

ARTÍCULO ORIGINAL

Influencia de las estaciones del año en la composición y la calidad sanitaria de leche bovina del Valle de Lerma, Salta

Martínez GM^{1*}, Carabajal RL², Márquez FB², Suárez VH¹

¹ Estación Experimental Agropecuaria Salta, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina (EEA Salta, INTA).

² Laboratorio de Calidad de Leche, Universidad Nacional de Salta, Argentina.

* Correspondencia: Gabriela M. Martínez, EEA Salta INTA, Ruta Nacional 68 km 172 (CP: 4403) Cerrillos, Salta, Argentina. E-mail: martínez.gabriela@inta.gob.ar

Recibido: 10 Enero 2020. Aceptado: 11 Junio 2020. Disponible en línea: 3 Julio 2020
Editor: P. Beldomenico

RESUMEN. Con el objetivo de conocer la influencia de las estaciones del año respecto de la composición y la calidad sanitaria de leche bovina de la cuenca del Valle de Lerma se llevó adelante el análisis de las muestras de leche remitidas por la industria al Laboratorio de Leche de la Universidad Nacional de Salta durante la primavera (Pr, n:104), el verano (Ve, n:131) y el invierno (In, n: 118) de los años 2017 y 2019. Se determinó el porcentaje de grasa (% G) y de proteína (% P), el punto de descenso crioscópico (DC) y el recuento de células somáticas/ml (RCS/ml). El análisis estadístico se realizó utilizando el programa InfoStat 2019p. El modelo respondió a un DCA. El % G y P fueron analizados mediante ANOVA. Mientras que para DC y RCS se utilizó ANOVA no paramétrico de Kruskal Wallis. La comparación entre medias fue a través del Test de Tukey ($p < 0,05$). El % G resultó de acuerdo a los estándares establecidos por la legislación argentina en todas las estaciones del año, aunque el valor en el In fue inferior al de Ve (3,49 vs 3,64, $p = 0,0009$). El % P resultó similar en las 3 estaciones, pero por debajo de los estándares nacionales (In: 3,24, Pr 3,26, Ve: 3,26). El DC ($^{\circ}\text{C}$) si bien fue inferior al máximo adecuado difirió entre el In (-0,522) y la Pr (-0,519) y el Ve (-0,518) ($p = 0,0023$). El RCS en el In y la Pr fue similar (264000 vs. 228000 cel/ml, respectivamente); mientras que en el Ve resultó superior ($p = 0,0012$) mostrando valores promedio mayores (430000 cel/ml) al límite establecido por los estándares nacionales. Al comparar los resultados obtenidos con los estándares de composición química y sanitaria de referencia en Argentina se observa que, salvo los niveles de proteína y el RCS durante el verano, el resto de los parámetros se encuentran conforme a lo establecido en la legislación nacional.

SUMMARY. Seasonal influence on chemical composition and sanitary quality of bovine milk of the Lerma's Valley, Argentina. The aim of this study was to determine the seasonal influence in bovine milk composition and sanitary quality for Lerma Valley basin. Samples sent by dairy industries to National University of Salta Milk Laboratory during spring (Pr, n: 104), summer (Ve, n: 131) and winter (In, n: 118) of the years 2017 and 2019 were analyzed. Fat (% F) and protein (% P) percentages, freezing point (FP) and somatic cell count / ml (RCS / ml) were determined. Statistical analysis was performed using the InfoStat 2019p program. The model responded to a CRD. % F and % P were analyzed by ANOVA, while for FP and SCC non-parametric ANOVA from Kruskal Wallis was used. Tukey Test ($p < 0.05$) was used for means comparisons. % F was according to Argentine legislation in all seasons of the year, although In value was lower than that Su (3.49 vs. 3.64, $p = 0.0009$). % P was similar in the 3 stations, but below the national standards (Wi: 3.24, Sp: 3.26, Su: 3.26). FP ($^{\circ}\text{C}$), differed between Wi (-0.522) and Sp (-0.519) and Su (-0.518) ($p = 0,0023$), although values were below the upper range value. SCC (cel / ml) Wi In and Sp was similar (264000 vs. 228000 cel/ml, respectively), while in Su it was higher ($p = 0.0012$) showing higher average values (430,000 cel / ml) than the limit established by national standards. The results obtained in this study were accord with the chemical and sanitary composition of reference in Argentina, except for protein levels and SCC during the summer.

Palabras clave: leche bovina, variación estacional, composición, células somáticas, punto crioscópico

Keywords: bovine milk, seasonal variation, composition, somatic cells, cryoscopic point

Introducción

La composición química junto con la calidad higiénico-sanitaria son parámetros importantes para la conformación del precio de la leche cruda y a su vez, constituyen una exigencia a cumplir en la legislación

tanto nacional como del resto de los países productores de leche del mundo. A nivel país en el Código Alimentario Argentino (CAA, 2016) se establecen como valores de referencia para la leche cruda bovina: 3,0 % de grasa, 2,9 % de proteína, un máximo de $-0,512^{\circ}\text{C}$ de punto crioscópico, < 400.000 células somáticas/ml y

<100.000 unidades formadoras de colonias de mesófilos totales/ml para considerar que ésta cumple con los estándares de calidad adecuados para su procesamiento industrial.

Actualmente en Argentina se ha desarrollado, y parcialmente implementado, un sistema de liquidación única mensual, obligatoria y universal. El sistema, tal como lo define el organismo de aplicación, consiste en el pago de la leche cruda producida sobre la base de atributos de calidad composicional e higiénico-sanitaria de una leche de referencia a nivel nacional. Los criterios definidos para esa leche de referencia responden a la legislación nacional establecida en el CAA en lo que respecta a descenso crioscópico y a la calidad higiénica (valores de mesófilos) y sanitaria (valores de células somáticas) de la leche, mientras que se han re definido los valores sugeridos como adecuados para los componentes grasa (3,5 %) y proteína (3,3 %), (Ministerio de Agroindustria, 2016).

La composición de la leche cruda determina en gran medida el valor nutricional y las propiedades tecnológicas de la leche y los productos lácteos, por lo que resulta de gran importancia para la industria láctea asegurar un estándar definido (Kabil et al., 2015). Si bien a los productores también les interesa este parámetro, dado que forma parte del precio recibido por la leche remitida a la industria, es importante señalar que el recuento de células somáticas (RCS) es una variable sumamente importante en el sector primario. El RCS indica la probabilidad de estar frente a una inflamación intramamaria, ya que de ser éste superior a 200.000 cel./ml es posible asumir la presencia de infecciones bacterianas y consecuentemente evidenciar mermas productivas (Schepers et al., 1997; Sharma et al., 2011).

Por su parte, el punto de congelación de la leche o de descenso crioscópico, es la propiedad menos variable de la leche y, en consecuencia, es de interés para la industria. Su valor práctico es que representa un estándar para detectar adulteración por agua añadida (Henno et al., 2008), aunque cabe mencionar que el valor de este parámetro puede verse modificado por factores que no necesariamente representen una adulteración. Elisses y Zee (1980) y Hanuš et al. (2012) observaron cambios en los puntos de congelación a lo largo de las estaciones del año, respuesta que asociaron principalmente a las modificaciones en la dieta de los animales. A su vez estos autores, declararon que las condiciones meteorológicas podrían haber sido un factor contribuyente.

En el Valle de Lerma el rendimiento promedio por vaca/día es de $21,5 \pm 5,3$ l y los sistemas de producción de leche si bien se caracterizan por ser de base pastoril con una alta tasa de suplementación, alrededor del 60%, cabe destacar que en los últimos años algunos han implementado modelos más intensificados como dry lots o free stalls (Suarez y Martínez, 2015). Dado que el

régimen de precipitaciones del Valle es de tipo monzónico (Bianchi y Cravero, 2010) es de esperar que en los sistemas pastoriles puedan detectarse variaciones tanto en la producción de leche y como en cuanto a su composición química no solo debido a la influencia de las lluvias sobre los cultivos sino también en el comportamiento de los animales durante el pastoreo en la época estival (Rust y Rust, 2013).

Es así que el objetivo del presente trabajo fue conocer la influencia de las estaciones del año respecto de la composición y la calidad sanitaria de leche bovina de la cuenca lechera del Valle de Lerma, Salta, a través de las muestras de leche remitidas por la industria al Laboratorio de Leche de la Universidad Nacional de Salta durante los años 2017 y 2019.

Materiales y Métodos

Durante el año 2017 y 2019 se llevó adelante en Laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Nacional de Salta el procesamiento de 353 muestras de leche cruda de vacas Holstein provenientes de 28 establecimientos lecheros de la cuenca del Valle de Lerma, Salta: En dichos establecimiento la cantidad de animales en ordeño promedio fue de 220 ± 70 y luego del ordeño la leche fue almacenada en tanques de frío. Del total de muestras recibidas 131 fueron a lo largo de la estación de verano, 104 en primavera y 118 en invierno, cabe mencionar que en los meses de otoño no se recibieron muestras en ninguno de los años de estudio.

Las muestras recibidas fueron refrigeradas a 4 °C hasta su posterior análisis dentro de un plazo no superior a las 12 hs de su ingreso al laboratorio. La determinación del contenido graso (%) y proteico (%) como así también del valor de descenso crioscópico (DC °C) se realizó mediante el autoanalizador MILKOSCAN Minor Foss. El recuento de células somáticas/ml (RCS/ml) se llevó adelante mediante el equipo de microscopía fluorescente por citometría FOSSOMATIC FT.

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa InfoStat 2019p. El modelo respondió a un diseño completamente al azar. El contenido de grasa y proteína fueron analizados mediante ANOVA. Mientras que para evaluar diferencias de DC y RCS entre estaciones del año, se realizó un ANOVA no paramétrico de Kruskal Wallis. Se optó por este análisis debido a que no pudieron ser validados los supuestos de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro – Wilk. La comparación entre medias se llevó adelante a través del Test de Tukey. Mediante tablas de contingencia se analizaron las asociaciones entre las variables y la significancia estadística de la diferencia entre ellas fue evaluada con la prueba χ^2 de Pearson. En todos los casos se estableció un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Resultados y discusión

Si se considera la normativa nacional actual, y en función a los valores promedios obtenidos en el presente trabajo (Tabla 1), es posible afirmar que si bien el contenido graso de la leche resultó en todas las estaciones compatible con los estándares considerados (3,5%), no lo fue así el de la proteína, el cual fue inferior al 3,3% señalado como límite en los tres periodos de análisis. Sin embargo, los valores obtenidos resultaron superiores para ambos parámetros a los reportados como promedio tanto para la cuenca central de Argentina por Weidmann et al. (2002) y por Revelli et al. (2011) para la cuenca de Santiago del Estero, como así también los hallados por Oliszewski, et al. (2016) para la cuenca lechera de Trancas en la provincia de Tucumán.

Tabla 1. Valores medios para los parámetros grasa, proteína, descenso crioscópico (DC) y recuento de células somáticas (RCS) según estación del año. Letras diferentes entre filas indican diferencias estadísticamente significativas bajo el test de Tukey con un nivel de confianza del 95%.

Parámetro	Valor de ref. CAA	Estación			Valor P
		Invierno $\bar{x} \pm DE$	Primavera $\bar{x} \pm DE$	Verano $\bar{x} \pm DE$	
Grasa (%)	3,00%	3,49 $\pm 0,32$ a	3,58 $\pm 0,29$ ab	3,64 $\pm 0,33$ b	0,0009
Proteína (%)	2,9%	3,24 $\pm 0,16$ a	3,26 $\pm 0,14$ a	3,21 $\pm 0,16$ a	0,1336
DC (°C)	-0,512	-0,522 $\pm 0,010$ a	-0,519 $\pm 0,008$ b	-0,518 $\pm 0,008$ b	0,0004
RCS (x1000 cel./ml)	<400	264 ± 166 a	228 ± 143 a	430 ± 250 b	<0,0001

Al analizar el efecto de la estación del año se detectaron diferencias estadísticamente significativas en lo que refiere al contenido de grasa, siendo el valor relevado en el verano superior en un 4% al detectado en el invierno (Tabla 1). A su vez, los valores de proteína no fueron significativamente diferentes entre estaciones ($p=0,1336$). Resultados similares fueron reportados por Nateghi et al. (2014) al analizar la leche de verano y de invierno y por Oliszewski, et al. (2016) al considerar el contenido proteico de la leche en las cuatro estaciones para la cuenca de Trancas.

Si se consideran los datos de grasa y proteína en su conjunto es posible inferir que el efecto de la época de lluvias respecto al impacto en lo que refiere a la composición química de la leche no resultó negativo. El aumento en los niveles de suplementación como práctica nutricional paliativa para los días de lluvias intensas (Suarez y Martínez, 2015), podría explicar los valores más elevados de grasa en el verano.

En lo que respecta al descenso crioscópico en las tres épocas del año evaluadas, éste parámetro resultó por debajo del estándar máximo (-0,512°C) considerado como adecuado. Valores similares han sido reportados

por Revelli et al. (2011) y Oliszewski, et al. (2016). A su vez, se registraron diferencias estadísticamente significativas en lo que refiere al efecto de la estación siendo el resultado obtenido en el invierno inferior a los relevados tanto en primavera como verano. Lo obtenido en el presente trabajo coincide con lo mencionado por Hanuš et al. (2011), quienes hallaron los menores valores en invierno en comparación con el resto de las estaciones del año. Estos autores señalan a la alimentación como el principal factor que explica las diferencias detectadas.

El recuento de células somáticas resultó en el verano por encima del límite considerado como adecuado (>400.000/ml). Si bien, en las otras estaciones del año resultó sustancialmente inferior, es importante destacar que cuando el RCS aumenta por encima de 200.000/ml se compromete la producción de leche. Hand et al. (2012) han reportado que la producción de leche individual disminuye entre 2 a 2,5 % por cada 100.000 células somáticas, por encima de las 200.000/ml en el RCS en leche de tanque. Tomando este valor como referencia y en función de los obtenidos en el presente ensayo es posible estimar pérdidas del orden del 4-5 % en la producción de leche por vaca en ordeño durante la época de verano.

Si bien el RCS es el indicador utilizado más frecuentemente para determinar mastitis subclínica en las vacas lecheras, dado que existen factores no bacterianos como la edad, la etapa de la lactación, la estación del año, el intervalo entre ordeños y el estrés que pueden elevar el recuento (Dufour et al., 2011) es que no resulta posible llevar adelante inferencias respecto a este parámetro. Sin embargo, es importante destacar que Suarez et al. (2019) en un estudio llevado adelante en la cuenca salteña señalan que durante el verano la situación de lluvias y la acumulación de barro suelen predisponer a mastitis, lo cual puede explicar los hallazgos del presente trabajo, a su vez Harmon (1994) señala que esta situación puede agravarse por las excesivas temperaturas, el estrés por calor y la consecuente respuesta de inmunosupresión por parte de los animales.

Al ordenar los datos en la tabla de contingencia ($X^2 48,12$; $p < 0,0001$) es posible detectar la proporción relativa de las muestras que evidenciaron un RCS superior al establecido por estación (Tabla 2). Si bien en todas las estaciones analizadas se relevaron muestras de leche con valores de RCS por encima de 400.000 cel/ml, en el verano la proporción fue sustancialmente mayor (verano: 47% vs. invierno: 17% y primavera: 11%). Estos resultados coinciden con los relevados por Suarez et al. (2019) y Suarez y Martínez (2015), quienes señalan que tanto el recuento de células como el de mastitis tanto sub clínicas como clínicas se incrementa significativamente durante los meses de lluvia del Valle. Los valores relevados por Suarez et al. (2019) ascienden en promedio durante el verano a 695.000 cel/ml y a una media del 70,3 $\pm 17,7\%$ de vacas afectadas con mastitis subclínicas. Es así que tomando en cuenta los

datos obtenidos en el presente trabajo y los antecedentes registrados en la cuenca salteña, es que se pone de manifiesto la necesidad de poder intervenir mediante prácticas de manejo durante la estación de verano a fin de cumplimentar con los requerimientos de la normativa nacional para evitar la penalización de la leche remitida a la industria.

Tabla 2. Tabla de contingencia que ubica el número muestras según la estación del año en las que el RCS resulto superior o inferior al valor de referencia.

Estación	<400.000 cel/ml	>400.000 cel/ml	Total
Invierno	97	20	117
Primavera	93	11	104
Verano	69	62	131
Total	259	93	352

Si bien en todas las estaciones analizadas se relevaron muestras de leche con valores de RCS por encima de 400.000 cel/ml, en el verano la proporción fue sustancialmente mayor (verano: 47% vs. invierno: 17% y primavera: 11%). Estos resultados coinciden con los relevados por Suarez et al. (2019) y Suarez y Martínez (2015), quienes señalan que tanto el recuento de células como el de mastitis tanto sub clínicas como clínicas se incrementa significativamente durante los meses de lluvia del Valle. Los valores relevados por Suarez et al. (2019) ascienden en promedio durante el verano a 695.000 cel/ml y a una media del $70,3 \pm 17,7\%$ de vacas afectadas con mastitis subclínicas. Es así que tomando en cuenta los datos obtenidos en el presente trabajo y los antecedentes registrados en la cuenca salteña, es que se pone de manifiesto la necesidad de poder intervenir mediante prácticas de manejo durante la estación de verano a fin de cumplimentar con los requerimientos de la normativa nacional para evitar la penalización de la leche remitida a la industria.

Al comparar los resultados obtenidos en el presente trabajo con los parámetros establecidos como estándares de composición química y sanitaria de la leche de referencia se observa que, salvo los niveles de proteína y el RCS durante el verano, el resto se encuentran dentro los propuestos en la normativa nacional; por lo que de corregirse el contenido proteico e intensificarse los controles relacionados a las mastitis de verano no existirían limitantes en cuanto a la composición química en la leche producida en la cuenca del Valle de Lerma.

Bibliografía

Bianchi AR, Cravero SAC. 2010. Atlas climático digital de la República Argentina [on line] https://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmptexto_atlas_climtico_digital_de_la_argentina_110610_2.pdf [Consulta 27 de diciembre de 2019].

Codigo Alimentario Argentino (CAA). 2006. Capítulo VIII. Artículo 555 (Res. Conj. SPyRS y SAGPA N.º 33/2006 y N.º 563/2006)

Dufour S, Fréchette A, Barkema HW, Mussell A, Scholl DT. 2011. Effect of udder health management practices on herd somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 94: 563–579.

Elisses J, Zee B. 1980. The freezing point of authentic cow's milk and farm tank milk in the Netherland. *Netherlands Milk Dairy J.* 34:162-180.

Hand, K. J., Godkin, A.; Kelton, D. F. 2012. Milk production and somatic cell counts: A cow-level analysis. *J. Dairy Sci.* 95:1358-1362.

Hanuš O, Zhang Y, Bjelka M, Kučera J, Roubal P, Jedelská R. 2011. Chosen biotic factors influencing raw cow milk freezing point. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 59: 65-82.

Hanuš O, Hanušová K, Vyletěllová M, Kopec T, Janů L, Kopecký J. 2012. Selected abiotic factors that influence raw cow milk freezing point depression. *Acta Vet. Brno.* 81: 49-55.

Harmon RJ. 1994. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 77: 2103-2112.

Henno M, Ots I, Jõudu M, Kaart T, Kärt O. 2008. Factors affecting the freezing point stability of milk from individual cows. *Int. Dairy J.* 18:210-215.

Kabil OI, Ibrahim EMA, El Barbary H, Ali MA. 2015. Effect of seasonal variation on chemical composition of Cow's milk. *Benha Vet. Med. J.* 28:150-154.

Ministerio de Agroindustria. 2016. Resolución 229 - E/2016. Boletín oficial de la República Argentina del día 2 de noviembre de 2016. [En línea] <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalle/aviso/primer/153197/20161102> [Consulta 27 de diciembre de 2019].

Nateghi L, Yousefi M, Zamani E, Gholamian M, Mohammadzadeh M. 2014. The effect of different seasons on the milk quality. *Eur. J. Exp. Biol.* 4:550-552

Oliszewski R, Cisint JC, Medina CF. 2016. Caracterización composicional, física-química y microbiológica de leche de vaca de la cuenca de Trancas. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 36: 31-39.

Revelli GR, Sbodio OA, Tercero EJ. 2011. Estudio y evolución de la calidad de leche cruda en tambos de la zona de noroeste de Santa Fe sur y de Santiago del Estero, Argentina (1993-2009). *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 37:128-139.

Rust JM, Rust T. 2013. Climate change and livestock production: A review with emphasis on Africa. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 43: 255-273.

Schepers AJ, Lam TJ, Schukken YH, Wilmink JB, Hanekamp WJ. 1997. Estimation of variance components for somatic cell counts to determine thresholds for uninfected quarters. *J. Dairy Sci.* 80: 1833-1840.

Sharma N, Singh NK, Bhadwal MS. 2011. Relationship of Somatic Cell Count and Mastitis: An Overview. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24: 429 – 438.

Suarez VH, Martínez GM. 2015. Características y Problemáticas Productivas - Sanitarias de la Lechería del Valle de Lerma (Salta). INTA Ediciones, Col. Investigación, desarrollo e innovación. 66 pp. ISBN 978-987-521-670-9.

Suárez VH, Martínez GM, Bertoni EA, Salati, AO, Dib Ashur MM. 2019. Prevalencia y etiología de las mastitis bovinas en la cuenca lechera del Valle de Lerma (Salta). *Rev. Med. Met. (B. Aires)* 100: 0-6.

Weidmann, PE, Thomas JA, Heer G, Valtorta SE, González A, Weidmann RL, Zen G, Garnero O. 2002. Calidad de la leche producida en los departamentos centrales de la cuenca lechera santafesina. Composición química. *FAVE Sección Ciencias Agrarias* 1: 25-38.
