

## Células somáticas y composición nutricional de la leche en tanque, Bongará Amazonas, Perú, 2021

### Somatic cells and nutritional composition of milk in tank, Bongara Amazonas 2021

Janier Culqui Vilca<sup>1</sup>, Raúl Rabanal Oyarce<sup>2</sup>

#### RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de las células somáticas en la composición nutricional de la leche. Se recolectaron muestras directamente del tanque de 11 plantas de procesamiento de lácteos. La determinación del contenido de células somáticas fue analizada con el equipo De Laval cel counter (DCC) y la composición nutricional con el equipo Lactoscan, en el laboratorio de enfermedades infecciosas y parasitarias de animales domésticos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Los datos fueron analizados por estadística descriptiva, prueba de correlación de Pearson y procesada con el software Statistics V.8.0. Los resultados indican que el 27.27% de las plantas de procesamiento utilizan leche que superan los límites máximos permisibles en células somáticas (500 000 cel/ml - NT Peruana) nivel alto de células somáticas y calidad regular de leche y el 72.73% utilizan mejor calidad de leche. Se concluye que existe variación significativa para los parámetros físico-químicos entre plantas y además se encontró correlación negativa y altamente significativa ( $p<0.01$ ) para la concentración de células somáticas con el nivel de grasa, correlación altamente significativa ( $p<0.01$ ) y negativa entre células somáticas y el porcentaje de proteína, y correlación positiva con sólidos ( $p<0.01$ ), lo que evidencia variación inversamente proporcional entre células somáticas y contenido nutricional de la leche.

**Palabras clave:** Leche, células somáticas, composición nutricional

#### ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effect of somatic cells on the nutritional composition of milk, for which samples were collected directly from the tank of 11 dairy processing plants. The determination of the content of somatic cells was analyzed with the De Laval cel counter (DCC) equipment and the nutritional composition with the Lactoscan equipment, in the laboratory of infectious and parasitic diseases of domestic animals of the Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. The data were analyzed by descriptive statistics, Pearson's correlation test and processed with the Statistics V.8.0 software. The results indicate that 27.27% of the processing plants use milk that exceeds the maximum permissible limits in somatic cells (500,000 cells/ml - Peruvian NT), high level of somatic cells and regular quality of milk and 72.73% use better quality. milk. It is concluded that there is significant variation for the physical-chemical parameters between plants and also a negative and highly significant correlation ( $p<0.01$ ) was found for the concentration of somatic cells with the level of fat, highly significant correlation ( $p<0.01$ ) and negative between somatic cells and protein percentage, and positive correlation with solids ( $p<0.01$ ), which shows inversely proportional variation between somatic cells and nutritional content of milk.

**Keywords:** Milk, somatic cells, nutritional composition

<sup>1</sup>Bachiller Janier Culqui Vilca. Escuela Profesional de Ingeniería Zootecnista . Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Correo electrónico: Janier.culqui@untrm.edu.pe

<sup>2</sup>Dr. Raúl Rabanal Oyarce. Docente en la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Correo electrónico: raul.rabanal@untrm.edu.pe

## I. INTRODUCCIÓN

Los centros de producción de leche es el eslabón primario, desde donde se debe empezar a garantizar las condiciones de calidad composicional y microbiológica, para la obtención de un producto de óptima calidad dentro de la cadena láctea (Calderón et al., 2006).

La mastitis es la causa de grandiosas pérdidas económicas en la actividad ganadera, debido a que la enfermedad no solo afecta la salud física de las vacas, sino también las propiedades de calidad de leche (USDA, 2007 y Mora et al., 2016).

Las propiedades de contenido nutricional y limpieza de la leche son indicadores de la eficiencia para la transformación en derivados lácteos (Pretto et al., 2013) estas características a su vez se vinculan con el recuento de células somáticas y el porcentaje de sólidos totales (Torres et al., 2016).

Evaluar las células somáticas nos otorga la posibilidad de valorar aspectos acerca de la salud y función de la ubre y por su relación directa con el contenido nutricional de la leche brinda un principio inmensamente relevante sobre su calidad (Danków et al., 2003), éstas células mayormente están compuestas por leucocitos que actúan a nivel de la glándula mamaria para atacar los microorganismos causantes de la enfermedad (Sharma et al. 2011), estos glóbulos blancos son agentes normales en el cuerpo, que se trasladan y viajan por el torrente sanguíneo para neutralizar bacterias que afectan el interior de la glándula mamaria (García, 2004).

Si el número de células somáticas es inferior a 100,000CS/ ml es considerado como normal, indicando buena salud de la glándula mamaria, mientras que un conteo mayor a 200,000CS/ml indica una infección bacteriana (Bradley y Green, 2005) relacionada con una de las enfermedades más infecciosas que se presentan en las granjas ganaderas como es la mastitis y que no todos los productores la detectan debido a que existe un tipo de mastitis de carácter subclínico, que no es observable y es la que precede a la aparición posterior de una mastitis clínica.

Cuando en la leche, el número de células somáticas es alto, afecta al incremento de inmunoglobulinas y lactoferrina, cuando hay un proceso infeccioso en la ubre, puede variar el pH de forma ascendente desde 6.6 hasta 6.9 debido a que se eleva el paso de inmunoglobulinas, sodio, cloro, entre otros compuestos de la leche porque a causa de la infección las proteínas presentes en el suero de la sangre se han desplazado hacia la leche por un incrementado en la permeabilidad capilar de los tejidos de la glándula mamaria (Velásquez y Vega, 2012).

Calderón et al. (2012) al evaluar la calidad de la leche mediante parámetros físico-químicos medidos

directamente en la leche cruda de los tanques de 15 plantas y la sanidad en las glándulas mamarias, reportaron valores normales para los parámetros físicoquímicos, pero el recuento de células somáticas fue de  $345.133 \pm 302.241$  CS/ml, encontrando regresión lineal para el nivel de presencia de mastitis y el número de células somáticas en 7 de las 15 plantas evaluadas, además de tener un promedio mayor a 250,000 cel/ml.

Romero et al. (2018) reportan para seis centros de acopio incluidos en su estudio de calidad físicoquímica, microbiológica, recuento de células somáticas y presencia de inhibidores en leches crudas para parámetros físicoquímicos en su mayoría dentro de los valores aceptados y establecidos en los decretos de dicho país (proteína  $\geq 2,9\%$ , grasa  $\geq 3,0\%$ , densidad  $\geq 1.030$ , ST  $\geq 11,30$ , SNG  $\geq 8,30$ , mientras que el número de células somáticas fue mayor a 500.000 cel/ml.

En el Perú la NT 202.001. Leche y productos lácteos, en sus parámetros de control establece que para ser admisible para consumo humano el conteo de células somáticas en la leche debe ser inferior a 500 000 cel/mL, mientras que la Federación Panamericana de Lechería (FEPALE) establece 4 niveles de calificación para la leche según el número de células somáticas: malo/muy alto, cuando es mayor 1000 000 cle/ml; Regular/alto, cuando es entre 501 000 a 1000 000; Bueno/moderado, cuando es entre 200 000 a 500 000 y como muy bueno/bajo cuando es menor a 200 000.

Considerando que evaluar la composición de la leche es esencial para las plantas que lo industrializan, manejo del hato lechero y para asegurar la salud de los consumidores ya que la calidad de la leche tiene un efecto directo en las características de calidad de los productos finales (Oliszewski et al., 2016), surge la necesidad y la importancia de determinar la calidad sanitaria y composicional de la leche que se produce y usa en los centros de acopio y transformación de la Provincia de Bongará, Región Amazonas, por tratarse de una provincia con distritos con alto volumen de producción de leche y el continuo crecimiento que ha mostrado en materia de transformación a derivados lácteos.

## II. MATERIAL Y MÉTODO

El presente estudio se llevó a cabo en los diferentes centros de acopio de leche de la Provincia de Bongará, Región Amazonas, Perú, ubicada entre las coordenadas  $5^{\circ}51'27''$  Latitud Sur y  $77^{\circ}47'32''$  de Longitud Oeste; a una altitud de 1991 m.s.n.m., temperatura media de 20 a 25 °C.

Se realizó la identificación de las plantas de acopio y procesamiento de lácteos en la provincia de Bongará, lográndose identificar 11 plantas de procesamiento,

se realizó muestreo del 100 % de plantas, las muestras se recogieron en frascos de vidrio con capacidad de 100 ml previamente esterilizados a 140 °C por 30 minutos. Las muestras se identificaron con número de planta, lugar, fecha y hora de muestreo, acondicionados en un medio de transporte a una temperatura de 4 °C trasladados al Laboratorio.

El recuento de células somáticas se realizó con el equipo De Laval Cell Counter (DCC), el cual es un contador de células óptico que funciona con cassetts para las muestras (1 l). Su especificidad está basada en su conteo de núcleos de células somática teñidos con una sonda fluorescente de Ioduro de Propidio y específica de DNA. La producción de señales fluorescentes, se registran en forma de imágenes las cuales se usan para determinar el número de células somáticas en la leche.

Los parámetros de composición nutricional (Grasa, SNG, proteína, lactosa, sólidos, pH y la densidad) se midieron con el equipo Lacto Scan Milk Analyzer.

Se usó la estadística descriptiva para presentar la media aritmética para cada uno de los parámetros de

la composición nutricional, asimismo, se hizo la comparación múltiple de los promedios de cada parámetro por planta con Duncan ( $p < 0.05$ ). Finalmente se analizaron con el coeficiente de correlación de Pearson con la prueba t-student ( $p < 0.05$ ) en el software estadístico Estadistics V.8.0.

### III. RESULTADOS

Figura 1

Número promedio de células somáticas/ml por planta

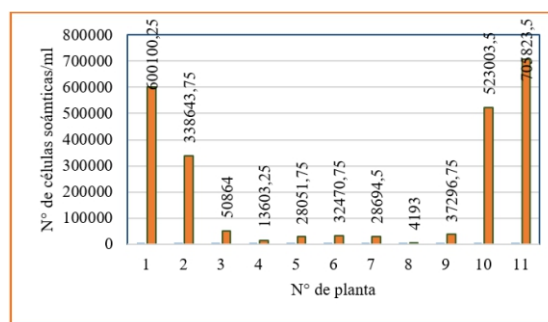


Tabla 1

Media general de células somáticas e indicadores fisicoquímicos de la leche de diferentes plantas

N° de planta	Células somáticas (cel/ml)	Crasa (%)	Sólidos no grasos (%)	Densidad (kg/m3)	Lactosa (%)	Sólidos (%)	Proteína (%)	pH
Planta 1	600100.25±33619.48a	2.43±0.24b	8.18±0.30ab	28.74±1.48a	5.25±0.29a	0.64±0.04b	2.84±0.41c	6.70±0.06a
Planta 2	338643.75±25364.60ab	3.56±0.08a	7.53±0.42c	28.92±1.49a	4.96±0.28a	0.71±0.09b	3.36±0.30bc	6.80±0.06a
Planta 3	50864±2248.15b	4.16±0.39a	7.76±0.50abc	27.38±1.99a	5.13±0.06a	0.67±0.08b	3.79±0.51ab	6.75±0.12a
Planta 4	13603.25±2358.73b	3.80±0.29a	7.99±0.09abc	29.01±1.58a	5.18±0.43a	0.78±0.13b	3.90±0.40ab	6.66±0.26a
Planta 5	28051.75±1734.79b	3.93±0.28a	7.89±0.48abc	27.97±1.35a	5.38±0.44a	0.62±0.13b	3.57±0.37ab	6.71±0.15a
Planta 6	32470.75±1250.95b	3.64±0.23a	7.93±0.07abc	28.94±2.46a	5.48±0.68a	0.59±0.064b	3.69±0.30ab	6.70±0.18a
Planta 7	28694.50±2071.10b	3.89±0.27a	7.49±0.20c	28.54±1.56a	4.97±0.18a	0.54±0.18b	3.72±0.46ab	6.71±0.11a
Planta 8	4193.00±558.29b	3.87±0.67a	7.68±0.44bc	29.08±2.12a	5.18±0.28a	0.65±0.02b	3.98±0.54a	6.90±0.05a
Planta 9	37296.75±1670.55b	4.08±0.50a	7.87±0.50abc	28.63±1.87a	5.11±0.24a	0.63±0.03b	3.69±0.13ab	6.77±0.07a
Planta 10	523003.50±107899.47a	2.75±0.18b	8.34±0.36a	28.49±0.88a	5.03±0.26a	0.68±0.03b	2.80±0.41c	6.76±0.06a
Planta 11	705823.50±947515.68a	3.81±0.57a	7.69±0.43bc	28.33±1.82a	5.12±0.13a	1.95±2.41a	3.63±0.21ab	6.74±0.29a
p-valor	0.003	0.000	0.075	0.963	0.545	0.337	0.001	0.969

Tabla 2

Coefficientes de Pearson para indicadores fisicoquímicos de la leche de diferentes plantas

**Tabla 2**

*Coefficientes de Pearson para indicadores fisicoquímicos de la leche de diferentes plantas*

	RCS (cel/ml)	G (%)	SNG (%)	D (kg/m3)	L (%)	S (%)	P (%)	pH
RCS (cel/ml)	1	-0.46	-0.027	-0.102	-0.116	0.815	-0.363	0.132
<i>Significancia</i>		<b>0.002**</b>	0.860	0.508	0.452	<b>0.000**</b>	<b>0.015**</b>	0.393
Crasa (%)		1	-0.296	-0.111	0.101	-0.022	0.679	-0.008
<i>Significancia</i>			0.051	0.473	0.515	0.887	<b>0.000**</b>	0.958
SNG (%)			1	0.025	0.202	-0.272	-0.329	-0.014
<i>Significancia</i>				0.872	0.188	0.074	<b>0.029*</b>	0.928
Densidad (kg/m3)				1	0.259	-0.159	-0.069	0.009
<i>Significancia</i>					0.089	0.302	0.655	0.953
Lactosa (%)					1	-0.065	0.086	-0.35
<i>Significancia</i>						0.676	0.577	<b>0.020*</b>
Sólidos (%)						1	0.0498	0.133
<i>Significancia</i>							0.748	0.388
Proteína (%)							1	-0.076
<i>Significancia</i>								0.624
pH								1

\*\*La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). \*La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

#### IV. DISCUSIÓN

Existieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre plantas procesadoras de leche para los indicadores fisicoquímicos de leche como células somáticas, grasa, sólidos no grasos, sólidos y proteína. Sin embargo, no se encontró diferencias ( $p > 0.05$ ) para densidad, lactosa y pH de la leche (Tabla 2). La planta 1, 10 y 11 fueron estadísticamente similares entre ellas ( $p > 0.05$ ) y superiores ( $p < 0.059$ ) a las otras plantas en el contenido de células somáticas.

La literatura reporta variaciones en el conteo de células, dependiendo del sistema de crianza, a lo que Bonifaz y Riquelme, 2011 en Ecuador encontraron valores inferiores a 600.000 cel/ml y 250.000 cel/mL, respectivamente. Basándose en un organismo regulatorio, el contenido de células límite debe ser de 400.000 para la Unión Europea y límite de 750.000 para los Estados Unidos (Vianna et al., 2018). Si bien es cierto los resultados de este estudio reportó valores dentro de estos rangos, las plantas 01, 10 y 11 superan los límites máximos permisibles en células somáticas que establece para consumo humano la NT peruana, que son 500 000 cel/ml, por lo que es necesario hacer un manejo adecuado en la ubre pre y pos ordeño, ya que conlleva a grandes pérdidas económicas para el productor y tiene estrecha relación la calidad de la leche con la inocuidad para el aprovechamiento y consumo del ser humano (Fox et al., 2018).

El nivel de grasa de la leche se observó en un rango desde 2.43% hasta 4.16%, existiendo diferencias entre las plantas. La leche con menor concentración de grasa se obtuvo de las plantas 1 y 10, siendo

inferiores ( $p < 0.05$ ) a las otras plantas (Tabla 2). Las diferencias mostradas pueden darse por la composición nutricional del alimento (Bryant et al., 2018; Mendoza y Acosta, 2020), efecto meteorológico (Zuluaga y Restrepo, 2009). El nivel de grasa puede variar desde 3 a 4%, depende de la funcionalidad de las células secretoras de la ubre y se caracteriza porque está formada por glóbulos pequeños que están ubicados en moléculas de agua, rodeándose de una capa fosfolipídica lo que evita que se aglutinen y se separen de la parte acuosa (Agudelo y Bedoya, 2005).

Los niveles de grasa reportado en este estudio concuerdan con el reporte de Mendoza (2020), quien reportó nivel de grasa de leche de 3.76% de vacas alimentadas con pastura con nivel de proteína de 24%. La literatura también indica que la grasa de la leche es un indicador importante de la calidad nutricional de la leche. en ese sentido es necesario comprender los atributos que ofrecen cada componente de la leche bovina. Finalmente, el bajo porcentaje de grasa en leche se explica porque es consistente con una mayor liberación de aceite en el rumen, lo que puede explicar la tendencia a la menor proporción de grasa láctea para las vacas que se alimentan con concentrados granulados versus no granulados (Dhiman et al., 2000).

Existió diferencias significativas para sólidos no grasos entre las plantas ( $p < 0.05$ ), siendo la planta 10 con mayor valor promedio de sólidos no grasos (Tabla 2) y las plantas con menor contenido de sólidos no grasos fueron la 2 y la 7 ( $p < 0.05$ ). La densidad de la leche y la concentración de lactosa no

difirió entre las plantas evaluadas ( $p > 0.05$ ). Un efecto similar ocurrió al evaluar el pH de la leche, el cual no varió entre plantas, presentando valores de 6.66 hasta 6.90. Valores de pH de este estudio están dentro de los valores de 6.44 (leche de vacas Holstein alimentadas con concentrado no granulado), 6.61 (leche de vacas Holstein alimentadas con concentrado granulado), 6.43 (leche de vacas Holstein alimentadas con concentrado no granulado tratado con 50 g/kg de MS de lignosulfonato) y 6.71 (concentrado granulado tratado con 50 g/kg de MS de lignosulfonato) (Dos Santos et al., 2011).

La leche bovina comprende proteínas de alta abundancia, incluidas caseínas,  $\alpha$ -LA y  $\beta$ -LG, así como miles de proteínas de baja abundancia (D'Amato et al., 2009). La fracción descremada de la leche secretada contiene una variedad de proteínas biológicamente activas (Greenwood y Honan, 2019). La membrana del glóbulo graso de la leche es otra fracción que contiene proteínas que contiene un perfil bioactivo rico (Lee et al., 2018).

La butirofilina, por ejemplo, es una proteína común asociada a membrana del glóbulo graso de la leche que es miembro de la superfamilia Ig y está involucrada en las respuestas de las células T inmunes (Demmelmair et al., 2017). El nivel de proteína en leche varió significativamente entre plantas ( $p < 0.05$ ), presentando mayores niveles la planta 8 y niveles bajos las plantas 1 y 10 (Tabla 2). Los valores de proteína de este estudio son similares al 3.43% (vacas que pastorearon un pasto leguminoso) y 3.72% vacas alimentadas con cultivos anuales) (Scuderi et al., 2020) y están dentro del rango estándar de proteína de 3.9% hasta 3.9% (Gómez y Mejía, 2005).

Los recuentos de células bacterianas y somáticas son métodos de referencia utilizados como indicadores de la calidad de la leche cruda (Costello et al., 2003). Se encontró correlación negativa y altamente significativa ( $p < 0.01$ ) para la concentración de células somáticas con el nivel de grasa en leche (Tabla 3), lo que demuestra que al aumentar las células somáticas el nivel de grasa se vería afectado en 21%. Asimismo, se encontró correlación altamente significativa ( $p < 0.01$ ) y negativa entre células somáticas y el porcentaje de proteína, pero correlación positiva se determinó con sólidos ( $p < 0.01$ ). La membrana del glóbulo graso de la leche es integral y se correlaciona con la secreción de grasa láctea; por tanto, es factible que los aumentos en la producción de grasa de la leche aumenten la abundancia de proteínas y péptidos bioactivos en la leche (Scuderi et al., 2020).

Un estudio demostró que, las propiedades de coagulación de la leche favorables se asocian con un pH bajo (0,52 y -0,43 para tiempo de coagulación y firmeza de la cuajada, respectivamente) y una alta acidez (-0,46 y 0,41 para tiempo de coagulación y

firmeza de la cuajada, respectivamente) (Cassandro et al., 2008). Este tipo de asociación también fue informado por Ikonen et al. (2004) para el rasgo de pH. Según lo informado por Lindström et al. (1984), un alto valor de firmeza de la cuajada se asocia con un alto contenido de proteína y caseína (0,23 y 0,32, respectivamente). En otro estudio, el número de células somáticas se correlacionó significativamente con recuento total de bacterias ( $r = 0,25$ ) y recuento de coliformes ( $r = 0,19$ ), mientras que se reportó menos correlación entre otras combinaciones por pares de indicadores de calidad de la leche (Pantoja et al., 2009).

## V. CONCLUSIONES

De las 11 plantas incluidas en el estudio, 03 superan los límites máximos permisibles en células somáticas que establece para consumo humano la Norma Técnica Peruana, que son 500 000 cel/ml y se ubican dentro de la calificación de nivel alto de células somáticas y calidad regular de leche según lo establecido por la Federación Panamericana de Lechería (FEPALE).

El nivel de grasa, proteína y sólidos varía según el porcentaje de células somáticas presentes en la leche, lo que conlleva a tener la seguridad de manifestar que existe un nivel considerable de mastitis bovina subclínica en el área de intervención de este estudio.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonifaz, N., & Riquelme, N. (2011). *Buenas prácticas de ordeño y la calidad higiénica de la leche en el Ecuador*. La Granja, 14(2), 45-57.
- Bradley, A. & Green, M. 2005. *Use and interpretation of somatic cell count data in dairy cows. In practice*. (27): 310-315.
- Bryant, R. H., Welten, B. G., Costall, D., Shorten, P. R., & Edwards, G. R. (2018). *Milk yield and urinary-nitrogen excretion of dairy cows grazing forb pasture mixtures designed to reduce nitrogen leaching*. *Livestock Science*, 209, 46-53.
- Cassandro, M., Comin, A., Ojala, M., Dal Zotto, R., De Marchi, M., Gallo, L., ... & Bittante, G. (2008). *Genetic parameters of milk coagulation properties and their relationships with milk yield and quality traits in Italian Holstein cows*. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 371-376.
- Calderón, A.; García, F.; Martínez, G. (2006). *Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia*. *Rev. MVZ*

- Córdoba, v.11, n.1, p.725-737.
- Calderón, A., Rodríguez, V., Arrieta, G., Martínez, N., & Vergara, O. (2012). *Calidad fisicoquímica y microbiológica de leches crudas en empresas ganaderas del sistema doble propósito en Montería (Córdoba)*. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 15(2), 399-407.
- Costello, M., Rhee, M. S., Bates, M. P., Clark, S., Luedecke, L. O., & Kang, D. H. (2003). *Eleven-year trends of microbiological quality in bulk tank milk*. Food Protection Trends, 23, 383-400.
- Danków, R., Casi-Sokolinska, D., Pikul, J., Wójtowski, J. (2003). *Cytological quality of goat's milk*. Medicine veterinary, 59(1), 77-80.
- D'Amato, A., Bachi, A., Fasoli, E., Boschetti, E., Peltre, G., Senechal, H., & Righetti, P. G. (2009). *In-depth exploration of cow's whey proteome via combinatorial peptide ligand libraries*. Journal of proteome research, 8(8), 3925-3936.
- Demmelmair, H., Prell, C., Timby, N., & Lönnerdal, B. (2017). *Benefits of lactoferrin, osteopontin and milk fat globule membranes for infants*. Nutrients, 9(8), 817.
- Dos Santos, W. B. R., Santos, G. T. D., da Silva-Kazama, D. C., Cecato, U., De Marchi, F. E., Visentainer, J. V., & Petit, H. V. (2011). *Production performance and milk composition of grazing dairy cows fed pelleted or non-pelleted concentrates treated with or without lignosulfonate and containing ground sunflower seeds*. Animal feed science and technology, 169(3-4), 167-175.
- Dhiman, T. R., Satter, L. D., Pariza, M. W., Galli, M. P., Albright, K., & Tolosa, M. X. (2000). *Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid*. Journal of Dairy Science, 83(5), 1016-1027.
- Fox, L. K., Shook, G. E., & Schultz, L. H. (1985). *Factors related to milk loss in quarters with low somatic cell counts*. Journal of Dairy Science, 68(8), 2100-2107.
- García, A. (2004). Célula somática y alto recuento bacteriano. *Dairy Science Department. College of Agriculture & Biological Sciences/ South Dakota State University/USDA*.
- Gómez, D. A. A., & Mejía, O. B. (2005). *Composición nutricional de la leche de ganado vacuno*. Revista Lasallista de investigación, 2(1), 38-42.
- Greenwood, S. L., & Honan, M. C. (2019). *Symposium review: Characterization of the bovine milk protein profile using proteomic techniques*. Journal of dairy science, 102(3), 2796-2806.
- INDECOPI. (2010). Norma técnica peruana - NTP 2002.001 *Leche y productos lácteos*. leche cruda. Requisitos. 4th ed. Lima.
- Ikonen, T., Morri, S., Tyrisevä, A. M., Ruottinen, O., & Ojala, M. (2004). *Genetic and phenotypic correlations between milk coagulation properties, milk production traits, somatic cell count, casein content, and pH of milk*. Journal of dairy science, 87(2), 458-467.
- Lee, H., Padhi, E., Hasegawa, Y., Larke, J., Parenti, M., Wang, A., ... & Slupsky, C. (2018). *Compositional dynamics of the milk fat globule and its role in infant development*. Frontiers in Pediatrics, 6, 313.
- Lindström, U. B., Antila, V., & Syväjärvi, J. (1984). *A note on some genetic and non-genetic factors affecting clotting time of Ayrshire milk*. Acta Agriculturae Scandinavica, 34(3), 349-355.
- Mendoza, A., & Acosta, Y. (2020). *Suplementación de vacas a pastoreo con ensilado de grano húmedo de maíz o concentrado comercial*. Veterinaria (Montevideo), 56(214), 1-6.
- Mora, M. G., Vargas, B., Romero, J. J., & Camacho, J. (2016). *Efecto de factores genéticos y ambientales sobre el recuento de células somáticas en ganado lechero de Costa Rica*. Agronomía Costarricense, 40(2), 7-18.
- Pantoja, J. C. F., Reinemann, D. J., & Ruegg, P. L. (2009). *Associations among milk quality indicators in raw bulk milk*. Journal of Dairy Science, 92(10), 4978-4987.
- Pretto, D., De Marchi, M., Penasa, M., & Cassandro, M. (2013). *Effect of milk composition and coagulation traits on Grana Padano cheese yield under field conditions*. The Journal of Dairy Research, 80(1), 1.
- Romero P, A., Calderón R, A., & Rodríguez R, V. (2018). *Evaluación de la calidad de leches crudas en tres subregiones del departamento*

- de Sucre, Colombia*. Revista Colombiana De Ciencia Animal - RECIA, 10(1), 43-50.
- Scuderi, R. A., Ebenstein, D. B., Tacoma, R., Cersosimo, L. M., Kraft, J., Brito, A. F., & Greenwood, S. L. (2020). Comparative analysis of the skim milk and milk fat globule membrane proteomes produced by Jersey cows grazing pastures with different plant species diversity. *Journal of Dairy Science*, 103(8), 7498-7508.
- Sharma, N; Singh, NK; Bhadwal, MS. 2011. *Relationship of Somatic Cell Count and Mastitis: An Overview*. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 24(3):429-438.
- Torres, Y. O. G., Martínez, M. I. M., & Rodríguez, H. E. M. (2016). *Calidad sanitaria y composicional de la leche cruda producida en la vereda Quebrada Vieja, Soracá (Boyacá)*. Conexión Agropecuaria JDC, 6(2), 87-93.
- USDA (Department of Agriculture, USA). 2007. Dairy 2007 Part I: *Reference of Dairy Cattle Health and Management Practices in the United States, 2007 (en línea)*. Colorado, USA. Consultado 15 mar. 2015. Disponible en [http://www.aphis.usda.gov/animal\\_health/nahms/dairy/downloads/dairy07/dairy07\\_dr\\_PartI.pdf](http://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy07/dairy07_dr_PartI.pdf)
- Vianna, P C. B., Mazal, G., Santos, M. V., Bolini, H. M. A., & Gigante, M. L. (2008). *Microbial and sensory changes throughout the ripening of Prato cheese made from milk with different levels of somatic cells*. *Journal of Dairy Science*, 91(5), 1743-1750.
- Zuluaga, J. J. E., & Restrepo, L. F. (2009). *Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos Municipios de Antioquia-Colombia*. Revista Lasallista de Investigación, 6(1), 50-57.