

Contenido de yodo en leche de vacuno procedente de la Sierra y Costa del Perú

Haydeé Cárdenas Quintana, Carlos Gómez Bravo y Eduardo A. Pretell

Universidad Nacional Agraria La Molina y Unidad de Endocrinología y Metabolismo, Instituto de Investigaciones de la Altura, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Perú

RESUMEN. Con la finalidad de establecer la relación causa-efecto entre área geológica y contenido de yodo en leche de vacuno y estimar la contribución del consumo de leche a la ingesta de yodo, en la presente investigación se ha determinado el contenido de yodo en leche de vacuno procedente de la sierra y la costa del Perú. Se obtuvieron muestras de leche de tres principales zonas productoras, 62 en Cajamarca, 44 en Arequipa, ambos departamentos de la sierra, y 27 muestras en el Departamento de Lima en la costa. La determinación cuantitativa de yodo se realizó por el método de Zak modificado, basado en la reacción de Sandell-Kolthoff. Las medianas obtenidas fueron 24 µg/L en Cajamarca, 34 µg/L en Arequipa y 170 µg/L en Lima. El valor de la mediana correspondiente a la sierra, 26 µg/L, fue significativamente más baja que el correspondiente a la costa; además, mientras en la primera el 81% de los valores individuales estuvieron por debajo de 50 µg/L, en la segunda, contrariamente, el 77% estuvieron sobre los 80 µg/L. Estos resultados confirman que el contenido de yodo en leche de vacuno está influenciado por factores ecológicos. Así mismo, demuestran que el contenido de yodo en leche de la sierra es 6 veces menor que en la costa y que su consumo no contribuye significativamente a satisfacer las necesidades fisiológicas de yodo de los pobladores de dicha zona.

Palabras clave: Yodo, mineral, leche, vaca, bocio, nutrición.

SUMMARY. Iodine content of cattle milk from two milksheds in Perú. With the objective to establish the cause-effect relationship between a geological area and the iodine content in cattle milk, and to estimate the contribution of milk consumption to the dietary iodine intake, the iodine content in cattle milk from the sierra and the coastal regions of Perú was determined. Milk samples were collected of cows from the three main productive zones of Peru, 62 in Cajamarca, 42 in Arequipa, both in the sierra, and 27 in Lima at the coast. The measurement of iodine was made by the method of Zak, based on the Sandell- Kolthoff reaction. The median values obtained were 24 µg/L in Cajamarca, 34 µg/L in Arequipa, and 170 µg/L in Lima. The median value in the sierra, 26 µg/L, was significantly lower than the one found in the coast. Moreover, while in the former 81% of individual values were below 50 µg/L, in the latter, on the contrary, 77% were above 80 µg/L. These results confirm that the iodine content in cattle milk is related to ecological factors. At the same time, they demonstrate that the iodine content in milk from the sierra is six times lower than in milk from the coast, and also that its consumption does not contribute significantly to satisfy the human physiological requirements of iodine in that zone.

Key words: Iodine, mineral, milk, cow, goiter, nutrition.

INTRODUCCION

La deficiencia de yodo constituye uno de los flagelos más grande que experimenta la humanidad; es reconocida como la principal causa de daño cerebral y retardo mental, que puede ser prevenida. Hacia el año 1990 la población mundial en riesgo de sufrir los desórdenes por deficiencia de yodo (DDI) fue estimada en 1572 millones, aproximadamente 38% de la población mundial, particularmente aquella que habita en zonas montañosas o sometidas a erosión, 655 millones con bocio, 43 millones con algún grado de daño cerebral (1,2).

En Perú, una encuesta realizada en 1986 reveló que en el 87% de pueblos de la Sierra y de la Selva, donde las comunidades campesinas andinas y selváticas consumen productos naturales pobres en yodo, los DDI eran severamente endémicos. La prevalencia promedio de bocio en escolares fue del orden del 36% (normal <5%) y la mediana del yodo urinario estuvo en 74 µg/L (normal >100 µg/L) (3). Es de notar que las regiones naturales de Sierra y Selva albergan al 47% de la población peruana. La deficiencia de yodo en Perú ha sido reconocida desde hace más de un siglo, pero es a partir de la década de los 80 que se han iniciado intervenciones específicas destinadas a su control (4,5).

La carencia de yodo en los suelos es un fenómeno geológico natural que compromete a extensas áreas de la corteza terrestre. Cuanto más antiguo y más afectado por la erosión se encuentre el suelo, mayor será la probabilidad de

Financiado parcialmente por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC).

que su contenido en yodo sea bajo (6). El contenido de yodo en los alimentos está estrechamente ligado a la presencia de este mineral en los suelos y aguas donde éstos son producidos, consecuentemente el yodo se encuentra en cantidades muy variables en los alimentos y en el agua (7,8). Se ha afirmado que la principal fuente de yodo para el hombre está en los alimentos animales y vegetales y en menor proporción en el agua y que el aporte de yodo en carnes y leche en general es más alto que en los vegetales (9). De allí que resulte crucial para contribuir a la erradicación de los DDI en Perú, tener una adecuada comprensión de la relación entre el yodo ambiental, el contenido de yodo en los alimentos y la respuesta a la suplementación de la alimentación animal.

El objetivo de la presente investigación está dirigido a determinar el contenido de yodo en leche de vacuno producida en áreas de la sierra y de la costa del país, establecer la relación causa-efecto entre el área geológica y el contenido de yodo, y estimar la contribución de yodo que representa el consumo de leche por la población de estas áreas de Perú.

MATERIALES Y METODOS

Lugares de estudio

El estudio fue conducido deliberadamente en vacunos de lugares de la sierra, donde se conoce que existe deficiencia de yodo ambiental, y de lugares de la costa yodo-suficientes. Se seleccionaron las tres principales zonas productoras de leche en Perú, los Departamentos de Cajamarca y Arequipa en la sierra y el Departamento de Lima en la costa; en este último se seleccionaron el Distrito de la Molina (Establo de la Universidad Nacional Agraria La Molina) y del Distrito de Puente de Piedra.

La producción lechera de los 3 departamentos seleccionados corresponden al 65% del total de la producción lechera a nivel nacional (10). Las características geográficas de los lugares seleccionados se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1
Característica geográfica de los lugares estudiados y distribución de las muestras de leche colectadas

Departamento	Altitud msnm	Muestras N
Cajamarca ¹	2,720	62
Arequipa ²	2,335	44
Lima, Puente de Piedra ³	154	21
Lima, La Molina ⁴	154	6

1 Colectores de Empresa Lechera Nestlé S.A.

2 y 3 Colectores de Empresa Lechera Gloria S.A.

4 Establos de la Planta Lechera de la Universidad Nacional Agraria La Molina

Colección de la leche

El proceso de selección de muestra fue a conveniencia. En los lugares seleccionados se colectaron muestras de 20 ml de leche fresca, en Cajamarca se colectaron 62 muestras de leche provenientes de 22 rutas de colección lechera, en Arequipa 44 muestras provenientes de 13 rutas y de 27 muestras, en Lima 21 muestras del Distrito de Puente de Piedra y 6 muestras del establo de la planta lechera de la Universidad Nacional Agraria La Molina. La colección fue hecha con desconocimiento del número de productoras donantes, del estado de lactación y la edad de los animales, pero si tomando la precaución que estuviera en buen estado de salud. Las muestras fueron colectadas en frascos de vidrio libres de contaminación con yodo y fueron almacenadas a una temperatura de -5°C hasta su procesamiento.

Análisis de yodo

La determinación cuantitativa del contenido de yodo se realizó en el laboratorio de la Unidad de Endocrinología y Metabolismo del Instituto de Investigaciones de la Altura de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, mediante el método de Zak modificado por Benotti and Benotti (11), basado en la reacción Sandell-Kolthoff con el uso de ácido clórico para la digestión.

Análisis estadístico de los datos

Los resultados obtenidos se presentan agrupados por lugar de origen como mediana, media \pm desviación estándar y rango de los valores. El test estadístico utilizado fue la distribución Z para muestras relacionadas ($p < 0,05$).

Los datos se analizaron utilizando el sistema SPSS versión 9.

RESULTADOS

Los resultados del contenido de yodo en la leche procedente de las zonas de Cajamarca, Arequipa y Lima se muestran en la Tabla 2. Puede observarse, por un lado, que los resultados del Departamento de Cajamarca (mediana 24 $\mu\text{g/L}$) son ligeramente más bajos que los correspondientes al Departamento de Arequipa (mediana 34 $\mu\text{g/L}$), con 87.1% y 72.7% de valores por debajo de 50 $\mu\text{g/L}$, respectivamente (Figura 1).

Por otro lado, se observa que los resultados de ambos Departamentos son casi significativamente más bajos que los obtenidos en Lima (mediana 170 $\mu\text{g/L}$). Más aún, el estudio comparativo entre la frecuencia de distribución de la concentración de yodo en 106 muestras de leche de la sierra (Cajamarca más Arequipa) y la frecuencia de distribución de 27 muestras de la costa (Figura 2) muestra claramente una tendencia opuesta entre ambas regiones, pues mientras en la sierra el 81.1% de los valores están debajo de 50 $\mu\text{g/L}$ y 28.3% debajo de 20 $\mu\text{g/L}$, en la costa contrariamente el 77.8% están sobre los 80 $\mu\text{g/L}$ y 59.2% sobre los 100 $\mu\text{g/L}$.

TABLA 2
 Contenido de yodo en leche fresca de vaca proveniente de los Departamentos de Arequipa, Cajamarca y Lima

Departamento	Muestras n	Mediana (µg/L)	Media ± DE (µg/L)	p
Region Sierra				
Cajamarca	62	24	29 ± 20	*
Arequipa	44	34	42 ± 27	*
Region Costa				
Lima	27	170	216 ± 199	*

Significancia según Z (p<0,05).

FIGURA 1
 Frecuencia de distribución de la concentración de yodo en leche

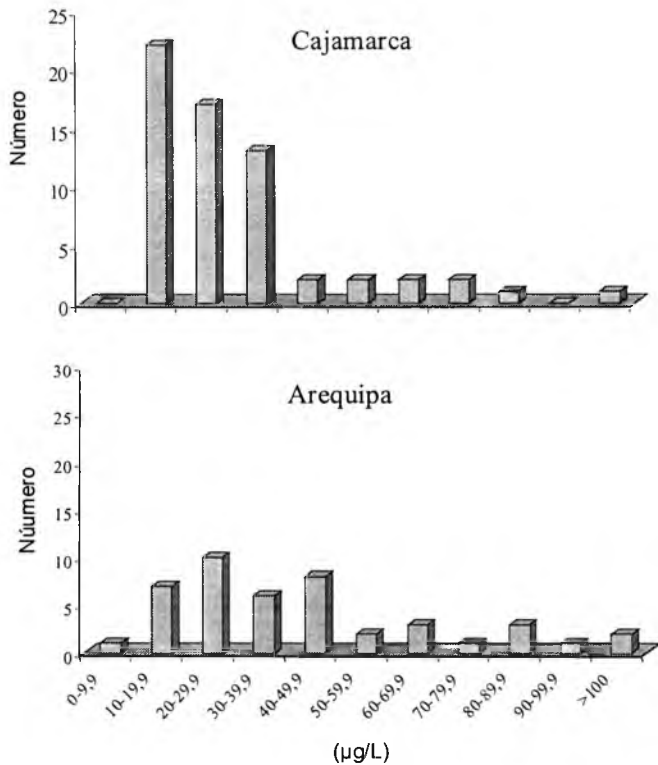
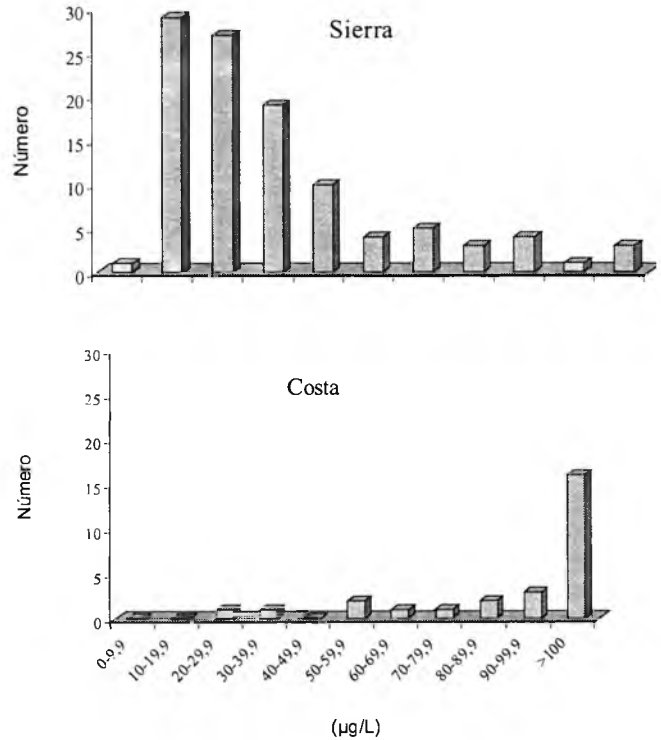


FIGURA 2

Comparación de la frecuencia de distribución de la concentración de yodo en leche entre Costa y Sierra



DISCUSION

Los resultados del presente estudio demuestran por primera vez en nuestro país que existe diferencia en el contenido de yodo en leche de vacunos según su procedencia. Así, en leches de la sierra el contenido de yodo en este estudio fue aproximadamente 6 veces menor que en leches de la costa.

La explicación a este hallazgo, con toda probabilidad, está dada por factores geológicos que determinan una diferente concentración de yodo a través de la corteza terrestre, con áreas muy pobres en su contenido de este mineral. En tal sentido se han realizado varias investigaciones concernientes a los aspectos ecológicos de la deficiencia de yodo: una de éstas ha demostrado que un buen indicador del contenido de yodo en el suelo es la determinación del mismo en la leche (12). Así mismo, investigaciones de Hemken et al. (13) y Miller et al. (14) han mostrado que existe una alta correlación entre el consumo de yodo en el alimento del ganado y su contenido en la leche. Si bien existen otros indicadores sobre el contenido ambiental de yodo y su

consumo (tales como la determinación del contenido del mineral en los alimentos, la excreción de yodo urinario y los niveles sanguíneos de hormonas tiroideas), se destaca la importancia de la determinación de yodo en leche por su relativa precisión y fácil determinación (12).

Tomando en consideración tales estudios, los valores del contenido de yodo encontrados en leche de las zonas de Cajamarca y de Arequipa, indicarían que el contenido de yodo en la dieta animal en ambas zonas es subóptimo en relación a sus requerimientos normales (15), como ha sido demostrado también en estudios hechos por Underwood (12). Pero además, dada la marcada separación geográfica que existe entre ambas zonas, una situada en la sierra norte y la otra en la sierra sur, nuestro estudio confirmaría la existencia en nuestro país de extensas regiones con suelos pobres en yodo, lo que repercutiría en un escaso contenido en los alimentos vegetales y animales nativos de dichas regiones, que son naturalmente la fuente dietaria más importante de yodo para humanos.

Contrariamente a los hallazgos de la sierra, en las muestras de leche provenientes del Departamento de Lima, zona costera cercana al mar y donde se ha demostrado que no existe deficiencia de yodo (16,17), los resultados encontrados, fueron marcadamente más altos que en las zonas alejadas del litoral. Investigaciones realizadas por Hillman & Curtis. (18) y Pennington (19) han mostrado que el contenido de yodo en la leche de vacunos podría ser incrementado de manera variable por contaminación con yodo durante y después de la extracción de la leche mediante el uso externo con fines sanitarios de yodoforos y ethilenediamine dihydroiodide (EDDI), además el contenido total de yodo en la leche depende de varios factores, entre ellos el tipo y concentración de tales productos, sin embargo, la mayor concentración de yodo observada en la costa se debería realmente al tipo de alimentación rica en yodo que consume el ganado, como ha sido demostrado también en leche materna humana (3,20).

Estos resultados, por lo tanto, estarían confirmando que el producto lechero proveniente de zonas costeras es más rico en yodo, que el proveniente de zonas montañosas más alejadas del mar.

Si se toma en consideración, por un lado, que los requerimientos fisiológicos diarios de yodo en los seres humanos (90 µg en preescolares, 120 µg en niños de 6 a 12 años, 150 µg en sujetos mayores de 12 años y 200 µg en gestantes y en mujeres que están dando de lactar) (21) deben ser satisfechos para asegurar una producción normal de hormonas tiroideas y, por otro lado, que el yodo proveniente de los alimentos de origen animal, entre ellos la leche, representa un aporte sustancial al requerimiento diario, los resultados del presente estudio nos permiten afirmar que el consumo humano de leche de vacuno de zonas de la sierra no sería suficiente para cubrir las necesidades fisiológicas

de yodo de los pobladores de dichas zonas. Más aún, es interesante hacer notar que los valores de yodo ligeramente más bajos en la leche de Cajamarca, en comparación con los encontrados en Arequipa, tienen su correlación clínica, según ha sido publicado por Pretell (3), quien ha señalado que antes del control de la deficiencia de yodo en el país, la prevalencia de bocio era más elevada y la yoduria más baja en Cajamarca que en Arequipa.

Afortunadamente en la actualidad la deficiencia de yodo como problema de salud pública ha sido controlada en el país y los desórdenes por deficiencia de yodo (DDI) han sido erradicados mediante la yodización universal de la sal y el consumo poblacional generalizado de la misma (22,23). La sostenibilidad de este logro, sin embargo, es responsabilidad primaria del Programa Nacional de Erradicación de los DDI, de la industria de la sal y de otros sectores involucrados.

Los resultados del presente estudio también contribuyen a demostrar en nuestro medio que los animales, al igual que el hombre, se encuentran también expuestos a las consecuencias dañinas de la deficiencias de yodo en su alimentación. Se ha señalado, entre otras, una menor producción lechera y de carne y una baja tasa reproductiva de los animales (24); ya que, como es conocido, el yodo interviene en la regulación del metabolismo energético/proteico del animal (12, 25).

En conclusión, la presente investigación confirma que el contenido de yodo en leche, como en otros alimentos, está influenciado por los factores ecológicos que determinan una concentración no uniforme de este mineral en el medio ambiente, con extensas áreas con pobre contenido del mismo. La sierra, y también la selva en nuestro país, contrariamente a la costa, son zonas pobres en yodo, lo cual determina, como se demuestra en el presente estudio, que el contenido de yodo en la leche sea aproximadamente 6 veces menor en la primera. Esta circunstancia, a su vez, contribuye a la elevada prevalencia de desórdenes por deficiencia de yodo observada en la población humana de la sierra y la selva.

Los resultados del estudio también permiten señalar que el bajo contenido de yodo en la leche de la sierra podría ser un indicador de deficiencia de yodo en el ganado, cuyas consecuencias veterinarias han sido señaladas.

Dado que la deficiencia de yodo es un fenómeno natural permanente, la medida correctiva implica obligadamente la fortificación de la dieta animal con yodo de manera sostenida. Si bien existen diferentes métodos de fortificación, está aceptado que la yodación universal y el consumo de sal yodada es el método más fácil y eficiente y el menos costoso. Se requiere, por tanto, una intervención enérgica que revierta y prevenga las graves consecuencias de la deficiencia de yodo no solo para el desarrollo del ser humano, sino también para la sanidad animal y por ende para la cadena alimentaria en su conjunto.

REFERENCIAS

1. Bailey KV, Clugston GA. Iodine deficiency disorders. En: Murray CJL, López AD, eds. The global burden of disease and risk factors in 1990. WHO/World Bank. Geneva, World Health Organization.
2. WHO-UNICEF-ICCIDD. Indicators for assessing Iodine Deficiency Disorders and their control through salt iodization. Geneva: Micronutrient series. WHO/NUT/94.6, 1994: 8-11.
3. Pretell E A: Desórdenes por deficiencia de yodo (DDI). Generalidades. Situación en el Perú. En: Situación Nutricional en el Perú (T Blanco de Alvarado y L Gonzales Mugaburu, eds), Ministerio de Salud-OPS, PROPACEB, Lima, 1989, p.395
4. Pretell E A: The National Iodine Deficiency Disorders Control Program in Perú. Implementación of a model. En: The Prevention and Control of Iodine Deficiency Disorders (B S Hetzel, J T Dunn & J B Stanbury, Eds), Elsevier, Amsterdam, 1987, p.209.
5. Pretell E A: Experiencia en la corrección de la deficiencia de yodo en el Perú. En: Tercer Taller Regional sobre Deficiencias de la Vitamina A y otros Micronutrientes en América Latina y el Caribe. VITAL Informe N° IN-14, Arlington, Virginia; Nov 1993. p. 126.
6. Hetzel BS. The story of iodine deficiency: an international challenge to nutrition. Oxford University Press, Oxford, Bombay. 1989.
7. Chilean Iodine Educational Bureau: Iodine content of foods. Londres; 1952.
8. Vought R L, London W T: Iodine intake and excretion in healthy nonhospitalized subjects. Am J Clin Nutr 1964; 15:124.
9. Koutras DA, Papapetrou P D, Yataganas X, Malamos B: Dietary sources of iodine in areas with and without iodine-deficiency goiter. Am J Clin Nutr 1970; 23:870.
10. Ministerio de Agricultura. Oficina de Información agraria. Censo Nacional Unidades Especializadas de Producción Pecuaria Intensiva (UEPPI), Perú; 2000.
11. Benotti J and Benotti N. Protein bound iodine, total iodine and butanol extractable iodine by partial automation. Clin Chem. 1963; 9: 408-416.
12. Underwood E.J. Los minerales en la nutrición del ganado. 2da Edición. Ed. Acribia España; 1983.
13. Hemken RW, Vandersall MA. Oskarsson, and LR Fryman. Iodine intake related to milk iodine and performance of dairy cattle. J Dairy Sci. 1972; 55:931.
14. Miller JK, EW Swanson and GE Spalding. Iodine absorption, excretion, recycling and tissue distribution in the dairy cow. J Dairy Sci. 1975; 58: 1578.
15. Alderman G and MH Straks. The iodine content of bulk herd milk in summer in relation to estimated dietary iodine intake of cows. J Sci food Agric. 1967; 18: 151-153.
16. Moncloa F, Guerra García R, Subauste C, Sobrevilla L A & Donayre J. J Clin Endocr. 1966; 26:1237.
17. Pretell EA, Palacios P, Tello L, Wan M, Utiger R D & Stanbury J B: Iodine deficiency and the maternal-fetal relationship. En: Endemic Goiter and Cretinism. Continuing Threats to World Health. PAHO Sc Pub 292 (J T Dunn and G A Mederios-Neto, Eds), Washington D C; 1974. p.143.
18. Hillman D and AR. Curtis. Chronic iodine toxicity in dairy cattle: blood chemistry, leucocytes and milk iodine. J Dairy Sci. 1980;63:55.
19. Pennington JAT. Iodine Concentration in US milk: Variation due to time, season, and region. J Dairy Sci. 1990;73:3421-3427.
20. Semba RD and F. Delange. Iodine in human milk: perspectives for infant health. Nut Rev. 2001; 59: 269-278.
21. WHO-UNICEF-ICCIDD. Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring their Elimination. A guide for programme managers., WHO/NHD/01.1, Geneva; 2001.
22. Pretell E A & Higa A M: Avances en el control de bocio y el cretinismo en el Perú. Anales IV Congr Nac Med, Lima; 1989. p.449.
23. Ministerio de Salud. Control de la deficiencia de yodo en el Perú, un modelo sostenible. Informe técnico. Lima, Perú; 1998.
24. Iodine Deficiency Disorders in Livestock. Pandav CS and Rao AR, eds. Oxford University Press, Mumbai; 1997.
25. Maynard LA, JK Loosli, HF Hintz, RG Warner. Nutrición Animal. 7ª Edición. Mc Graw-Hill, México; 1981.

Recibido: 22-04-2002

Aceptado: 27-08-2003