. 206: 15-16.

Droke, E.A., Paape, M.J., Di Carlo, A.L. 1993. Prevalence of high somatic cell counts in bulk tank goat milk. J. Dairy Sci. 76 : 1035-1039.

Dulin, A. M., Paape, M. J., Wergin, W. P. 1982. Differentiation and enumeration of somatic cells in goat milk. J. Food Prot. 45 : 435.

Dulin, A. M., Paape, M. J. 1983. Effect of parity stage of lactation, and intramammary infection on concentration of somatic cell and cytoplasmic particles in goat milk. J. Dairy Sci. 66: 2426-2433.

Edmondson, P., Blowey, R. 1999. Control de la mastitis en granjas de ganado vacuno. Ed. Zaragoza Acribia.

FAO 2006. Boletín..

Galina, M. 2005. Panorama de la caprinocultura en México, Certificado de origen y calidad del producto. Seminario "Los productos caprinos, una alternativa para mejorar el estado nutricional de la población".

Gurría, F. 2004. Situación del sector caprino en México. Cabra. Marzo-Abril.

Haenlein, G. F. W. 2002. Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. Small Rumin. Res. 45: 163-178.

Haenlein, G. 2004. Goat milk in human nutrition. Small Rumin. Res. 51: 155-163.

Hinckley, L.S. 1990. Review of the somatic cell count standard for goat milk. Dairy Food Environ. 10 : 548-549.

ITPLC. 1998. Compte rendu d' activité. Lait de chèvre, matière première et cellules somatiques. Institut Technique des Produits Laitiers Caprins.

Jaubert, G. 1995. Cellules et qualité fromagère du lait. La Chevre. 206: 17-18.

Jaubert, G., Gay, J. M. F., Perrin, G. 1996. Numérations cellulaires et caractéristiques biochimiques et technologiques du lait de chèvre. EAAP Publication. 77: 263-268.

Jaubert, G. 1997. Taux protéique, taux butyreux et aptitudes technologiques du lait de chèvre. L'égide n°9, décembre.

Kalantzopoulos, G. 1996. Influence de la présence de cellules somatiques dans le lait sur la qualité des produits laitiers. EAAP Publication. 77: 231-237.

Kalogridou, D. and Vassiliadou, 1991. Mastitis-related pathogens in goat milk. Small Rumin. Res. 4: 203-212.

Klei, L., Yun, J., Sapru, A., Lynch, J., Barbano, D., Sears, P., and Galton, D. 1998. Effects of milk somatic cell count on cottage cheese yield and quality. J. Dairy Sci. 81: 1205-1213.

Le Guillou, S. 1995. Lutter contre les mammites. La Chevre. 206: 13-14.

Leitner, G., Merin, U., Silanikove, N., 2004b. Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in goat. J. Dairy Sci. 87: 1719-1726.

León, V., Sánchez, S. 2003. Relación de la prueba de Wisconsin con el contenido de células somáticas y la producción de leche en las cabras. Tesis. FES Cuautitlan.

Lerondelle C., Poutrel B. 1984. Characteristics of non-clinical mammary infections of goat. Ann. Rech. Vét. 15 (1): 105-112.

Lerondelle, C., Richard, Y., Issartial, J. 1992. Factors affecting somatic cell counts in goat milk. Small Rumin. Res. 8: 129-139.

Luengo, C., Sánchez, A., Torres, A., Contreras, A. 1999. Weekly evaluation of bulk tank milk somatic cell counts in Murciano-Granadina goats throughout an entire lactation. Facultad de Veterinaria, Murcia España. 163-166.

Manser, P. A. 1986. Prevalence, causes and laboratory diagnosis of subclinical mastitis in the goat. Vet. Record. 118: 552-554.

Masle I., Morgan, F. 2001. Aptitude du lait de chèvre à l'acidification par les ferments lactiques- Facteurs de variation liés à la composition du lait. Lait. 81: 561-569.

Morgan, F. 1999. Cellules somatiques du lait de chèvre: conséquences sur la composition du lait et la technologie. *L'égide*. 17: 3-4.

Morgan, F. y Gaborit, P. 2001. The typical flavour of goat milk products: technological aspects. *International Journal of Dairy Technology*. 54(1): 38-40.

Morgan, F., Gaspard, C.E. 1999. Influence des cellules somatiques sur les qualités technologiques du lait de chèvre et sur les caractéristiques des fromages de chèvre. *Renc. Rech. Rumin.* 6.

Morgan, F. 2001. Lipolyse de la matière grasse caprine et construction de la qualité sensorielle des fromages de chèvre. *L'égide*. 24, sept.

Munro, G.L., Grieve, P.A., Kitchen, B.J. 1984. Effects of mastitis on milk yield, milk composition, processing properties and yield and quality of milk products. *Aust. J. Dairy Technol.* 39:7-16.

Paape, M. J., Capuco, A. V. 1997. Cellular defense mechanisms in the udder and lactation of goat. *Anim. Sci.* 75: 556-565.

Park, Y., Humprey, R. 1986. Bacterial cell count in goat milk y their correlation with somatic cell count. Percent fat and protein. *J. Dairy Sci.* 69: 32-37.

Park, Y. 1991. Interrelationships between somatic cell counts, electrical conductivity, bacteria counts, percent fat and protein in goat milk. *Small Rumin. Res.* 367-375.

Pasquini, L.U., Ballou, R.D., Bremel, R.D., Greppi, G.F., 1996. Detection of proteolytic degradation of milk proteins and relationship with different levels of SCC in Italian goats. In: *Proceedings of the International Symposium on Somatic Cells and Milk of Small Ruminants, Bella, Italy, September 25-27, 1994*: 275-281.

Pellegrini, O., Aurel, M.R., Lagriffoul, G., Marie C., Remeuf, F., Rivemale M., Barillet, F. 1996. Relations entre les comptages de cellules somatiques les caracteristiques physico- chimiques et l' aptitude a la coagulation par la presure de laits individuels de brebis de race Laucane. *EAAP Publication*, 77: 253-258.

Pellegrini, O., Remeuf, F., Rivemale, M., Barillet, F., 1997. Renneting properties of milk from individual ewes: influence of genetic and non-enetic variables, and relationship with physicochemical characteristics. *J. Dairy Res.* 64: 355-366.

Perrin, G. G., Baudry, C. 1993. Numérations cellulaires du lait de chèvre. *Le lait*. 73: 489-497

Pettersen, K. E. 1981. Cell Content in Goat Milk. *Act. Vet. Scand.* 22: 226-237.

Philpot, W. N. y Nickerson S. 2000. *Ganando la lucha contra la mastitis*. Ed. Westfalia.

Pirisi, A., Piredda, G., Podda, F., Pintus, S. 1996. Effect of somatic cell count on sheep milk composition and cheesemaking properties. In: *Somatic cell and milk of small ruminants*. Den Haag, Netherlands, EAAP publication, 77: 245-251.

Pirisi, A., Piredda, G., Corona, M., Pes, M., Pintus, S., Ledda, A. 2000. Influence of somatic cell count on ewe's milk composition cheese yield and cheese quality. In: *Proceedings of Sixth Great Lakes Dairy Sheep Symposium*, Guelph, Canada: 47-59.

Politis I., Ng-Kwai-Hang, K. 1988. Effects of somatic cell counts and milk composition on the coagulating properties of milk. *J. Dairy Sci.* 71: 1740-1746.

Randy, H., Wildman, W., Caler, 1998. Effect of age and time of milking on day-to-day variation in milk yield, milk constituents and somatic cell counts. *Small Rum. Resch.* 1: 151-155.

Raynal – Ljutovac, A., Pirisi, A., De Cremoux, R., Gonzalo, C., 2007. Somatic cells of goat and sheep milk: Analytical, sanitary productive and technological aspects. *Small Ruminant Research.* 68, 126-144.

Ridgway, J. 2000. *Queso. Manual para Sibaritas*. Ed. Evergeen.

SAGARPA, 2004

SAS, Users Guide Statistics 1996. SAS Inc. New York.

SIAP. 2004.

UPADP. 2004. Características de los sistemas de ordeño en ganado caprino y su relación con el estado sanitario de la ubre. *Acontecer ovino-caprino.* 5: 14-26.

Wolfgang, S. 1997. *Elaboración de quesos de leche de oveja y de cabra*. Ed. Acribia S.A.

Zeng, S.S. y Escobar, E.N. 1995. Effect of parity and milk production on somatic cell count, standard plate count and composition of goat milk. *Small Rumin. Res.* 17: 269-274.

IX. ANEXO

Evaluación sensorial del queso tipo Saint Maure

Características mecánicas de textura

- Firmeza _____
- Cohesión _____
- Viscosidad _____
- Adherencia _____

Características de apariencia exterior

- Intensidad de color _____
- Brillo superficial _____
- Superficie granular _____
- Separación de aceite _____

Característica olfatogustativas

- Láctico _____
- Dulce _____
- Salado _____
- Amargo _____
- Acido _____
- Astringente _____

Características de textura en la superficie

- Humedad _____
- Aceitoso _____
- Grasiento _____
- Seboso _____
- Granuloso _____
- Uniforme _____

Característica de textura geométrica

- Granulosidad _____

- Calidad general* _____

