

Código 2037 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE CALOSTRO BOVINO: EVALUACIÓN DE SU POTENCIAL USO PARA ALIMENTACIÓN HUMANA

Costabel, Luciana¹; Audero, Gabriela¹; Scavino, Agustina²; Molineri Ana¹; Zbrun María Virginia¹, Soria, Tania²; Campos, Sonia¹

1. *Instituto de Investigación de la Cadena Láctea (INTA - CONICET), Estación Experimental Agropecuaria. Rafaela, Santa Fe, Argentina.*
2. *Universidad Nacional de Rafaela. Licenciatura en Industrias Alimentarias. Rafaela, Santa Fe, Argentina.*

E-mail: costabel.luciana@inta.gob.ar

RESUMEN

El calostro bovino es la primera secreción láctea de la hembra bovina luego del parto. Es rico en componentes de elevado valor nutricional, como β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, lactoferrina, inmunoglobulinas y factores de crecimiento. Esto hace que, independientemente de su uso zootécnico, el calostro tenga un enorme potencial para emplearse en alimentación humana. La composición del calostro es muy variable y responde tanto a factores propios de las vacas como a la alimentación recibida previo al parto. Asimismo, la calidad microbiológica del calostro bovino depende de la salud del animal, de los cuidados a la hora de realizar el ordeño, y de la recolección y conservación de éste. El código alimentario argentino (CAA), establece criterios de calidad para la utilización de calostro bovino en alimentación humana. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la calidad fisicoquímica y la calidad microbiológica inicial y luego del tratamiento térmico del calostro bovino, con la finalidad de identificar si se adapta a lo establecido en el CAA para uso humano. Para ello, se tomaron 15 muestras de calostro de vacas sanas recién paridas del tambo experimental de la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. A las mismas se le determinó pH, grasa, proteínas, sólidos totales, °Brix, y se les evaluó su calidad microbiológica a través del recuento de bacterias mesófilas totales (RBT) y coliformes, antes y después de aplicarles dos tratamientos térmicos (TT), frecuentemente utilizados a nivel de producción primaria: T1: 60°C–45 min y T2: 60°C–60 min. Los valores promedios de pH, grasa, proteínas y sólidos totales fueron 6.34±0.06, 5.74±2.55, 16.61±3.43 y 28.97±2.86 % respectivamente. Las mayores concentraciones de proteínas que presenta el calostro con relación a los valores registrados en leche se deben a las proteínas solubles. El valor promedio de °Brix estuvo entre 28.27±2.67. Según la bibliografía, valores de 22 °Brix, son equivalentes a 50 mg/cm³ de IgG, valor que se asocia a calostros de buena calidad desde el punto de vista de este parámetro. Teniendo en cuenta lo establecido en el CAA, todas las muestras presentaron valores óptimos para los parámetros fisicoquímicos evaluados. Con respecto al recuento de bacterias mesófilas totales, no se observaron diferencias estadísticamente significativas luego de la aplicación de ninguno de los dos TT pero sí entre los tratados térmicamente y el calostro sin TT. Del total de muestras evaluadas, luego de la aplicación del TT, el 60% redujo el contenido de RBT hasta los valores establecidos en el CAA (<10.000 ufc/cm³), mientras que el criterio establecido para bacterias coliformes

(ausencia en 1 cm³), se observó en el 53% de las muestras ensayadas. Como era de esperar, se alcanzaron los parámetros estipulados en el CAA luego de realizar el TT en muestras con bajos recuentos microbiológicos iniciales. Se concluye que, en base a los parámetros evaluados, para que el calostro resulte apto para uso humano se deberían realizar mejoras a nivel de los factores que condicionan la calidad microbiológica del calostro bovino. Este estudio es preliminar, y actualmente se están evaluando otros parámetros de calidad que condicionan el uso del calostro bovino en alimentación humana, particularmente vinculados a la composición proteica.

Palabras clave: calostro, calidad fisicoquímica, calidad microbiológica, alimentación humana

1. Introducción

El calostro bovino es la primera secreción láctea de la hembra bovina luego del parto, el cual se constituye en el primer alimento recibido por los terneros. La composición química del calostro es similar a la de la leche, aunque contiene concentraciones más elevadas de compuestos nutricionales y de ciertos componentes denominados bioactivos. Los compuestos nutricionales presentes, son las proteínas, vitaminas, minerales (cloruros, citratos, fosfatos), aminoácidos (esenciales y no esenciales), ácidos grasos (de cadena larga y ramificada, ácidos grasos trans, ácido linoleico conjugado) y los carbohidratos (lactosa, oligosacáridos). Dentro de los compuestos bioactivos, los principales son β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, las inmunoglobulinas (Igs), factores de crecimiento, hormonas (prolactina, estradiol, estriol), enzimas (proteinasas, enzimas antioxidantes), lactoferrina (LF), citoquinas, leucocitos, nucleótidos y nucleósidos (Mehra et al., 2021). La calidad del calostro debe ser contemplada desde tres aspectos principales: la calidad nutricional (proteínas, carbohidratos y lípidos), la calidad inmunológica (especialmente la concentración de Igs) y la calidad microbiológica (recuento de microorganismos -MO- presentes) (Godden et al., 2006). Asimismo, la composición del calostro es muy variable y responde tanto a factores propios de las vacas (número de partos, genética, vacunas recibidas preparto) como a la alimentación recibida previo al parto. Asimismo, la calidad microbiológica del calostro bovino depende de la salud del animal, de los cuidados a la hora de realizar el ordeño, y de la recolección y conservación del mismo (Godden, 2008; Puppel et al., 2019).

El alto valor nutricional del calostro y la riqueza en componentes bioactivos hace que, independientemente de su uso zootécnico, el calostro tenga un enorme potencial

para ser empleado en alimentación humana. La demanda de productos a base de calostro está aumentando, porque es utilizado en el tratamiento y prevención de varias enfermedades (Ahmadi et al., 2011; Mhera et al., 2021). Diferentes tipos de suplementos a base de calostro están disponibles en el mercado internacional, como cápsulas o pastillas de calostro y calostro concentrado líquido o en polvo (Mhera et al., 2021). Existen estudios que lo incorporan en alimentos como un aditivo en polvo, obtenido por liofilización o secado spray (Ahmadi et al., 2011; Silva et al., 2019).

El potencial uso del calostro bovino para alimentación humana, está condicionado por la calidad inicial del mismo. En el capítulo XVII del Código Alimentario Argentino (CAA), se establecen los requisitos que deben cumplir los tambos productores de calostro, así como los criterios de calidad, tanto fisicoquímicos como microbiológicos que debe cumplir el calostro bovino para poder ser utilizado en alimentación humana (capítulo XVII, Alimentos de régimen o dietéticos, artículo 1382). En cuanto a su composición química y microbiológica, establece que el calostro deberá ser higienizado y enfriado inmediatamente después de su obtención a una temperatura no mayor a los 4°C, almacenado y transportado en condiciones higiénicas a una temperatura no mayor 8°C, debiendo cumplir las siguientes exigencias (tabla 1):

Tabla 1. Composición fisicoquímica y microbiológica del calostro que establece el CAA para su uso en alimentación humana luego de su higienización

Componente	Concentración
caseína	4 g/100 cm ³
proteínas de suero	9-10 g/100 cm ³
materia grasa	6-6,6 g/100 cm ³
lactosa	2,8-4 g/100 cm ³
cenizas	1,1-1,6 g/100 cm ³
Extracto seco total	23-26 g/100 cm ³
Vitamina A	700-900 UI/100 cm ³
Vitamina E	400 mg/100 g de grasa
Vitamina B1	60-100 µg/100 cm ³
Vitamina B2	350-375 µg/100 cm ³
Calcio	170 mg/100 cm ³
Fósforo	150 mg/100 cm ³
Bacterias mesófilas	menor a 10.000 ufc/cm ³
Bacterias coliformes	ausencia en 1 cm ³
Escherichia coli	ausencia en 1 cm ³
RCS	menos de 300.000
Inmunoglobulinas (IgG)	mayor 50 mg/cm ³

Los criterios microbiológicos establecidos en el CAA se deben cumplir luego de la aplicación de algún tratamiento de higienización, siendo la pasteurización el tratamiento más frecuentemente empleado para tal fin (Borad and Singh, 2018). Existen estudios que muestran que someter el calostro a temperaturas superiores a 60°C, como las frecuentemente empleadas para higienizar el calostro, pueden generar desnaturalización de varios de los componentes, particularmente de las Igs, llevándolas a valores por debajo de lo establecido en el CAA, y aumentando la viscosidad del calostro, debido a desnaturalización de la Igs (Meylan et al., 1996; Godden et al., 2006; Borad and Singh, 2018; Borad et al., 2019). Existen estudios que demuestran que un tratamiento térmico de 60°C por 60 min permite eliminar los microorganismos patógenos más frecuentemente aislados en calostro bovino (*Mycoplasma bovis*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, y *Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis*), reduciendo significativamente el recuento de bacterias mesófilas totales (RBT) y coliformes, conservando niveles de IgG y otros factores nutricionales dentro de valores adecuados (Godden et al., 2012).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la calidad fisicoquímica y la calidad microbiológica inicial y luego del tratamiento térmico del calostro bovino, con la finalidad de identificar si, para los parámetros estudiados, se adapta a lo establecido en el CAA para uso humano.

2. Materiales y métodos

2.1 Muestras de calostro:

Se tomaron 15 muestras de calostro de vacas sanas recién paridas del tambo experimental de la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, durante los meses de febrero y marzo de 2022. Las muestras fueron recolectadas en recipientes estériles, y rápidamente fueron enfriadas y enviadas al laboratorio para su tratamiento y análisis.

2.2 Tratamiento de las muestras:

Una vez que las muestras llegaron al laboratorio, fueron homogeneizadas correctamente, y cada muestra fue dividida en 3 submuestras. A una de ellas (muestra sin TT), luego de separar una alícuota para el análisis microbiológico, se le realizó la

caracterización fisicoquímica. Las otras dos muestras, fueron tratadas térmicamente aplicando dos combinaciones tiempo-temperatura diferentes: T1: 60°C-45 min y T2: 60°C-60 min. El T2, como se ha mencionado, es el tratamiento más recomendado en la bibliografía. Se probó además el T1, para evaluar si ese tratamiento logra el mismo efecto sobre el recuento de bacteria mesófilas y coliformes, y evaluar en estudios posteriores, si existe alguna diferencia sobre los niveles de Igs. Posterior al tratamiento térmico, las muestras fueron analizadas en cuanto a su calidad microbiológica.

2.3 Análisis realizados

Análisis fisicoquímicos: Los análisis fisicoquímicos realizados fueron: materia grasa (ISO 2446 IDF 226: 2008), proteínas totales (ISO 8968-1 IDF 20-1: 2014), sólidos totales (ISO 6731 IDF 021:2010) y pH (método potenciométrico estándar, Bradley et al., 1993).

Análisis microbiológicos: Para el recuento microbiológico (RBT y coliformes), se realizaron diluciones decimales del calostro las cuales fueron sembradas por triplicado en placas de Petri conteniendo agar PCA (RBT) y agar VRB (coliformes totales). La incubación se realizó a 30°C durante 48 h en el caso de aerobios totales y 37°C durante 24 h para coliformes totales, realizando en ese momento el recuento de las colonias (Donahue et al., 2012).

Análisis estadísticos

Para evaluar las diferencias en los recuentos microbiológicos entre las muestras sin TT, T1 y T2, los resultados fueron analizados mediante una prueba de comparación de medias, utilizando el programa estadístico InfoStat (Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina).

3. Resultados y discusión

3.1 Análisis fisicoquímicos

En la tabla 2, se presentan los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos evaluados.

Tabla 2. Valores promedio \pm desvío estándar de las variables fisicoquímicas analizadas

Variable	Concentración (%)
pH	6.34 \pm 0.06
Grasa (%)	5.74 \pm 2.55
ST	28.97 \pm 2.86
Proteína (%)	16.61 \pm 3.43
°Brix	28.97 \pm 2.86

Teniendo en cuenta lo establecido en el CAA, todas las muestras presentaron valores óptimos para los parámetros fisicoquímicos evaluados, a excepción del contenido de materia grasa. Para este parámetro, se observó que el 50% de las muestras evaluadas, presentaron un valor por debajo de 6 %, que es el valor mínimo establecido en el CAA. La concentración de materia grasa es muy dependiente de la alimentación que reciben los animales previa al parto (Kehoe et al., 2007). Los valores de proteína registrados en la tabla 2, corresponde a proteínas totales. Las mayores concentraciones de proteínas que presenta el calostro con relación a los valores registrados en leche se deben a las proteínas solubles, dentro de las cuales se encuentran la β -lactoglobulina, la α -lactoalbúmina, la lactoferrina y las inmunoglobulinas. Estas últimas, presentan en calostro una concentración entre 40 y 150 veces mayor que en leche bovina (Korhonen 2009). La concentración de inmunoglobulinas del calostro es muy inconsistente y responde tanto a factores propios de las vacas como a la alimentación recibida previo al parto. El valor promedio de °Brix estuvo en 28.27 \pm 2.67. Según la bibliografía, valores de 22 °Brix, son equivalentes a 50 mg/cm³ de IgG, valor que se asocia a calostros de buena calidad desde el punto de vista de este parámetro (Bielmann et al., 2010).

3.2 Análisis microbiológicos

Con respecto al RBT y recuento de coliformes, se observó una disminución estadísticamente significativa entre las muestras sin TT, y las muestra con TT ($p < 0.05$), pero no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos TT aplicados (T1 y T2). Sin embargo, para el RBT se observó que la reducción fue mayor cuando se aplicó el T2. Los valores promedio, expresados en log RBT/ml fueron 5.09 \pm 1.14, 3.70 \pm 1.40 y 3.41 \pm 1.64 para las muestras sin TT, T1 y T2

respectivamente. Del total de muestras evaluadas, luego de la aplicación del TT, el 60% redujo el contenido de bacteria mesófilas hasta los valores establecidos en el CAA (<10.000 ufc/cm³), mientras que el criterio establecido para bacterias coliformes (ausencia en 1 cm³), se observó en el 53% de las muestras ensayadas (Figura 1).

Como era de esperar, los valores acordes al CAA luego de tratamiento térmico se lograron en aquellas muestras con bajos recuentos microbiológicos iniciales. Además, se observó que las muestras que tenían menor recuento microbiano también tenían bajas concentraciones de materia grasa. Para los recuentos de bacterias mesófilas totales, se observó que el 88% de las muestras que cumplieron con el criterio microbiológico establecido por el CAA, tuvieron una concentración de materia grasa inferior al 6%. Es probable que, cuando la grasa se encuentra en concentraciones elevadas, ejerza un efecto protector sobre los microorganismos, debiéndose optimizar el tratamiento térmico empleado para lograr el efecto deseado sobre los microorganismos.

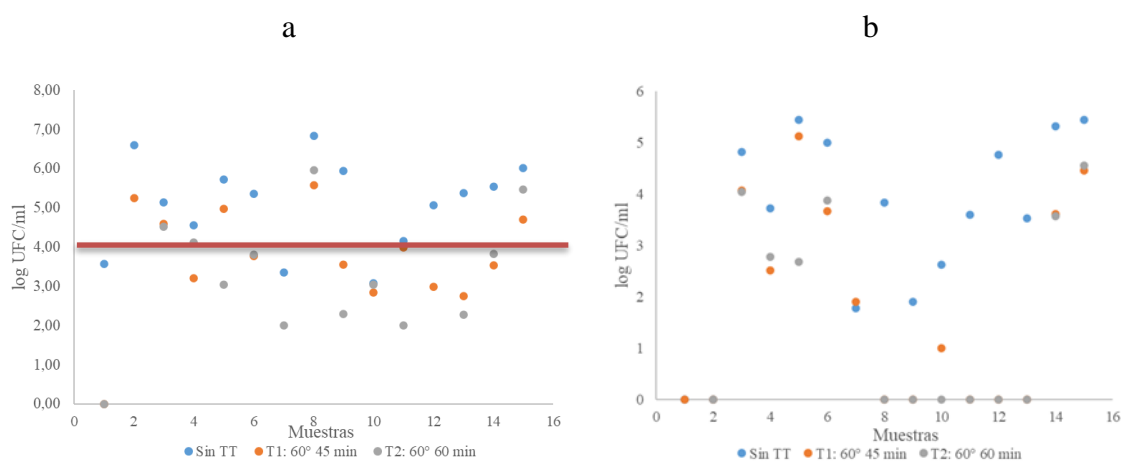


Figura 1. Recuentos microbiológicos en las muestras evaluadas (a-RBT; b-bacterias coliformes), antes y después de la aplicación de los dos TT evaluados. La línea roja de la figura 1-a representa el límite máximo de RBT establecido en el CAA para muestras de calostro consideradas aptas para consumo humano.

4. Conclusiones

Se concluye que, en base a los parámetros evaluados, desde el punto de vista fisicoquímico todas las muestras cumplieron con los criterios establecidos por el CAA

para que el calostro resulte apto para uso humano. A excepción de la materia grasa, lo cual no sería un inconveniente, porque la aplicación de diferentes tratamientos tecnológicos utilizados para la formulación de alimentos, requieren del desnatado del mismo. En relación con los criterios microbiológicos, se deberían realizar mejoras a nivel de los factores que condicionan la calidad del calostro bovino, de manera de obtener un mayor número de muestras que cumplan con ambos criterios. Resulta importante destacar que este estudio es preliminar, ya que se presentan los resultados de unos pocos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Actualmente se están evaluando otros parámetros de calidad que condicionan el uso del calostro bovino en alimentación humana, particularmente vinculados a la cuantificación de las diferentes fracciones proteicas, principalmente Igs, antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos térmicos.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2023-PE-L04-I119, 2023-PE-L04-I120, 2023-PE-L04-I121) y de la Universidad Nacional de Rafaela (Convocatoria proyectos UNRaf 2021).

6. Referencias

- Ahmadi, M., Velcirov, A. B., Scurtu, M., Ahmadi, T., Olariu, L. (2011). Benefits of bovine colostrum in nutraceutical products. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 17(1), 42-45.
- Bielmann, V., Gilan, J., Perkins, N., Skidmore, A., Godden, S., Leslie, K. 2010. An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *American Dairy Science Association*, 3713-3721
- Borad S.G., Singh A.K., Kapila S., Behare P., Arora S., Sabikhi L. (2019) Influence of unit operations on immunoglobulins and thermal stability of colostrum fractions. *International Dairy Journal*, 93, 85-91
- Borad, S.G., Singh, A.K. (2018) Colostrum immunoglobulins: Processing, preservation and application aspects. *International Dairy Journal*, 85, 201-210.
- Bradley, R. L.; Arnold, E.; Barbano, D. M.; Semerad, R. G.; Smith, D.E. y Vines, B. K. (1993). Chemical and physical methods. En: *Standard methods for the examination of dairy product*. (Ed.: Marshall, R.). American Public Health Association (APHA), Washington, Estados Unidos, pág. 433-531.
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO (2022). (CAA, capítulo XVII, Alimentos de régimen o dietéticos, artículo 1382) https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_xvii_dieteticos_actualiz_2022-12.pdf
- Donahue, M., Godden, S. M., Bey, R., Wells, S., Oakes, J. M., Sreevatsan, S., Stabel, J., Fetrow, J. (2012) Heat treatment of colostrum on commercial dairy farms decreases colostrum microbial counts while maintaining colostrum immunoglobulin G concentrations. *Journal of Dairy Science* 95 :2697–2702.
- Elfstrand, L., Lindmark-Månsson, H., Paulsson, M., Nyberg, L., Åkesson, B. (2002) Immunoglobulins, growth factors and growth hormone in bovine colostrum and the effects of processing. *International Dairy Journal*, 12, 879-887.

Godden, S., Martin, S., Feirtag J., Stabel J., Bey R., Goyal S., Metzger L.; Fetrow J., Wells, S., Chester-Jones, J.H. (2006) Heat-Treatment of Bovine Colostrum. II: Effects of Heating Duration on Pathogen Viability and Immunoglobulin G. American Dairy Science Association, Dairy Science, 89, 3476–3483.

Godden, S. (2008). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 19–39.

Godden, S.M., Smolenski, D.J., Donahue, M., Oakes, J.M., Bey, R., Wells, S., Sreevatsan, S., Stabel, J., Fetrow, J. (2012) Heat-treated colostrum and reduced morbidity in preweaned dairy calves: Results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. *Journal of Dairy Science*, 95, 4029-4040.

ISO 2446 IDF 226: 2008 – Milk – Determination of fat content

ISO 6731 IDF 021:2010 – Milk, cream and evaporated milk – Determination of total solids content (Reference method).

ISO 8968-1 IDF 20-1 (2014). Milk and milk products — Determination of nitrogen content — Part 1: Kjeldahl principle and crude protein calculation

Kehoe, S.I., Jayarao, B.M., Heinrichs, A.J.(2007) A Survey of Bovine Colostrum Composition and Colostrum Management Practices on Pennsylvania Dairy Farms. *Journal of Dairy Science*,90, 4108-4116.

Korhonen, H.J. (2009). Bioactive Components in Bovine Milk. En: Y. W. Park (Ed.), *Bioactive components in milk and dairy products*, Wiley-Blackwell, USA, pp. 15-42.

Mehra, R., Singh, R., Nayan,V., Buttar, H.S., Kumar, N., Kumar, S., Bhardwaj, A., Kaushik, R., Kumar, H. (2021) Nutritional attributes of bovine colostrum components in human health and disease: A comprehensive review, *Food Bioscience*, 40, 1-15.

Meylan, M., Rings, M.D., Shulaw, W.P., Kowalski, J.J., Bech-Nielsen, B., Hoffsis, G.F. (1996) Survival of *Mycobacterium paratuberculosis* and preservation of immunoglobulin G in bovine colostrum under experimental conditions simulating pasteurization. *Am. J. Vet. Res.* 57, 1580-1585.

Puppel, K., Gołębiewski, M., Grodkowski, G., Sił'osarz, J., Kunowska-Sił'osarz, M., Solarczyk, P., et al. (2019). Composition and factors affecting quality of bovine colostrum: A review. *Animals*, 9(12), 1070.

Silva, E. G. D. S. O., Rangel, A. H. D. N., Mürmam, L., Bezerra, M. F., & Oliveira, J. P. F. D. (2019). Bovine colostrum: benefits of its use in human food. *Food Science and Technology*, 39, 355-362.