

ANÁLISIS DE LECHE DE CABRA MEDIANTE LA TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA DE REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO (NIRS)

Albanell E., Peris S., Rovai M., Caja G., Such X.

Agricultura y Producción Animal. Fac. Veterinaria. Universitat Autònoma de Barcelona.
08193 Bellaterra (Barcelona)

INTRODUCCIÓN

En Europa y en la región Mediterránea, la leche de cabra y sus derivados han sido producidos y consumidos durante siglos. La calidad de la leche de cabra depende de un gran número de factores relacionados con el animal (raza, número y estado de lactación, condiciones higiénicas, etc.) y con las condiciones de producción (región, dieta, destete, etc.). La composición química así como las características tecnológicas de la leche de cabra han sido bien estudiadas por diferentes autores (Hadjipanayiotou 1995; Analla et al. 1996; Jandal 1996; Jaubert 1997; Urbien et al. 1997).

Entre las diferentes técnicas analíticas de tipo físico utilizadas en la determinación de constituyentes en leche y sus derivados está la espectrofotometría en el infrarrojo cercano (NIRS). Esta tecnología está ampliamente difundida en la industria alimentaria, habiéndose descrito numerosas calibraciones en leche y productos lácteos. Sin embargo, hay escasas referencias de la aplicación de dicha tecnología en el análisis de leche de cabra, destacándose las aportaciones realizadas por Díaz-Carrillo et al. (1993).

El objetivo de este estudio es el desarrollo y evaluación de calibraciones NIRS para leche de cabra y la comparación de las calibraciones obtenidas utilizando leche homogeneizada y sin homogeneizar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Colección de muestras: Se utilizaron un total de 194 muestras distintas de leche de cabra de razas Malagueña y Murciano-Granadina de rebaños pertenecientes a la Asociación de Ganaderos de Caprino de Cataluña (AGCC) dentro de los cuales se incluye el rebaño experimental de la Facultad de Veterinaria de Barcelona. Tras la adición de dicromato potásico, las muestras fueron conservadas a 4°C y analizadas al día siguiente.

Análisis químico: Las muestras se analizaron por duplicado determinándose la Proteína Bruta ($N \times 6.38$), la Grasa Bruta (Gerber) y los Sólidos Totales (estufa a 103 ± 1 °C).

Análisis NIRS: Se utilizó un autoanalizador InfraAlyzer 450 (Bran+Luebbe) dotado de 19 filtros. Cada muestra fue medida por duplicado siguiendo las dos metodologías siguientes:

- a) Homogeneizador: las muestras se calentaron a 40 °C y homogeneizaron a alta presión, realizándose la lectura por transreflectancia (paso óptico <0.3 mm)
- b) Cápsula de Aluminio: las lecturas se realizaron a temperatura ambiente y sin homogeneización previa. La lectura como en el caso anterior se realizó por transreflectancia aunque con paso óptico fijo (0.3 mm).

El software utilizado en el proceso matemático y análisis estadístico fue el suministrado con el aparato (IACAL P01) y las calibraciones fueron realizadas por Regresión Lineal Múltiple (MLR).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el análisis químico (Tabla 1) indicaron una amplia variación en los componentes analizados, representando la variabilidad que debe esperarse en la práctica en los parámetros a predecir. Es de destacar la similitud existente entre los valores medios obtenidos en el análisis de grasa y proteína con los obtenidos por Analla et al. (1996) en cabras de raza Murciano-Granadina (proteína=3.47%; grasa=5.38%).

Tabla 1. Composición de las muestras (%) de leche de cabra utilizadas en el análisis NIRS.

	Calibración				Validación			
	n	Rango	Media	SD	n	Rango	Media	SD
Grasa	131	3.10- 9.30	5.62	1.22	35	3.60- 7.60	5.44	0.46
Proteína	154	2.49- 5.22	3.42	0.51	40	2.54- 4.43	3.30	0.36
Sólidos Tot.	131	10.44-19.53	14.06	1.63	35	11.18-16.11	13.66	0.95

Las mejores calibraciones se obtuvieron utilizando 3 filtros para el contenido en grasa y sólidos totales, y 5 para el contenido en proteína (Tabla 2). Las calibraciones obtenidas presentaron unos coeficientes de correlación múltiples (R) de 0.98 para la grasa, 0.95 para la proteína y 0.94-0.95 para los sólidos totales. Aunque los valores de R resultaron ser satisfactorios para todas las calibraciones obtenidas, se observó una tendencia más favorable en el caso de utilizar la cápsula de aluminio (leche sin homogeneizar, lectura por transreflectancia con paso óptico fijo) puesto que tanto los errores estándar de calibración (SEC) como los coeficientes de variación de la calibración (CVC) resultaron ser inferiores a los obtenidos utilizando el homogeneizador.

Tabla 2. Estadísticos de calibración para predecir la composición de leche de cabra.

Componente	R	SEC	CVC (%)	Filtros				
				1	2	3	4	5
				(nm)				
Grasa								
Homogeneizador	0.98	0.262	4.66	2310	2100	1445		
Capsula Al	0.98	0.256	4.55	1759	1778	1680		
Proteína								
Homogeneizador	0.95	0.153	4.48	2180	2100	1818	1445	1680
Cápsula Al	0.95	0.140	4.09	2180	2230	2139	2270	2100
Sólodos Totales								
Homogeneizador	0.94	0.509	3.62	2270	2230	1982		
Cápsula Al	0.95	0.426	3.03	1759	1778	2270		

Las longitudes de onda de los filtros utilizados en cada calibración se corresponden con el parámetro a predecir: las bandas de absorción alrededor de 1600-1800 nm y 2100-2200 nm están relacionadas con la fracción de grasa (Sato et al. 1991); la región 2050-2300 nm es usada frecuentemente en las determinaciones de proteína en leche de diferentes especies (Robert et al. 1987); y los filtros seleccionados en las calibraciones de sólidos totales han sido previamente seleccionados en leche de oveja (Albanell et al. 1999).

Los resultados estadísticos de la validación (Tabla 3) también fueron en general satisfactorios, mostrándose coeficientes de correlación simples (r) iguales o superiores en el caso de la utilización de la cápsula de aluminio. En todas las calibraciones los errores estandar de predicción (SEP) fueron comparables con los SEC. Otro criterio que determina la validez de las calibraciones obtenidas es el CVC, considerándose calibraciones buenas las que presentan $CVC \leq 5-10\%$.

Tabla 3. Estadísticos de validación para la predicción de la composición de leche de cabra.

Componente	r	SEP	Sesgo	Pendiente
Grasa				
Homogeneizador	0.97	0.195	0.045	0.975
Cápsula Al	0.97	0.243	-0.064	1.053
Proteína				
Homogeneizador	0.92	0.117	0.001	0.919
Cápsula Al	0.93	0.184	0.032	1.081
Sólidos Totales				
Homogeneizador	0.92	0.426	0.018	1.074
Cápsula Al	0.95	0.338	0.115	0.927

En la leche sin homogeneizar, el mayor tamaño de las partículas hace que se difunda menos luz y por tanto la radiación penetra más profundamente en la muestra (mayor absorbancia). En nuestro caso, entre que la leche de cabra presenta un tamaño del glóbulo de grasa la mitad del de vaca, y que la lectura se realiza por transflectancia, no parece que sea esencial la utilización del homogeneizador.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran la posibilidad de calibraciones NIRS utilizando la cápsula de Al en la predicción del contenido en grasa, proteína y sólidos totales en leche de cabra. Las ventajas que presenta esta metodología es la posibilidad de trabajar a temperatura ambiente y con leche no homogeneizada (más barato y más rápido), además de utilizar la misma configuración de autoanalizador tanto para el análisis de líquidos (leches de distintas especies), como para sólidos o pastosos (quesos, leche en polvo, o en nuestro caso forrajes, concentrados, etc.).

BIBLIOGRAFÍA

- Albanell E, Cáceres P, Caja G, Molina E, Gargouri A. 1999. *J. AOAC Int.*, En prensa.
- Analla M, Jiménez I, Muñoz A, Serradilla JM, Falagán A. 1996. *J. Dairy Sci.*, 79:1895-1898.
- Díaz-Carrillo E, Muñoz A, Alonso A, Serradilla JM. 1993. *J. Near Infrared Spectrosc.*, 1:141-146.
- Hadjipanayiotou M. 1995. *Small Ruminant Research*, 18:255-262.
- Jandal JM. 1996. *Small Ruminant Research*, 22:177-185.
- Jaubert G. 1997. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 25:71-74.
- Robert P, Bertrand D, Devaux MF, Grappin R. 1987. *Anal. Chem.*, 59:2187-2191.
- Sato T, Kawano S, Iwamoto M. 1991. *J. Am. Oils Chem. Soc.*, 68:827-833.
- Urbien S, Ciuckinas A, Margelyté J. 1997. *Milchwissenschaft*, 52:427-430.