



## La influencia del método de ordeño, las condiciones de almacenamiento y el recuento de células somáticas en la calidad de la leche cruda en tanques



Joadilza da Silva Bezerra <sup>a</sup>

Juliana Paula Felipe de Oliveira <sup>b\*</sup>

Danielle Cavalcanti Sales <sup>a</sup>

Yhêlda Maria de Oliveira Silva <sup>a</sup>

Stela Antas Urbano <sup>a</sup>

Luis Henrique Fernandes Borba <sup>a</sup>

Lisandra Murmann <sup>a</sup>

Adriano Henrique do Nascimento Rangel <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Macaíba, Brasil.

<sup>b</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, Brasil.

\*Autor de correspondencia: [jupaula.oliv@yahoo.com.br](mailto:jupaula.oliv@yahoo.com.br)

### Resumen:

Las condiciones del ordeño y almacenamiento pueden afectar a la calidad de la leche cruda. Se hizo una evaluación de la influencia del método de ordeño, las condiciones de almacenamiento y el aumento en el recuento de células somáticas (RCS) en la calidad de la leche cruda. Se realizaron evaluaciones mensuales durante un año en 21 tanques mediante el monitoreo de la temperatura de refrigeración y el tiempo de almacenamiento de la leche en el tanque. Los tanques se agruparon en tres rangos de temperatura. Se establecieron intervalos de tiempo de almacenamiento de leche en cada tanque: hasta 24 h; de 24 a 48 h; y más de 48 h. El efecto de RCS sobre la composición

se evaluó en tres categorías: RCS bajo; RCS intermedio; y RCS alto. En el período analizado, solo el 10.8 % de los tanques tuvieron un RCS bajo, el 46.5 % tuvieron uno intermedio, y el 42.7 % uno alto. Hubo una correlación positiva entre el RCS y el nivel de la proteína, y una correlación negativa entre el RCS y el nivel de la lactosa. Los resultados indican que el método de ordeño no influye en la contaminación microbiana de la leche. En contraste, un mayor tiempo de almacenamiento y el aumento de la temperatura causaron un aumento en el RCS y el conteo microbiano total. Las prácticas de higiene en los hatos y los tanques estudiados requieren de mejoramiento, ya que el 42.7 % de los tanques presentaron un RCS alto y los conteos bacterianos totales presentaron valores superiores a los recomendados por la legislación.

**Palabras claves:** CBT, Composición química, Higiene, Temperatura.

Recibido:12/02/2019

Aceptado: 25/11/2019

## Introducción

La sociedad espera que el sector primario proporcione alimentos de alto valor biológico que además sean seguros y saludables. Esta expectativa orienta a la legislación, la investigación y la transferencia de tecnología para que se cumplan estas demandas. Se vincula de manera directa a la competitividad y rentabilidad del sector, siendo de fundamental importancia para poder ingresar y mantener productos en los mercados<sup>(1)</sup>.

La leche de todas las especies mamíferos es una mezcla heterogénea de secreción láctea que contiene varios componentes y muestra una amplia variedad de actividades químicas y funcionales<sup>(2)</sup>. Sus características están asociadas a parámetros fisicoquímicos y estos se utilizan para desarrollar estándares adecuados de higiene y sanitación en el ordeño<sup>(3)</sup>. La calidad de la leche responde a una interacción entre: la salud general del hato, la salud de la glándula mamaria, las condiciones de ordeño y el almacenamiento de la leche<sup>(4)</sup>.

El proceso de la producción de la leche cruda bajo refrigeración y con almacenamiento en tanques facilita la logística de recolección y reduce las pérdidas económicas por la actividad acidificante de las bacterias mesófilas<sup>(5)</sup>. La mastitis es una enfermedad común en los hatos lecheros que ocasiona altas pérdidas económicas por alteraciones en el tejido secretor de la glándula mamaria. Además, provoca una reducción en la vida productiva de las vacas y modifica los principales componentes de la leche<sup>(6)</sup>.

El recuento de células somáticas (RCS) es uno de los principales parámetros utilizado en la evaluación de la calidad de la leche ya que tiene una relación directa con la composición de leche, el rendimiento industrial y la seguridad alimentaria. Los niveles altos de RCS y de conteo bacteriano total (CBT) se asocian con una mayor actividad enzimática en la leche, la cual puede dañar los componentes de la leche y degradar su calidad y características<sup>(7)</sup>.

El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia del método de ordeño (manual y mecánico), los efectos de las condiciones de almacenamiento (forma, temperatura y tiempo de almacenamiento) y el RCS sobre la calidad de la leche cruda almacenada en tanques.

## **Material y métodos**

### **Ubicación y recolección de muestras**

Las muestras de leche cruda enfriada fueron recolectadas de tanques de productores vinculados a la *Associação de Pequenos Agropecuaristas do Sertão de Angicos* (APASA), ubicada en la región semiárida del estado de Rio Grande do Norte, Brasil (5°39'56" S, 36°36'04" O; 110 m de altitud). Según la clasificación de Köppen-Geiger, el clima de la región es BSh (árido), presentando temperaturas entre 25 y 33 °C y una precipitación media anual de 753 mm. Los animales lecheros se desempeñaron en un sistema de producción semi-intensivo.

Se realizaron evaluaciones mensuales durante un año de 21 tanques de almacenamiento de leche (15 individuales y 6 colectivos). La recolección de la leche se realizó después de la homogeneización mediante agitación mecánica. Las muestras de leche se retiraron del tanque usando una cuchara de acero inoxidable desinfectada, se identificaron y se guardaron a una temperatura entre los 2 y 6 °C para su transporte al laboratorio.

Los tanques se clasificaron por temperatura, tiempo de almacenamiento, método de ordeño (manual y mecánico) y forma de almacenamiento (individual y colectivo). La temperatura de la leche en el tanque se midió después de una homogeneización previa de 5 min, después de los cuales se midió la temperatura mediante un termómetro digital con marcador láser (Mt-350-Minipa). Los rangos de temperatura se estandarizaron por medio de una escala de tres niveles: Escala 1, 0 a 4 °C (temperatura ideal); Escala 2, 4.01 a 7 °C (temperatura intermedia); y Escala 3, superior a 7 °C (temperatura alta). Los tanques se asignaron a las escalas de temperatura según los resultados, los cuales se expresaron como un porcentaje del total de los tanques, e indicando el tipo de tanque.

Se estandarizó el período de almacenamiento de la leche agrupando los tanques en tres intervalos expresados como un porcentaje del total de los tanques: Intervalo 1 (< 24 h de almacenamiento); intervalo 2 (24 a 48 h); e intervalo 3 (> 48 h). La cantidad de leche recolectada se verificó directamente en el tanque en el momento de la recolección utilizando una regla de acero inoxidable específicamente para este propósito. Los datos sobre el método de ordeño (manual o mecánico) y el tipo de tanque (individual o colectivo) se obtuvieron de una base de datos proporcionada por la empresa a cargo de los tanques.

Todos los procedimientos se llevaron a cabo siguiendo a los lineamientos establecidos por el Comité de Ética de Investigación (CEP/UFRN, número de licencia 2.054.761). No se realizaron experimentos con animales en el presente estudio en cumplimiento a la Ley No. 11.794 del 8 de octubre de 2008, que rige el ítem VII del § 1 del artículo 225 de la Constitución Federal de Brasil lo cual establece los procedimientos para el uso científico de animales; deroga la Ley No. 6.638, de 8 de mayo de 1979; y hace otras disposiciones.

### **Análisis fisicoquímico y microbiológico**

Se tomaron alícuotas de cada muestra de leche para evaluar el RCS y el CBT. Se empacaron las alícuotas en botellas de plástico de 40 ml con el conservante Bronopol<sup>®</sup> (2-bromo-2-nitro-1,3-propanodiol) para el RCS y el Azidol<sup>®</sup> para el CBT. Con el fin de correlacionar los valores de RCS con la composición química se realizó una clasificación según los valores encontrados, dando lugar a tres categorías: Bajo, <200,000; Intermedio, 201,000 a 400,000; y Alto, >400,000 células mL<sup>-1</sup>. Los análisis de RCS y CBT se realizaron en un laboratorio integrado a la Red Brasileña de Calidad de la Leche (RBQL). Se midió el RCS mediante el método de citometría de flujo a través de un contador electrónico SomaScope<sup>®</sup> [Delta, ISO 13366/International Dairy Federation-IDF-148-2]<sup>(8)</sup>, y los resultados se expresaron como miles de células somáticas por mililitro. Se midió la CBT con la citometría de flujo a través de un contador electrónico Bactocount<sup>®</sup> [Bentley Instruments Inc., ISO 21187/International Dairy Federation-IDF-196], con los resultados expresados como el número de unidades formadoras de colonias (UFC) por ml. Las variables del contenido de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, caseína y nitrógeno ureico se midieron por el método de espectroscopía infrarroja de transformación de Fourier (FTIR por sus siglas en inglés) usando un dispositivo LactoScope<sup>®</sup> [Delta, ISO 9622/International Dairy Federation-IDF-141C]<sup>(9)</sup>.

## Análisis estadístico

Para alcanzar una distribución normal de los datos se analizaron los resultados de RCS por medio de un puntaje de células somáticas (SCS por sus siglas en inglés). El SCS se produce por medio de la transformación log del RCS con la fórmula  $RCS = \log_2(RCS/100) + 3$ <sup>(10)</sup>. Se transformaron a los resultados del CBT a un logaritmo ( $\log_{10}$  UFC ml) y se hizo la transformación logarítmica del CBT ( $\times 1000$  UFC ml<sup>-1</sup>) al  $\log_{10}$  CBT ( $\log_{10}$  UFC ml)<sup>(11)</sup>.

El modelo matemático general fue:

$$y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

**Y** = variables dependientes, características de la composición o indicador de la calidad de la leche;

**$\mu$**  = media general;

**t** = variable independiente, clases de RCS, donde  $i = 1$  a  $3$  ( $1 = RCS < 200,000$ ;  $2 = RCS$  de  $200,001$  a  $400,000$ ; y  $3 = RCS > 400,000$ ; o método de ordeño, donde  $i = 1$  para manual o  $2 =$  para mecánica).

**$\varepsilon$**  = error aleatorio.

Se aplicó el modelo matemático general por medio de un análisis de varianza y una prueba de Tukey para la comparación de las medias. Se llevó a cabo una prueba del coeficiente de correlación de Pearson entre los componentes de la leche. El análisis estadístico se hizo aplicando los procedimientos de MEANS, GLM y CORR con el paquete estadística SAS ver. 9.1.

## Resultados y discusión

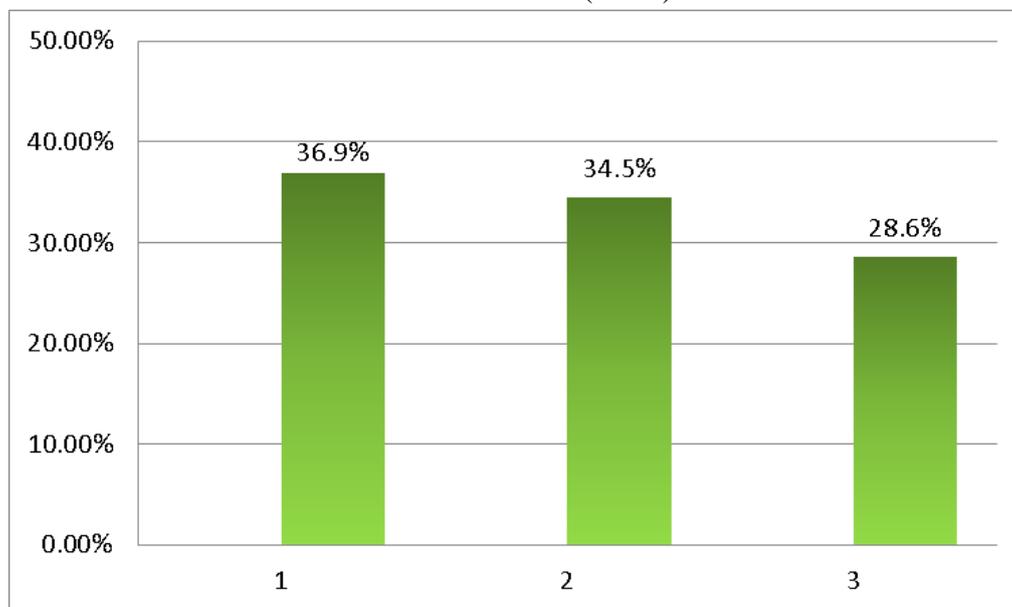
No se observó ninguna influencia del método de ordeño sobre el CBT ( $P > 0.05$ ), lo cual sugiere que se pueden utilizar ambos métodos de producción para producir una leche de calidad. Este resultado contrasta con un reporte en el cual se observó una mayor contaminación bacteriana en la leche obtenida por el método de ordeño mecánico, en comparación con el manual<sup>(12)</sup>. La discrepancia entre los presentes resultados y este estudio, pueden deberse a fallas en el funcionamiento del equipo de ordeño, el cual puede ocasionar lesiones en el epitelio de la glándula mamaria, provocando mastitis y por tanto un aumento en la contaminación microbiana.

Independientemente del método de ordeño, las muestras de leche evaluadas presentaron valores de CBT por encima del límite recomendado por la legislación vigente para la

región y el periodo de estudio<sup>(13)</sup>. Este hecho puede ser un reflejo de varios factores como la presencia de mastitis, prácticas inadecuadas de higiene en el ordeño y condiciones de almacenamiento/enfriamiento ineficientes en el hato, así como el uso de agua de mala calidad<sup>(14)</sup>. Por ejemplo, se observó una reducción de más de 90 % en el CBT y un 74.3 % de RCS en un estudio de implementación de buenas prácticas de ordeño y de medidas sanitarias para controlar la mastitis en hatos lecheros<sup>(15)</sup>. Los resultados destacaron la influencia de las técnicas adecuadas de producción y sanidad en la calidad de la leche.

De acuerdo con la escala establecida en el presente estudio, los tanques colectivos experimentaron una menor oscilación de la temperatura que en los individuales (Figura 1). Además, se encontró una correlación positiva entre la temperatura de la leche y su RSC, y una mayor proliferación de bacterias en tanques con alta temperatura de almacenamiento. Esto demuestra la importancia de conservar la leche almacenada en tanques a una baja temperatura después del ordeño, con el fin de minimizar el crecimiento de los microbios<sup>(16)</sup>. Mantener la temperatura de la leche en el nivel máximo permitido, representa un punto crítico para la calidad de ésta y puede tener consecuencias futuras; por ejemplo, la temperatura de la leche en un camión isotérmico puede aumentar antes de llegar a su destino. Por lo tanto, aunque la legislación permita almacenar la leche a una temperatura de hasta 7 °C, es importante que se mantenga a temperaturas inferiores a 4 °C para salvaguardar su calidad y mantener el rendimiento, así como la rentabilidad en la industria.

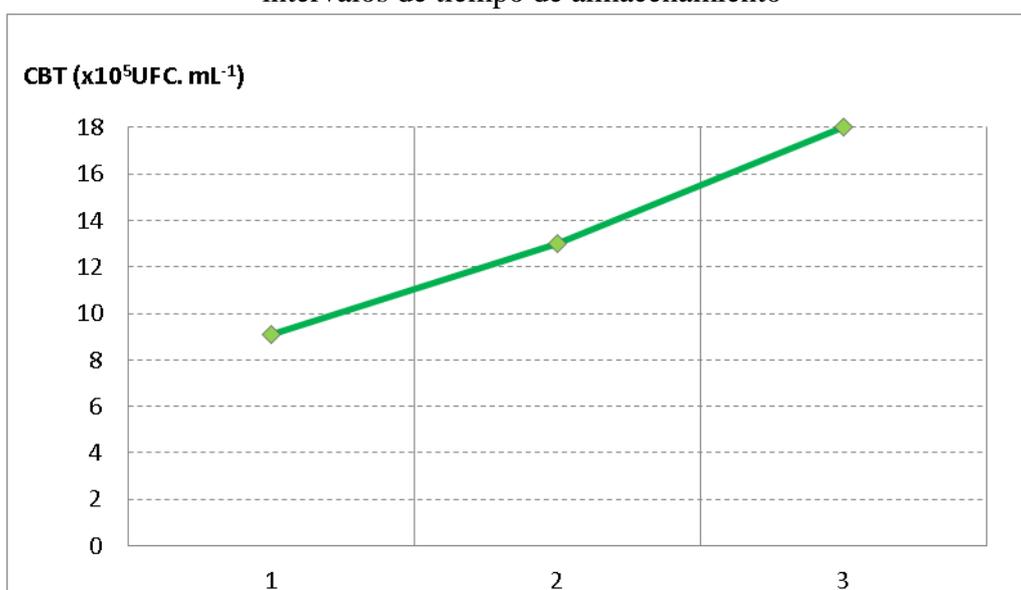
**Figura 1:** Distribución de los tanques de leche (%) entre los intervalos de tiempo de almacenamiento (horas)



Intervalos de tiempo: 1, <24 h (ideal); 2, 24 a 48 h (intermedio); y 3, >48 h (alto).

El CBT promedio de la leche cruda en los tanques de almacenamiento difirió ( $P<0.05$ ) entre los intervalos de tiempo de almacenamiento (Figure 2). Además, había una correlación positiva ( $r= 0.24$ ;  $P<0.05$ ) entre el tiempo de almacenamiento y el CBT de la leche, indicando que el conteo de microorganismos incrementó en los tiempos más largos de almacenamiento.

**Figura 2:** El CBT (UFC  $\text{ml}^{-1}$ ) promedio de la leche cruda en los tanques en diferentes intervalos de tiempo de almacenamiento



CBT= CBT ( $\times 10^5$  UFC  $\text{ml}^{-1}$ ); Intervalos de tiempo: 1, <24 h (ideal); 2, 24 a 48 h (intermedio) y 3: >48 h (alto).

No hubo diferencia en el CBT entre los intervalos 1 y 2, pero si hubo ( $P<0.05$ ) entre los intervalos 1 y 3. Esto demuestra la importancia de un periodo de almacenamiento mínimo para mantener a la multiplicación bacteriana en los niveles más bajos posible. Es importante señalar que todos los valores de CBT registrados en los tres intervalos de almacenamiento se consideran altos. Un procedimiento adecuado de almacenamiento de la leche en los tanques, puede minimizar los riesgos de pérdidas cualitativas de la materia prima. La calidad de ésta repercute en las propiedades y durabilidad de sus productos derivados<sup>(17)</sup>. Aun cuando la leche está refrigerada a una temperatura adecuada, el tiempo de almacenamiento de ésta en el tanque es un factor determinante en la multiplicación de los microorganismos psicotróficos<sup>(4)</sup>. Un aumento indebido del conteo bacteriano puede llevar a una disminución en la vida útil de la leche pasteurizada y sus derivados, ya que involucra la producción de lipasas y proteasas microbianas termorresistentes; la presencia de estas lipasas y proteasas en la leche es un importante punto de control a verificar<sup>(18)</sup>.

La composición química de la leche proveniente de los tanques se presenta en el Cuadro 1, cuyos valores están acordes con la legislación vigente.

**Cuadro 1:** Composición química (%) de la leche almacenada en tanques

Variable	N	Media ± DE	Mínimo	Máximo	CV (%)
Grasa	273	3.59±0.55	1.51	7.37	15.24
Proteína	269	3.00±0.20	2.21	3.84	6.72
Caseína	269	2.33±0.36	1.17	5.25	15.26
Lactosa	238	4.61±0.25	3.38	5.05	5.48
Solidos totales	257	12.11±0.70	9.32	15.63	5.84
ESD	257	8.51±0.40	6.57	9.41	4.64

N= número de observaciones; DE= desviación estándar; CV= coeficiente de variación; ESD = extracto seco desengrasado (%).

Los promedios de las variables de la calidad de la leche en el presente estudio (RCS, SCS y CBT) indican que el nivel general de CBT estaba alto mientras que el RCS cumplía con los niveles establecidos en la legislación (Cuadro 2).

**Cuadro 2:** Calidad higiénica-sanitaria de la leche almacenada en tanques en términos de recuento de células somáticas (RCS), puntaje de células somáticas (SCS) y conteo bacteriano total (CBT)

Variable	N	Media ± SD	Mínimo	Máximo	CV (%)
RCS (cel ml <sup>-1</sup> )	267	457.0 ±314.0	30.0	2532.0	69.0
SCS (cel ml <sup>-1</sup> )	267	5.93±0.64	3.40	7.84	10.73
CBT (UFC ml <sup>-1</sup> )	124	1.35 x10 <sup>6</sup> ±1.32 x10 <sup>6</sup>	6.2x10 <sup>4</sup>	6.23x10 <sup>6</sup>	97.98

SCS =  $[\log_2(\text{RCS}/100,000) + 3]$ ; N= número de observaciones; DE= desviación estándar; CV= coeficiente de variación.

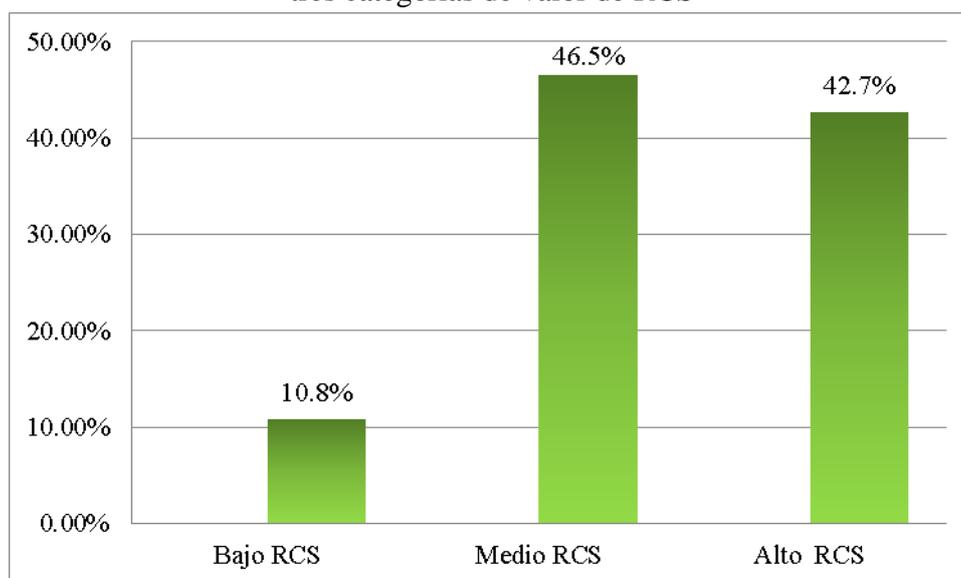
En un estudio usando datos de 44,000 hatos lecheros de todo Brasil, se encontró que el 62 % de los hatos tenía un valor de RCS hasta 500,000 cel L<sup>-1</sup>, y aproximadamente 23,760 de ellos (54 %) tenían el CBT hasta 300,000 UFC ml<sup>-1</sup>(19). Sin embargo, estos niveles de RCS y CBT cumplen con la legislación vigente para el periodo(20). Aunque la mayoría de los hatos tenían niveles de RCS y CBT legales, de todas maneras, estos valores son altos y pueden llevar a pérdidas durante el procesamiento, en el rendimiento industrial y una menor vida útil de los derivados. En un estudio similar la composición de la leche almacenada en tanques estaba dentro de las especificaciones, pero el RCS excedía los límites permitidos(21). Otro estudio sobre la leche almacenada en tanques encontró que las características de la leche cumplían con las especificaciones, pero el RCS promedio era de 750,000 cel ml<sup>-1</sup>(22). Un nivel tan alto de RCS indica que el control de la mastitis en la región era inadecuado en términos de los procedimientos de higiene para el ordeño, y de los instrumentos y el equipo utilizado.

En los resultados del análisis de RCS solo 10.8 % de las muestras tenían un valor de RCS bajo mientras que el 42.7 % tenían un valor elevado (Figura 3). Estos altos niveles son un reflejo de la presencia de ineficiencias en el control de la higiene de las glándulas

mamarias y desde luego de la presencia de la mastitis. También los valores altos pueden estar relacionados con una falta de monitoreo de la leche por parte de las empresas compradoras, que no establecen criterios de RCS para los proveedores, o si existen no los hacen cumplir. Esta situación es preocupante ya que es posible que los productores, quizá hasta los compradores, no sean conscientes de los grandes daños causados por un alto RCS, los cuales abarcan: la salud del hato, la calidad de la materia prima, el producto final y la salud del consumidor.

En los tanques a granel para el almacenamiento de la leche es habitual utilizar los valores de RCS como indicadores de la calidad de la leche y la salud del hato, para monitorear la implementación de las prácticas de producción, y evaluar los cambios en la leche y los productos lácteos<sup>(23)</sup>. El RCS de la leche almacenada en tanque es un indicador general de la salud de la ubre en las vacas de un hato, y se considera un método indirecto para medir la calidad de la leche<sup>(24)</sup>. Por ejemplo, una vaca se considera infectada cuando el RCS de su leche supera las 200,000 cel ml<sup>-1</sup>. A valores de RCS superiores a las 200,000 cel ml<sup>-1</sup> también cambian los componentes de la leche<sup>(19)</sup>.

**Figura 3:** Distribución (%) de las muestras de leche almacenadas en tanques entre las tres categorías de valor de RCS



RCS Bajo = <200,000; RCS Intermedio = 200,001 a 400,000; RCS Alto = >400,000 cel ml<sup>-1</sup>.

En el presente estudio, no hubo variación ( $P > 0.05$ ) en la composición química de la leche entre las diferentes categorías de RCS (Cuadros 2 y 3). El RCS alto está relacionado con el tipo de proteína, cambios en la composición de los ácidos grasos, la lactosa, los iones y la concentración mineral y un pH más alto en la leche cruda<sup>(25)</sup>. Además puede provocar una disminución en la producción de la leche<sup>(6)</sup>. Estos cambios en los componentes de la leche se deben a lesiones inducidas por mastitis en el epitelio glandular. Los daños en este epitelio resultan en una reducción en la síntesis en los alvéolos mamarios y un aumento de la entrada de componentes sanguíneos en la leche, como el sodio, el cloro, las inmunoglobulinas y otras proteínas séricas.

El efecto del RCS sobre la composición de la leche no es consistente. Por ejemplo, en un estudio de dos valores de RCS en la leche cruda no se encontraron efectos significativos sobre las características fisicoquímicas (pH, acidez titulable, grasa, proteína, lactosa y sólidos totales); sin embargo, las categorías de RCS fueron altas a pesar de la diferencia en los tipos de leche<sup>(26)</sup>. Esto contrasta con un reporte en el cual se observó una disminución en el contenido de lactosa, grasa, caseína, calcio y fósforo en leche con un alto RCS. La causa de la disminución es un aumento en la actividad de las enzimas proteolíticas y lipolíticas, las cuales forman parte de los procesos de degradación en la leche<sup>(27)</sup>. En estos procesos los componentes de la leche pueden concentrarse, aumentando así sus porcentajes, lo que es causado por una reducción significativa en el volumen de leche producida.

**Cuadro 3:** Promedios y coeficiente de variación (CV) de los indicadores de la calidad de la leche según las categorías de recuento de células somáticas (RCS) (%)

Variable	N	RCS Bajo	RCS Inter	RCS Alto	CV (%)
		Media	Media	Media	
Grasa	267	3.61	3.60	3.57	15.34
Proteína	267	2.97	2.97	3.03	6.66
Caseína	236	2.31	2.32	2.34	15.37
Lactosa	255	4.63	4.62	4.59	5.50
Solidos totales	255	12.14	12.09	12.12	5.88
ESD	255	8.53	8.48	8.54	4.65

N= número de observaciones; RCS Bajo= <200,000; RCS Intermedio= 200,001 a 400,000; RCS Alto= >400,000 cel ml<sup>-1</sup>; ESD= extracto seco desengrasado (%).

En este trabajo se observó que el RCS tuvo una correlación positiva con la cantidad de la proteína en la leche y una correlación negativa con el nivel de la lactosa (Cuadro 4). Este resultado contrasta con un estudio en que el RCS no tenía ningún efecto sobre los niveles de la proteína y la lactosa en leche almacenada en tanques (RCS entre un mínimo de 58,000 y un máximo de 516,000 cel ml<sup>-1</sup>)<sup>(28)</sup>. En otro estudio se analizó la influencia de cuatro niveles de RCS (<400,000 cel L<sup>-1</sup> a >1,000,000 células L<sup>-1</sup>) sobre la composición de la leche y se encontró que los RCS tenían una correlación positiva con los porcentajes de lactosa y extracto seco desengrasado, pero no con lo de la proteína<sup>(29)</sup>. En un análisis de muestras de leche almacenadas en tanques y recolectadas en la región de Rio Grande do Norte, Brasil, un incremento en el RCS resultó en un incremento en el porcentaje de grasa<sup>(7)</sup>. Esto podría estar relacionado con una marcada disminución en la producción de leche y un aumento consecuente en la concentración de sólidos totales, incluida la grasa. El aumento en proteína, con la consiguiente disminución en la lactosa, que se muestra en los resultados de este trabajo podría ser causado por lesiones en las células alveolares de la ubre. Estas bajan la síntesis de lactosa y alteran la permeabilidad del epitelio de la glándula mamaria, aumentando el paso de proteínas séricas de la sangre a la leche y provocando así un cambio en las características proteicas de la leche<sup>(30)</sup>.

**Cuadro 4:** Coeficientes de correlación de Pearson ( $P < 0.05$ ) entre los parámetros de la grasa, la proteína, la caseína, la lactosa, el total del extracto seco, el extracto seco desengrasado y el recuento de células somáticas

Variables	Grasa	Proteína	Caseína	Lactosa	TES	ESD	RCS
Grasa	1.00	ns	ns	ns	0.81	ns	ns
Proteína		1.00	0.56	0.38	0.44	ns	0.14
Caseína			1.00	0.25	0.28	0.41	ns
Lactosa				1.00	0.48	0.84	-0.13
TES					1.00	s	ns
ESD						1.00	ns
RCS							1.00

TES= total del extracto seco; ESD= extracto seco desengrasado (%); RCS= recuento de células somáticas; ns= no significativo.

## Conclusiones e implicaciones

Cuando los procedimientos de ordeño, la refrigeración y el tiempo de almacenamiento de la leche en tanques son inadecuados causan efectos negativos sobre las características de la leche y las condiciones de higiene. La asociación entre las prácticas eficientes de producción y gestión destinadas a controlar la mastitis y el almacenamiento adecuado de la leche puede mejorar la calidad de la leche cruda y aumentar la rentabilidad de la industria.

## Agradecimientos

La investigación se financió por la CAPES Foundation (Gobierno Brasileño). Los autores agradecen a la Industria Lechera APASA por su apoyo.

## Literatura citada:

1. Henrichs SC, Macedo REF, Karam LB. Influência de indicadores de qualidade sobre a composição química do leite e influência das estações do ano sobre esses parâmetros. R Acad Cienc Agrar Ambient 2014;12(3):199-208.
2. Park YW, Nam MS. Bioactive peptides in milk and dairy products: a review. Korean J Food Sci Animal Resour 2015;35(6):831-840.
3. Murphy SC, Martin NH, Barbano DM, Wiedmann M. Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield? J Dairy Sci 2016;99(12):10128-10149.

4. Reis KTMG, Souza CHBS, Santana EHW, Roig SM. Qualidade microbiológica do leite cru e pasteurizado produzido no Brasil: revisão. *J Health Sci* 2013;15(1):411-421.
5. Cempírková R, Mikulová M. Incidence of psychrotrophic lipolytic bacteria in cow's raw milk. *Czech J Anim Sci* 2009;54(2):65-73.
6. Montanhini MTM, Moraes DHM, Montanhini-Neto R. Influência da contagem de células somáticas sobre os componentes do leite. *Ver Inst Latic Cândido Tostes* 2013;68(392):18-22.
7. Silva VN, Rangel AHN, Novaes LP, Borba LHF, Bezerril RF, Lima-Júnior DM. Correlação entre a contagem de células somáticas e composição química no leite cru resfriado em propriedades do Rio Grande do Norte. *Ver Inst Latic Cândido Tostes* 2014;69(3):165-172.
8. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF). International Organization for Standardization (ISO) 13366/IDF 148-2: Milk – Enumeration of determination of somatic cell Part 2: Guidance on the operation of fluoro-opto-electronic counters. Brussels: IDF; 2006.
9. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF). International Organization for Standardization (ISO) 9622/IDF 141C: Determination of milk fat, protein and lactose content – Guidance on the operation of mid-infrared instruments. Brussels: IDF; 2013.
10. Ali AKA, Shook GE. An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. *J Dairy Sci* 1980;63(3):487-490.
11. Lopes-Júnior JEF, Lange CC, Brito MAVP, Santos FR, Silva MAS, Moraes LCD, *et al.* Relationship between total bacteria counts and somatic cell counts from mammary quarters infected by mastitis pathogens. *Ciênc Rural* 2012;42(4):691-696.
12. França AIM, Silva MAP, Barros JCB, Silva MR, Neves RBS, Nascimento LEC, *et al.* Qualidade do leite cru refrigerado granelizado coletado no sudoeste goiano. *Rev Inst Latic Cândido Tostes* 2015;70(6):316-325.
13. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 7, de 3 de Maio de 2016. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. *Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, 04 de Maio de 2016.*

14. Reche NLM, Thaler-Neto A, D'Ovideo L, Felipus NC, Pereira LC, Cardozo LL, *et al.* Multiplicação microbiana no leite cru armazenado em tanques de expansão direta. *Ciênc Rural* 2015;45(5):828-834.
15. Bozo GA, Alegro LCA, Silva LC, Santana EHW, Okano W, Silva LCC. Adequação da contagem de células somáticas e da contagem bacteriana total em leite cru refrigerado aos parâmetros da legislação. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2013;65(2):589-594.
16. Oliveira RV, Cunha AF, Castilho NPA, Fernandes EN, Silva SQ, Souza FN, *et al.* Temperatura do leite mensurada pelo termostato e termômetro em diferentes pontos do tanque de expansão. *Ver Bras Tecnol Agroind* 2016;10(1):1991-2003.
17. Lee AP, Barbano DM, Drake MA. Short communication: The effect of raw milk cooling on sensory perception and shelf life of high-temperature, short-time (HTST)–pasteurized skim milk. *J Dairy Sci* 2016;99(12):9659–9667.
18. Ângelo FF, Ribeiro CS, Oliveira L, Araújo TF, Cardarelli HR. Bactérias psicrotóxicas em leite cru refrigerado. *Rev Cient Med Vet* 2014;22(22):1-14.
19. Cassoli LD, Silva J, Machado PF. Mapa da Qualidade: Contagem de Células Somáticas. Piracicaba, SP: Clínica do Leite; 2016.
20. Cassoli LD, Machado PF. Mapa da Qualidade: Contagem Bacteriana Total. Piracicaba, SP: Clínica do Leite; 2016.
21. Campos PPLE, Rangel AHN, Borba LH, Urbano SA, Novaes LP, Galvão-Júnior JGB, *et al.* Quality indicators of tank milk in different production systems of tropical regions. *Semina Ciênc Agrar* 2016;37(4):2819-2830.
22. Rangel AHN, Araújo VM, Bezerra KC, Barreto MLJ, Medeiros HR, Lima-Júnior DM *et al.* Avaliação da qualidade do leite cru com base na contagem de células somáticas em rebanhos bovinos comerciais no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Arch Vet Sci* 2013;18(1):40-45.
23. Boland F, Grady LO, Mais SJ. Investigating a dilution effect between somatic cell count and milk yield and estimating milk production losses in Irish dairy cattle. *J Dairy Sci* 2013;96(3):477-1484.
24. Schukken YH, Wilson DH, Welcome F, Garrison-Tikofsky L, Gonzalez RN. Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Vet Res* 2003;34(5):579-596.
25. Umam AAK, Lin M, Radiati LE. Study on the bulk milk somatic cell counts and milk quality in different seasons. *Sch J Agri Vet Sci* 2017;4(11):498-503.

26. Corassin CH, Rosim RE, Oliveira CAF. Atividade de plasmina e plasminogênio no leite longa vida com alta e baixa contagem de células somáticas durante o armazenamento. *Ciênc Rural* 2010;40(12):2588-2592.
27. Gargouri A, Hamed H, Elfeki A. Analysis of Raw Milk Quality at Reception and During Cold Storage: Combined Effects of Somatic Cell Counts and Psychrotrophic Bacteria on Lipolysis. *J Food Sci* 2013;78(9):1405-1411.
28. Savić NR, Mikulec DP, Radovanović RS. Somatic cell counts in bulk milk and their importance for milk processing. In: 59th International Meat Industry Conference Meatcon 2017. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2017:85.
29. Silva VN, Rangel AHN, Galvão-Júnior JGB, Urbano SA, Borba LHF, Novaes LH, *et al.* Influence of somatic cell count in the composition of girolando cow's milk in tropical zone. *Trop Sub Agro* 2016;19(2):101-107.
30. Auldish MJ, Hubble IB. Effects of mastitis on raw milk and dairy products. *Aust J Dairy Tech* 1998;53(1):28-36.