

PRESENCIA DE ELEMENTOS TRAZA INORGÁNICOS DE IMPORTANCIA NUTRICIONAL EN LECHE DE RUMIANTES

PRESENCE OF INORGANIC TRACE ELEMENTS WITH AN IMPORTANT NUTRITIONAL VALUE IN RUMINANT'S MILK

Flavia Elisa Arellano (Instituto de Investigaciones en Producción Animal [INPA – UBA – CONICET], Centro de Estudios Transdisciplinarios del agua [CETA – UBA]), **Cristina Viviana Alvarez Gonçalves** (Instituto de Investigaciones en Producción Animal [INPA – UBA – CONICET], Centro de Estudios Transdisciplinarios del agua [CETA – UBA]), **Alejo Leopoldo Perez Carrera** (Instituto de Investigaciones en Producción Animal [INPA – UBA – CONICET], Centro de Estudios Transdisciplinarios del agua [CETA – UBA]), **Andrea Nilda Calzetta Resio** (Centro de Estudios Transdisciplinarios del agua [CETA – UBA], Cátedra de Tecnología e inspección veterinaria de los alimentos [FVET-UBA]) y **Alicia Fernández Cirelli** (Instituto de Investigaciones en Producción Animal [INPA – UBA – CONICET], Centro de Estudios Transdisciplinarios del agua [CETA – UBA])

Resumen

La caracterización composicional y la cuantificación de micronutrientes de los productos lácteos de los distintos tipos de rumiantes son fundamentales para brindarle a los consumidores calidad nutricional y garantía de inocuidad. Entre los elementos de mayor importancia encontramos cobre (Cu), manganeso (Mn), hierro (Fe) y zinc (Zn). Existe un rango óptimo de estos nutrientes, y su concentración depende de su metabolismo y su interacción con otros elementos. El objetivo de este trabajo es caracterizar y comparar los niveles de estos micronutrientes en leches pertenecientes a bovinos, caprinos y ovinos; analizando la relación entre las concentraciones de dichos elementos con los niveles de grasas y proteínas totales. Los resultados obtenidos señalaron que las características de las leches difieren entre especies y presentan gran variabilidad intraespecífica. En la leche de oveja solo se encontró una correlación significativa entre Cu y Zn; y en la de vaca, entre Cu y Mn, y entre Zn y Mn. En ninguna de las leches se encontró correlación alguna con el Fe. A partir de los resultados obtenidos se hace evidente la necesidad de profundizar el estudio de la caracterización y de los factores que influyen en su composición y sus características físico-químicas.

Palabras clave: leche, rumiantes, micronutrientes, grasas totales, proteínas totales.

Abstract

Knowing the milk composition of several ruminant species is fundamental to produce healthy and safety food. The most important trace elements with nutritional value are copper (Cu), manganese (Mn), iron (Fe) and zinc (Zn). There is an optimal concentration range for this micronutrients, and their levels in milk depend on the metabolism and to the interaction with other elements. The aim of this study is characterizing and comparing the micronutrients levels in several ruminant milks, and assessing the relationship between the micronutrient levels with the fat and protein contents. The results showed that the milk characteristics are different among species and present intraspecific variability. It was found a significative correlation between Cu and Zn in ovine milk, between Cu and Mn, and between Zn and Mn in cattle milk. No milk showed a correlation with iron levels. After these results, it is showed the importance to know about the milk composition and the different facts that determine its composition and physicochemistry characteristics.

Keywords: milk, ruminants, micronutrients, total fats, total proteins.

Introducción

Durante los últimos años, la Argentina ha ratificado internacionalmente su posicionamiento como país productor de agroalimentos (FAO, 2013). Este desarrollo socioeconómico está estrechamente vinculado con la expansión y la intensificación de las actividades agropecuarias. La producción de leche bovina es una de las principales actividades agropecuarias en nuestro país, este sector ha alcanzado gran desarrollo en los últimos años incrementando considerablemente su productividad. Se estima que la Argentina cuenta con alrededor de

14.000 tambos con unas 1,5 millones de vacas en ordeño (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca [MAGyP], 2011). En los últimos años, al consumo de productos y subproductos lácteos de origen bovino, se han sumado los de origen ovino y caprino, debido a las cualidades nutricionales y saludables.

La leche y sus derivados constituyen una parte fundamental de la alimentación humana, principalmente a edades tempranas. La composición de la leche está determinada por diversos factores de orden genético, metabólico (volumen de leche, estado de lactancia, etc.) o nutricional (Alichanidis *et al.*, 1996). En consecuencia, los productos lácteos provenientes de distintas especies de rumiantes poseen características fisicoquímicas y nutricionales diferentes, lo que está siendo ampliamente aprovechado en el mercado. Por ello, la caracterización composicional y la cuantificación de micronutrientes de esos productos son fundamentales para brindarle a los consumidores calidad nutricional y garantía de inocuidad.

Diversos estudios han caracterizado composicionalmente las leches bovinas, ovinas y caprinas, así como a sus subproductos (Pérez Carrera *et al.*, 2005; Grandpierre *et al.*, 1988; Alichanidis *et al.*, 1996; Haenlein, 2002; Di Cagno *et al.*, 2003). Un variado número de estudios muestra la influencia de la alimentación de los animales, en la composición de la leche y productos derivados (Chilliard, 2004; Addis *et al.*, 2005; Cabbidu *et al.*, 2010). Según los estudios realizados hasta el momento en bovinos, se conoce que la secreción láctea contiene en promedio alrededor de 7 gramos de minerales o micronutrientes por litro. La distribución y concentración de estos elementos en la mezcla de fases en equilibrio que la constituyen difiere de acuerdo al elemento de que se trate (Closa, 2003). Por otra parte, en la industria argentina, la mayoría de las leches y productos lácteos derivados son sometidos a alguna forma de procesamiento. La leche es pasteurizada, homogeneizada, esterilizada, desecada y también puede ser microfiltrada, ultrafiltrada, fortificada, etcétera. Los procesos que utiliza la industria para producir esta amplia y creciente variedad de derivados lácteos introducen cambios en el contenido de nutrientes minerales (Closa, 2003). Múltiples elementos traza de importancia nutricional se encuentran presentes en distinta proporción en las leches. Entre los elementos de mayor importancia nutricional, hallamos cobre (Cu), manganeso (Mn), hierro (Fe) y zinc (Zn). Estos ingresan al organismo animal a través del agua de bebida y el alimento (Pérez Carrera *et al.*, 2005), son absorbidos por el tracto gastrointestinal y llegan a la sangre, pudiendo

acumularse en los tejidos o transferirse a la leche (López *et al.*, 2002).

Estos cuatro elementos pueden encontrarse tanto en solución como asociados a grasas o proteínas. En el caso de la leche, los glóbulos de grasa emulsionados contienen un 1 % de fosfolípidos y en sus membranas se fijan Fe, Cu, Zn y Mn. Más de la mitad del Fe y alrededor del 80 % del Zn y Cu se fijan a micelas de caseína y entre el 15 % y el 30 % del Fe, Zn y Cu se unen a las proteínas solubles (Closa, 2003).

Como en el caso de otras sustancias, existe un rango óptimo de ingesta en la dieta. Los micronutrientes suelen presentar dos clases de deficiencias dietarias, primaria y secundaria. La primera está dada por la insuficiente presencia en la dieta, mientras que la segunda se da por interacción negativa causando una baja biodisponibilidad por interferencia con otros elementos presentes en la dieta animal (Luna *et al.*, 2013). El Cu es un elemento estructural de varias enzimas del metabolismo celular, y la deficiencia de este elemento resulta en anemia y otras patologías (Paula *et al.*, 2003; John, 2014). El Zn es importante para el funcionamiento de hormonas reproductivas, como la FSH, y para diversas enzimas metabólicas (Kincaid, 2000). El Mn, por otra parte, es el componente principal de la enzima antioxidante mitocondrial, manganeso superóxido dismutasa. Por otra parte, el Fe forma parte del grupo prostático que compone la hemoglobina y la mioglobina, necesarias para el transporte de oxígeno, cuya deficiencia en sangre genera anemia (Stasys *et al.*, 2005).

Por otra parte, a pesar de ser estos elementos esenciales para la nutrición animal, su exceso puede ser tóxico: en el caso del Cu, genera un malfuncionamiento del hígado (Paula *et al.*, 2003; John, 2014); el Zn causa anemia y reduce la función del hígado (Kincaid, 2000); el Mn genera una disminución en la absorción del Fe (Langlands *et al.*, 1984) y el Fe causa un hipertrofia del hígado y puede generar diabetes, cardiopatías y enfermedades genéticas (Stasys *et al.*, 2005). No solo la concentración es importante, sino que debe tenerse en cuenta también la interacción entre los distintos micronutrientes. Arthington (2003) describe antagonismos potenciales entre elementos traza en la nutrición animal, que normalmente interfieren con el metabolismo de otros minerales; según este autor, Cu, Fe, Zn y Mn serían antagonistas (Figura 1). Existe pues un rango óptimo de estos nutrientes y su presencia en la leche es producto de los procesos metabólicos en los que se encuentran implicados y su interacción con otros elementos.

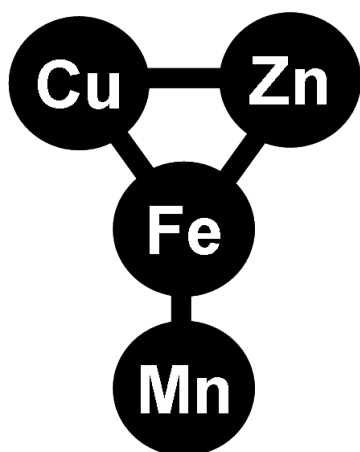


Figura 1. Antagonismos entre cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn) y zinc (Zn) según Arthington (*et al.*, 2003). Las barras negras indican antagonismo entre los elementos.

Por ello, es necesario un control en la calidad de los productos lácteos de manera que cumplan con los requisitos dietarios de los distintos rangos de edad (Tabla 1) (Hellwig *et al.*, 2006). Según este autor, el límite de tolerancia máxima por día de dichos elementos sería de 1 mg/día en niños y de hasta 10 mg/día en adultos para Cu, de 40 mg/día en infantes y niños y

45 mg/día en adulto para Fe, de 3 mg/día en niños y hasta 11 mg/día en adultos para Mn y de 5 mg/día en infantes, hasta 12 mg/día en niños y hasta 40 mg/día en adultos de Zn, pudiendo ser riesgoso para la salud en caso de exposición crónica a través de la dieta.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, la cuantificación de los elementos traza de importancia nutricional en los alimentos de origen animal es importante para evaluar su calidad y su posible impacto en la salud de la población. En este marco, el objetivo de este trabajo es caracterizar y comparar los niveles de cuatro micronutrientes relevantes desde el punto de vista nutricional (Cu, Fe, Zn y Mn) en leches pertenecientes a tres especies de rumiantes: bovinos, caprinos y ovinos, que se pueden obtener en el mercado nacional, analizando la relación entre las concentraciones de dichos micronutrientes con los niveles de grasas y proteínas totales.

Materiales y métodos

	Edad	Min (mg/d)	Max (mg/d)		Edad	Min (mg/d)	Max (mg/d)
Fe	0 a 12 meses	0,27	11,00	Zn	0 a 12 meses	2,00	3,00
	1 a 8 años	7,00	10,00		1 a 8 años	3,00	5,00
	9 a ≥70 años	8,00	11,00		9 a ≥70 años	8,00	11,00
Mn	0 a 12 meses	0,003	0,60	Cu	0 a 12 meses	0,20	0,22
	1 a 8 años	1,20	1,50		1 a 8 años	0,34	0,44
	9 a ≥70 años	1,60	2,90		9 a ≥70 años	0,70	0,90

Tabla 1: Rango de concentraciones recomendadas para la ingesta de micronutrientes (Fe, Zn, Mn y Cu) sugeridas por la Dietary reference Intake. (Hellwig *et al.*, 2006). Los valores se informan en miligramos por día (mg/d).

Durante 2013, se recogieron muestras de leches comerciales de vaca y de cabra provenientes de tambos ubicados en Buenos Aires, Santa Fe y el sudeste de Córdoba, principal zona productiva de leche de nuestro país, y de leche cruda de oveja, dado que al momento del estudio no se encontró esta última industrializada. Las leches comerciales fueron separadas en dos porciones, una se utilizó para la determinación de micronutrientes y la otra se reconstituyó a volumen fijo para la posterior medición de los parámetros físico-químicos. Las muestras de leche de oveja fueron separadas en dos alícuotas, las primeras fueron utilizadas para la medición de los parámetros físico-químicos y las segundas se colocaron en viales de polietileno para ser liofilizadas y almacenadas para su posterior análisis. Para la determinación de la concentración total de Cu, Fe, Mn y Zn, se digirieron las muestras con 5 ml de ácido nítrico al 65 % (Carl-Roth, Karlsruhe, Germany purified with MLS GmbH, Germany) en un digestor microondas (GmbH, Germany). Luego se diluyeron con agua ultra pura (18,2 mW*cm), se acidificaron con HNO₃ al 10 % y se midieron mediante la técnica de espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS, Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, Agilent ICP-MS 7500ce, Waldbronn, Germany). Para el presente trabajo se utilizó como material de referencia SRM 1640a Certified Reference

Material (NIST, Gathersburg, USA). Los límites de detección para los elementos analizados fueron: 0,01; 3,00; 3,00; 0,08 µg/kg (peso seco) para el Cu, Fe, Zn y Mn, respectivamente. El blanco, una muestra testigo y un duplicado fueron analizados a intervalos regulares durante todo el proceso. Los estándares de calibración fueron preparados en un rango de 0.01–100 µg L⁻¹ con agua deionizada. Para la determinación de los parámetros físico-químicos en las diferentes muestras de leche se utilizó LACTOSCAN (Model No.: S, Product Name: Lactoscan S, Product Origin: Bulgaria). Para el cálculo de las correlaciones con proteínas y grasas totales, se consideraron las concentraciones respecto del peso húmedo de las muestras. Todos los datos fueron analizados estadísticamente usando el software InfoStat.

Resultados

En la Tabla 2, se muestran los resultados obtenidos para grasas y proteínas en las muestras de leche de las diferentes especies analizadas (bovina, ovina y caprina). Todos los valores consignados en el presente

trabajo hacen referencia al contenido presente por kg de materia seca. El contenido medio de proteínas total fue de $37,2 \pm 2,3$; $26,8 \pm 0,5$ y $29,2 \pm 1,6$ g/kg para la leche de oveja, cabra y vaca, respectivamente. En cuanto al contenido de materia grasa, se registraron valores entre $50,3 \pm 8,0$, $52,1 \pm 20,4$ y $36,6 \pm 10,2$ g/kg para la leche de ovina, caprina y bovina, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en el contenido de grasa entre las distintas especies debido a la amplia variabilidad que presentaron las muestras respecto de estos parámetros. No obstante, puede apreciarse que la leche de vaca posee un tenor graso menor que las leches de oveja y cabra. Si se observan diferencias significativas ($P < 0,05$) en cuanto al contenido proteico, la leche de oveja es la de mayor nivel proteínico.

En cuanto a la composición de los micronutrientes minerales (Tabla 3, Figura 2) no se observan diferencias significativas en los contenidos de Zn y Fe, pero sí en los contenidos de Mn y Cu. Se registraron niveles de Cu entre 0,12 y 0,22 mg/kg en leche bovina, entre 0,56

Especies	Proteínas totales (g/kg) ¹	Grasas Totales (g/kg) ¹
Ovejas n=13	$37,18 \pm 2,31$ (193,66 ± 10,72)	$50,34 \pm 8,02$ (271,62 ± 99,52)
Cabras n=2	$26,82 \pm 0,45$ (295 ± 7,07)	$52,15 \pm 20,44$ (200 ± 70,71)
Vacas n=8	$29,17 \pm 1,58$ (310,47 ± 42,96)	$36,6 \pm 10,2$ (196,22 ± 108,13)

Tabla 2: Concentraciones medias y desvíos de proteínas y grasas totales. Las letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$), test de varianzas de Tukey en peso húmedo. Entre paréntesis se muestran las concentraciones medias y los desvíos en peso seco de leche.

y 0,84 mg/kg para leche caprina y entre 0,12 y 1,42 mg/kg para la leche ovina. El contenido de Fe estuvo entre 1,46 y 2,32 mg/kg en leche bovina, entre 2,95 y 3,08 mg/kg para leche caprina y entre 2,03 y 17,72 mg/kg para la leche ovina. Se registraron niveles de Mn entre 0,13 y 0,22 mg/kg en leche bovina, entre 0,24 y 0,38 mg/kg para leche caprina y entre 0,17 y 0,61 mg/kg para la leche ovina. En el caso del Zn, se registraron niveles entre 27,14 y 42,87 mg/kg en leche bovina, de 21,04 a 26,40 mg/kg para leche caprina y de 14,71 a 53,68 mg/kg para la leche ovina. La leche ovina presentó para todos los micronutrientes los niveles de variación mayores. Mediante el test ANOVA se pudo observar que el Zn y el Fe no presentan diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la leche de diferentes especies y, a su vez, ambos elementos son los más abundantes y con mayor variación (Tabla 3). Por otra parte, el Mn muestra una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las muestras de leche ovina y bovina, en contraste con el Cu, para el que se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la leche caprina y bovina. La Figura 2 muestra las medias de cada elemento por especie e indica mediante letras las diferencias significativas.

Se analizó también la correlación entre las concentraciones de los distintos elementos en cada uno de los tipos de leche. El coeficiente de correlación de Pearson entre los niveles de Cu y el Zn en la leche de oveja obtuvo un

	mínimo	máximo	media	DS	porcentil 90
Leche Bovina (n=8)					
Cu	0,12	0,22	0,16	0,04	0,21
Fe	1,46	2,32	1,86	0,32	2,24
Mn	0,13	0,22	0,17	0,03	0,21
Zn	27,14	42,87	34,33	6,08	41,28
Leche Caprina (n=2)					
Cu	0,56	0,84	0,70	0,21	0,81
Fe	2,95	3,08	3,02	0,09	3,07
Mn	0,24	0,38	0,31	0,10	0,37
Zn	21,04	26,40	23,71	3,84	25,85
Leche Ovina (n=13)					
Cu	0,12	1,42	0,49	0,40	1,17
Fe	2,03	17,72	4,39	4,30	8,33
Mn	0,17	0,61	0,39	0,12	0,54
Zn	11,71	53,68	33,97	11,54	50,85

Tabla 3: Rango (valores mínimo y máximo), media, desvío y percentil 90 de concentración de micronutrientes (Cu, Fe, Mn y Zn) en mg/kg de leches de origen bovino, caprino y ovino.

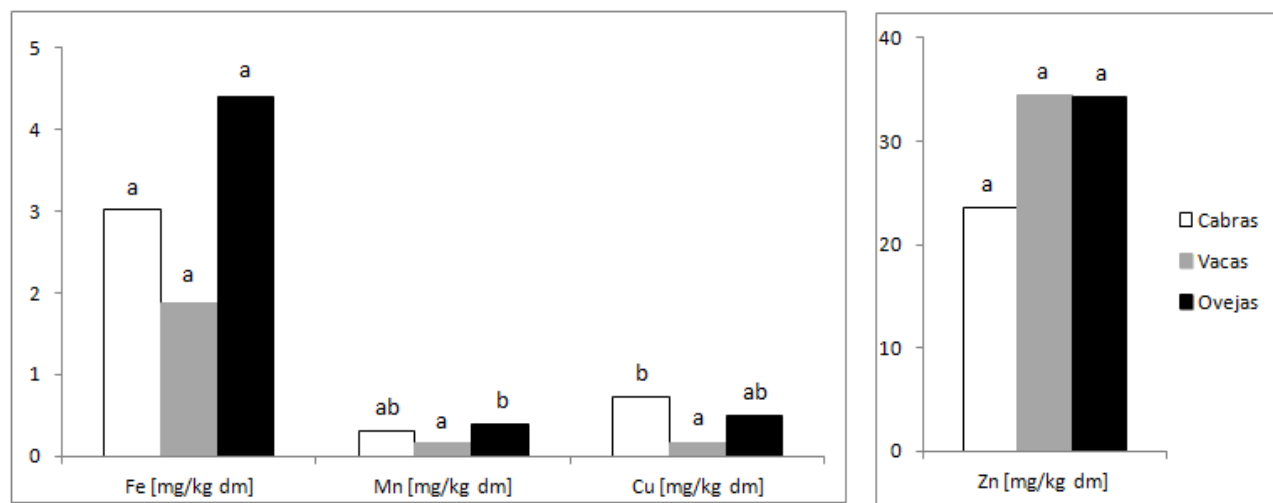


Figura 2: Concentración media de micronutrientes por tipo de leche. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$), observadas tras el análisis estadístico (ANOVA).

valor de 0,76 ($p < 0,05$), en leche bovina se observó una correlación entre Cu y Zn ($r: 0,93$; $p < 0,05$), Cu y Mn ($r: 0,80$; $p < 0,05$) y Mn y Zn ($r: 0,93$; $p < 0,05$). En leche de cabra no se obtuvo ninguna correlación, ya que el número de muestras era muy pequeño. Para el resto de los elementos en leche ovina y bovina no se observaron correlaciones significativas.

También se estudió la correlación entre las concentraciones de estos cuatro elementos y los niveles de proteínas

(Prot. Tot.) y grasas totales (Gr. Tot.). El análisis mostró que el Mn presentó una correlación significativa con los niveles de grasa total para todas las especies. Para el resto de los elementos se observaron correlaciones entre estos y los niveles de Prot. Tot. y Gr. Tot solo para determinadas especies. En leche ovina se observó una correlación entre grasas totales y Zn ($r: -0,63$, $p < 0,05$) y Cu ($r: -0,68$, $p < 0,05$). En leche Bovina se observó correlación entre Gr. Tot y Zn ($r: -0,9$, $p < 0,05$), Cu ($r: -0,77$, $p < 0,05$) y Mn ($r: -0,87$, $p < 0,05$); en el caso de Prot. Tot. se observó correlación con Zn ($r: 0,67$, $p < 0,1$) solo para la leche de oveja. Para el resto de los elementos, no se observaron correlaciones significativas en ninguna de las leches.

Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo sobre la composición de elementos traza inorgánicos de importancia nutricional en leche que se produce y comercializa en el país aportan información que se puede incorporar en la base de datos de composición de alimentos de carácter nacional. Los niveles de proteínas en leche ovina, bovina y caprina fueron similares a lo reportado previamente por otros autores (Sampelayo *et al.*, 2003; Haenlein, 1996). Respecto del contenido graso total, los valores obtenidos fueron similares en el caso de la leche de vaca y mayores en el caso de las muestras de leche ovina y caprina que los valores publicados en otros trabajos (Sampelayo *et al.*, 2003; Haenlein, 1996). Los resultados obtenidos en este estudio señalaron, en concordancia con lo expuesto por otros autores, que las características composicionales de las leches difieren no solo entre especies, sino que presentan gran variabilidad intraespecífica.

Las correlaciones entre los micronutrientes presentes en la leche difieren entre las distintas especies. Mientras en la leche de oveja solo se encontró una correlación significativa entre Cu y Zn, en las muestras de leche bovina las correlaciones se dieron entre Cu y Mn, y entre Zn y Mn. En ninguna de las muestras de leche se halló correlación alguna con Fe. Respecto a los parámetros físicos-químicos mayoritarios de las leches, se observó que existe una correlación entre el contenido proteico y los niveles de Zn en leche de oveja. Por la relación de este elemento con las micelas de caseína y las proteínas solubles era esperable encontrar también esta relación en la leche bovina, situación que no fue observada. En cuanto a las grasas, se encontraron correlaciones significativas entre su contenido y los niveles de Zn y Cu en la leche de oveja, y con Zn, Cu y Mn en la leche bovina. Tampoco se halló correlación con los niveles de Fe para ninguna de las dos especies.

A partir de los datos obtenidos en el presente estudio, se calculó el volumen de leche máximo y mínimo que debe ser ingerido, tanto para cubrir los requerimientos nutricionales de estos elementos como para que la ingesta no supere los valores recomendados. En el caso de los infantes, y considerando un consumo diario de 0,5 L de leche, la leche ovina cubriría la ingesta diaria de Mn y Fe, y estaría aportando niveles superiores a los recomendados de Cu y Zn; en cambio, la leche caprina no alcanzaría a cubrir los requerimientos de ninguno de estos minerales. Por otro lado, la leche bovina no cubriría los requerimientos diarios de Cu, pero sí los de Fe y Mn, y superaría los niveles recomendados de Zn. Si consideramos los niños entre 1 y 8 años, y teniendo en cuenta una ingesta diaria de 1 L de leche, consumiendo leche de oveja se superarían los niveles recomendados para la ingesta de Cu y Zn, pero no se cubrirían los requerimientos mínimos de Mn y Fe. Con la leche caprina no se cubrirían los requerimientos de ninguno de estos cuatro elementos. La leche bovina, en cambio, si bien no alcanzaría a cubrir la ingesta mínima de Cu, Fe y Mn, sí superaría los valores recomendados de ingesta de Zn. Por último, en el caso de los adultos, y considerando también una ingesta de 1 L de leche diario, con leche de origen ovino y bovino no se cubrirían los requerimientos diarios de Cu, Fe y Mn, pero se superarían los valores máximos recomendados para la ingesta de Zn. Por otra parte, la leche caprina no alcanzaría para cubrir los requerimientos de ninguno de estos minerales.

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo, y teniendo en cuenta la amplia variabilidad que mostraron cada una de las leches en cuanto a los parámetros analizados, se hace evidente la necesidad de profundizar el estudio de la caracterización y de los factores que influyen en la composición y las características físico-químicas de la leche, con el fin de ofrecer un producto seguro a la población y una materia prima adecuada para la elaboración de productos lácteos derivados, así como para poder formular recomendaciones de buenas prácticas de manejo y procesamiento.

Agradecimientos

Los autores agradecen a UBA, CONICET y MINCyT por el financiamiento recibido, al Dr. Walter Goessler y a la Universidad de Graz, Austria.

Bibliografía

Addis, M.; Cabiddu, A.; Pinna, G.; Decandia, M.;

- Piredda, G.; Pirisi, A. y G. Molle (2005), "Milk and cheese fatty acid composition in sheep fed Mediterranean forages with reference to conjugated linoleic acid *cis*-9, *trans*-11", *J. Dairy Sci* N.º 88, pp. 3443-3454.
- Alichanidis, E. y A. Polychroniadou (1996), "Special features of dairy products from ewe and goat milk from the physicochemical and organoleptic point of view", *International Dairy Federation special issue* (3), pp. 21-43.
- Arthington J. (2003), "Cooper Antagonists in the cattle nutrition", 14th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, *Proceedings* (48), Gainesville, University of Florida.
- Cabbidu, A.; Addis, M., Pinna, G., Spada, S., Fiori, M., Sitzia, M., Pirisi, A., Piredda, G. y G. Molle (2010), "The inclusion of a daisy plant (*Chrysanthemum coronarium*) in dairy sheep diet. 1: Effect on milk and cheese fatty acid composition with particular reference to C18: 2 *cis*-9, *trans*-11", *Livest. Prod. Sci*, N.º 101, pp. 57-67.
- Chilliard, Y. y A. Ferlay (2004), "Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties", *Reprod. Nutr. Dev.* (45), pp. 467-492.
- Closa, S. J., de landeta M. C., Andérica D., Pighín A. y J. A. Cufre (2003), "Contenido de nutrientes minerales en leches de vaca y derivados de Argentina", *ALAN* N.º 53, pp. 320-324.
- Di Cagno, R.; Banks, J.; Sheehan, L.; Fox, P. F.; Brechany, E. Y.; Corsetti, A. y M. Gobbetti (2003), "Comparison of the microbiological, compositional, biochemical, volatile profile and sensory characteristics of three Italian PDO ewes' milk cheeses", *Int. Dairy J.* (13), pp. 961-972.
- Food and Agriculture Organization FAO (2013), *Anuario estadístico de la FAO* [en línea]. Disponible en: <www.fao.org/publications/sofa/2013/en> [Consulta: el 12 de octubre de 2014].
- Grandpierre, C.; Ghisolfi, J. y E. Thouvenot (1988), "Etude biochimique du lait de chèvre", *Cah. Nutr. Diet.* 23 (5), pp. 367-374.
- Haenlein, G. F. W. (1996), "Nutritional value of dairy products of ewes and goats milk", *Int. J. Anim. Sci.* 11, pp. 395-411.
- Haenlein, G. F. W. (2002), "Nutritional value of sheep milk", *Sheep Dairy News* N.º 19, pp. 5-11.
- Hellwig, J. P., Otten, J. J. y L. D. Meyers (eds.) (2006), *Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements*, Estados Unidos, National Academies Press.
- John, G. (2004), "Copper deficiency in Sheep and Cattle", *J. Formante* N.º 28, pp. 15-24.
- Kincaid R. L. (2000), "Assessment of trace mineral status of Ruminants: A review", *Journal of Animal Science* N.º 77, pp. 1-10.
- Langlands, J. P.; Bowles, J. E.; Donald, G. E. y A.J. Smith (1984), "Descomposition of copper, manganese, selenium and zinc in Merino sheep", *J. of Australian Agricultural Research* 35 (5), pp. 701-707.
- Luna, M. L. y V. P. Roldan (2013), "Perfil mineral en bovinos lecheros de Santa Fe, Argentina", *Revista Veterinaria*, 24 (1), Facultad de Ciencias Veterinarias,
- Universidad Nacional del Nordeste Corrientes, Argentina [en línea]. Disponible en: <http://www.vet.unne.edu.ar/uploads/revistas/archivos/67666176ffb41a2eab6851002c5466d-0171ba1d1a.pdf> [Consulta: el 12 de octubre de 2014].
- López, A. M.; Benedito, J. L.; Miranda, M. y J. Castillo (2002), "Interaction between Toxic and Essential Trace Totals in Cattle from a Region with Low Levels of pollution", *J. Arch Environ. Contam.* 42, pp. 165-172.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina, Subsecretaría de Ganadería (2011), *Ganados y Carnes. Anuario 2010*, Buenos Aires, MAGyP.
- Paula, I. M.; Herman, B.; Brent, H.; Tiffany, D. y L. Lisa (2003), "Survey of the status of copper, interacting minerals, and vitamin. E Levels in the livers of sheep in Ontario", *J. Can Vet.*, 44 (11), pp. 898-906.
- Pérez Carrera, A. y A. Fernández Cirelli (2005), "Arsenic concentration in water and bovine milk in Cordoba, Argentina. Preliminary results",

Journal of Dairy Research 72, pp. 122-124.

Pérez Carrera, A.; Moscuza, C. y A. Fernández Cirelli (2005), “Contenido de macrominerales en el agua de bebida de tambos de la provincia de Córdoba (Argentina) y su relación con los requerimientos de bovinos de leche”, *Revista Argentina de Producción Animal* N.º 25, pp. 115-121.

Sampelayo, M. S. Fernández, J. R., De la Torre, G., Ramos, E., Carmona, F. D., y J. Boza (2003), “Calidad de la leche de los pequeños rumiantes”, *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental* 16, 1.

Stasys T.; Rolanddas K. y K. Aivaras (2005), “Rapid quantitative determination of metals in blood and liver by FAAS”, *J. Chemiga* 16, pp. 29-33.