

CONTENIDO DE MINERALES EN SUERO, PELO DE CAPA Y PELO DE COLA DE BOVINOS HOLSTEIN, HEREFORD, CEBU Y PARDO SUIZO BAJO DIFERENTES CONDICIONES AMBIENTALES Y DE MANEJO¹

MARTHA PAYÁN R.²
RAMÓN DÍAZ N.²
MARCELO PÉREZ D.²
FIDEL CASTILLO R.²

Resumen

Este trabajo fue realizado con objeto de comparar la composición mineral de pelo obtenido en diferente localización anatómica de bovinos de diferente raza y mantenidos bajo diferentes condiciones de manejo y alimentación, así como también comparar el contenido mineral del suero.

Se utilizaron tres grupos de animales, el primero formado por 15 hembras Cebú y 15 Pardo Suizo mantenidas en pastoreo en zacate Estrella de Africa. Las de raza Pardo Suizo además recibían suplemento mineral a libertad. El segundo grupo formado por 16 Holstein en producción recibieron alfalfa además de 400 g de concentrado por cada litro de leche producido. El tercer grupo constituido por 21 hembras Hereford estuvo en pastoreo en pasto salado. El primer grupo de animales se encontraba bajo un clima semicálido húmedo y los 2º y 3º en clima templado. Se obtuvieron muestras de capa, tanto de color blanco, negro y rojo, así como también pelo de cola y muestras de sangre de todos los animales. Análisis de los minerales Ca, P, Mg, Fe, Cu y Zn fueron efectuados a todas las muestras.

El análisis mineral de los forrajes indicó que eran deficientes en P, Mg y Zn; además, el pasto salado también resultó pobre en Cu. La concentración de Ca fue similar en todas las razas, no así en P, Mg, Cu, Fe y Zn donde se detectaron diferencias entre razas ($P < .05$).

Los niveles de Mg y Cu en el suero de los animales Hereford se encontraban abajo de lo considerado como normal. En los demás minerales, aunque algunos se encontraban en el lado bajo de los rangos informados, se consideran normales en todos los animales.

El análisis de pelo indica que no hay uniformidad en el contenido mineral y, al igual que la sangre, los niveles no son representativos de lo que consumió el animal; solamente en el caso del Cu se encontró cierta relación. Se detectaron diferencias debidas a la parte anatómica de donde se obtuvieron las muestras así como también al color del pelo. Por lo tanto, la variación mineral normal del suero y del pelo dentro y entre animales dificultan la interpretación del análisis de estas muestras para tratar de relacionarlas con el estado nutricional de estos animales.

Recibido para su publicación el 20 de enero de 1983.

¹ Trabajo realizado bajo el apoyo financiero del Proyecto Conacyt-INIP. PCAFBNA-001278.

² Departamento de Ruminología Básica, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Apdo. Postal 41-652, Palo Alto, 05110 México, D.F.

Introducción

Las deficiencias o las toxicidades (o ambas) de minerales son muy comunes en los animales domésticos dedicados a la producción de alimentos. Por este motivo es muy importante detectar estos desequilibrios y corregirlos mediante suplementaciones adecuadas.

La identificación de desequilibrios de minerales es un proceso difícil y para esto se han sugerido los análisis de minerales de los forrajes (Kubota, 1968; Tokarnia y Jurgen, 1973) o los de algunos tejidos o fenceras (Fick *et al.*, 1976). La cuantificación mineral de la sangre o sus fracciones (Read *et al.*, 1974), el hueso (Underwood, 1977), biopsias de hígado (Kline, Hays y Cromwell, 1971), de pelo (Anke, 1966) y de otros tejidos (Fick *et al.*, 1976) se han utilizado como métodos para la detección de desequilibrios de minerales. Sin embargo, otros autores opinan que el análisis mineral en diferentes tejidos no es indicativo del estado nutricional del animal, ya que son varios los factores que influyen en su contenido.

Factores genéticos (Weiner, Field y Wood, 1969), fisiológicos tales como el estado reproductivo (García, Larios y Pérez, 1982), etapa de lactación (Mc Adam y O'Dell, 1982), la edad (Blum y Zuber, 1975), la estación del año (O'Mary *et al.*, 1969), el color del pelo (O'Mary *et al.*, 1969), la localización anatómica del mismo (Miller, Powell y Pitts, 1965) y el estado de salud del animal, son algunos de los factores más importantes que afectan la composición mineral de los tejidos. Estas variaciones normales pueden enmascarar los cambios debidos a la alimentación, por lo que el análisis mineral de los tejidos aún permanece discutible.

Por otro lado, existe muy poca información en México sobre los perfiles de minerales en diferentes tejidos de bovinos de distinta raza y mantenidos bajo diferentes condiciones de manejo y de alimentación. Por tanto, los objetivos de este trabajo fueron comparar la composición mineral del pelo obtenido de diferente localización anatómica en animales de varias razas, mantenidos en diferentes condicionets de manejo y de alimentación, establecer el efecto del color del pelo y comparar el contenido mineral en suero.

Material y métodos

Animales muestreados. Los animales utilizados en este trabajo se encontraron en

tres lugares diferentes. El primer grupo de animales lo constituyeron 15 hembras adultas Cebú y 15 hembras adultas Pardo Suizo que se encontraban en el Centro Experimental Pecuario "Las Margaritas" bajo un clima semicálido húmedo. Estos animales estaban en pastoreo en potreros de zacate Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) y el grupo Pardo Suizo recibía además suplementación mineral a libertad.

Otro grupo de animales lo constituían 16 hembras Holstein adultas en producción que se encontraban bajo un manejo intensivo a base de alfalfa (*Medicago sativa*) así como concentrado en una cantidad aproximada de 400 g por cada litro de leche producido.

El tercer grupo estuvo formado por 21 hembras Hereford mantenidas en pastoreo en praderas de pasto salado (*Distichis spicata*). Este grupo y el anterior se encontraban localizados en la zona de Texcoco bajo un clima templado subhúmedo.

Toma de muestras. Todos los animales fueron muestreados en la misma época en el transcurso de una semana. Se obtuvieron muestras de sangre de la yugular y el suero fue separado. Este fue transportado al laboratorio y almacenado a -20°C hasta su análisis.

Se obtuvieron muestras de pelo de capa cortado con tijeras de acero inoxidable, así como también pelo de cola. En los bovinos Holstein se obtuvo pelo blanco y pelo negro y en los Hereford pelo rojo y pelo blanco. Estas muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno y almacenadas hasta su análisis.

Análisis químicos. La preparación de las muestras previa al análisis se realizó de acuerdo a los procedimientos establecidos en este laboratorio (Castillo y Pérez, 1980). En el caso de las muestras de pelo, éstas fueron lavadas primeramente con agua corriente, después con agua desionizada, 4 hs con éter etílico y finalmente se volvieron a lavar con agua desionizada.

A todas las muestras obtenidas se les determinó calcio, magnesio, cobre, hierro y

zinc por medio de técnicas de espectrofotometría de absorción atómica (Castillo y Pérez, 1980) y el fósforo fue cuantificado colorimétricamente siguiendo el procedimiento de Chen, Torihara y Warner (1956).

Análisis estadísticos. Con objeto de establecer diferencias significativas dentro de cada elemento mineral, entre los diferentes tejidos y las diferentes razas, los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y las medias fueron comparadas por el método de las diferencias significativas mínimas. Los procedimientos usados fueron los recomendados por Snedecor y Cochran (1971).

Resultados y discusión

En el Cuadro I se presenta la composición mineral de los forrajes que consumían los animales cuando fueron muestreados. Como puede verse, las diferencias entre los forrajes es marcada, siendo el contenido de P, Mg y Zn deficientes para llenar las necesidades de los animales. El contenido de cobre del pasto estrella es adecuado, el de la alfalfa apenas suficiente y el del pasto salado definitivamente inferior a lo adecuado. Por otro lado, los niveles de calcio y de hierro en todos los forrajes resultaron ade-

CUADRO 1

Composición mineral de la alfalfa, zacate Estrella de Africa, pasto salado y de los suplementos minerales que consumieron los animales

Mineral	Estrella de Africa	Alfalfa	Pasto salado
Ca %	0.47	3.32	0.30
P %	0.18	0.29	0.10
Mg %	0.17	0.40	0.13
Cu ppm	25	17	10
Fe ppm	107	303	825
Zn ppm	26	20	17

^a La mezcla mineral de los Pardo Suizo contenía: Roca fosfórica, 61%; Flor de azufre, 24%; Fe SO₄·5H₂O, 0.09%; Mn SO₄·5H₂O, 0.09%; Zn SO₄·5H₂O, 0.24%; Cu SO₄·5H₂O, 0.03%; Co SO₄·5H₂O, 10 ppm.

^b El concentrado de los Holstein contenía: 2% de roca fosfórica y 0.05% de minerales traza (15% Zn, 4% Mn, 7% Fe, .3% I, 1% Cu y .08% Co).

cuados o superiores a lo requerido (N.R.C. 1978).

La concentración de minerales en el suero de los diferentes animales se presenta en el Cuadro 2. El contenido de calcio fue similar en todas las razas, no así en el caso de P, Mg, Cu, Fe y Zn con los que se de-

CUADRO 2

Concentración de Ca, P, Mg, Cu, Fe y Zn en suero de bovinos de raza Holstein, Hereford, Cebú y Pardo Suizo expresados en mg/100 ml

	Elemento					
	Ca	P	Mg	Cu	Fe	Zn
Holstein \bar{X}	10.6	7.7 ^a	2.7 ^a	0.065 ^a	0.24 ^a	0.16 ^a
EE	0.61	0.93	0.14	0.015	0.045	0.093
Hereford \bar{X}	10.2	7.8 ^a	1.6 ^b	0.020 ^b	0.26 ^a	0.15 ^a
EE	0.48	1.04	0.34	0.0097	0.047	0.028
Cebú \bar{X}	10.5	6.08 ^b	2.5 ^a	0.068 ^a	0.22 ^b	0.10 ^b
EE	1.01	1.20	0.22	0.004	0.081	0.027
Pardo \bar{X}	10.0	4.16 ^c	2.2 ^c	0.056 ^c	0.20 ^c	0.10 ^b
Suizo EE	0.51	0.71	0.22	0.010	0.029	0.016

Dentro de cada columna literales diferentes son significativas estadísticamente (P < .05).

tectaron diferencias significativas entre razas. En el caso del calcio, el fósforo y el hierro las concentraciones encontradas están dentro de los rangos considerados normales (Thompson y MacDonald, 1978), a pesar de que los animales no suplementados consumían dietas deficientes en fósforo.

El nivel de magnesio de los Hereford se encontró inferior a lo que se ha informado como normal, que podría explicarse debido al bajo contenido de este elemento en su dieta. Sin embargo, el ganado Cebú que también consumía una dieta baja en Mg no lo demostró en el suero.

El cobre fue el único elemento que manifestó relación entre la cantidad que los animales ingerían y su concentración en la sangre. El promedio encontrado en el ganado Hereford es inferior a lo normal (Thompson y MacDonald, 1978), y quizá éste sea un elemento cuya deficiencia pudiera detectarse a través del análisis de la sangre. Esto lo han recomendado otros autores (Fick *et al.*, 1976).

Los niveles de Zinc y de hierro en la sangre se encuentran en la parte baja de los rangos normales mencionados (Underwood, 1977). Los animales de la raza Holstein fueron los que tuvieron la mayor concentración de Ca, Mg y Zn en la sangre, y los Pardo Suizo los que presentaron menor concentración de Ca, P, Fe y Zn.

En el Cuadro 3 se presentan las concentraciones de minerales en las muestras de pelo de los diferentes animales. Al observar este Cuadro se puede concluir que la concentración de los minerales varía de acuerdo con el color del pelo, como también según el lugar de donde se haya obtenido. En términos generales se puede asegurar que no hay uniformidad en el contenido mineral en muestras de pelo, aun dentro de cada raza, así como tampoco se nota efecto de la dieta en la concentración de estos elementos. El fósforo es el elemento que representa menos variaciones pero esto quizá se debe a que encontrándose en muy bajas concentraciones, estos niveles no permiten detectar variaciones. El único ele-

CUADRO 3

Concentración de Ca, P, Mg, Cu, Fe y Zn en muestras de pelo de capa (blanco y de color) y de cola de bovinos Hereford, Cebú y Pardo Suizo

	Ca %	P %	Mg %	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm
<i>Holstein</i>						
Pelo blanco	0.26 ^a	0.01 ^a	0.07 ^a	13 ^a	44 ^a	106 ^a
Pelo negro	0.51 ^b	0.02 ^b	0.12 ^b	11 ^a	40 ^a	101 ^a
Pelo de cola	0.3 ^a	0.01 ^a	0.16 ^c	9 ^b	22 ^b	100 ^a
<i>Hereford</i>						
Pelo blanco	0.24 ^a	0.01 ^a	0.10 ^b	7 ^c	72 ^c	166 ^b
Pelo rojo	0.41 ^c	0.01 ^a	0.10 ^b	11 ^a	210 ^b	150 ^c
Pelo de cola	0.14 ^d	0.01 ^a	0.07 ^a	7 ^c	48 ^{a,f}	16 ^d
<i>Cebú</i>						
Pelo de capa	0.17 ^d	0.02 ^b	0.03 ^d	14 ^a	88 ^c	99 ^a
Pelo de cola	0.24 ^a	0.02 ^b	0.06 ^a	8 ^{b,c}	147 ^c	103 ^a
<i>Pardo Suizo</i>						
Pelo de capa	0.11 ^e	0.01 ^a	0.02 ^d	12 ^a	56 ^f	108 ^a
Pelo de cola	0.12 ^e	0.01 ^a	0.04 ^d	8 ^{b,c}	52 ^f	111 ^a

Nota: Diferentes literales dentro de cada columna indican diferencia significativa ($P < .05$).

mento que demuestra cierta relación con la cantidad consumida es el cobre ya que en los animales Hereford, que recibían la dieta más pobre en este elemento, se encontraron los niveles más bajos en el pelo blanco. Sin embargo, la concentración de este elemento en el pelo rojo de los Hereford fue similar al pelo negro de los Holstein y al pelo de cola del ganado Pardo Suizo, animales que recibieron adecuada suplementación de cobre.

El análisis de minerales en muestras de pelo como indicador del estado nutricional mineral, ha sido sugerido por varios investigadores (Fick *et al.*, 1976), incluso algunos establecen niveles de minerales, arriba o abajo de los cuales son indicadores de desequilibrios (Anke, 1966).

Desafortunadamente, como lo indican los resultados obtenidos en este experimento, así como por lo señalado por otros autores (Combs, Goodrich y Meiskej, 1982), la variación normal en el contenido mineral de pelo dentro y entre animales dificultan la interpretación de los resultados.

Los animales estudiados en este experimento se encontraban en condiciones de manejo y de alimentación muy diferentes, con variables niveles de minerales, algunos francamente deficientes. Sin embargo, estas condiciones no se manifestaron claramente ni en el suero ni en el pelo, lo que sugiere tener mucha precaución al tratar de interpretar el análisis de estos tejidos en relación con el estado nutricional mineral de los animales.

Summary

This experiment was conducted to establish the mineral composition of hair taken from different anatomic parts of bovines

Literatura citada

- ANKE, M., 1966, Major and trace elements in cattle hair as an indicator of Ca, Mg, P, K, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, Mo and Co. 3. Effect of additional supplements on mineral composition of cattle hair. *Arch. Tierzucht*, 16:57
- BLUM, J.W. and U. ZUBER, 1975, Iron stores of

of different breeds maintained under different management and nutrition conditions. Also to compare the mineral blood profile of these animals.

Three groups of animals were used. The first consisted of 15 cebu and Brown Swiss cows grazing on African star (*Cynodon plecostachyus*) grass, all females. The Browns Swiss cows received a mineral supplement ad libitum. The second group consisted of 15 lactating Holstein fed alfalfa plus 400 g of concentrate per kg of milk produced. The third group was constituted by 21 Hereford females grazing salty grass (*Distichis spicata*). The first group was under subtropical conditions and the second and third were under temperate climate.

Hair of different color was obtained from the animals as well as tail samples. Blood samples were also obtained. Analysis of Ca, P, Mg, Cu, Fe and Zn were done on all samples.

Blood Ca content was similar in all animals but significant differences between breeds were found for the rest of the elements studied. Ca, P and Fe levels were normal in all animals. Mg and Cu in the Herefords were below the normal range reported. Zn level was in the lowest part of the normal values. The Holsteins showed the highest blood concentrations of Ca, Mg and Zn and the Brown Swiss the lowest of Ca, P, Fe and Zn.

Hair analysis did not show uniformity on mineral content. Phosphorous was the less variable among samples. Copper was the only element that showed certain relation with the intake in the Herefords. There were differences in the mineral content between samples of hair and tail taken from the same animal. Similarly there were differences due to the color of the hair.

- liver, spleen and bone marrow and serum iron concentrations in female dairy cattle in relationship to age. *Res. Vet. Res.*, 23:96.
- CASTILLO, F. y M. PÉREZ, 1980, Manual de procedimientos de análisis de minerales. Laboratorio de Minerales. INIP-México, D.F.

- COMBS, D.K., R.D. GOODRICH and J.C. MEISKEJ, 1982, Mineral concentration in hair as indicator of mineral status: A Review. *J. Anim. Sci.*, 154:391.
- CHEN, P.S., T.Y. TORIHARA and H. WARNER, 1956, Microdetermination of phosphorous. *Analyt. Chem.*, 28:17.
- FICK, K.R., S.M. MILLER, J.D. FUNK, L.R. MC DOWELL and R.H. HOUSER, 1976, Methods of mineral analysis for plant and animal tissues, Animal Science Department, Center for Tropical Agriculture, Gainesville, Fla.
- GARCÍA, G.J., F. LARIOS y M. PÉREZ, 1982, Concentración de Ca, P, Mg en sueros de bovinos Cebú en condiciones de pastoreo y en clima semicálido húmedo. *Téc. Pec. Méx.*, 42:54.
- KLINE, R.D., V.W. and G.L. CROWELL, 1971, Effects of copper, molybdenum and phosphorous on performance, hematology and copper stores of pigs and lambs. *J. Anim. Sci.*, 33: 771.
- KUBOTA, J., 1968, Distribution of cobalt deficiency in grazing animals in relation to soils and forage plants of the United States. *Soil Sci.*, 106: 122.
- MC ADAM, P.A. and G.D. O'DELL, 1982, Mineral profile of blood plasma of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 65:1219.
- MILLER, W.J., G.W. POWELL and W.J. PITTS, 1965, Factors affecting zinc content of bovine hair. *J. Dairy Sci.*, 48:1091.
- Methods of mineral analysis for plant and animal tissues, Animal Science Department, Center for Tropical Agriculture, Gainesville, Fla.
- N.R.C., 1978, Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 5th ed., *National Academy of Sciences*, Washington, D.C.
- O'MARY, C.C., W.T. BUTTS, R.A. REYNOLDS and M.C. BELL, 1969, Effects of irradiation, age, season and color on mineral composition of Hereford Cattle hair. *J. Anim. Sci.*, 28:268.
- READ, J.B.H., S.D. SMITH, D.L. FORBES, A.B.F. FINLAY, R.S. GEERING and I.W. WRIGHT, 1974, Serum inorganic phosphate, calcium and magnesium levels of cattle in Botsawa. *Tropical Animal Health Production*, Vol. 6:23.
- SNEDECOR, G.W. and W.G. COCHRAN, 1971, Statistical Methods, 6th ed., *Iowa State University Press*, Ames, Iowa.
- THOMPSON, J.K. and D.C. MACDONALD, 1978, Multiple blood Analysis of Dairy Cows as a Management Aid. *The North of Scotland College of Agriculture, Bull. N° 4*.
- UNDERWOOD, E.J., 1977, Trace elements in human and animal nutrition, 4th ed. *Academic Press*, New York.
- WEINER, C., A.C. FIELD and J. WOOD, 1969, The concentration of minerals in the blood of genetically diverse groups of sheep. I. Cu concentration at different seasons in Blackface, Cheviot, Welsh mountain and Crossbred sheep at pasture. *J. Agric. Sci. Camb.* 72:93.