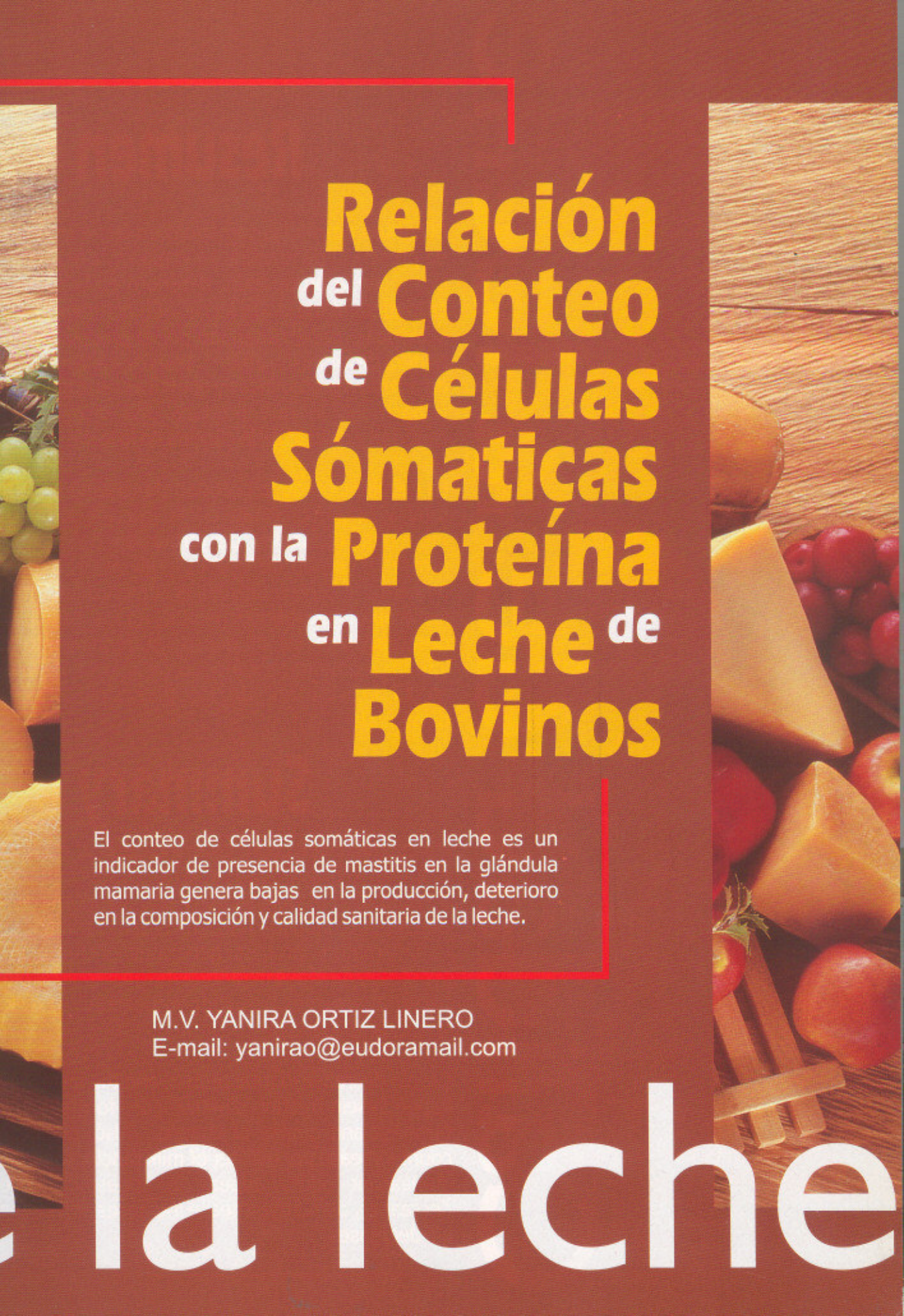




Calidad ce



Relación del **Conteo** de **Células** **Sómicas** con la **Proteína** en **Leche** de **Bovinos**

El conteo de células somáticas en leche es un indicador de presencia de mastitis en la glándula mamaria genera bajas en la producción, deterioro en la composición y calidad sanitaria de la leche.

M.V. YANIRA ORTIZ LINERO
E-mail: yanirao@eudoramail.com

la leche



Calidad de la leche

Resumen

El conteo de células somáticas en leche es un indicador de presencia de mastitis en la glándula mamaria genera bajas en la producción, deterioro en la composición y calidad sanitaria de la leche. El incremento de células somáticas, desencadenado por el proceso inflamatorio, genera disminución en la síntesis de caseína, incremento de enzimas proteolíticas y lipolíticas de origen sanguíneo y bacteriano, lo que produce una disminución en la cantidad y calidad de la caseína en la leche.

La disminución de la cantidad de caseína en la proteína total y la inestabilidad de la fracción kappa-caseína, merma la capacidad de formación de la cuajada, la firmeza y calidad del queso; igualmente, a medida que aumenta el conteo de células somáticas por mililitro de leche aparecen sabores rancios, agrios, salados y olores desagradables en el queso, el rendimiento quesero inferior, aumenta la cantidad de quesos defectuosos y afecta la vida útil de los derivados lácteos se ve disminuida.

Summary

Milk somatic cell count is an indicator of mastitis in the mammary gland, loss due to production decrease, deterioration of milk sanitary and compositional quality that leads to industry loss. Increase in somatic cells due to inflammatory process generates decrease in casein synthesis, increase in proteolytic and lipolytic blood and bacterial enzymes, resulting in decrease in milk casein quality and quantity.

Casein decrease in total protein and the instability of the kappa-casein fraction diminish curd formation capacity, firmness and quality of cheese. Also, as somatic cell count increase per milliliter of milk rancid, salty sours and unpleasant odors appear in cheese, cheese yield decreases, defective cheese increases and cheese shelf life decreases.



Relación del Conteo de Células Sómicas con la Proteína en Leche de Bovinos

Introducción

La mastitis es el factor depresor más importante de la calidad y la cantidad de leche en un hato, además, ha sido implicada en pérdidas a nivel industrial por ocasionar disminución en los rendimientos y en la calidad de los derivados lácteos.

El conteo de células somáticas (CCS) en leche es uno de los indicadores de la presencia de mastitis en la glándula mamaria, igualmente de las pérdidas por disminución en la producción, deterioro en la calidad sanitaria y composicional de la leche, que se traducen en pérdidas para la industria.

Las células somáticas están compuestas por leucocitos polimorfonucleares, macrófagos, linfocitos (pasan desde la sangre a los tejidos y conductos de la glándula mamaria) y células epiteliales (resultado de la descamación del tejido mamario) como respuesta defensiva a una agresión traumática o en la mayoría de los casos infecciosa (Corbellini C., 2002). Es importante analizar la composición de la proteína láctea y su relación con el conteo de células somáticas.

Proteína

Son compuestos moleculares formados por cadenas de aminoácidos unidas entre sí y organizadas en un

Glosario

Proteínas proteolíticas:

Enzimas con capacidad de romper enlaces de estructuras proteínicas.

Proteínas lipolíticas:

Enzimas con capacidad de romper enlaces de estructuras grasas.

Fagocitar: Capacidad de algunas células para devorar células o microorganismos en la sangre o tejidos.

Enzimas proteolíticas:

Grupo de proteínas producidas por organismos vivos con capacidad de romper los enlaces de las estructuras proteínicas.

Balance osmótico:

Equilibrio en la difusión de líquidos de diferente densidad a través de una membrana que los separa.



AMINOÁCIDOS

Esenciales	No Esenciales
Leucina	Glutamato
Valina	Prolina
Isoleucina	Aspartato
Fenilalanina	Serina
Treonina	Tirosina
Metionina	Alanina
Triptófano	Glisina
Lisina	Cisteína
	Arginina
	Histidina

Fuente: Chandler P. 1993

orden específico. Las proteínas se caracterizan por tener en su molécula un grupo amino (NH_2) y un grupo carboxilo (COOH).

En la formación de las proteínas participan 20 aminoácidos, 18 de los cuales se encuentran en la leche.

La proteína de la leche de bovino constituye, aproximadamente del 3.1% - 3.8% del volumen de la leche líquida se divide en dos categorías: las sintetizadas en la glándula mamaria (todas las caseínas, β -lactoglobulina y α -lactoalbúmina) y las sintetizadas en la sangre y transferidas intactas a la leche (inmunoglobulinas y albúmina sérica)

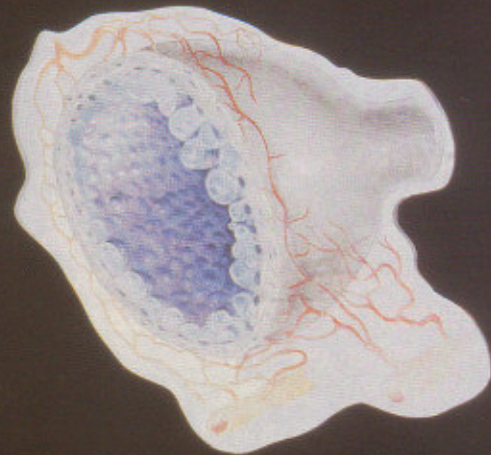
(Revista Holstein 1998, Henao Magdalena 2002).

Síntesis de la proteína

La proteína se sintetiza y se secreta por las células epiteliales de los alvéolos mamaros cuya membrana basal está rodeada por células mioepiteliales, que tienen al igual que las células musculares, la propiedad de contraerse como una parte importante del proceso de eyección de leche. A continuación de la membrana basal se encuentra una extensa red capilar, la cual entrega las sustancias para la síntesis de la leche.



El alvéolo



El alvéolo

Fracciones de la proteína en la leche

Nitrógeno proteico 95%	Caseínas 78%	α -s1 = 38% α -s2 = 10% β = 31% κ = 13% γ = 3%	
	Proteínas del suero y la leche 17%	Proteínas lácteas	α Lactoalbúmina β Lactoglobulina
		Proteínas del suero	Albúmina Inmunoglobulina
Nitrógeno No proteico 5%	Amonio, urea, creatinina, ácido úrico, ácido orótico, péptidos, ácido hipúrico y aminoácidos.		

Fuente: Adaptado de Casado et al. 1986



Caseína

Es la proteína más abundante de la leche, representando del 2.42% al 2.96% en la leche líquida de bovinos y dentro de la proteína total representan de un 78-82%. La caseína se encuentra en la leche en estado coloidal en forma de micelas (agrupaciones de numerosas unidades de caseína de aproximadamente 140 nanómetros de diámetro). Las unidades de caseína están formadas por cadenas de aminoácidos y según sean estas cadenas se diferencian cuatro tipos de caseína (α , β , κ , γ) cuya proporción en la micela aparece en la siguiente tabla (Dairy Processing 1996).

Proporción de caseínas en la leche de bovino

Tipo de caseína	Porcentaje en la leche de bovino
α	38-42
β	34-36
κ	14-16
γ	9-11

Fuente: A. Vicente 1996

Por la acción del cuajo o ácidos, la caseína se precipita, propiedad que se aprovecha para la producción de

quesos; la desestabilización de la estructura de la micela de caseína y parcial hidrólisis de la caseína, disminuye la calidad de la leche y la calidad y eficiencia del queso (A. Vicente 1996, Lara G.1991; Chandler P. 1993)

Composición de la caseína

Se diferencian cuatro fracciones:

La α -caseína con los subgrupos s1 y s2; la β -caseína, la κ -caseína y la γ -caseína.

La α -caseína posee una importante función en el proceso de maduración del queso, produciendo los sabores característicos del mismo (A. Vicente 1996, Dairy Processing 1996).

A nivel industrial la importancia de la β -caseína se relaciona con la capacidad de emulsificación y gelatinización de derivados lácteos y con el sabor amargo que le otorga al queso luego de romperse en péptidos.

La κ -caseína se considera como la más importante dentro de las proteínas debido a su capacidad de coagulación



en presencia del cuajo. Entre mayor κ -caseína tenga la leche, mayor será la firmeza de la cuajada y mejor será su rendimiento en queso. Se caracteriza por poseer una estructura más estable con un puente disulfuro que juega un papel importante en la estabilización del total de micelas caseínicas.

La β -lactoglobulina

Por la gran cantidad de grupos sulfídricos que contiene en su estructura, le otorga un sabor de cocido a la leche cuando es calentada por 15 a 30 minutos a 110-122°C.

La α -lactoalbúmina

Participa en la síntesis de la lactosa a través de la enzima lactosa sintetasa en el aparato de Golgi, desempeñando una importante función en el control de la secreción de la leche.

Albúmina

Regula en 75 - 80% la presión osmótica del plasma (Harfenist Elizabeth 1997). Su concentración se incrementa durante la presentación de mastitis, estados de inflamación e involución de la glándula mamaria.

Inmunoglobulinas (i.g)

Constituyen parte del sistema de inmunidad pasiva para el neonato y forman parte del sistema inmune mamario. Están constituidas por varios subtipos: IgG1, IgG2, IgA, IgM. Las IgG predominan en los estados inflamatorios (Baker L. D. 1995; Chandler P. 1993).

Sustancias nitrogenadas no proteicas

Están constituidas por amonio, urea, creatinina, ácido úrico, ácido orótico, péptidos, ácido hipúrico y aminoácidos.

Enzimas en la leche

Las enzimas son un grupo de proteínas producidas por organismos vivos que actúan como biocatalizadores (activan e inician reacciones). Cada enzima actúa de manera específica en reacciones distintas, generando una reacción de desdoblamiento y rotura de la molécula sobre la que actúa. (A. Vicente 1996, Dairy Processing 1996).

Peroxidasa:

Se caracteriza por sus propiedades bacteriostáticas en bacterias gram positivas; tales como *Staphylococcus*



aureus y *Streptococcus*, y en bacterias gram negativas, como *Coliformes*. (A. Vicente 1996, Dairy Processing 1996. Sordillo et al. 1997).

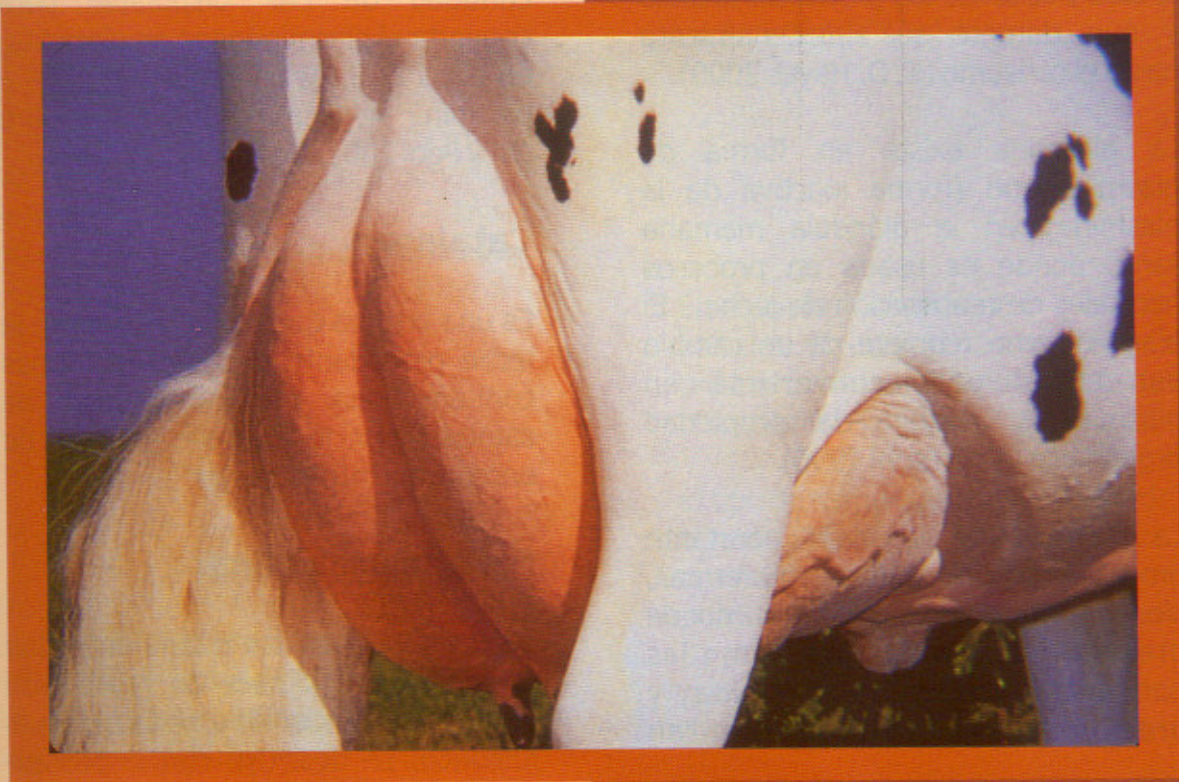
Lactasa:

Es una enzima que ataca la lactosa desdoblándola en galactosa y glucosa. El anterior proceso de desdoblamiento de la lactosa permite acelerar el período de maduración de los quesos, debido a que los microorganismos pueden utilizar más rápidamente la glucosa y la galactosa (A. Vicente 1996, Dairy Processing 1996).

Proteasas:

Son enzimas que tienen la capacidad de romper los enlaces de las estructuras proteínicas, dando como resultado la liberación en forma de aminoácidos o de péptidos. La descomposición o desnaturalización de las proteínas por proteasas, influyen en el sabor, cuerpo y aroma de los quesos (K. D. Hayes 2000).

Las proteasas lácteas son producidas por diversos microorganismos y por las células de defensa de la glándula





mamaria (leucocitos y polimorfonucleares neutrófilos). Se han encontrado varias clases de proteasas en la leche bovina como: Activador del plasminógeno, trombina, cathepsina D, proteasas ácidas de la leche, aminopéptidasas, plasminógeno y plasmina. La plasmina revierte mayor importancia por su característica proteolítica principalmente sobre la caseína de la leche, adicionalmente, es termoresistente, no permitiendo ser inactivada en procesos de pasteurización, inclusive en algunos procesos de ultrapasteurización (UHT), por lo tanto, la plasmina continúa deteriorando la proteína láctea durante la elaboración de los productos lácteos y aún durante su almacenamiento hasta el consumo (K. D. Hayes 2000).

La plasmina existe en forma de plasminógeno (forma inactiva de la plasmina) en la glándula mamaria sana, donde es usada en procesos normales de reabsorción de leche. El plasminógeno requiere de un cambio estructural para convertirse en plasmina y adquirir la propiedad proteolítica (A. Zecconi 1996).

La plasmina es la más importante proteasa en ubres sanas y enfermas, siendo en ubres enfermas donde presenta mayor proporción; las concentraciones de plasmina y plasminógeno se incrementan

linealmente con el aumento de células somáticas en donde un incremento de 250.000 células somáticas/ml conduce a un incremento en la concentración de plasmina de 0.03mg por litro de leche (A. Zecconi 1996). Según lo reportado por E. Urech et al. 1999, la leche mastítica presenta un 20% de incremento en la actividad de la plasmina y un 30% de incremento en la actividad del plasminógeno.

El Factor Activador del Plasminógeno (FAP) es una proteína que se incrementa en los procesos inflamatorios, a mayor injuria en la glándula mamaria, mayor es la cantidad de FAP disponible para convertir el plasminógeno en plasmina; en altos CCS los contenidos de FAP y plasmina se incrementan en la ubre (Ney Pool 2002, Dongjlin et al. 1993).

Catalasa:

Es una enzima que oxida las grasas; la leche procedente de ubres enfermas contiene una mayor cantidad de catalasa por lo cual el proceso de enranciamiento es mayor.

Fosfatasa alcalina:

Se encuentra en las membranas que protegen los glóbulos de grasa, son capaces de romper los ésteres del ácido fosfórico, se destruye con la pasteu-



rización a 72 - 75°C durante 20 segundos.

Lipasas:

Es una enzima con capacidad de descomponer la grasa de la leche en ácidos grasos y glicerina. Contribuye al desarrollo de aromas y sabores en el queso al descomponer las grasas. Lipasas de ciertas bacterias (*Pseudomonas* y *micrococos*) provocan la aparición de aromas y sabores desagradables en el queso.

Lactoferrina:

Es una enzima producida por las células epiteliales de la glándula mamaria y los leucocitos, en estados inflamatorios y de involución de la glándula mamaria incrementa su concentración. Actúa inhibiendo el crecimiento de bacterias al competir con éstas por el hierro disponible en la sangre.

Qué son las células somáticas

Están constituidas por leucocitos polimorfonucleares, macrófagos, linfocitos (encargadas de la defensa de la ubre) y por células epiteliales (producto de la descamación del tejido mamario);

se encuentran normalmente en la leche de cuartos mamarios sanos. En leche proveniente de cuartos sanos, el CCS/ml es menor a 100.000, donde aproximadamente un 12% son leucocitos polimorfonucleares, 60% macrófagos y 28% linfocitos. La proporción de células epiteliales es del 12-15% durante las primeras cuatro semanas de lactancia y menor al 2% a medida que transcurre la misma (Corbellini C. 2002). Otros autores como Surlyasathapon M. 2000, reportan CCS/ml inferiores a 200.000 en glándulas mamarias saludables. El CCS en ubres sanas es ligeramente más alto durante los primeros últimos días de la lactancia, pero siempre inferior a los 500.000 CCS/ml de leche.

Tipos de células somáticas

En estados inflamatorios el tipo de célula predominante son los polimorfonucleares neutrófilos que se incrementan hasta un 75%.

El tipo de respuesta celular depende del agente bacterial implicado en la agresión y del grado de infección que produzca, en infecciones generadas por *Staphylococcus coagulasa positivos*, *Streptococcus*, *Enterobacterias* y *Pasteurella*



hemolítica el CCS/ml de leche oscila de cuatro a cinco millones; en el caso de infecciones por *Staphylococcus coagulasa* positivos y *Streptococcus* de 1.5 a seis millones de CCS/ml de leche; CCS/ml mayores a 15 millones se pueden hallar en infecciones por *Coliformes*, *Pasteurella hemolítica* y *Pseudomona aeruginosa* (Gonzalo C., 2002, Corbellini C. 2002).

Función de las células somáticas

La función específica de los leucocitos polimorfonucleares es la de fagocitar y destruir a los microorganismos invasores y cualquier otro tipo de proteína foránea, además de remover los desechos producidos en el foco de infección. Los mecanismos que poseen los leucocitos polimorfonucleares para



combatir la infección son principalmente enzimas e inhibidores bacterianos (proteasas, lipasas y fosfolipasas) que también se incorporan a la leche.

Las células epiteliales participan en la defensa de la ubre de la siguiente manera: Cuando mueren debido a la agresión bacteriana se desprenden del tejido mamario arrastrando consigo gran cantidad de bacterias adheridas a ellas y disminuyendo por lo tanto su cantidad en la leche (A. Zecconi 1995; A. L. Kelly et al. 2000; Jaramillo Manuel 1996).

La composición láctea cambia al mismo tiempo que aumenta el CCS en la leche. La inflamación de la glándula mamaria disminuye la capacidad de síntesis del epitelio alveolar, disminuyendo el porcentaje de sólidos totales, entre un cinco y un 10%, en proporción lineal con el aumento del CCS, además, debido a la alteración de la permeabilidad vascular se presenta penetración anormal de componentes del plasma sanguíneo a la leche (Corbellini C. 2002).

Segun Bartlet y cols. 1991, referenciado por Ney Pool 2000, el deterioro de la glándula mamaria persiste hasta por 40 días después del episodio clínico de mastitis. El tejido mamario destruido es incapaz de regenerarse totalmente y mucho tejido sano es reemplazado por tejido fibroso cicatrizal, con la

consiguiente disminución en la producción e inclusive esclerosamiento y pérdida total del cuarto.

Relación de las células somáticas y la calidad de la leche

Estudios han demostrado que un alto CCS en la leche afecta la calidad de la misma, debido a un incremento en las enzimas proteolíticas y lipolíticas de origen sanguíneo y bacterial que afectan la síntesis de componentes lácteos (Y. Ma et al. 2000).

Y. Le Roux et al. 1995, demostraron cómo un elevado CCS es asociado con una distribución alterada de la proteína total, disminución en los niveles de lactosa y caseína e incremento de las proteínas séricas.

O .W. Schalm 1997, reporta que leche mastítica presenta un incremento en albúmina sérica como resultado de un aumento en la permeabilidad capilar de los vasos sanguíneos y por consiguiente permitiendo un flujo de plasma a la leche.

Como consecuencia del proceso inflamatorio y de la coagulación de la secreción láctea, puede presentarse un bloqueo de los conductos llevar a una



destrucción o alteración de las células ductales, resultando en una disminución de la producción de leche y por lo tanto de sus componentes. (Olimpo J. 1986).

La desintegración del paquete de caseínas se debe más a la actividad de las proteasas de los leucocitos polimorfonucleares y de las bacterias, que de cambios en el patrón de síntesis de la proteína (Corbellini C. 2002).

En presencia de altos CCS se incrementa la proporción de lactoferrina, inmunoglobulinas y albúmina sérica bovina, no obstante la proporción de caseína (de alto valor industrial) disminuye a causa de la actividad proteolítica de las enzimas, lo anterior puede resultar en porcentajes normales o aumentados en la proteína total de la leche (E. Urech et al. 1999).





Efectos de un alto CCS en la industria de productos lácteos

En altos CCS/ml de leche, la plasmina (enzima proteolítica) activada a partir del plasminógeno rompe la kappa-caseína en fragmentos ineficaces a la hora de la coagulación, disminuyendo la capacidad de formación de la cuajada, la firmeza y calidad del queso, (Barbano 1991; Dairy Center News 1991; M. R. Muehlenkamp et al. 1996); igualmente, Corbellini C. 2002 reporta que la plasmina puede producir la gelificación y el deterioro temprano de leche ultrapasteurizada (UHT).

La velocidad de coagulación de la cuajada aumenta cuanto mayor sean los contenidos de caseínas, calcio y acidez de la leche. A. Pirisi 2000 realizó un trabajo con leche de cabra donde encontró que el tiempo de coagulación de la cuajada con CCS/ml entre 1.000.000 y 2.000.000, era aproximadamente el doble que en cuajadas preparadas con leche con CCS/ml inferiores a 500.000.

A medida que aumenta el CCS/ml en la leche fluida, aparecen sabores rancios, debido a la acción de las lipasas, sabores agrios, debido a la acción de las enzimas proteolíticas y sabores salados, debido al exceso de sodio y cloro; las lipasas

deterioran las grasas liberando ácidos grasos que producen sabores desagradables, especialmente en productos de alto contenido graso como la mantequilla y los quesos untables (Y. Ma, et al. 2000; Corbellini C. 2002).

El deterioro de las proteínas de la leche altera la consistencia de los productos cultivados, por ejemplo, una menor consistencia o rápida separación del coágulo y suero en yogures luego de envasados, y menor vida útil de quesos tipo Cottage. La mayor pérdida industrial, debido al procesamiento de leche con alto CCS, se produce en quesos de pastas semiblandas o semiduras (Corbellini C. 2002).

En 1991, un trabajo realizado por Barbano y cols. en la universidad de Cornell, comparó los rendimientos y calidades de quesos tipo Cheddar elaborados a partir de leche con CCS/ml de 100.000 hasta 1.300.000, conservando la leche refrigerada bien sea por 24 horas o cinco días, en altos CCS/ml el rendimiento quesero fue un 3% menor, disminuyó su cantidad de caseína y aumentó la cantidad de quesos defectuosos.

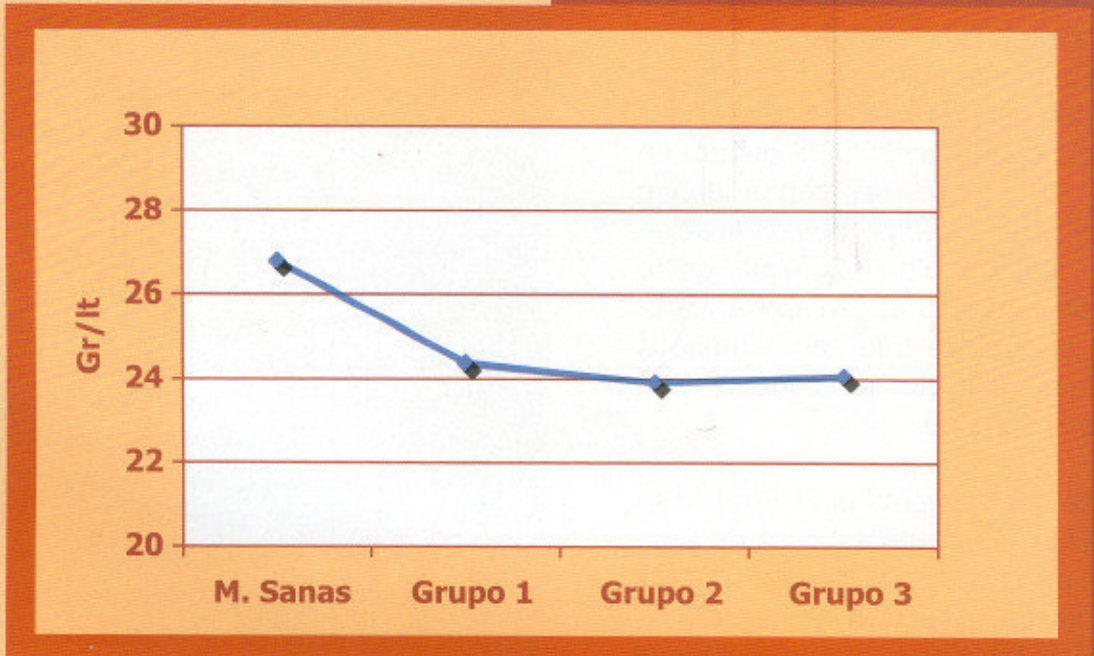
En altos CCS/ml la cantidad de lactosa se reduce hasta en un 10%; para mantener el balance osmótico, en la glándula mamaria se incrementa y



cambia el perfil mineral de la leche, alterando así el rendimiento industrial y el valor nutricional de la misma. La capacidad de filtración selectiva, que normalmente ejerce el epitelio mamario sobre los minerales sanguíneos, se altera de tal manera que aumenta varias veces la concentración de sodio y cloro, mientras que disminuyen las concentraciones de calcio, fosfatos, magnesio y potasio. Estos cambios en las proporciones de lactosa, sodio,

potasio, cloro y calcio, reducen la tolerancia de la leche a los tratamientos térmicos y altera sus características organolépticas. La densidad de la leche se reduce y el punto de congelamiento se incrementa ligeramente debido a la disminución en el contenido de lactosa. También se afectan las concentraciones de algunas vitaminas hidrosolubles, principalmente riboflavina y ácido ascórbico, que disminuyen de un 10% a un 50%; estos cambios en el perfil de

Gráfico N° 1. Comportamiento de la proteína según de CCS de muestras afectadas y grupo de muestras sanas





vitaminas de la leche afectan la capacidad de fermentación alterando la producción de leche acidificada, yogur y quesos (Corbellini C. 2002).

Altos CCS afectan los derivados lácteos a causa de:

1. Reducción en la firmeza del queso.
2. Incrementos en las pérdidas de caseína y grasa.

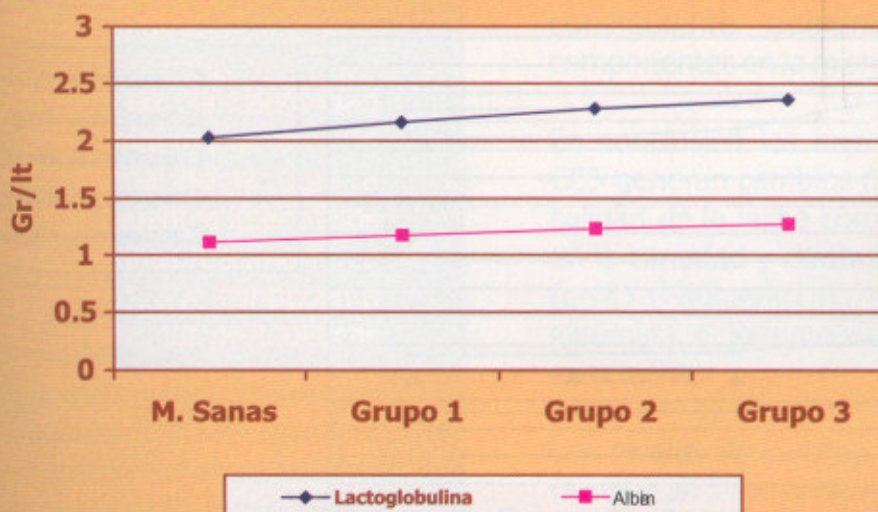
3. Características organolépticas alteradas (olor, sabor, gusto).

4. Disminución en la calidad y el rendimiento industrial del queso.

5. Disminución en la calidad y vida media de la leche pasteurizada. (Y. Ma et al. 2000).

La firmeza del queso disminuye por el incremento de la humedad en la composición del mismo ocasionado por

Gráfico N° 2. Comportamiento lactoglobulina y albúmina según grupos de CCS de muestras afectadas y grupo de muestras sanas





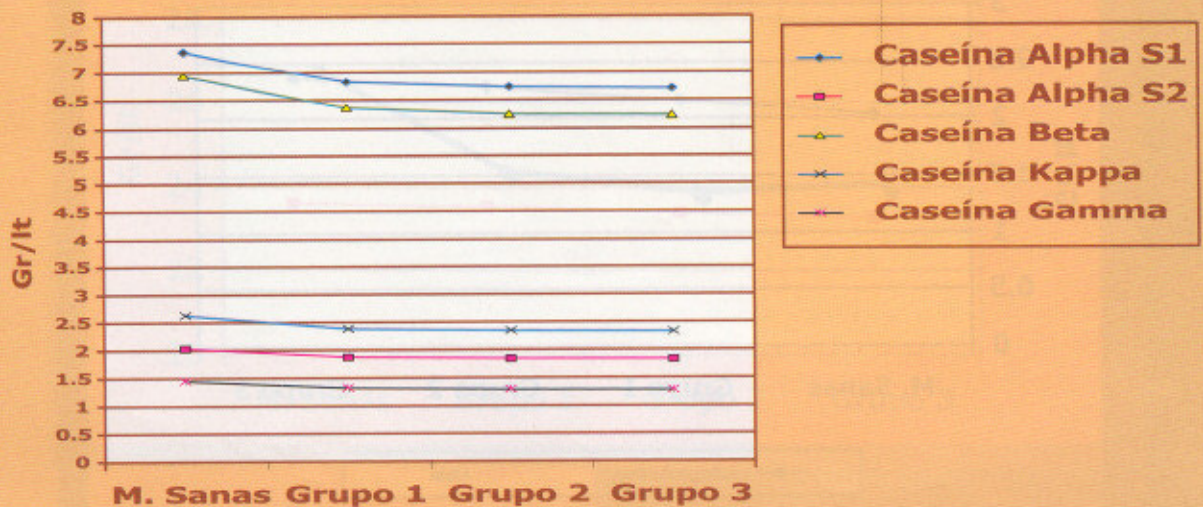
los cambios proteolíticos mencionados anteriormente. Politis et al. 1994, encontraron que la humedad del queso proveniente de leche con CCS/ml de 200.000 a 900.000 fue del 0.44% a 0.60%, más alta que en quesos elaborados con leche con CCS/ml inferiores a 100.000, conllevando a defectos por calidad en la producción.

En derivados lácteos como el yogur se ha encontrado cambios tanto en sus características físicas como alteraciones en la estabilidad de la espuma, firmeza del gel y estabilidad al

calor, adicionalmente se ha encontrado que la plasmina es resistente al calor, por lo tanto, productos alimenticios que involucran como fuente la leche condensada y leche en polvo pueden verse afectados (Dairy Business.com 2001).

En un estudio realizado por Ortiz Yanira 2002 en leche de vacas Holstein del altiplano Norte y Oriente de Antioquia, se comparó los valores promedio de proteína y fracciones protéicas del grupo de muestras sanas (CCS < 255.000) y tres grupos de muestras

Gráfico N° 3. Comportamiento de caseínas según grupos CCS de muestras afectadas y grupo de muestras sanas.





afectadas (CCS entre 255.000 y 2.700.000). Se encontró pérdida de proteína de 2.6 gr/lt en muestras afectadas con respecto a muestras sanas y ganancia de lactoglobulina y albúmina de 0.22 gr/lt. y 0.11 gr/lt respectivamente, igualmente, se observó pérdidas de caseína de 2.2 gr/lt en muestras afectadas con respecto a las sanas. La fracción de caseína, en la proteína total, se encontró disminuída pasando de un 86% en muestras sanas a un 84% en muestras afectadas.

Se observan las pérdidas de proteína de los tres grupos de muestras afectadas con respecto al grupo de muestras sanas. Lo anterior coincide con lo reportado por E. Urech en 1999, donde encontró un incremento de enzimas proteolíticas (plasmina y plasminógeno del 20% y 30% respectivamente) en la glándula mamaria con incrementos del CCS de 200.000 a 500.000.

Los incrementos en la actividad proteolítica son originados por la respuesta inflamatoria de la ubre a diversas etiologías (agentes infecciosos y/o liberación de toxinas, trauma físico e irritantes químicos), que conducen a un incremento de enzimas proteolíticas (plasmina y plasminógeno), las cuales hidrolizan y alteran el complejo de caseína disminuyendo su proporción en la leche (A. Zecconi, 1996); igualmente, Oliver O. en 1986 y Corbellini C. en 2002

reportan disminución en la síntesis de caseína en la glándula mamaria como consecuencia del proceso inflamatorio que conduce a la degeneración y lisis de las células alveolares y su reemplazo por tejido conectivo afuncional, además de generar disminución en la capacidad de síntesis del epitelio alveolar sano, generado por el aumento de la presión intramamaria.

El incremento de lactoglobulina y albúmina es proporcional al incremento de CCS, esto coincide con lo reportado por Lara I. en 1991, donde afirma que: "Procesos inflamatorios favorecen la vasodilatación e incremento de la permeabilidad de la glándula mamaria, permitiendo un flujo de albúmina y de β -lactoglobulina desde el plasma hacia la leche con el consiguiente aumento de estos componentes en la misma".

En conclusión los incrementos en el CCS generan cambios negativos en la calidad de la leche como disminución en la cantidad y calidad de la caseína (gr/lt) y aumento en la cantidad de albúmina e inmunoglobulinas (gr/lt) en la leche.

Los niveles de caseína (α , β , κ , γ) se comportan inversamente proporcional es al incremento de CCS, esto puede



ser ocasionado por la disminución en la síntesis de proteína y por el incremento en la actividad proteolítica.

La caseína como proteína de mayor importancia en la producción de derivados lácteos, debido a su propiedad de cuajar la leche, se ve afectada en altos CCS, debido al incremento de enzimas proteolíticas que desestabilizan la estructura de la micela de caseína e hidrolizan parcialmente la misma, generando disminución en la calidad y eficiencia del queso.

1. Antonio Madrid Vicente. 1996. Curso de industrias lácteas. Primera edición, P.p. 17-84.

2. A. L. Kelly, et al. 2000. Correlation between bovine milk somatic cell count and pollymorphonuclear leukocyte level for samples of bulk milk and milk from individual cows. J. Dairy Sci 83: 300-304.

3. Aristizabal V. Jaime. 2000. Factores que influyen en el contenido de la proteína. Despertar Lechero No 17 P.p. 10-25.

4. A. Pirisi. 2000. Efecto de las células somáticas sobre la composición de la leche de oveja y productos elaborados. Industrias Lácteas Españolas. P.p. 27-30. **5. A. Zecconi.** 1995. Somatic cells and their significance for milk processing. Mastitis News P.p. 11-14.

6. Baker, L. D. et al. 1995. Responses in urea and true protein of Milk to different feeding schemes for Dairy Cows. Journal of Dairy Science. Vol 78; P.p. 2424-2434.

7. Ballou U. Linda, et al. 1995. Factors affecting herd milk composition and milk plasmin at four levels of somatic cell counts. J Dairy Sci 79: 1270-1280.



8. **Barbano, et al.** 1991. Influence of milk somatic cell count and milk age on cheese yield. *J Dairy Sci* P.p. 48-53.
9. **Capuco et al.** 1986. In vitro study of polymorphonuclear leukocyte damage to mammary tissues of lactating cows. *Am J. Vet Research*. P.p. 663-670.
10. **Casado et al.** 1986. La calidad de la leche y los factores que influyen en ella. *Industrias lácteas españolas*. P.p. 13-73.
11. **Chandler P.** 1993. Milk Protein: A question of amount actually produced. *Feedstuffs*. P.p. 11-12.
12. **Corbellini c.** 2002. La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de la leche. *Memorias III Seminario Internacional de Competitividad en Leche y Carne*. P.p.251-263.
13. **Dairy Business.com.** Low SCC = higher quality cheese.
14. **Dayry Processing Handbook. Tetrapak.** 1996. P.p. 20-63.
15. **Dongjlin, et al.** 1993. Assays for native plasminogen activators in bovine milk. *J. Dairy Sci* 76:3362-3368.
16. **E. Urech, et al.** 1999. Changes in milk protein fraction as affected by subclinical mastitis. *J Dairy Sci* 82 :2402-2411.
17. **Gonzalo C.** 2000. Factores infecciosos de variación del recuento celular de la leche de oveja. *Producción animal*. P.p. 76-87.
18. **Henao Magdalena.** 2002. Avances en la calidad de la leche en COLANTA. *Memorias III Seminario Internacional de Competitividad en Leche y Carne*. P.p.267-285.
19. **Jaramillo Manuel G.** 2000. Células somáticas y calidad de la leche. *Despertar Lechero* No. 17 P.p 39-48.
20. **K. D. Hayes et al.** 2000. Plasmin levels in fresh milk whey and whey protein products. *J Dairy Sci* 83: 387-394.
21. **Klei Linda.** 1998. Effect of milk somatic cell count on cottage cheese yield and quality. *J Dairy Sci* 81: 1205-1213.
22. **Lara G. Ignacio.** 1991. Síntesis de los constituyentes de la leche: las proteínas. *Frisona española*. P.p. 70-80.
23. **M. R. Muehlenkamp, et al.** 1996. B-Casomorphins: Analysis in cheese and susceptibility to proteolytic enzymes from *Lactococcus lactis* ssp. *Cremoris*. *J Dairy Sci* 79: 20-26.
24. **Ney Pool Pérez.** 2002. Células somáticas y su relación con la lisis de la



caseína. *Despertar Lechero* No. 18, P.p. 41-50.

25. Olimpo J Oliver. 1986. Fisiopatología de la Mastitis. *Rev. Col. Ciencias Pecuarias* P.p. 63-65. 26. Ortiz Yanira. Análisis de la relación del conteo de células somáticas con la proteína total, caseínas, albúmina, y lactoglobulina en leche de ganado Holstein en fincas del Altiplano Norte y Oriente de Antioquia. 2003. 94 P.p. 15-50.

27. O.W. Schalm, DVM. 1997. Pathologic changes in the milk and udder of cows with mastitis. *JAVMA* vol 170 No 10 P.p. 1137-1140.

28. Politis, et al. 1994. Effect of individual casein on plasminogen activation by bovine urokinase-type and tissue-type plasminogen activators. *J Dairy Sci* 78:483-490.

29. Peeler E. J, et al. 2000. Risk factors associated with clinical mastitis in low somatic cell count british dairy herds. *J Dairy Sci* 83: 2464-2472.

30. Pedraza Carlos y col. 2000. Cambios en la producción y composición láctea por efecto del incremento de células somáticas en leche de vacas. *Rev. de la facultad de ciencias veterinarias y pecuarias.* Santiago, Chile. P.p. 1-9.

31. R. J. Verdi, et al. 1987. Variability in true protein, casein, nonprotein, nitrogen and proteolysis in high and low somatic cell milks. *J Dairy Sci* 230-242.

32. Recabarren Sergio. 1993. Fisiología de la lactancia. *Revista de la facultad de Medicina Veterinaria de la U. de Concepción, Chile.*

33. Revista Holstein. 1998. Análisis de los componentes de la leche. P.p.18-22.

34. Sordillo L. et al, 1997. Immunobiology of the Mammary Gland. *Journal of Dairy Sci* 80:1851-1865.

35. Y. Le Roux, et al. 1995. Proteolysis in samples of Quarter milk with varying somatic cell counts. 2. Component PP3 and B-casein-1p of the proteose-peptone fraction. *J Dairy Sci* 78: 1298-1391.

36. Y.Ma, C. Ryan, et al. 2000. Effects of somatic cell count on quality and shelf-life of pasteurized fluid milk. *J Dairy Sci* 83:264-274.

37. Y. Le Roux, et al. 1995. Proteolysis in samples of Quarter milk with varying somatic cell counts. 1. Comparison of some indicators of endogenous proteolysis in milk. *J Dairy Sci* 78: 1.