



PERFIL ESTACIONAL DE LA LECHE EN URUGUAY Y LA RELACION DE SUS COMPONENTES

Hirigoyen, D¹; Arenas D²; Constantin, M.³; Abelenda, C.⁴; P. Bález⁵

¹ DMTV, MSc, director de COLAVECO.

² Paratecnico, manejo de FTIR, COLAVECO.

³ QF, Química Húmeda, COLAVECO.

⁴ DMTV, MSc, responsable calidad COLAVECO.

⁵ Informático, COLAVECO.

Resumen

La fracción proteica es un componente de la leche de creciente interés comercial, tecnológico y científico. La industria y laboratorios calificadoros de leche, han introducido nuevos métodos para su determinación, más rápidos, baratos y precisos. La técnica de espectrometría infrarroja con transformación de Fourier (FT-IR), permite discriminar parámetros composicionales antes no tenidos en cuenta, que orientan los destinos y tecnologías de las leches procesadas. Los autores presentan el perfil de variación anual y estacional de distintos componentes de la leche: proteína total (PT), proteína verdadera (PV), caseína (CAS), Urea en leche (MUN), grasa (G) y sólidos totales (ST); sobre 25.013 muestras de leche de vaca, de tanque y tinas queseras, que provienen de 271 plantas industrializadoras y elaboradores de queso artesanal. Estos corresponden a 1300 rodeos comerciales, ubicados en 9 departamentos diferentes del Uruguay, manejados en distintas condiciones. Se analizaron los cambios de proporción entre los componentes que tienen implicancias económicas y tecnológicas en la fabricación de subproductos lácteos. En función de los resultados obtenidos se propone el uso de una tecnología validada, rápida, económica y precisa, para analizar componentes de la leche y en particular, otras fracciones proteicas (PV y Cas), que no están siendo tenidas en cuenta por la industria láctea y los queseros artesanales de nuestro país, a la hora del pago y transformación de la leche.

Summary

Nowadays, there is a growing commercial, technological and scientific interest for different milk protein fraction. Dairy industry and qualifier laboratories, are introducing new methods for milk composition determination, which are faster, cheaper and more accurate. Fourier transform Infrared spectrometry (FT-IR) techniques, discriminates other parameters in milk samples, which can guide milk process. The authors present an annual and seasonal variation profile of different milk components: total protein (TP), true protein (VP), casein (CAS), Urea in milk (MUN), fat (G) and total solids (ST), on 25.013 samples of milk from cows, cheese vats and tanks, which come from 271 industrial plants and handcraft cheese makers. The samples come from 1300 commercial herds located in 9 different departments of Uruguay, managed under different conditions. The changes in ratio of milk components, were analyzed in relation to the economic and technological impact. The authors propose the use of a fast, cheap, precise and

validated technology, to analyze protein fractions of milk (PV and Cas), which are not still being considered in our country for payment and milk processing.

Objetivos

El presente trabajo pretende comunicar el perfil estacional durante un año, de los componentes de la leche de vaca en Uruguay y la relación entre los mismos, mediante el uso de una tecnología validada, rápida, económica y precisa. El trabajo revela otras fracciones proteicas (PV y Cas) presentes en muestras de leche de tanques y de tinas queseras, que a la fecha no son contempladas por la industria para programar una elaboración y/o efectuar el pago en nuestro país.

Materiales

Se partió de muestras de leche de vaca, mezcla en tanque y tinas queseras (Nº= 34.696), obtenidas al azar sobre una población de 271 plantas industrializadoras de leche y elaboradores de queso artesanal, que califican leche para pago y caracterización composicional, con fines tecnológicos. Corresponden a 1300 rodeos comerciales ubicados en 9 departamentos diferentes del Uruguay, que se manejan en distintas condiciones. El periodo analizado es de 13 meses (Abril de 2011 a Marzo de 2012).

Las curvas de calibración del equipo de espectrometría infrarroja con transformación de Fourier (FT-IR), se ajustan con materiales de referencia y el sistema de gestión de calidad, contiene ensayos acreditados ISO: 17025 para los parámetros de proteína total, grasa, y sólidos totales.

Las muestras de leche (aprox. 50 cc) fueron extraídas del tanque o tina de cada establecimiento, en forma manual por los transportistas o personas abocadas a la tarea⁶, en envases de Polipropileno, con o sin solución preservante de Bronopol – Lactopol (2-bromo-2-nitro-1,3-propanediol) con una concentración final en la muestra no superior a 0,05g/100ml; y fueron remitidas al laboratorio para su análisis entre 24 a 48 horas.

Metodología

El ensayo analítico de la leche, se realizó dentro de las 48 a 72 horas de extraída. Se analizó PT, G, ST, además de PV, Cas, siendo los resultados expresados en % de p/v, con una incertidumbre expandida relativa para los tres primeros parámetros de U= 0,0114, 0,015 y 0,007 g/100 ml respectivamente. El método está basado en la técnica de FT-IR, según norma IDF 141 C: 2000 con un equipo Lactoscope de Delta; la determinación de Urea

se efectuó mediante el mismo equipamiento, basado en el Bulletin IDF 383: 2003; los valores se transforman a MUN multiplicando por un factor de conversión de 0,466, y se expresan en mg/ dl.

Se definieron niveles para seleccionar y ajustar las muestras a rangos compatibles con valores composicionales de las razas de ganado imperantes en nuestro país. De un total de 34.696 muestras iniciales quedaron 25.013. Los límites de ajuste de los datos a procesar, aparecen en tabla Nº 1.

| Parámetros | Criterios para análisis |
|----------------|--------------------------|
| Materia Grasa | entre 1,5 y 6,0 g/100ml |
| Proteína Bruta | entre 1,8 y 5,0 g/100ml |
| Caseína | entre 2,2 y 3.13 g/100ml |
| MUN | entre 3,26 y 32.62 mg/dl |

Posteriormente se agruparon por del estación del año, y se efectuaron cálculos estadísticos de varianza, desvíos estándar, mediana, promedio y rangos. Se aplicó test de distribución de Student.

Resultados y Discusión

Del procesamiento de las muestras en el periodo que abarca el estudio, se advierte un comportamiento para cada una de las principales fracciones proteicas de la leche (PT, PV y Cas), que exhiben mesetas y valles en las distintas estaciones (grafica Nº1). Dado que el trabajo abarca solo 13 meses, sería conveniente extenderlo en el tiempo, para evaluar si existe un perfil estacional, ver si el mismo se repite y como se presenta.

Los valores de cada una de las fracciones proteicas y de

las tres en conjunto (PT, PV y Cas) experimentan un descenso en el verano, tal como se menciona en la bibliografía y se reporta en otros países. Seguramente este cambio en los parámetros se pueda deber a las condiciones de estrés térmico, que experimenta el ganado en nuestro país, y su influencia en los niveles de mastitis subclínica, lo cual ha sido reportado por los autores en trabajos anteriores.

Algo similar fue reportado en 2011 por los autores de esta comunicación, y se vuelve a visualizar en este trabajo para la fracción nitrogenada no proteica (MUN).

Por otro lado, las variaciones estacionales de los componentes de la leche y en particular los contenidos proteicos, han sido estudiadas desde la década del 40, en diferentes partes del mundo, con el propósito de aumentar su concentración y minimizar su variación.

Las fracciones de proteínas de la leche, al igual que los otros componentes, varían notablemente entre rodeos por múltiples factores, algunos inherentes a los animales (raza, genética, estado fisiológico, salud de ubre), otros alimenticios y otros ambientales; No obstante, el poder disponer de un valor de referencia a nivel país, permite comparar, y aporta idea de las variaciones estacionales que experimentan.

El actual sistema analítico imperante en Uruguay, califica la leche para el pago en términos de proteína bruta total, donde están contenidos una serie de compuestos nitrogenados de origen proteico (95%) y otros "no" proteicos (5%). Dentro de las fracciones proteicas de la leche, las caseínas son uno de los mayores grupos

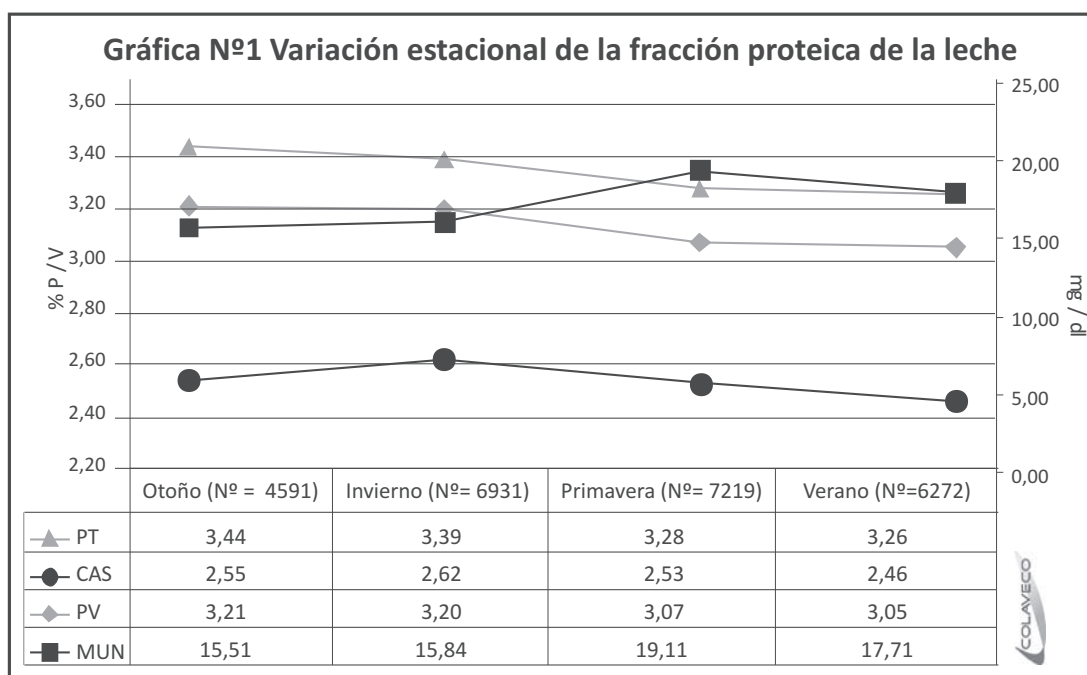




Tabla N° 2 - Variación de distintos parámetros de leche por estación del año

| | Mediana | | | | Desvió estándar | | | | Rango | | | |
|----------------|---------|----------|-----------|--------|-----------------|----------|-----------|--------|-------------|------------|-------------|------------|
| | Otoño | Invierno | Primavera | Verano | Otoño | Invierno | Primavera | Verano | Otoño | Invierno | Primavera | Verano |
| Grasa (%P/V) | 3,93 | 3,79 | 3,65 | 3,78 | 0,40 | 0,43 | 0,37 | 0,34 | 1,62-5,97 | 1,55-6,00 | 1,53-5,94 | 1,67-5,94 |
| Proteína(%P/V) | 3,43 | 3,39 | 3,28 | 3,26 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 2,81-4,18 | 2,76-4,08 | 2,83-4,09 | 2,85-3,98 |
| MUN (mg/dl) | 15,378 | 15,844 | 19,106 | 17,71 | 5,41 | 5,37 | 4,64 | 4,71 | 3,26-32,62 | 3,26-32,62 | 3,26-32,62 | 3,73-32,62 |
| Caseína(%P/V) | 2,54 | 2,62 | 2,53 | 2,46 | 0,17 | 0,14 | 0,12 | 0,17 | 2,20-3,29 | 2,20-3,23 | 2,20-3,29 | 2,20-3,25 |
| PV (%P/V) | 3,20 | 3,20 | 3,07 | 3,05 | 0,16 | 0,17 | 0,16 | 0,15 | 2,59-4,02 | 2,57-3,92 | 2,62-4,05 | 2,67-3,90 |
| ST (%P/V) | 12,81 | 12,63 | 12,41 | 12,54 | 0,49 | 0,50 | 0,47 | 0,46 | 10,15-14,93 | 9,73-14,80 | 10,09-15,00 | 9,97-14,79 |

representando el 80% de las proteínas totales, siendo de importante valor nutricional y fundamental para producir queso. La tendencia en varios países es evaluar y calificar además de los parámetros tradicionales, a la PV y Cas total, que se asocian más directamente con los rendimientos obtenidos al transformar la leche.

Uruguay basa su sistema de pago de leche en una ecuación donde el 70% de valor de composición es la PT. Al no utilizar metodologías analíticas capaces de discriminar entre las fracciones proteicas a la PV y Cas, la industria seguirá pagando un valor total por este parámetro, que además está integrado por proteínas séricas (que son expresión de los estados de salud de ubre de los rodeos), que no se reflejan en los rendimientos tecnológicos. Las leches mastíticas poseen una composición proteica profundamente modificada. Se reduce la proporción de caseínas y el porcentaje de proteínas solubles, especialmente de seroalbumina, y el de inmunoglobulinas aumenta.

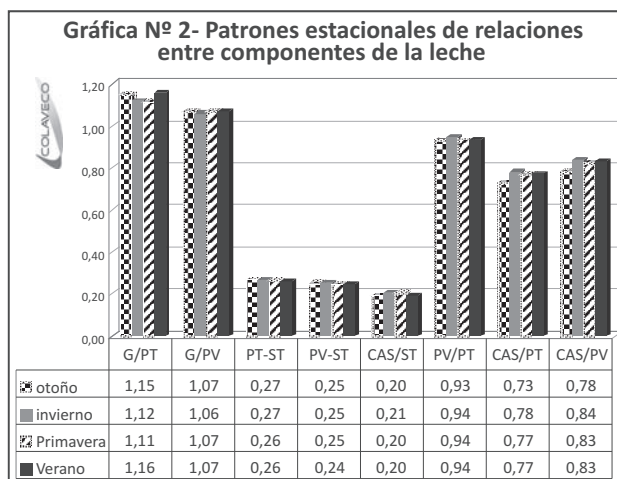
Cuando se procedió a agrupar por estación cada uno de los principales parámetros de la leche, se obtuvieron los siguientes resultados que son ilustrados en la tabla N° 2.

Se efectuó análisis estadístico aplicando test de distribución de Student de dos muestras, a la totalidad de las medianas de cada parámetro. Se obtiene para la mayoría de los casos que las medianas son estadísticamente diferentes ($d^*0.05$), excepto para el parámetro grasa entre Invierno-Verano, y para Otoño- Invierno, en PV.

Estos datos deberían ser tenidos en cuenta por diferentes industriales y procesadores a la hora de transformar la leche; también por productores y cabañeros a la hora de establecer criterios de selección y transmitir a la progenie estos rasgos. Las estimaciones de heredabilidad de algunos componentes para todas las razas en general, es alta, representado en la $G= 0.58$ y la $PT= 0.49$. Normalmente existe una correlación positiva entre el parámetro G y PT dentro de las diferentes razas bovinas, presentado la relación entre %G y %PT, una correlación = +0.45 a 0.55, y entre %PT y %ST no graso = +0.81.

De igual manera se procuró establecer un análisis de los índices de relación de los distintos componentes de la leche entre sí, que tienen relación directa con los desarrollos tecnológicos y en consecuencia, son de importancia económica.

Se ilustra en Grafica N° 2.



La proporción entre la grasa y la proteína ilustrado en el gráfico por G/PT y G/PV, es un factor de importancia capital en leche, para estimar el rendimiento de una elaboración quesera. Estos parámetros resultan una herramienta vital al maestro quesero, el cual junto a valores obtenidos en suero, le permiten arribar con un 80% de certeza a un adecuado y estandarizado balance del queso producido. Téngase en cuenta que la producción de queso, lleva a la concentración de varios componentes de la leche, y los mismos son determinantes en el rendimiento, eficiencia de producción, características texturales y sensoriales de los productos elaborados.

La alteración de estos índices de leche, por fuera del rango de 0,70 hasta 1,12, tiene marcado efecto sobre la composición de los quesos (textura, sabor olor), repercutiendo además, en el rendimiento como lo demuestran múltiples trabajos publicados en diferentes países para distintos tipos de quesos elaborados.

La relación PV/PT es cercana a la unidad, sin poder llegar completamente a serlo debido a que la PT incluye fracciones proteicas y no proteicas. Lo deseable sería disponer de los valores mas cercanos a la unidad, los cuales se dan en situaciones de leches provenientes de animales libre de mastitis.

La caseína, fracción mayoritaria de la proteína de leche, se destaca dentro de la misma, como lo indican las relaciones CAS/PT y CAS/PV de la Grafica N° 2, siendo imperioso aumentar el cociente para poder elevar los rendimientos tecnológicos a la hora de transformar la



leche.

Se puede decir, que al estandarizar los componentes del suministro de leche, (para lo cual es necesario conocer sus valores y sus relaciones), es posible producir una calidad constante de la misma, independientemente de las dimensiones de las instalaciones o de las variaciones estacionales de la materia prima.

Conclusiones

Se presenta un perfil de variación de los distintos componentes de la leche de tanque y tina quesera, en un año, en distintas estaciones, así como sus relaciones, esperando sirva de guía, y comparación para distintos grupos de interés de la cadena láctea.

Con este trabajo se pretende difundir la existencia en el Uruguay, de una herramienta validada, como es la espectrometría infrarroja con transformada de Fourier (FT-IR), para la determinación de otras fracciones de proteína en leche actualmente no determinadas por la industria, que deberían tenerse en cuenta para la calificación, sistemas de pago y destinos tecnológicos.

Agradecimientos

Al personal directivo, técnico, administrativo y de apoyo, que con voluntad y esfuerzo permiten que se realicen estudios y trabajos científicos, además de la rutina analítica laboratorial.

A los socios y usuarios de los servicios que confían en la competencia técnica y en la confidencialidad de la cooperativa, enviando sus muestras para ser analizadas.

Bibliografía

Banks J.M., Banks W., Muir D.D., Wilson A.G., Cheese yield: composition does matter, Dairy
Osborn, G. B. In: Near-infrared Spectroscopy in food

analysis. Encyclopedia of Analytical chemistry. Edited by Robert A. Meyers. John Wiley & Sons Ltd, Chichester. ISBN 0471 97670 9

Broutin P.J. (2006a): New applications of mid-infra-red spectrometry for the analysis of milk and milk products. 1 Casein. IDF Bull., 406, 2–21.

Guinee TP , Mulholland EO , Kelly J , DJ Callaghan . Efecto de la proteína-grasa proporción de leche en la composición, la eficiencia de fabricación, y el rendimiento de queso Cheddar. J Dairy Sci. 2007 Jan; 90 (1): 110-23.

Hirigoyen, D. y Ihlenfeld, Estrés calórico y su influencia en el recuento de células somáticas. XXVIII Jornadas de Buiatría, Paysandú. Pp. 149-150.

Hirigoyen, D.; Ihlenfeld, K.; Miñón, M. y D. Arenas. Perfil estacional de Nitrógeno Ureico en Leche de tanque en Uruguay. XXIX Jornadas de Buiatría, Paysandú. pp. 272-274.

IDF 141C:2000; whole milk: Determination of milkfat, protein and Lactose content. Guidance on the operation of mid-infrared instruments.

IDF Bull 383:2003 New applications of Mid-Infra-Red spectrometry for the Analysis of Milk and Milk Products. Ind. Int. 46 (1981) 15–22.

Isabelle Verdier-Metza, Jean-Baptiste Coulonb, Philippe Pradelc. Relationship between milk fat and protein contents and cheese yield. Anim. Res. 50 (2001) 365–371 365.

Miller, N.J. y Miller C.J. 2002. Estadística y quimiometría para la química analítica. 4ª Edición, Editorial Prentice Hall.

Taverna, M.y Coulon JB., 2000. En: Calidad de la leche y de los quesos. Ed. INTA-PRDAN.