
EFFECTO DE LA MASTITIS SUBCLÍNICA SOBRE EL RENDIMIENTO EN LA FABRICACIÓN DEL QUESO COSTEÑO

Alfonso Calderón¹
Margarita Rosa Arteaga²
Virginia Consuelo Rodríguez³
Germán Javier Arrieta⁴
Diana Carolina Bermudez⁵
Viviana Patricia Villareal⁵

RESUMEN

La inflamación de las glándulas mamarias produce un descenso en la síntesis de los diferentes componentes de la leche, como respuesta para neutralizar agentes infecciosos, reparar el epitelio alveolar y retornar a la función normal. En la mastitis clínica y subclínica, hay un aumento del número de células somáticas cuya función es fagocitar, lisar a los patógenos, remover los desechos producidos en el foco de infección mediante enzimas bacterianas que se incorporan a la leche reduciendo la vida útil de los diferentes derivados. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la mastitis subclínica sobre el rendimiento del queso costeño. Se realizó un estudio observacional transversal, en una empresa ganadera con dos grupos, seleccionando cinco cuartos con resultados grado 3 del CMT y 5 cuartos con reacciones negativas al CMT. Se minimizó la variabilidad por raza y lactancia. Los análisis fisicoquímicos se efectuaron por triplicado y se llevaron a cabo, teniendo en cuenta los métodos referenciados, el RCS se realizó en un contador electrónico de células somáticas. Los resultados

de la calidad fisicoquímica de la leche con y sin mastitis, se compararon por medio de la prueba t-Student y se procesaron en el software SAS 9.0. Los quesos elaborados con leches sin mastitis subclínicas mostraron un 5.8 % de mayor rendimiento sobre los quesos elaborados con leches provenientes de vacas con mastitis subclínica. El rendimiento de la leche en la elaboración de queso costeño está directamente relacionado con el número de células somáticas.

Palabras clave: calidad fisicoquímica, queso costeño, recuento de células somáticas, rendimiento.

THE EFFECT OF SUBCLINICAL MASTITIS ON COASTAL CHEESE PRODUCTION EFFICIENCY

ABSTRACT

The mammary gland inflammation diminishes the synthesis of different milk compounds as a response to neutralize pathogens, repair

¹ MVZ, M.Sc. Instituto de Investigaciones Biológicas del Trópico (IIBT), Docente Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba. Salud Pública y Auditoria en Salud. Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo. Email: alcaran1@yahoo.com.

² Docente Departamento de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Grupo de Investigación en procesos agroindustriales, Universidad de Córdoba.

³ Bacterióloga, M.Sc. IIBT. Docente Facultad de Ciencias de la Salud, Programa de Bacteriología, Universidad de Córdoba. Salud Pública y Auditoria en Salud. Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo. Email: consuelorr1@yahoo.com.

⁴ Microbióloga, M.Sc. Instituto de Investigaciones Biológicas del Trópico (IIBT). Salud Pública y Auditoria en Salud, Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo. Email: arrietager@yahoo.es.

⁵Ingeniero de Alimentos, Universidad de Córdoba.

the alveolar epithelium and return to normal functioning. In clinical and subclinical mastitis there is a significant increase of somatic cell count whose function is to phagocytose, lyse pathogens, and to remove wastes in the infection focus through bacterial enzymes that are added to milk, reducing the life span of different derivates. The aim of this study was to evaluate the effect of subclinical mastitis on coastal cheese production efficiency. A cross sectional observational study was carried out in a cattle enterprise having two groups from which five quarters with California Mastitis Test grade 3 and five quarters with negative California Mastitis Test reaction were selected. The variability by breed and lactation was minimized. The physical and chemical milk

analyses were done in triplicate and were carried put considering reference methods. The somatic cells count was measured with an electronic somatic cell counter. The results of the physicochemical quality of the milk with and without mastitis were compared using the t-Student test and were processed using the SAS software 9.0. The cheese made using milk without sub clinic mastitis showed 5.8% better output over the cheese prepared with milk coming from cows with sub clinic mastitis. The efficiency of milk in the production of coastal cheese is directly related with somatic cell counts.

Key words: physicochemical quality, coastal cheese, somatic cell count, output.

INTRODUCCIÓN

La leche es definida como el producto de la secreción mamaria de hembras bovinas, bufalinas y caprinas sanas, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición y destinada al consumo en forma líquida o en subproductos (1); también es un fluido biológico complejo cuya composición fisicoquímica varía notablemente, debido a una serie de factores como: la raza, número de partos, etapa de la lactancia, alimentación y la salud de la glándula mamaria (2, 3).

El 87.3 % de la leche es agua, principal constituyente y soporte para los sólidos totales (ST) o materia seca (MS), que representa aproximadamente el 12.7 % de la leche, constituidos por: proteína, grasa, lactosa, cenizas y componentes lipo e hidrosolubles (4, 5).

Dentro de las propiedades físicas, está la gravedad específica o densidad, que expresa el peso de un litro de leche en kilogramos; en Colombia se ha establecido que la densidad de la leche, está dentro del rango entre 1030 a 1033 g/

ml a 15°C y el punto de congelación o crioscopia, es una de las propiedades más constantes de la leche y varía entre -0.513 a -0.565°C (1).

La acidez en la leche, después del ordeño se modifica especialmente, por la acción de bacterias lácticas (6), que transforman la lactosa en ácido láctico (7); esta acidez en la leche, se expresa en porcentaje de ácido láctico. En Colombia, una leche fresca posee una acidez natural entre 0.13 a 0.18 % (1). La proteína es el principal componente químico y está conformada por dos grupos: la caseína y las proteínas del suero; más del 80 % de las proteínas totales de la leche son del tipo de las caseínas que se subdividen en: α -caseína, β -caseína y γ -caseína; dentro de las proteínas del suero encontramos: α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, inmunoglobulinas y seroalbúminas (8). Otro de los componentes químicos de la leche, es la grasa, que es una mezcla de triglicéridos, los cuales están formados por ácidos grasos y sustancias asociadas como vitaminas A, D, E y K y fosfolípidos como la cefalina y lecitina; su concentración en la leche de vaca es aproximadamente del 4 % (5).

La lactosa, es el componente más abundante entre los sólidos de la leche y es el principal componente que influye en la presión osmótica en las glándulas mamarias (9); varía entre 4.2 y 5 % respecto al volumen total de la leche; siendo más baja su concentración al final de la lactancia y en leches provenientes de cuartos con mastitis (5).

Los minerales o cenizas de la leche, presentan una concentración total menor al 1 %. Hacia el final de la lactancia y en casos de mastitis el contenido de cloruro sódico aumenta, lo que le da a la leche un sabor salado, mientras que las otras sales se ven reducidas en sus concentraciones (10, 11).

La mastitis es definida, como la inflamación de los cuartos o glándulas mamarias como respuesta para neutralizar agentes infecciosos, reparar el epitelio alveolar y retornar a la función normal (12). De acuerdo a la presentación o no de signos clínicos, la mastitis puede clasificarse en clínica y subclínica; la forma clínica presenta inflamación, dolor, rubor, calor en los cuartos o glándulas mamarias afectadas y en la leche presencia de coágulos o grumos, su color varía entre amarillo o rojizo por la presencia de pus o de sangre y, se presenta pérdida parcial o total de la producción de leche, en casos severos, presenta un aumento de la temperatura corporal, del pulso, decaimiento, pérdida del apetito y shock; en la forma subclínica, hay ausencia de signos clínicos en la ubre y la leche. En ambos casos hay un aumento de las células somáticas (CS) (11, 12, 13).

Las células somáticas, se aumentan durante la mastitis; estas células tienen dos orígenes. Unas se originan de las células epiteliales o células secretoras que cuando sufren un proceso de envejecimiento o son alteradas por agentes infecciosos, se descaman y son sustituidas por otras (regeneración celular), eliminándose en la leche; este rompimiento de la barrera endotelial, origina una mayor difusión de componentes del plasma sanguíneo (13). Otras células, son los polimorfonucleares (PMN), que

están conformados por macrófagos, neutrófilos y linfocitos (10, 11). En una leche sin ningún grado de mastitis subclínica, esta celularidad es baja, pero en leches procedentes de cuartos con mastitis, los PMN se incrementan con la severidad de la inflamación (14). La función de estas últimas células es fagocitar, lisar a los microorganismos patógenos y remover los desechos producidos en el foco de infección mediante enzimas e inhibidores bacterianos como: proteasas, lipasas y fosfolipasas; que se incorporan a la leche acelerando la descomposición de la proteína y la grasa, y reduciendo la vida útil de los diferentes derivados lácteos (13, 15, 16). El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la mastitis subclínica sobre el rendimiento del queso costeño.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Se realizó un estudio observacional transversal.

Zona de estudio

El presente trabajo se adelantó en una empresa ganadera manejada bajo el sistema doble propósito, ubicada en Montería (Córdoba, Colombia), situado en el nordeste colombiano, situada a 8° 45' de latitud norte y 75° 53' al oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 18 msnm y ubicado en el valle medio del río Sinú (17, 18).

Selección de la muestra

En una empresa ganadera doble propósito, después de la realización del despunte a cada una de las vacas que se encontraron ese día en ordeño, se implementó la prueba California para mastitis (CMT) para seleccionar 5 cuartos o glándulas mamarias positivos al grado tres (+++) del CMT (mastitis subclínica), los cuales se denominaron como casos y 5 cuartos con reacciones negativos al CMT (cuartos libres

de mastitis subclínica) llamados estos como controles; como fue imposible tomar cuartos controles en las mismas vacas, estos controles se seleccionaron de vacas con el mismo número de lactancias, con los mismos días en lactancia, del mismo grupo racial (*Bos taurus* x *Bos indicus*), además, el manejo zootécnico y su alimentación fueron iguales con el fin de minimizar las variaciones.

Toma de muestras

Una vez seleccionados los cuartos, se higienizó y desinfectó los pezones, con el fin de garantizar la asepsia en el ordeño manual. Finalizado el ordeño, en la cantina, donde se colectó toda la leche producida en el ordeño, se mezcló con un agitador metálico durante 5 minutos, con el fin de garantizar una homogenización de todos sus componentes; pasado este tiempo, se tomó una muestra de leche 30 ml en frascos estériles, previamente identificados que se conservaron en refrigeración hasta la determinación de los análisis fisicoquímicos y de sanidad de la ubre, realizados en la Planta Piloto de la Universidad de Córdoba, sede Berástegui, municipio de Ciénaga de Oro (Córdoba). El volumen restante de cada una de los cuartos (casos y controles), se almacenaron en dos cantinas de acero inoxidable previamente lavados, desinfectadas e identificadas (con y sin mastitis subclínica), que se conservaron en refrigeración con el fin de fabricar con cada una de los casos y controles quesos costeños en la Planta Piloto de Alimentos.

Análisis de las muestras

Los análisis fisicoquímicos de la leche como los porcentajes (%) de proteína total, materia grasa, sólidos no grasos (SNG), sales minerales, lactosa, punto de crioscopia, densidad, se llevaron a cabo teniendo en cuenta el método referenciado (19); para esto se usó un equipo Biolac 60. Las muestras se sometieron a una agitación mecánica durante 5 minutos y se procesaron a una temperatura de 20°C.

El recuento de células somáticas (RCS), se efectuó con un contador de células somáticas

óptico y portátil (DeLaval); primero se procedió a la agitación mecánica de las muestras, por 5 minutos y por medio de un dispositivo tipo cassette se tomaron 60 µl de leche; este dispositivo posee capilares impregnados con una sonda fluorescente marcada con yoduro de propidio que se fija específicamente al ADN de las células. Luego el dispositivo fue puesto en la cámara de lectura, en donde se expuso a la acción de la luz, dando lugar a la producción de señales fluorescentes que son contadas (20). Se definió para este trabajo una leche libre de mastitis subclínica cuando el RCS fue < 250.000 CS/ml y cuando este recuento fue ≥ 250.000 CS/ml, se clasificaron como leches con mastitis subclínica.

La elaboración del queso costeño se llevó a cabo en la Planta Piloto, la filtración se realizó con filtro de papel desechable y seguidamente se adicionó CaCl₂ a una dosis de 20 g/100 Lts de leche; posteriormente, la leche se sometió a un proceso de pasteurización (64°C por 30 minutos) y se enfrió a 36°C. Se le adicionó un cuajo comercial cuya dosis fue según las indicaciones del proveedor, se mezcló para realizar una buena distribución del cuajo, dejando en reposo hasta la coagulación de la leche (45-60 minutos), la cuajada fue cortada en cuadrados con el fin de facilitar el desuerado, dejando en reposo durante 5 minutos, luego se agitó lentamente y se procedió a subir la temperatura a 38°C, se mantuvo a esta temperatura durante 10 minutos con agitación intermitente. El desuerado se realizó de forma manual; seguidamente se adicionó sal (3 % sobre el peso de la cuajada) directamente a la cuajada, aplicando un ligero amasado y se depositó en moldes plásticos. El prensado se realizó durante 3 horas hasta conseguir un peso constante.

Para la obtención del rendimiento real, se tuvo en cuenta el volumen de la leche necesaria para la obtención de 0.5 kg de queso y para obtener el rendimiento teórico se utilizó la fórmula de (21), en donde se tiene en cuenta el contenido de proteína y grasa en la leche.

Formula: $1.037 + 1.433P + 1.71MG$.
En donde,

Alfonso Calderón, Margarita Rosa Arteaga, Virginia Consuelo Rodríguez, Germán Javier Arrieta, Diana Carolina Bermudez, Viviana Patricia Villareal

P: Porcentaje de proteína contenida en la leche utilizada como materia prima.
 MG: Contenido de materia grasa en la leche.

Análisis estadístico

Los análisis de laboratorio se realizaron por triplicado y se halló la media aritmética. Para

el análisis de los resultados se compararon los promedios de leche con y sin mastitis subclínica por medio la prueba t-Student, con un nivel de significancia del 0.05 %. Se efectuó transformación logarítmica para los valores obtenidos del RCS. Para realizar los análisis se utilizó la versión 9.0 de Statistical Analysis System Institute o SAS (22).

RESULTADOS

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos y recuento de células somáticas de leches utilizadas como materia prima para la elaboración de queso costeño.

Propiedades	Leche con mastitis subclínica		Leche sin mastitis subclínica	
	Promedio	D. estándar	Promedio	D. estándar
Densidad (gr/ml)	1.029 ^a	0.001	1.032 ^b	0.007
Punto de crioscopia	-0.522 ^a	-0.009	-0.548 ^b	-0.005
Proteína (%)	2.98 ^a	0.029	3.22 ^b	0.009
Grasa (%)	3.07 ^a	0.129	3.64 ^b	0.460
Lactosa (%)	4.14 ^a	0.224	4.79 ^b	0.187
SNG (%)	7.27 ^a	0.315	8.59 ^b	0.159
Sales minerales (%)	0.74 ^a	0.012	0.69 ^a	0.043
Células somáticas (CS/ml)	12.53X10 ^{5a}	4.245x10 ⁵	2.3x10 ^{5b}	5.65x10 ³

Letras diferentes en la misma fila son estadísticamente diferentes (p < 0.05).

Los valores de los rendimientos teóricos y reales de leches utilizadas como materia prima para

la elaboración de queso costeño se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Valores promedio de los rendimientos teórico y real de leches utilizadas como materia prima para la elaboración de queso costeño.

Propiedades	Leche con m. subclínica	Leche sin m. subclínica	Variación (%)
Rendimiento teórico (%)	10.60	11.90	Disminución de 10.9
Rendimiento real (%)	9.63	10.20	Disminución de 5.58

Tabla 3. Rendimiento real de la conversión de leches sin y con mastitis subclínica en la fabricación del queso costeño.

Leche sin mastitis subclínica				
n	Volumen de leche (L)	Peso del queso (Kg)	Rendimiento real (%)	
1	5.0	0.503	10.06	
2	5.1	0.518	10.16	
3	5.0	0.509	10.18	
4	5.4	0.565	10.46	
5	5.3	0.538	10.15	
Promedio		0.527	10.20	
Leche con mastitis subclínica				
1	5.0	0.498	9.76	
2	5.1	0.487	9.74	
3	5.0	0.504	9.69	
4	5.4	0.512	9.30	
5	5.3	0.483	9.66	
Promedio		0.497	9.63	

El rendimiento de la leche en la producción de queso costeño con leche sin mastitis y con mastitis se encuentra en la tabla 3.

DISCUSIÓN

Se determinaron diferencias significativas (0.05 %) entre las densidades de leche con y sin mastitis subclínica. La densidad de la leche sin mastitis subclínica fue de 1.032 gr/ml (tabla 1), valor que se encuentra dentro del rango de 1.030 a 1.033 gr/ml, establecido en el Decreto 616 de 2006; reportes muy similares a los del presente estudio han sido encontrados en esta zona (23, 24). La densidad de leche con mastitis subclínica fue de 1.029 gr/ml, valor por debajo del rango establecido en el mencionado decreto. Esta disminución de la densidad de la leche con mastitis subclínica puede obedecer al descenso del contenido de lactosa y sólidos no grasos en la leche (25), como consecuencia de la reducción de la actividad sintética del tejido alveolar (13, 16, 26).

Se determinó (25), que los mayores niveles de proteína se presentaron en leches con las más

altas densidades (27), igual tendencia se observó en el presente estudio; aunque se ha reportado que no hay diferencias significativas en el valor de la densidad con leches de 82.000 y de 325.560 CS/ml (28). El valor del punto de crioscopia de leches con mastitis subclínica se acercó más a cero en comparación con leches sin mastitis subclínica, evento debido a la disminución en la concentración de algunos componentes químicos, en leches con mastitis subclínica (15, 16, 28).

Al comparar el porcentaje de proteína, se hallaron diferencias significativas (0.05 %) entre leche con y sin mastitis subclínica. El valor del porcentaje de proteína, en este estudio, fue superior en leches sin mastitis subclínica (tabla 1) en comparación con leches con mastitis subclínica; leches provenientes de vacas con mastitis reducen el nivel de caseína, pero aumenta los niveles de albúmina y globulina, por lo que el contenido proteico puede permanecer constante, pero la calidad de la leche es diferente (10). Investigadores (27), demostraron que los mejores niveles de proteína se presentaron en leches con bajos RCS (27) y se ha encontrado (31), una disminución entre el 6 y

8 % de proteína en leches de hatos con altos RCS (31). En leches de búfalas, el grado de mastitis disminuyó los valores de proteína, pasando de 3.85 ± 0.76 en leches sin mastitis a $3.56 \pm 0.10\%$ y $3.14 \pm 0.10 \%$ en leches con mastitis (32).

Este estudio determinó diferencias significativas para grasa y proteínas en leches con y sin mastitis subclínica, por su parte, se determinaron (33) diferencias significativas ($p < 0.05$) para proteína y grasa en leches con bajos y altos RCS, además, al producir quesos con leches de bajos RCS se evitó la baja aceptación del producto después de 30 días de almacenamiento (33).

El porcentaje de la grasa en leches sin mastitis subclínica fue superior al de leches con mastitis subclínica (tabla 1), pero ambos valores están dentro de lo establecido por la legislación colombiana (1); estos valores determinados, son muy similares a los reportados en Montería (24). En Venezuela (28), en leches con 82.000 y de 325.560 CS/ml no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de grasa (28). En Malí, en vacas cebú, se demostró que el porcentaje de grasa es influenciado por la suplementación alimenticia, la raza, la edad, el período de lactancia y la mastitis subclínica (34). Se ha reportado que la severidad de la mastitis disminuyó los valores de grasa pasando de $5.01 \pm 0.19 \%$ en leches de búfalas sin mastitis subclínica a $4.91 \pm 0.17 \%$ y $4.39 \pm 0.15 \%$ en mastitis subclínica (31). Se halló que la infección bacteriana afectó significativamente la concentración de grasa y proteína en leches (35).

Al comparar el porcentaje de lactosa entre leches con y sin mastitis subclínica, se determinaron diferencias significativas (0.05 %) entre estas leches. El porcentaje de lactosa fue menor en leches con mastitis subclínica, en comparación con leches sin mastitis subclínica (tabla 1). Se determinó que la mastitis redujo la concentración de lactosa entre un 5 y 20 % (36). Igualmente, se ha reportado que leches con bajos RCS la concentración de lactosa es superior al compararlo con leches de altos RCS (10, 35).

Se establecieron que los valores de lactosa no presentaron diferencias significativas entre hatos y vacas, pero si diferencias significativas de acuerdo al RCS (37). Los altos RCS son una característica de infecciones en las glándulas mamarias con lo cual se reduce la concentración de lactosa (38). Se ha fijado que a medida que aumenta el grado de severidad de la mastitis se aumenta el RCS y se disminuye significativamente el contenido de lactosa en leches de búfalas (39).

Estas disminuciones en algunos de los diferentes parámetros fisicoquímicos de leche con mastitis subclínica, son debidos, a que al estar infectadas las glándulas mamarias, se alteran las actividades normales de síntesis y se ven afectadas, por tanto, disminuye la concentración de proteína, lactosa y sólidos (40). No se ha percibido (14) diferencias significativas entre la celularidad de la leche con el rendimiento, pero la aceptabilidad de los quesos disminuyó después de 30 días de almacenamiento cuando fueron manufacturados con leches de altos RCS (41, 42). No se encontraron diferencias significativas entre el contenido de sales minerales en leches con y sin mastitis subclínica.

La media del RCS en leches con y sin mastitis subclínica fue estadísticamente diferente (0.05 %). La media del RCS en leches sin mastitis subclínica fue inferior a la media de leches con mastitis subclínica; esta diferencia se debe al incremento del número de las células somáticas en mastitis subclínica (10, 11). Las mayores consecuencias de una alta celularidad en la leche, también están relacionadas con la menor vida útil de los derivados lácteos, reducción de las propiedades organolépticas, por la actividad enzimática de las células somáticas (11, 13). Se ha demostrado que la leche líquida pasteurizada obtenida con altos RCS, presentan defectos a las pruebas sensoriales, como la rancidez y la amargura, debido a los altos niveles de lipólisis y proteólisis que se presentan durante el almacenamiento, por tanto, la mastitis afectó negativamente la calidad de la leche líquida pasteurizada (16). El aumento del RCS, se

correlaciona con una mayor cantidad de calor estable de la proteasa (plasmina) y lipasa (lipoproteína lipasa) en la leche, lo que aumenta la actividad enzimática (lipólisis y proteólisis) produciendo durante su almacenamiento, sabores desagradables que afectan su vida útil (43).

No se encontraron (33) diferencias significativas en la composición fisicoquímica de leches con bajos, medios y altos RCS, aunque no evaluaron el rendimiento, concluyeron que los quesos elaborados con leches de altos RCS (1×10^6 cel/ml), presentaron un menor grado de aceptación después del día 30 de almacenamiento.

En la tabla 2, se muestra que los rendimientos teórico y real de leches sin mastitis subclínica, son mayores en comparación con los rendimientos de leches con mastitis subclínica y al comparar el rendimiento real entre leches con y sin mastitis, se halló una diferencia del 5.58 % a favor de las leches sin mastitis subclínica.

Estudios como los citados por (44), establecen dentro de los factores que influyen sobre el rendimiento quesero, la composición de la leche, particularmente, el contenido de caseína, materia grasa, humedad final del queso y las pérdidas de constituyentes de la leche a través del proceso de elaboración, debido a que en leches con mastitis, se incrementan las pérdidas de sólidos durante el proceso de elaboración, siendo la cuajada más débil, difícil de manipular y de desuerar, sin formar coágulos firmes que retengan la grasa y muchos sólidos finos. Además, se debe considerar que dentro de las pérdidas de constituyentes de la leche, se encuentran factores del proceso técnico como: control de la velocidad de agitación, tamaño, control de la velocidad de corte de los granos, temperatura de cocción y eficiencia en la separación del suero y prensado del queso (45).

Como se observa en la tabla 3, a partir de 5.16 litros de leche obtenida de cuartos sin mastitis se produce 0.527 Kg de queso costeño, se deduce

que a partir de 100 litros de ésta leche se obtiene 10.19 Kg de queso costeño, lo que representa un rendimiento real del 10.20 % y utilizando el mismo volumen, pero de leche proveniente de cuartos con mastitis subclínica, se obtuvieron 0.497 Kg, lo que se traduce que, con 100 L de ésta leche, se producen 9.63 Kg de queso, esto representa un rendimiento real del 9.63 %. El bajo rendimiento del queso elaborado con leche con mastitis subclínica se debe al bajo contenido de proteína y grasa de esta leche. Lo anterior se demuestra con la obtención del rendimiento teórico utilizando la fórmula sugerida por (21), donde sólo se tiene en cuenta el contenido de proteína y grasa en la leche; así, como el rendimiento teórico obtenido con leches con mastitis subclínica fue 10.9 % menor que el obtenido con leches sin mastitis subclínica. Investigaciones (44), coinciden en señalar que la materia grasa y caseína de la leche influyen principalmente, sobre el rendimiento del queso, especialmente el contenido de caseína, debido a que tiene la capacidad de absorber una cantidad de agua varias veces superior a su propio peso; tanto (46), como (47), demuestran que el efecto de la mastitis sobre el porcentaje de proteína total láctea es pequeño, sin embargo, altera drásticamente la composición proteica de la leche, con disminución de las fracciones de la caseína, β -lactoglobulina y α -lactoalbúmina, esto unido a un aumento de las proteínas séricas.

Estudios (48), hallaron que cuando manufacturaron queso mozzarella con leches de RCS de 4×10^5 CS/ml, se requirieron 9.52 litros, con leches, entre 4.85×10^5 CS/ml, se necesitaron 10.69 litros y cuando el RCS fue 1.723×10^5 CS/ml, se necesitaron 10.93 litros por 1 kg de queso; es decir que, cuando se incrementó el RCS, se redujo el rendimiento de la producción de queso mozzarella (48).

Al comparar los rendimientos y calidades de quesos tipo cheddar elaborados a partir de leches de 100.000 hasta 1'300.000 y refrigeradas durante 5 día CS/ml; en leches con altos RCS el rendimiento fue un 3 % menor y aumentando

Alfonso Calderón, Margarita Rosa Arteaga, Virginia Consuelo Rodríguez, Germán Javier Arrieta, Diana Carolina Bermudez, Viviana Patricia Villareal

la proporción de quesos defectuosos, no aptos para la venta (49).

El mayor rendimiento del queso costeño, se obtuvo cuando se usó leche sin mastitis subclínica. Según (50), los diferentes constituyentes de la cuajada (grasa, proteína soluble, sales y agua), quedan atrapados en el entramado de caseína y la relación caseína/grasa de la leche es la que determina la calidad y rendimiento del queso en la práctica, cuando esta relación se encuentra desequilibrada, como es el caso de la leche con mastitis subclínica, se ve afectada la textura del queso resultando demasiado blanda para quesos elaborados con leche con mastitis subclínica o demasiado dura, a menos que se modifique el proceso de fabricación para ajustar el contenido de agua (50), sin embargo, de esta manera se

estaría afectando el rendimiento quesero, al producirse mayores pérdidas en el suero, como también, por un contenido de humedad en el queso; en contraste de lo dicho anteriormente, no hubo diferencias en el rendimiento de quesos blandos madurados cuando se fabricó con leche de cabra con altos y bajos RCS (51).

CONCLUSIONES

En la mastitis subclínica donde hay altos RCS, estos afectaron significativa y estadísticamente, las características físicas de la leche como densidad, punto de crioscopia y redujeron los porcentajes de proteína, materia grasa, lactosa, sólidos no grasos; estas variaciones afectan el rendimiento del queso costeño en un 5.58 %.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Protección Social de Colombia. Decreto 616. Reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país. Diario Oficial de Colombia No. 46.196; 2006.
2. Palmquist LDA, Barbano M. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J Dairy Science* 1993; 76:1753-71.
3. Ramos RPM, Carulla J. Factores nutricionales y no nutricionales que determinan la composición de la leche. *Rev Med Vet Zoot* 1998; 46:2-7.
4. Allore HG, Oltenacu PA, Erb HN. Effects of season herd size and geographic region on the composition and quality of milk in the northeast. *J. Dairy Sci* 1997; 80(11):3040-49.
5. Magarinos H. Naturaleza y características de la leche. Producción higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa. Guatemala: Producción y Servicios Incorporados S.A. Mixco; 2000. p. 5-10.
6. Fox PF, McCrewey PLH. Physical properties of milk. *Dairy chemistry and biochemistry*. London: Blackie academic & professional Editorial; 1998. p. 437-461.
7. Chacón VA. Comparación de la titulación de la acidez de leche caprina y bovina con hidróxido de sodio y cal común saturada. *Agronomía Mesoamericana* 2006; 17(1):55-61.
8. Baró L, Jiménez J, Martínez FA, Bouza J. Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. *Ars Pharmaceutica*. 2001; 42(3-4):135-45.
9. Closa SJ, Landeta De MC, Andérica D, Pighín A, Cufre JA. Contenidos de nutrientes minerales en leche de vaca y derivados de Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 2003; 53(3):320-24.
10. Blowey R, Edmonson P. Tratamientos de las mastitis y terapia de las vacas secas. El control de la mastitis bovina en granjas de ganado de leche. Guía práctica e ilustrada. Zaragoza: Ed Acribia; 1999. p. 163-180.
11. Philpot N, Nickerson S. La importancia del periodo de seca. Ganando la lucha contra las mastitis. Oelde: **Westfalia-Surge Inc**; 2000. p.136-141.
12. Radostits OM, Gay CC, Blood CD, Hincncliff KW. Mastitis. *Medicina veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino*. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana S.A.; 2002. p. 711-779.
13. Saran A, Chaffer, M. Tratamiento de la mastitis. Mastitis y calidad de leche. Buenos Aires: Intermédica; 2000. p. 73-86.
14. Fernández AM, Oliveira CAF. De actividade enzimática relacionada às células somáticas no leite. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes* 2007; 62:17-25.
15. Fox LK, Shook GE, Schultz LH. Factors related to milk loss in quarters with low somatic cell counts. *J Dairy Sci* 1985; 68:2100-2107.
16. Ma Y, Ryan C, Barbano DM, Galton, Rudan MA, Boor KJ. Effects of somatic cell count on quality and shelf-life of pasteurized fluid milk. *J. Dairy Sci* 2000; 83(2):264-274.
17. Santana, VJ. Montería. *Diccionario Cultural de Córdoba*. 2 ed. Bogotá: Domus Libri; 1999. p. 285-291.

Alfonso Calderón, Margarita Rosa Arteaga, Virginia Consuelo Rodríguez, Germán Javier Arrieta, Diana Carolina Bermudez, Viviana Patricia Villareal

18. Corporación colombiana de investigación agropecuaria (CORPOICA). Atlas de los sistemas de producción bovina. Modulo Región Caribe. Bogotá: CORPOICA; 2002. p. 49-54.
19. International Dairy Federation (IDF). Whole milk: Determination of milk fat, protein and lactose content-guide for the operation of mid-infra-red instruments. IDF. Standard 141 B. Brussels: International Dairy Federation; 1996. p. 12.
20. DeLaval. Manual de instrucciones. DeLaval cell counter DCC. Tumba: DeLaval International AB; 2005. p. 1(32)-25(32).
21. Brito C, Niklitschek L, Molina LH, Molina I. Evaluation of mathematical equations to predict the theoretical yield of Chilean gouda cheese. *International Journal of Dairy Technology* 2002; 55(1):32-39.
22. Statistical Analysis System Institute (SAS). SAS/STAT User's Guide (Release 9.0), Cary: NC, USA; 2001.
23. Calderón A, García F, Martínez G. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Rev. MVZ Córdoba* 2006; 11(1):725-737.
24. Calderón RA, Rodríguez RVC, Vélez RSM. Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería. *Rev. MVZ* 2007; 12 (1): 912-920.
25. Corbellini CM. La mastitis bovina y su impacto económico sobre la calidad de leche. Medellín: Memorias III Seminario internacional sobre competitividad en carne y leche COLANTA; 2002; p. 251-265.
26. Fox LK, Shook GE, Schultz LH. Factors related to milk loss in quarters with low somatic cell counts. *J Dairy Sci* 1985; 68:2100-2107.
27. Bernal MLR, Rojas GM, DE LA, Carina Ro; Vázquez Fro; Espinoza OA; Estrada FJC; Castelán OOA. Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Vet Méx.* 2007; 38(4):395-407.
28. Román S, Guerrero L, Ferrer S. Influencia de la calidad sanitaria de la leche y la estacionalidad sobre el rendimiento del queso gouda. *Revista Científica FCV-Luz* 2000; 10(5):399-404.
29. Walstra P, Jenness R. Sales. Química y física lactológica. Zaragoza: Ed. Acribia; 1987. p. 37-49.
30. Alais CH. Física y fisicoquímica de le leche, Efectos de los tratamientos tecnológicos. Ciencia de la leche, principios de técnica lechera. Barcelona: Editorial Reverté S.A.; 2003. p. 2053-319.
31. Hamann J. 2002. Relationships between somatic cell counter and milk composition. *Bulletin of the IDF* 2002; 372:56-59.
32. Ullah S, Ahmad T, Bilal MQ, Zia-Ur-Rahman, Muhammad G, Rehman SU. The effect of severity of mastitis on protein and fat contents of buffalo milk. *Pakistan Vet. J.* 2005; 25:1-4.
33. Andreatta E, Fernández AM, Dos Santos MV, Mussarelli C, Marques MC, Gigante ML, Oliveira FCA. Quality of minas frescal cheese prepared from milk with different somatic cell counts. *Pesq. agropec. bras, Brasília* 2009; 44(3):320-326.
34. Bonfoh B, Zinsstag J, Farah Z, Simbé CF, Alfarouk OI, Aebi R, Badertscher R, Collomb M, Meyer J, Rehberger B. Raw milk composition of Malian Zebu cows (*Bos indicus*) raised under traditional system. *Journal of Food Composition and Analysis* 2005; 18:29-38.
35. Leitner G, Merin OKU, Lavi Y, Silanikove N. Interactions between bacteria type, proteolysis of casein and physico-chemical properties of bovine milk. *International Dairy Journal* 2006; 16(6):648-665.
36. Harmon RJ. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J. Dairy Sci* 1994; 77:2103-2112.

37. Sharif A, Ahmad T, Bilal MQ, Yousaf A, Muhammad G. Effect of severity of sub-clinical mastitis on somatic cell count and lactose contents of buffalo milk. *Pakistan Vet. J* 2007; 27(3):142-44.
38. Dangh AK, Anand SK. Effect of milking systems on the somatic cell count and composition. *Livestock Research for Rural Development* 19 (6) 2007. [Online]. [Cited 02 february, 2012] Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd19/6/dang19074.htm>.
39. Sharif A, Muhammad G. Somatic cell count as an indicator of udder health status under modern dairy production: A review. *Pakistan Vet. J* 2008; 28(4):194-200.
40. Félix BVF, Mesquita JA, Nicolau ES, De Oliveira NA, De Oliveira PJ, Soares BR, García MJR, Werner TL. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás. *Ciência Rural* 2005; 35(4):848-54.
41. Fernandez CA. Quality of minas frescal cheese prepared from milk with different somatic cell counts. *Pesq. agropec. bras.* Brasília 2009; 44(3):320-326.
42. Ouédraogo GA, Millogo V, Anago-Sidibé AG, Kanwé BA. Relationship between somatic cell counts, dairy cattle milk yield and composition in Burkina Faso. *African Journal of Biochemistry Research* 2008; 2(2):56-60.
43. Barbano DM, Ma Y, Santos MV. Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life. *J. Dairy Sci* 2006; 89(1):15-9.
44. Menz M. Estudio del rendimiento quesero teórico a través de ecuaciones predictivas y su correlación con el rendimiento práctico en queso chanco industrial. Tesis presentada como parte de los Requisitos para optar al grado de Licenciado en Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 2002; p. 151.
45. International Dairy Federation (IDF). Factors affecting the yield of cheese. Brussels: IDF Special Issue 9301; 1991. p.197.
46. Morales MS. Factores que afectan la composición de la leche. *Tecno Vet.* [Internet]. Disponible en: <http://www.tecnovet.uchile.cl/index.php/RT/article/view/5224/5104>. Consultado febrero de 2012.
47. Aranguren PJ, López OA, Mendoza CA, Delgado N. Efecto de la mastitis clínica y subclínica sobre la concentración plasmática de metabolitos, proteínas totales y albúmina en hembras bovinas. *Zootecnia Trop* 2009; 27(1):57-63.
48. Weyner PS, Oliveira A, De Oliveira N; Soares NE, De Mesquita AJ, Balduino SR, Neves, Silmara Dâmaso Fernandes. Impacto da contagem de células somáticas elevada no rendimento de queijo mussarela. [Interbet]. Disponible em: <http://www.bichoonline.com.br/artigos/ha0012.htm>. Consultado em Fevereiro de 2012.
49. Barbano DM, Rasmussen RR, Lynch JM. Influence of milk somatic cell count and milk age on cheese yield. *J. Dairy Sci* 1991; 74:369-388.
50. Scott R. La leche como materia prima para la fabricación de queso. *Fabricación de queso*. Zaragoza: Ed. Acribia, S.A.; 1991. p. 47-78.
51. Chen SX, Wang JZ, Van Kessel JS, Ren FZ, Zeng SS. [Effect of somatic cell count in goat milk on yield, sensory quality, and fatty acid profile of semisoft cheese](#). *J. Dairy Sci* 2010; 93(4):1345-1354.