

**CONCENTRACIÓN DE UREA EN LA SANGRE Y LECHE DE CABRAS
Y SU CORRELACIÓN EN SISTEMAS LECHEROS INTENSIVOS
DE LA REGIÓN METROPOLITANA**

**RELATIONSHIP BETWEEN UREA IN BLOOD AND MILK IN DAIRY GOATS
FROM THE CHILEAN CENTRAL AREA**

CAROLINA RÍOS P. (M. V.)*; MARÍA PAZ MARÍN G. (M. V., MS.)*; ANTONELLA MURASSO S. (M. V.)*;
WILHELM RUDOLPH R. (M. V., MS., PHD)**

SUMMARY

The aim of this study was to determine urea concentration in blood and milk in a group of dairy goats and the relationship between both parameters. Protein and energy content of the ration were also studied. Three dairy herds were selected and 60 goats randomly selected in each. Goats were separated into three groups (of 20 animals each) according to their stage of lactation: 3 to 6 weeks, 4 months and 8 months of lactation. Blood and milk samples were obtained during the first milking of the day. Urea concentrations (mmol/l) were determined by colorimetric methods. To establish protein (g/day) and energy (ME, Mcal/day) of the ration fed to each group, a proximal chemical analysis was performed. High and significant correlations ($p < 0,05$) were found for urea in blood and milk in the first and second stage of lactation, showing that milk urea could be used as an indicator of urea concentration in blood, being a milk sample easier to obtain. In every herd, imbalances were found between protein and energy contents of the ration supplied and animals requirements, reflected through high urea concentrations in blood and milk.

KEY WORDS: Urea, goats, milk.

PALABRAS CLAVES: Urea, cabras, leche.

INTRODUCCIÓN

La explotación caprina en Chile ha experimentado un auge en los últimos años, especialmente en lo que a producción de leche se refiere, con las consecuentes alteraciones metabólicas que conlleva para los animales la intensificación de los sistemas de producción. La determinación de urea en muestras de suero sanguíneo ha sido empleada en rebaños bovinos para diagnosticar alteraciones producidas por desbalances de energía y proteína de las raciones, puesto que estos desbalances afectan

el metabolismo de la urea en el rumen. En cabras, como en otros rumiantes, gran cantidad de la proteína aportada en la dieta es transformada en amoníaco. Una parte de éste es utilizado por los microorganismos del rumen para la síntesis de sus propias proteínas estructurales y el resto es absorbido por la mucosa ruminal, pasando al torrente sanguíneo y luego al hígado a través de la circulación portal (Harmer y Martens, 1980). La dirección del flujo del nitrógeno no proteico, ya sea hacia el rumen como urea o hacia fuera del rumen como amoníaco, depende de la concentración de amoníaco ruminal. Durante los momentos de alta accesibilidad de nitrógeno con respecto a los carbohidratos, este sistema da lugar a concentraciones altas de urea en sangre y a una pérdida extensa de nitrógeno a través de la excreción urinaria (Cunningham, 1996).

Por otra parte, la urea sanguínea por su bajo peso molecular atraviesa el epitelio alveolar de la glándu-

* Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás. Av. Ejército 146.

Proyecto financiado por Dirección de Investigación UST.

** Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

la mamaria difundiendo libremente en la leche, lo que permitiría estimar los niveles de urea en sangre mediante mediciones de la concentración de urea en la leche (Wittwer *y col.*, 1993). A este respecto, numerosos autores sostienen que existen altas correlaciones entre los niveles de urea en sangre y leche de un individuo, siendo la obtención de una muestra de leche más fácil, económica y simple respecto de una de sangre (Wittwer *y col.*, 1993; Moore y Varga, 1996).

Numerosos autores han demostrado que es la relación proteína-energía (P:E) de la ración la que en mayor medida incide en los niveles de urea en sangre y leche (Oltner y Wiktorsson, 1983; Refsdal, 1983; Refsdal *y col.*, 1985; Wittwer *y col.*, 1993). Niveles subnormales de urea en sangre y leche indican un exceso de hidratos de carbono por sobre las proteínas en la ración (Moore y Varga, 1996). Niveles altos de urea en sangre y leche indican un exceso de proteínas por sobre los carbohidratos o déficit de carbohidratos con o sin exceso de proteínas (Oltner y Wiktorsson, 1983; Refsdal, 1983; Moore y Varga, 1996).

El propósito de este estudio fue determinar la concentración de urea en sangre y leche de cabras, su variación según etapa de lactancia y la relación existente entre ambos parámetros. También se estimó la relación existente entre los niveles de urea encontrados y los aportes de proteína y energía de la ración suministrada a los animales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trabajó con tres plantales lecheros (rebaños A, B y C) ubicados en la Región Metropolitana de Santiago, específicamente en las localidades de Lampa, Colina y Lonquén. Los animales contaban con las siguientes características: raza Saanen y mestiza Saanen mantenidos en confinamiento permanente, alimentados sobre la base de forraje, concentrado y subproductos. Las cabras correspondieron a animales de 2 o más lactancias, sometidas a 2 ordeñas diarias, con promedios de producción de leche que fluctuaron entre 2,0 y 3,3 l/día.

En cada plantel se escogieron 60 cabras al azar, según etapa de lactancia, número que correspondió aproximadamente al 15% de los animales en producción de cada rebaño. Éstos fueron distribuidos en tres grupos según la etapa de lactancia en que se encontraban: 20 cabras entre 3 y 6 semanas, 20 cabras de 4 a 5 meses y 20 cabras de 8 meses, co-

respondientes al primero, segundo y tercer tercio de lactancia respectivamente.

De cada uno de los animales seleccionados, durante la primera ordeña del día, se obtuvo una muestra de sangre, completando un total de 60 muestras por rebaño. Éstas fueron recolectadas mediante venopunción yugular en tubos al vacío estériles y sin anticoagulante. En conjunto con la toma de muestras de sangre se obtuvo muestras de leche de cada cabra. Se recolectó manualmente una cantidad de 60 ml de leche de cada animal, las que fueron depositadas y transportadas en frascos de plástico, a temperatura de refrigeración, hasta el laboratorio junto con las muestras de sangre.

Para cada etapa de lactancia analizada se recolectaron muestras de los insumos que componían las distintas raciones y se estimó el consumo diario de alimento por animal (kg/día), basándose en la fórmula de cálculo de capacidad de consumo entregada por ITOVIC (1982).

Las muestras de sangre fueron centrifugadas para la obtención de suero (3.000 rpm x 10 min.), el que fue congelado a -20°C hasta su procesamiento. Las muestras de leche se centrifugaron (5.000 rpm x 5 min) para extraer 1 ml de la porción desgrasada que fue depositada en tubos Eppendorff y congelada (-20°C) para su posterior análisis al final del período de recolección. Previo a la determinación de urea, las muestras de leche se descongelaron y desproteinizaron mediante la adición de ácido tricloroacético (TCA 10%) en una relación 1:11 y se centrifugaron nuevamente (5.000 rpm x 5 min).

La determinación de urea (mmol/l) en las muestras de suero y leche se realizó mediante el método colorimétrico Ureasa/NADH (Roche 1360604) para lo cual se utilizó un equipo semiautomático Microlab 200 (Merck[®]).

Para determinar la composición nutritiva de la ración se utilizó el método convencional de Análisis Químico Proximal (AQP), donde se determinaron los porcentajes de materia seca (MS), extracto etéreo (EE), proteína cruda (PC, macro Kjeldahl), cenizas, fibra cruda (FC), y extracto no nitrogenado (ENN) según los métodos convencionales de la AOAC (1984). El aporte de Energía Metabolizable (EM) de la ración se estimó a partir del cálculo de la Energía Bruta derivada del valor de combustión de cada nutriente (IICA, 1992).

Para el cálculo de los requerimientos de EM (Mcal/día) y Proteína Total (PT, g/día) de mantenimiento y producción se utilizó la tabla de requeri-

CUADRO N° 1
CONCENTRACIÓN PROMEDIOS DE UREA EN SANGRE Y LECHE EN TRES REBAÑOS CAPRINOS
LECHEROS DE LA REGIÓN METROPOLITANA (X ± D.E.)

Variable	Rebaño			Rango
	A	B	C	
Urea sangre mmol/l	12,0 ± 2,4	14,7 ± 2,0	10,7 ± 1,3	6 - 20
Urea leche mmol/l	10,5 ± 2,1	12,7 ± 1,8	11,1 ± 1,4	5,5 - 17,8

CUADRO N° 2
CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE UREA EN SANGRE Y LECHE EN TRES REBAÑOS CAPRINOS
LECHEROS SEGÚN TERCIO DE LACTANCIA (X ± D.E.)

Rebaño	urea mmol/l	1 ^{er} tercio	2 ^{do} tercio	3 ^{er} tercio
A	Sangre	11,9 ± 3,7 ^{b*}	9,2 ± 2,5 ^c	15,0 ± 2,3 ^a
	Leche	9,8 ± 3,1 ^b	9,2 ± 2,6 ^b	12,4 ± 2,0 ^a
B	Sangre	14,1 ± 2,9 ^b	13,7 ± 2,4 ^b	16,4 ± 2,1 ^a
	Leche	12,5 ± 2,4 ^a	12,1 ± 2,3 ^a	13,5 ± 1,8 ^a
C	Sangre	10,3 ± 1,3 ^b	12,6 ± 1,8 ^a	9,7 ± 1,7 ^b
	Leche	10,0 ± 1,6 ^b	13,1 ± 2,0 ^a	10,3 ± 1,6 ^b

* Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

mientos descrita para cabras por el NRC (1981), considerando un porcentaje de grasa láctea de 3,5%.

Se establecieron correlaciones entre los valores de urea en sangre y leche de los animales. La variación entre tercios de lactancia se analizó mediante ANDEVA y prueba de Tukey ($p < 0,05$), utilizando el paquete estadístico S.A.S./STAT (1985).

RESULTADOS

Los valores promedio y desviación estándar (d.e.) de la concentración de urea en sangre y leche obtenidos en cada uno de los rebaños analizados se muestran en el Cuadro N° 1, donde se puede observar que la concentración de urea en sangre fue mayor que en leche para los rebaños A y B, mientras que en el rebaño C la situación es inversa, siendo más alto el promedio de urea encontrado en leche que en sangre. Al analizar las concentraciones promedio de urea en sangre y leche para cada rebaño y según tercio de lactancia (Cuadro N° 2), se observan diferencias entre los tres períodos de lactancia estudiados. En los rebaños A y B los valores de urea, tanto en sangre

como en leche, tienden a ser más bajos en el segundo tercio de lactancia. Esta disminución es significativa en el promedio de urea en sangre del rebaño A. En contraste con lo anterior, en el rebaño C es en el segundo tercio de lactancia donde la concentración de urea, tanto en sangre como en leche, es significativamente más alta.

Los valores promedio de concentración de urea en sangre presentaron una alta y significativa correlación ($p < 0,01$) con los valores obtenidos en leche en los tres rebaños. Al analizar las correlaciones según tercio de lactancia, se observa que éstas fluctúan entre 0,70 y 0,93 para el primer y segundo tercio, mientras que para el tercer tercio las correlaciones fueron más bajas en los tres rebaños estudiados (Cuadro N° 3).

En el Cuadro N° 4 se indican los requerimientos de PT y EM, los aportes de la ración y su relación con la concentración de urea en leche para las diferentes etapas de lactancia estudiadas. Al respecto se puede observar que en los tres rebaños, para los tres tercios de lactancia, existen aportes de PT por sobre los requerimientos de los animales. Para el caso de la EM, la situación es inversa, pues los

CUADRO N° 3
CORRELACIÓN ENTRE CONCENTRACIÓN DE UREA EN SANGRE Y LECHE SEGÚN TERCIO DE LACTANCIA EN TRES REBAÑOS CAPRINOS LECHEROS

Rebaño	1 ^{er} tercio		2 ^{do} tercio		3 ^{er} tercio		Total	
	n	r	n	r	n	r	n	r
A	20	0,78	20	0,93	20	0,36	60	0,79
B	20	0,80	20	0,75	20	0,63	60	0,76
C	20	0,78	20	0,70	20	0,49	60	0,77

n = N° de animales.

CUADRO N° 4
APORTES Y REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA TOTAL (PT) Y ENERGÍA METABOLIZABLE (EM) SEGÚN TERCIO DE LACTANCIA Y SU RELACIÓN CON LA CONCENTRACIÓN DE UREA EN LECHE

Rebaño	Tercio de lactancia	Req. PT (g/día)	Aporte PT (g/día)	Req. EM (Mcal/día)	Aporte EM (Mcal/día)	Aporte Proteína y Energía	Urea leche (mmol/l)
A	1	258,1	417,3	5,6	4,6	P ↑ E ↓	9,8
	2	227,8	420,7	5,2	4,3	P ↑ E ↓	9,2
	3	251,4	492,1	5,7	5,0	P ↑ E ↓	12,4
B	1	348,5	465,2	7,2	5,7	P ↑ E ↓	12,5
	2	342,1	398,3	7,2	8,2	P _A E ↑	12,1
	3	369,0	693,1	7,8	6,3	P ↑ E ↓	13,5
C	1	252,0	356,6	5,5	4,4	P ↑ E ↓	10,0
	2	284,3	351,1	6,2	4,6	P ↑ E ↓	13,1
	3	251,1	338,5	6,0	4,8	P ↑ E ↓	10,3

P ↑ = Exceso de Proteína con relación a los requerimientos.

E ↑ = Exceso de Energía con relación a los requerimientos.

E ↓ = Déficit de Energía con relación a los requerimientos.

P_A = Proteína ajustada a los requerimientos.

aportes son, en general, insuficientes para cubrir los requerimientos.

DISCUSIÓN

Los valores promedio de urea en sangre obtenidos en este estudio (entre 10,5±2,1 y 14,7±2,0 mmol/l) se encuentran dentro del rango de referencia (7-14 mmol/l) descrito para la especie por Kaneko (1997). Estos son, sin embargo, superiores a los descritos por otros autores (Bed y col., 1998; Khaled y col., 2000; Tanwar y col., 2000), quienes han encontrado valores promedio de urea en sangre de cabras de 7,2 a 8,8 mmol/l. Debido a la es-

trecha relación que existe entre el aporte proteico de la ración y los valores de urea sanguínea, estas diferencias podrían deberse a un mejor balance en los aportes de energía y proteínas de los ensayos realizados por dichos autores, producto de dietas más ajustadas a los requerimientos (Wittwer y col., 1993).

En general, la concentración promedio de urea en sangre fue más alta a la de leche en los rebaños A y B, lo que ha sido descrito con anterioridad en bovinos por otros autores, quienes señalan que la urea sanguínea aumenta después de recibir alimento, más rápido y en mayor magnitud que la urea en leche (Oltner y Wiktorsson, 1983; Roseler y col., 1993). Estos animales recibieron alimento durante

la noche o previo a la ordeña de la mañana, lo que explica el comportamiento de la urea sanguínea. Una vez que la urea alcanza su valor más alto, disminuye en mayor proporción en sangre que en leche, encontrando en estos casos mayores valores de urea en leche (Gustafsson y Palmquist, 1993). Lo anterior podría explicar la situación del rebaño C, puesto que en estos animales las muestras fueron tomadas en ayuno.

Al analizar las variaciones de la urea en sangre y leche según tercio de lactancia, en los casos de los rebaños A y B algunos autores han descrito un comportamiento similar, con valores bajos alrededor de los 4 meses y máximos de urea en sangre y leche al final de la lactancia (Bed y *col.*, 1998; Pambu-Gollah y *col.*, 2000).

Las correlaciones significativas obtenidas entre la concentración de urea en sangre y leche han sido descritas en numerosas ocasiones en estudios con bovinos de leche (Refsdal, 1983; Oltner y Wiktorsson, 1983; Wittwer y *col.*, 1993). En estudios más recientes realizados en cabras por Bed y *col.* (1998) y Khaled y *col.* (1999) se han descrito correlaciones de 0,59 y 0,88 respectivamente. Las correlaciones obtenidas en este trabajo para el primer y segundo tercio de lactancia permitirían hacer estimaciones de los niveles de urea en sangre mediante la utilización de muestras de leche de grupos representativos de animales en lactancia. Por consiguiente, la concentración de urea en muestras de leche tendría similar utilidad diagnóstica que el uso de la concentración de urea en sangre para evaluar trastornos metabólicos nutricionales de un rebaño. La escasa o nula correlación obtenida en el tercer tercio de lactancia podría indicar que la determinación de urea en muestras de leche en este período no es un buen predictor de los niveles de urea en sangre y no sería recomendable como indicador de desbalances nutricionales. Al respecto, algunos autores sostienen que la menor producción de leche, sumado a la mayor proporción de grasa láctea en la última etapa de la lactancia, producen alteraciones de la concentración de urea en la leche (Carlsson y Bergström, 1994). A su vez, Roseler y *col.* (1993) afirman que, puesto que la urea circula en la fase acuosa de la leche, el contenido de sólidos (grasa y proteínas) enmascara la verdadera concentración de urea en la leche.

Los desbalances en el aporte proteico y energético están muy asociados a las concentraciones de urea y algunos estudios han reportado que existen estrechas correlaciones entre la concentración de

urea y la relación proteína-energía (P:E) de la dieta de vacas, ovejas y cabras (Oltner y Wiktorsson, 1983; Gustafsson y Carlsson, 1993; Wittwer y *col.*, 1993; Bedo y *col.*, 1998; Cannas y *col.*, 1998). Los mismos autores señalan que valores altos de urea se encuentran en rebaños que utilizan dietas con excesivo aporte proteico o déficit de energía, situación que se presentó en los 3 rebaños estudiados. En el cuadro N° 4 se puede observar que en los rebaños A y B el tercer tercio de lactancia fue el que presentó los mayores aportes proteicos, coincidente con los mayores valores de urea encontrados en leche. En el rebaño C se presentó un mayor déficit de energía en el segundo tercio de lactancia, lo que también coincide con los mayores valores de urea en leche. Estos resultados confirmarían la existencia de desajustes nutricionales en las raciones de los tres rebaños estudiados, los que posiblemente sean la principal causa de las elevadas concentraciones de urea en sangre y leche encontradas, respecto de los valores entregados por otros autores ya citados.

De acuerdo con los resultados de este estudio, la determinación de urea en leche de cabras sería una herramienta de utilidad práctica confiable para la obtención de información preliminar acerca del balance metabólico nutricional de energía y proteína de los distintos grupos de un rebaño.

RESUMEN

Con el propósito de conocer la correlación existente entre la concentración de urea en sangre y leche de cabras y su relación con el contenido de energía y proteína de la ración suministrada, se estudiaron 3 rebaños de explotación intensiva de la Región Metropolitana. En cada rebaño se analizaron 60 animales, distribuidos en 20 cabras por etapa de lactancia: 3 a 6 semanas, 4 meses y 8 meses de lactancia. Las muestras de sangre y leche se obtuvieron en la primera ordeña del día, determinándose la concentración de urea en ellas. También se realizó un Análisis Químico Proximal de los insumos que componían las raciones de los grupos en estudio y se calcularon los aportes y requerimientos de Proteína Total (g/día) y Energía Metabolizable (Mcal/día). Los tres rebaños presentaron correlaciones positivas y significativas entre urea de sangre y leche para el primer y segundo tercio de lactancia, lo que indica que la urea en leche es un estimador aceptable para la concentración de urea en sangre. Los tres rebaños presentaron desbalan-

ces entre los aportes y requerimientos de energía y proteína, los que se vieron reflejados en los altos valores de urea encontrados tanto en sangre como en leche.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. 1984. 14ª ed. Sidney Williams. USA.
- BEDO, S., E. NIKODEMUSZ, Z. NAGY, J. SEREGI. 1998. *Milk urea and lactose as indicators of the protein and energy status in lactating ewes and goats*. En: Reu. Technical Series. Food and Agriculture Organization (FAO), Rome. 50: 204-211.
- CANNAS, B., A. PES, R. MANCUSO, J. VODRET, A. NUDDA. 1998. *Effect of dietary energy and protein concentration on the concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes*. J. Dairy Sci. 81: 499-508.
- CARLSSON, J., J. BERGSTRÖM. 1994. *The diurnal variation of urea in cow's milk and how milk fat content, storage and preservation affects analysis by a flow injection technique*. Acta. Vet. Scand. 35: 67-77.
- CUNNINGHAM, J. 1996. *Fisiología Veterinaria*. Ed. Interamericana McGraw-Hill. Ciudad de México.
- GUSTAFSSON, A., L. PALMQUIST. 1993. *Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea and milk urea in dairy cows at high and low yields*. J. Dairy Sci. 76 (2): 475-484.
- GUSTAFSSON, A., J. CARLSSON. 1993. *Effects of silage quality, protein evaluation systems and milk urea content on milk yield and reproduction on dairy cows*. Livest. Prod. Sci. 37: 91-105.
- HARMEYER, J., H. MARTENS. 1980. *Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat*. J. Dairy Sci. 63 (10): 1017-1028.
- IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 1992. *Simulación de Sistemas Pecuarios*. Cap. 1. Cañas, R. y Aguilar, C. San José, Costa Rica.
- ITOVIC, Institut Technique de l'Élevage Ovin et Caprin. 1982. *Pratique de l'alimentation des caprins*. Chap. 2. París, Francia.
- KANEKO, J. 1997. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 5ª ed. Academic Press. New York.
- KHALED, N., J. ILLEK, S. GAJDUSEK. 1999. *Interactions between nutrition, blood metabolic profile and milk composition in dairy goats*. Acta Vet. Brno. 68: 253-258.
- MOORE, D., y G. VARGA. 1996. *Bun and Mun: Urea Nitrogen testing in dairy cattle*. Food Animal. Medicine and Management. 18 (6): 712-720.
- N.R.C. 1981. *Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy, and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries*. Ed. National Academy Press. Washington, D.C.
- OLTNER, R. y H. WIKTORSSON. 1983. *Urea concentrations in milk and blood as in influence by feeding varying of protein and energy to dairy cows*. Livest. Prod. Sci. 10: 457-468.
- PAMBU-GOLLAH, R., P. CRONJE, N. CASEY. 2000. *An evaluation of the use of blood metabolite concentrations as indicators of nutritional status in free-ranging indigenous goats*. South African J. Anim. Sc. 30 (2): 226-229.
- REFSDAL, A. 1983. *Urea in bulk as compared to the herd mean of urea blood*. Acta Vet. Scand. 24: 518-520.
- REFSDAL, A., L. BAEVRE, R. BRUFLOT. 1985. *Urea concentration in bulk milk of the protein supply at the herd level*. Acta Vet. Scand. 26: 153-163.
- ROSELER, D., J. FERGUSON, C. SNIFFEN, J. HERREMA. 1993. *Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows*. J. Dairy Sci. 76 (2): 525-534.
- S.A.S. / STAT. 1985. *Statistical Analysis System*. Guide personal computer 6ª ed. Minnesota.
- TANWAR, R.; A. TINNA.; A. GAHLOT, S. SHARMA, 2000. *Biochemical profile of clinical ketosis in goats*. En: VII. International Conference on Goats, Lyon, France. pp. 306-310.
- WITTWER, F.; H. OPITZ; J. REYES; P. CONTRERAS y H. BÖHMWALD. 1993. *Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional*. Arch. Med. Vet. 25 (2): 165-172.