

RELACIONES ENTRE NIVELES DE CALCIO Y FOSFORO EN EL SUELO, FORRAJE Y LECHE, EN TRUMAO DE OSORNO¹

Relations among levels of Ca and P in the soil, forrage, and milk,
in "trumao" soils of Osorno, Chile

Ljubo Goić M.² y Hernán Bórquez M.³

SUMMARY

In 24 dairies, located on trumao Osorno soils, the seasonal variation of the content of P in the soil, forrage, and milk and of Ca in the forrage and milk, was determined, taking samples in January (summer), April (autumn), July (winter), and October (spring).

The level of P in the soil was, in general, above medium (8–15 ppm); but 32% of the samples were below this level in winter, 33% in spring, and 14% in autumn. In the forrage, P was deficient (below 0.33%, required by 20 lt/day/cows) in more than 90% of the samples, except in autumn, when this percentage was only 50. In the milk, P was also below normality (0.09–0.10%), in general: 100% of the samples in autumn to 54% in spring.

The level of Ca was less critical; 42% of the forrage samples were low in autumn, but only 4% in spring. Nevertheless, all the milk samples were above normal (0.11–0.13%).

It was concluded that milking cows should be supplemented with P through all the year, specially in summer, and also with Ca, specially in autumn and winter.

INTRODUCCION

La región sur del país cuenta con praderas excelentes para la ganadería, que prosperan en suelos con la característica común de ser de origen volcánico y relativamente ácidos. Estos suelos, por naturaleza, presentan bajos niveles de fósforo, fundamentalmente, y en algunos casos, bajos niveles de calcio. Considerando que el suelo es la fuente de nutrición fundamental para el crecimiento de las plantas forrajeras, estas deficiencias pueden manifestarse en un producto animal, como la leche.

Las deficiencias de fósforo son más comunes que las de calcio en los rumiantes y las concentraciones de fósforo en el forraje son consecuencia de la acción

combinada del suelo y los efectos climáticos (Underwood, 1981), acentuándose en los períodos secos. Pontailier (1971) observó, para alfalfa en cuatro años, variaciones de 0,187 a 0,375% de P, debido a efectos climáticos. En general, los valores bajos de fósforo en las plantas indicarían un bajo contenido proteico y es muy probable que estén acompañados de una deficiencia en energía; por lo tanto, en áreas deficientes en fósforo, se observan frecuentemente casos de malnutrición de los animales (Lampkin, Howard y Burdier, 1961; Hemingway y otros, 1968).

Las deficiencias de calcio en el forraje son menos comunes, debido a que las especies forrajeras tienen altas concentraciones de calcio en sus hojas y tallos y que, además, a medida que avanza la madurez, sus concentraciones no caen sustancialmente. También, los suelos deficientes en calcio son menos comunes.

Las vacas responden a una ración deficiente en calcio o fósforo, reduciendo la producción y no alterando las concentraciones de estos minerales en la leche. En áreas con deficiencia severa, hay una fuerte caída en el potencial lechero y al suplementar con

¹ Recepción de originales: 3 de noviembre de 1982.

² Estación Experimental Remehue (INIA), Casilla 1110, Osorno, Chile.

³ Estación Experimental Remehue (INIA). Proyecto Técnicas Pecuarias Aysén, Casilla 420, Coyhaique, Chile.

harina de hueso, la producción aumenta en un 40 a 140% (Bischop, 1964). Trabajos de Fishwick y otros (1977) señalan una depresión de la producción láctea, aun en vacas de carne, cuando tienen un bajo aporte de fósforo durante el último período de preñez y comienzo de la lactancia.

Trabajos de Pinto y otros (1978), para la zona sur del país, encontraron valores bajos de fósforo en la leche y con grandes variaciones entre las estaciones de primavera y de verano.

El presente trabajo tiene por objeto estudiar los niveles de calcio y fósforo en el suelo, forrajeras y leche y sus relaciones, en lecherías ubicadas sobre suelo trumao Osorno.

MATERIALES Y METODOS

Durante la temporada 1978/79, en 24 predios cercanos a la Estación Experimental Remehue (Osorno), se obtuvieron muestras estacionales de suelo, forraje y leche, con el objeto de ser analizadas.

Las muestras de suelo fueron analizadas en los laboratorios de la Estación Experimental, usándose el método de Olsen para fósforo (Olsen y otros, 1954). Para este mismo elemento en los forrajes se usó el método vanado-molibdico adaptado y para calcio, el método de titulación con permanganato, ambos descritos por Bateman (1970).

Las muestras de leche fueron analizadas en el laboratorio de Química del Centro Tecnológico de la Leche, Universidad Austral de Chile.

Las fechas de muestreo fueron las primeras semanas de enero, abril, julio y octubre, para las estaciones de verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente. En un día determinado se obtenía, simultáneamente, muestras de suelo, en los potreros que estaban pastando las vacas, muestras de la pradera, por muestreo manual imitando los bocados de una vaca ("plug-sampling") y muestras de leche, en las salas de ordeña.

Posteriormente, los datos obtenidos fueron comparados con patrones estimados normales, calculando sus promedios y desviaciones, además de correlaciones probables.

RESULTADOS Y DISCUSION

Fósforo en el suelo: Los valores obtenidos en el suelo, mayoritariamente, están sobre los valores de nivel

medio, estimados por el Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental. Como se observa en el Cuadro 1, hay variaciones estacionales, siendo los niveles menores en invierno y primavera; estos valores podrían haber sido influenciados por fertilizaciones tempranas de primavera. Aproximadamente la tercera parte de las muestras de suelo estaría bajo este nivel medio.

Fósforo en el forraje: Se observó una baja en el nivel de fósforo durante el verano, situación que posiblemente se debe a la maduración de la pradera, como es señalado por Underwood (1981). Los valores observados son inferiores a los señalados por la National Academy of Sciences (1968), para cumplir con los requerimientos de vacas con producciones inferiores a 20 lt de leche/día. En verano, en el 100% de los predios, la pradera ($0,12 \pm 0,06\%$ de P) no proporcionaba el fósforo suficiente y es probable que esto estuviera influyendo en la caída de la curva de lactancia, que comúnmente se observa en esa época. En invierno y primavera, sólo el 9 y 8% de las muestras alcanzó los niveles apropiados y en otoño, sólo el 50%.

Fósforo en la leche: En el Cuadro 1 se observa una pequeña variación estacional; sin embargo, estos valores en la mayoría de los casos son inferiores a los estimados normales por Chicco (1970). Los porcentajes de muestras de leche sobre estos niveles (0,09–0,10%) son de un 7, 46, 4 y 0%, en las estaciones de invierno, primavera, otoño y verano, respectivamente. Es posible que estos valores tengan repercusiones en la industria láctea. En base a ellos, Bischop (1964) indicaría que la deficiencia de fósforo es aguda, debido a que primeramente afecta la producción y en casos extremos como los casos en estudio, la concentración de minerales en la leche. Esto indicaría que las vacas de estos sectores deberían estar permanentemente suplementadas con fósforo, especialmente en verano y otoño.

Calcio en las praderas: Los porcentajes de calcio en las praderas son relativamente normales, observándose un alza en el período de primavera. Según requerimientos para vacas lecheras con producciones inferiores a 20 lt/día, el calcio sería más crítico en el forraje en otoño e invierno. Sin duda, la deficiencia de calcio en alimentación de vacas a pastoreo no es de la magnitud del fósforo.

Calcio en la leche: Contrariamente a las cifras del fósforo, el calcio en la leche está sobre los niveles normales, según lo estimado por Jennes y Petton (1959) (Cuadro 1) y no se encontró ninguna muestra con niveles inferiores a 0,11%.

CUADRO 1. Valores de calcio y fósforo en suelos, forrajeras y leche, en 24 predios de la serie suelos trumao Osorno**TABLE 1. Levels of Ca and P in soils, forrage plants, and milk, in 24 dairy farms. Trumao Osorno soils**

Nutrientes	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Fósforo en el suelo				
ppm fósforo	10,68 ± 5,15	10,85 ± 4,02	20,55 ± 6,25	13,95 ± 5,30
ppm fósforo nivel medio	8 - 15	8 - 15	8 - 15	8 - 15
o/o muestras bajo límite	32	33	—	14
Fósforo en las forrajeras				
o/o fósforo	0,25 ± 0,007	0,27 ± 0,05	0,12 ± 0,06	0,33 ± 0,15
o/o fósforo requerido para vacas lecheras de 20 lt/día	0,33	0,33	0,33	0,33
o/o muestras bajo límite	91	92	100	50
Fósforo en la leche				
o/o fósforo	0,08 ± 0,01	0,09 ± 0,0004	0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,01
o/o fósforo estimado normal	0,09 - 0,10	0,09 - 0,10	0,09 - 0,10	0,09 - 0,10
o/o muestras bajo límite	83	54	96	100
Calcio en las forrajeras				
o/o calcio	0,45 ± 0,07	0,55 ± 0,17	0,45 ± 0,07	0,42 ± 0,10
o/o calcio requerido para vacas lecheras 20 lt/día	0,43	0,43	0,43	0,43
o/o muestras bajo límite	32	4	17	42
Calcio en la leche				
o/o calcio	0,15 ± 0,02	0,14 ± 0,03	0,15 ± 0,02	0,14 ± 0,03
o/o calcio estimado normal	0,11 - 0,13	0,11 - 0,13	0,11 - 0,13	0,11 - 0,13
o/o muestras bajo límite	0	0	0	0
Relaciones Ca:P				
Pradera (2:1)	1,8 : 1	2,04 : 1	3,75 : 1	1,27 : 1
Leche (1,50:1 a 2:1)	1,88 : 1	1,56 : 1	1,88 : 1	2,00 : 1

Relación Ca:P: Se estima como normal la relación 1,5:1 a 2:1 (Underwood, 1981). Los valores encontrados en la leche estarían dentro de los rangos normales. La relación Ca:P en la pradera es muy alta en verano, llegando a 3,75:1, situación que podría acentuar la deficiencia de fósforo.

Correlaciones estudiadas: En el Cuadro 2 se puede observar los valores de las distintas correlaciones estudiadas.

Las correlaciones entre fósforo en el suelo y en la planta, son estadísticamente significativas para las estaciones de invierno y primavera. No así en verano y en otoño, circunstancia que puede deberse a factores relacionados con la falta de humedad y la maduración de las forrajeras; o bien, a que parte de material maduro queda en la pradera y es consumido por los animales en esas épocas lo que no es un reflejo del aporte del suelo a la planta.

CUADRO 2. Coeficiente de correlación determinado entre contenidos de nutrientes en suelo, planta y leche**TABLE 2. Correlation coefficients for nutrients in soil, plant, and milk**

	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Fósforo suelo/fósforo planta	0,58**	0,52**	0,36	- 0,13
Fósforo suelo/fósforo leche	-0,30	0,04	0,14	- 0,14
Fósforo planta/fósforo leche	0,23	0,38	0,23	0,07
Calcio planta/calcio leche	0,21	0,55**	0,16	- 0,21

**Significativos a la prueba de t de 0,01.

Los valores para las correlaciones de fósforo en el suelo y en la leche son bajos, esto puede deberse a que el animal, a través del rumen, puede alterar los valores en la leche, usando una reserva de fósforo, del cual son ricos los microorganismos ruminales. Esto es válido también para las correlaciones fósforo planta/fósforo leche.

Las correlaciones de calcio planta/calcio leche, sólo en primavera son estadísticamente significativas, encontrándose valores bajos en el resto de las estaciones.

CONCLUSIONES

De los datos obtenidos, se puede indicar lo siguiente:

- Las praderas usadas para producción de leche, en la gran mayoría de los casos estudiados, tienen ni-

veles bajos de fósforo, inferiores a los requeridos por vacas con producciones de menos de 20 lt/día. La época más crítica es en verano. Esto implica la necesidad de recurrir a la suplementación de este elemento mineral.

- La leche obtenida en los predios muestreados, en su gran mayoría, no tiene el nivel de fósforo estimado normal, siendo crítica la situación durante las épocas de verano y otoño.
- El calcio en las praderas tiene valores casi normales, existiendo un porcentaje de predios que necesitarían suplementar sus vacas con este elemento, siendo la época más crítica en otoño e invierno.
- Los valores de calcio en la leche son superiores a los niveles considerados normales, no habiéndose detectado casos que estén bajo éstos. Esto se explica por la movilización de calcio a la leche, afectando el metabolismo y no la constitución de la leche.

RESUMEN

En 24 lecherías, ubicadas en suelo trumao Osorno, se determinó la variación estacional del P en el suelo, forraje y leche y del Ca en el forraje y leche, en base a muestreos realizados en enero (verano), abril (otoño), julio (invierno) y octubre (primavera).

El nivel de P en el suelo estuvo, en general, sobre el considerado medio (8–15 ppm). Sin embargo, en invierno hubo un 32% de las muestras bajo dicho nivel, en primavera un 33% y en otoño un 14%. En el forraje, el nivel de P fue deficitario (bajo 0,33% o, requerido por vacas con 20 lt/día de producción) en más del 90% de las muestras, salvo en otoño, en que este porcentaje bajó a 50. En la leche, el P estuvo también bajo lo normal (0,09–0,10%), en general; en otoño un 100% de las muestras no alcanzó dicho nivel, pero en primavera, este porcentaje bajó a 54.

El nivel de Ca en el forraje fue menos crítico: las muestras deficitarias (bajo 0,43% o, requerido por vacas con 20 lt/día de producción) variaron entre 42% o en otoño y 4% o en primavera. No obstante, este elemento estuvo sobre lo normal (0,11–0,13%) en todas las muestras de leche.

Se concluye que las vacas lecheras deben ser suplementadas con P durante todo el año, especialmente en verano. El contenido de Ca en la leche no parece ser un problema; sin embargo, el forraje tiende a ser deficitario, especialmente en otoño e invierno, lo que haría también recomendable suplementar a las vacas lecheras con este elemento.

LITERATURA CITADA

BATEMAN, J. 1970. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. Ed. Herreros Hnos. México.

BISCHOP, J.H.R. 1964. Feeding phosphates to cattle. Science Bulletin, Department of Agriculture Technical Service.

CHICCO, C. 1970. Curso de metabolismo mineral. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), Turrialba. Costa Rica. Imprenta IICA, 100 p.

FISHWICK, G.; FRASER, J.; HEMINGWAY, R.G.; PARKINS, J.; and RITCHIE, N.S. 1977. The effects of dietary phosphorus inadequacy during pregnancy and lacta-

- tion on the voluntary intake and digestibility of oat straw by beef cows and the performance of their calves. *J. of Agric. Science* 88: 143–150.
- HEMINGWAY, R.G.; Mac PHERSON, A.; DUTHIE, A.K.; and BROWN, N.A. 1968. The mineral composition of hay and silage grown in Scotland in relation to the ARC standards for the mineral requirements of dairy cattle. *J. Agric. Science* 71: 53–59.
- JENNES, R. and PETTON, S. 1959. Principles of dairy chemistry. Ed. John Wiley and Sons. New-York. 441 p.
- LAMPKIN, G.H.; HOWARD, D.A.; and BURDIER, M.L. 1961. Studies on the production of beef from cebu cattle in East Africa. 3. The value of feeding a phosphatic supplement. *J. Agric. Science* 57: 39–47.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. 1968. Nutrient requirements of dairy cattle. Washington D.C.
- OLSEN, S.R.; COLE, C.V.; WATANABE, F.S.; and DEAN, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA. Circ. 939 p.
- PINTO, M.; MOLINA, H.; ROJAS, M.; e ISRAEL, L.E. 1978. Composición química de la leche y sus variaciones estacionales. Zona Sur de Chile. II. Sodio, potasio, calcio y fósforo. *Arch. Méd. Vet.* 10: 27–33.
- PONTAILLER, S. 1971. Les minéraux des fourrages. *La revue de l'élevage* 26: 43–49.
- UNDERWOOD, E.J. 1981. The mineral nutrition of Livestock. 2nd. ed. Commonwealth Agricultural Bureaux.