

EVALUACION NUTRICIONAL MINERAL DE VACAS HEREFORD ALIMENTADAS CON PRADERAS NATURALES DEL SECANO COSTERO CENTRAL DE CHILE

Juan I. Egaña M. (MV, MS), Hernán E. Vicent V. (MV), Fernando Squella N. (Ing. Agr., MS),
Mario Maino M. (MV, DMV), Ruperto Bravo B. (TQ)

EVALUATION OF MINERAL NUTRITIONAL STATUS OF BEEF COWS FEEDED IN NATURAL GRASSES OF THE CENTRAL COST DRYLAND

The mineral nutrition status of 44 Hereford cows maintained on natural grasses of the coast central dryland zone was evaluated. Blood samples were taken on spring, autumn and winter and from the grasses during spring and summer. In both types of samples the minerals Ca, P, Mg, K, Cu and Zn were analyzed. Also, in the pastures chemical analysis and cell wall fractionation were determined. The plasmatic concentration obtained for the different minerals were compared with normal standard values.

All the mineral evaluated presented significant seasonal changes ($p \leq 0.05$). Plasmatic concentration of Ca was higher in spring than and winter ($p \leq 0.05$) nevertheless the means obtained can be considered as normal. P was deficient in spring and autumn, being 3.9 and 4.29 mg/dl, respectively. During winter was lightly higher 4.54 mg/dl. The mean concentration of Mg and K were adequated during all the seasons. Cu presented its higher concentration during spring 106.7 $\mu\text{g/dl}$ and 84.7; 88.75 $\mu\text{g/dl}$ in autumn and winter. Also the plasmatic concentration of Zn was normal during the three seasons, thought little percentage of cows presented lower values than considered as normal.

The chemical composition and macrominerals contents for the grasses were higher in spring than summer. Nevertheless the Cu and Zn content in the grasses were similar in both samples.

Los sistemas de producción bovinos, mantenidos en praderas naturales de la zona mediterránea existentes en el país, se caracterizan por presentar un bajo nivel tecnológico, que se refleja en su bajo nivel productivo.

Si bien existe información nacional que permitiría mejorar significativamente estos parámetros productivos, destacan algunos aspectos del manejo alimentario sobre los cuales no existe adecuada información. Un aspecto particularmente poco evaluado en los sistemas extensivos de producción bovina en el país, lo constituye la nutrición mineral, especialmente si se considera la estrecha relación que se establece entre suelo, planta y animal.

Los fluidos orgánicos como son el suero y plas-

ma sanguíneo han sido ampliamente utilizados como indicadores del estado nutricional mineral, debido a que ofrecen ventajas en relación a rapidez, facilidad de muestreo y análisis posterior. Se acepta como buen indicador del estado nutricional, las concentraciones séricas y plasmáticas de los elementos Ca, P, Mg, K, Cu y Zn, aunque para los dos primeros minerales se considera como indicador ideal al tejido óseo (Underwood, 1981).

El presente trabajo evaluó el estado nutricional mineral de hembras bovinas, en distintas fases de su ciclo productivo y alimentadas con praderas naturales del secano costero de la zona central del país.

MATERIAL Y METODOS

1. Ubicación y descripción vegetal

El trabajo se realizó en un predio de aproximadamente 9.500 há ubicado en el secano costero de la V Región, provincia de Valparaíso, comuna de Quilpué, siendo sus coordenadas 33° 08' latitud Sur, 71° 24' longitud Oeste.

La pradera corresponde a una de tipo anual,

Departamento de Fomento de la Producción Animal.

Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias.

Universidad de Chile. Casilla 2, Correo 15.

Santiago, Chile.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental La Platina. Santiago, Chile.

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Chile.

característica de la zona mediterránea semiárida del país, compuesta principalmente por especies terófitas naturalizadas (Olivares, 1985). Además, destacan por su importancia otras formaciones vegetales, tales como la sabana de *Acacia caven*, y el bosque esclerófilo, constituido por *Quillaja saponaria*, *Peumus boldus*, *Litreaea caustica*, *Maytenus boaria*. También dentro de la estrata arbustiva predominan las especies *Trevoa trinervis*, *Colliguaya odorifera*.

2. Animales

De un rebaño de 650 hembras Hereford, alimentadas exclusivamente a base de pradera natural sin fertilización, se seleccionaron a través de un muestreo dirigido, 44 vacas cuyas edades fluctuaron entre 3 y 10 años, y que presentaban entre 1 y 6 partos al momento de iniciar el estudio.

La selección de las hembras se realizó considerando a aquellas que hubieron parido normalmente la temporada anterior, y que al momento de iniciar el ensayo, hubiesen permanecido en el predio un tiempo no inferior a los 12 meses.

3. Muestras

Se tomaron muestras de sangre en tres diferentes estaciones del año, que corresponden a etapas específicas del ciclo productivo de las hembras bovinas.

El muestreo inicial se realizó en primavera (25.10.81), que corresponde al inicio de la lactancia y comienzos del período de gestación. El segundo se realizó en otoño (5.4.82) correspondiendo con el segundo tercio de gestación de las hembras, siendo el tercer y último muestreo en invierno (5.7.82), encontrándose en esta época las hembras en el tercio final de su gestación. También se tomaron muestras de pradera durante primavera y verano. En el muestreo realizado en primavera se obtuvieron ocho muestras, utilizando un cuadrante de $0,20 \times 0,20$ m, para lo cual se cortó la vegetación a una altura similar a la que realiza naturalmente el bovino en pastoreo. En verano el muestreo se realizó utilizando como base una carta de ocupación de tierras, tomando dos muestras y utilizando la misma unidad de muestreo y altura de corte descrito para primavera (Etienne y Prado, 1982).

4. Determinaciones

4.1. *Sangre*. Se tomaron en cada muestreo aproximadamente 20 ml de sangre por animal, las que fueron recibidas en tubos de ensayos previamente desmineralizados y que contenían citrato de litio (5 mg/ml de sangre) como anticoagulante; siendo centrifugadas ($670 \times G \times 20$ min) inmediatamente de obtenidas, separándose el plasma, el que fue congelado a -20°C para su posterior análisis.

En el plasma, se determinaron las concentraciones de macroelementos Ca, Mg, K y P, a través de técnicas de espectrofotometría de absorción atómica (Fick y Cols., 1976); con la excepción del P que fue determinado colorimétricamente (Fiske y Subbarow, 1925). Además se determinaron los microelementos Cu y Zn, a través de espectrofotometría de absorción atómica.

4.2. *Praderas*: Se determinó el contenido de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas (AOAC, 1970), como también el contenido y fraccionamiento de las paredes celulares (Goering y Van Soest, 1970). Conjuntamente se determinaron los mismos elementos minerales que en el plasma de los animales.

5. Análisis Estadístico

Las concentraciones plasmáticas de los diferentes minerales analizados fueron descritas para cada estación del año, a través del promedio (\bar{X}), desviación estándar (DE) y rango. Los promedios fueron comparados mediante análisis de varianza y las diferencias a través de la prueba de Student-Newman-Keuls (Snedecor y Cochran, 1974).

Como criterio para establecer la adecuación del estado nutricional mineral de los animales, se compararon los valores experimentales obtenidos, con los reportados como normales por la literatura extranjera, considerándose como tales los valores tabulares y las recomendaciones de diferentes autores.

Los resultados de composición química y aporte mineral de las praderas se describieron a través del promedio y desviación estándar.

RESULTADOS

Las concentraciones plasmáticas de Ca, P, Mg y K se entregan en el cuadro 1.

Los niveles de Ca plasmáticos mostraron variaciones significativas entre las tres estaciones evaluadas, siendo mayor el contenido en primavera ($p \leq 0,05$). La variabilidad observada fue baja para las tres estaciones.

Las concentraciones de P inorgánico plasmático, también mostraron variaciones a través del año, correspondiendo al invierno valores significativamente mayores que los observados en primavera ($p \leq 0,05$). La variabilidad individual en las concentraciones de P fueron altas, superando un coeficiente de variación del 22% para las tres estaciones evaluadas.

También el Mg presentó variaciones estacionales significativas ($p \leq 0,05$), siendo en otoño donde se registraron las mayores concentraciones plasmáticas para este elemento.

CUADRO 1
 CONCENTRACIONES PLASMATICAS DE CALCIO,
 FOSFORO INORGANICO, MAGNESIO Y POTASIO
 EN VACAS HEREFORD SEGUN ESTACION DEL AÑO
 (mg/dl)

	Primavera	Otoño	Invierno
Calcio			
$\bar{X} \pm DE$	10,68a \pm 0,86	10,22b \pm 0,94	9,26c \pm 0,56
Rango	9,25 - 12,59	8,94 - 13,03	8,11 - 10,60
Fósforo			
$\bar{X} \pm DE$	3,90b \pm 1,17	4,29ab \pm 1,23	4,54a \pm 1,02
Rango	2,23 - 6,55	1,00 - 6,70	2,91 - 8,52
Magnesio			
$\bar{X} \pm DE$	2,26c \pm 0,19	3,23a \pm 0,54	2,60b \pm 0,31
Rango	1,97 - 2,78	1,96 - 4,78	2,06 - 3,33
Potasio			
$\bar{X} \pm DE$	26,40a \pm 1,99	23,13b \pm 2,81	23,80b \pm 1,74
Rango	21,8 - 29,9	19,1 - 29,9	20,1 - 27,1

a, b, c: letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Resultados similares se obtuvieron con el K, donde los meses de primavera presentaron mayores concentraciones ($p \leq 0,05$), en relación a las de otoño e invierno, que presentaron niveles plasmáticos muy similares entre sí, siendo la variabilidad individual bastante pequeña en las tres estaciones.

En relación a la concentración plasmática de los microelementos Cu y Zn, éstas se entregan en el cuadro 2, observándose la misma tendencia que con los macroelementos. El Cu mostró variaciones significativas en las tres estaciones evaluadas, siendo mayores las concentraciones observadas en primavera, en relación a las de otoño e invierno ($p \leq 0,05$).

Una tendencia similar se evidencia con las con-

centraciones del Zn, donde también los meses de primavera presentaron los mayores valores. Sin embargo, para este elemento se presentó una mayor variabilidad individual, lo que se refleja en la mayor amplitud del rango de las concentraciones plasmáticas obtenidas.

Los resultados de la composición química de las praderas durante los meses de primavera y verano se entregan en el cuadro 3, observándose diferencias en el contenido de proteína cruda, donde los niveles de primavera triplican los obtenidos en los meses de verano. Por el contrario, las paredes celulares y sus principales componentes como son celulosa, hemicelulosa y lignina presentaron mayores porcentajes en las muestras de verano.

Los macrominerales analizados en la pradera

CUADRO 2
 CONCENTRACIONES PLASMATICAS DE COBRE Y ZINC
 EN VACAS HEREFORD SEGUN ESTACION DEL AÑO
 ($\mu\text{g/dl}$)

	Primavera	Otoño	Invierno
Cobre			
$\bar{X} \pm DE$	106,70a \pm 9,46	84,70c \pm 2,81	88,75b \pm 5,1
Rango	92 - 129	80 - 93	81 - 112
Zinc			
$\bar{X} \pm DE$	109,04a \pm 34,59	98,81b \pm 15,94	90,81b \pm 13,95
Rango	66 - 236	47 - 144	75 - 132

a, b, c: letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

mostraron concentraciones muy superiores en primavera, las que más que duplicaron las obtenidas en el muestreo del verano (cuadro 4). Por el contra-

rio, los microelementos Cu y Zn no presentaron diferencias significativas en su concentración en ambos muestreos.

CUADRO 3
ANÁLISIS QUÍMICO Y FRACCIONAMIENTO DE LAS PAREDES CELULARES DE LAS PRADERAS SEGUN ESTACION DEL AÑO (µg/100g MS)

	Proteína Cruda	Extracto Etéreo	Cenizas	Paredes Celulares	Ligno Celulosa	Hemicelulosas	Celulosas	Lignina
Primavera (n=8)	19,4 ± 0,5	3,7 ± 0,2	11,8 ± 0,2	44,7 ± 1,4	30,0 ± 2,2	14,9 ± 2,8	20,8 ± 1,8	8,3 ± 0,9
Verano (n=2)	5,9	2,1	10,1	69,1	31,5	19,2	34,5	9,7

CUADRO 4
CONTENIDO MINERAL DE LAS PRADERAS SEGUN LA ESTACION DEL AÑO (Base Materia Seca)

	Macrominerales (%)				Microminerales (ppm)	
	Ca	P	Mg	K	Cu	Zn
Primavera (n=8)	1,09 ± 0,26	0,24 ± 0,03	1,95 ± 0,87	2,89 ± 0,75	10,0 ± 4,11	33,8 ± 6,86
Verano (n=2)	0,50	0,12	0,55	0,95	13,5	33,1

DISCUSION

Los promedios de la concentración plasmática de Ca, en las distintas estaciones del año, resultaron similares a los valores reportados en la literatura extranjera como normales para el ganado bovino (Kaneko, 1973; Underwood, 1981).

La mayor concentración de Ca, se obtuvo en primavera, a pesar que durante esta época, los requerimientos dietarios son elevados, debido al drenaje de este elemento por la secreción láctea. Sin embargo, es también durante esta estación donde la pradera alcanza su mayor valor nutritivo, lo que se refleja en su alto contenido de Ca, el que osciló entre 0,88 y 1,44%; cantidades que exceden los requerimientos dietarios de este mineral, establecidas por NRC (1984) para hembras bovinas de carne en lactancia.

En otoño, también el promedio de la concentración plasmática puede considerarse como normal, a pesar que el 4,5% de los animales muestreados presentó valores bajo el límite inferior de referencia, que es de 9 mg de Ca/dl. Una situación similar se obtuvo en el muestreo de invierno, pero aumentó

a 38,6% el porcentaje de vacas que presentaron concentraciones bajo el límite inferior de normalidad (gráfico 1).

En el muestreo de la pradera, realizado en vera-

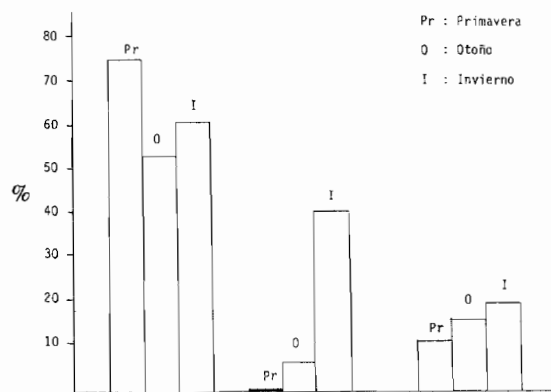


Gráfico 1. Distribución porcentual estacional de animales con niveles subnormales de fósforo, calcio y zinc.

no, el contenido de Ca fue cercano al 0,5%, el que puede considerarse como adecuado para vacas en el tercio final de gestación. Sin embargo, el elevado porcentaje de hembras que presentaron valores deficitarios, puede deberse a un bajo consumo de la pradera, asociado ya sea con su bajo aporte nutritivo o causado por la baja disponibilidad de la misma, o bien a una combinación de ambos factores.

A pesar de que el muestreo de la pradera se realizó en verano, éste es un buen indicador del forraje consumido por los animales durante los meses de otoño e invierno, ya que como es sabido, el crecimiento de la pradera durante estos meses es escaso, siendo por lo tanto el componente principal de la dieta el forraje rezagado de los meses de verano.

El contenido de Ca de las praderas analizadas está dentro de los valores reportados por la literatura nacional. Stehr (1968) entrega valores de Ca entre 0,25 y 1,77%, en praderas destinadas al pastoreo, de ovinos en la provincia de Santiago. Haardt y Cols. (1976) entregan valores entre 0,47 y 1,99% en praderas de riego.

Los rangos de la concentración plasmática de Ca resultaron ser bastante estrechos en todos los muestreos realizados, a pesar de las grandes variaciones estacionales en el aporte dietario, como también en los requerimientos; situación que confirmaría lo señalado por Horst (1984) de que los mecanismos de regulación de Ca plasmático funcionan muy eficientemente.

En el caso del P, las concentraciones plasmáticas más bajas se obtuvieron en primavera. Estas se pueden considerar como deficitarias, al compararlas con lo reportado como normal por la literatura extranjera. Thompson y Reid (1981) y Underwood (1981), coinciden en señalar como límite inferior del rango de normalidad del P plasmático 4,5 mg/dl. Payne y Leech (1964) indican como normal concentraciones por sobre los 5,2 mg/dl de plasma.

Al analizar individualmente las concentraciones de P plasmático durante la primavera, se observó que el 72,7% de los animales estudiados presentaron niveles inferiores a 4,5 mg/dl (gráfico 1).

Esta hipofosfatemia se puede explicar por el bajo aporte de P que realiza la pradera durante su período de máximo crecimiento. El análisis de las muestras de forraje en esta estación entregó un contenido promedio de P del 0,24% de la materia seca, el cual puede considerarse como deficitario (McDowell y Conrad, 1977). Las recomendaciones dietarias de P establecidas por NRC (1984) para vacas lactantes de razas de carne con producciones cercanas a los 10 lts diarios, oscilan entre 0,39 y 0,26% de la materia seca.

En otoño e invierno las concentraciones plasmáticas se incrementaron respecto a las obtenidas en

primavera, alcanzando sólo en invierno un promedio superior al considerado como mínimo normal. Sin embargo, el 52,3 y 59,1% de las muestras analizadas en los meses de otoño e invierno, respectivamente, estaban bajo el límite inferior.

Para explicar esta mejor condición nutricional del P en estas estaciones, se debe considerar la significativa disminución de sus requerimientos, ya que durante estos meses las vacas se encuentran en período de gestación, a pesar de que los contenidos de P en la pradera muestreada en verano disminuyeron considerablemente respecto a los niveles obtenidos en primavera.

Es sabido que deficiencias dietarias de P producen una menor digestibilidad de la dieta en el rumen, especialmente de la celulosa (Witt y Owens, 1983), lo que afecta negativamente el consumo de alimento. También deficiencias de P se han asociado con problemas de anestro, baja tasa de concepción y bajas producciones lácteas (Ammerman y Goodrich, 1983).

Los resultados obtenidos indicarían que el P sería un factor limitante en la productividad de los sistemas de producción bovina del secano costero de la zona central.

Concentraciones de P en la pradera similares a las obtenidas en el presente estudio reportaron Goic y Bórquez (1982) en la provincia de Osorno, aunque con diferente estacionalidad en su concentración.

El Mg plasmático, si bien presentó diferencias significativas estacionales, los promedios obtenidos en los tres muestreos están dentro de los rangos habituales de normalidad establecidos por la literatura extranjera. Manston y Allen (1981), entregan como rango normal para vacas lecheras valores de 2,07 a 3,04 mg/dl.

El contenido de Mg de las praderas, mostró una marcada diferencia estacional, lo que coincide con lo descrito por Reid y Horvath (1980), y en el país por Knopel y Cols. (1980), quienes también encontraron niveles adecuados de Mg en la mayoría de las praderas de la provincia de Valdivia.

Stehr (1968) trabajó en una zona agroecológica muy similar a la del presente estudio, y determinó que sólo se produciría una deficiencia de Mg en ovejas que están lactando.

Los resultados de la concentración plasmática de K, también denotan un estado nutricional adecuado de este elemento, ya que las variaciones de las concentraciones obtenidas están dentro de los valores considerados como de referencia para los bovinos. Fick y Cols. (1976) señalan como normal concentraciones de 24,2 mg/kg/dl de plasma.

Los contenidos de K de la pradera en cualquier época del año, permiten cubrir holgadamente los

requerimientos de vacas en las diferentes etapas de su ciclo productivo.

Al igual que para el Mg, las concentraciones plasmáticas de K, en la totalidad de los animales muestreados fueron superiores al límite inferior del rango considerado como normal.

De los microelementos analizados, el Cu presentó variaciones estacionales importantes, siendo mayores las concentraciones plasmáticas obtenidas en primavera. Smart y Cols. (1981) señalan como normales niveles de 70 a 150 μg Cu/dl de plasma.

La estacionalidad en las concentraciones plasmáticas de Cu, no es coincidente con el aporte de la pradera, el que fue similar en las dos estaciones evaluadas. Estos resultados indicarían que las mayores concentraciones plasmáticas obtenidas en primavera, se deben fundamentalmente al mayor consumo de la pradera que los animales realizan durante esta estación, como también a que la lactancia no involucra una mayor demanda de Cu dietario. Uribarri (1982) también reporta niveles plasmáticos de Cu significativamente inferiores en vacas gestantes, en relación a las que se encontraban lactando en praderas del sur del país.

Una situación similar se obtuvo para las concentraciones de Zn plasmático, aunque el 9,0, 11,3 y 15,9% de las muestras de plasma analizadas en primavera, otoño e invierno, respectivamente, estuvieron bajo los 80 μg de Zn/dl de plasma, considerado como el valor mínimo normal de referencia (Hansard, 1983).

Las concentraciones de Zn de la pradera analizada, resultaron ser ligeramente superiores a lo informado por Stehr (1968) e inferiores a lo reportado por Haardt y Cols. (1976).

Se puede concluir que el estado nutricional de los minerales analizados en los sistemas de producción bovinos del secano costero de la zona central, presentan una marcada estacionalidad a través del año, siendo el P el elemento mineral más deficitario. También se observaron deficiencias marginales de Zn, y estacionales en el caso del Ca.

Resulta interesante ampliar el presente estudio a otras áreas donde predominan los sistemas bovinos extensivos, que utilizan la pradera mediterránea como único recurso alimenticio, para posteriormente evaluar la respuesta productiva de estos rebaños frente a la suplementación de estos minerales deficitarios.

RESUMEN

Se evaluó el estado nutricional mineral en distintas fases del ciclo productivo de 44 hembras Hereford, pertenecientes a un rebaño alimentado con pradera natural del secano costero de la zona central. Se tomaron muestras de sangre en primavera, otoño e

invierno, y de la pradera en primavera y verano. En el plasma y en la pradera se determinaron los minerales: Ca, P, Mg, K, Cu y Zn, además en esta última se realizó el análisis químico proximal y fraccionamiento de las paredes celulares.

Los resultados obtenidos fueron comparados con valores considerados como normales por la literatura internacional.

Todos los minerales evaluados presentaron variaciones significativas en su concentración plasmática ($p \leq 0,05$) en el transcurso del año. El Ca presentó mayores concentraciones en primavera, en relación a otoño e invierno ($p \leq 0,05$), aunque todos los promedios estuvieron dentro de lo considerado normal. El P fue deficitario en primavera y otoño alcanzando valores de 3,9 y 4,29 mg/dl, y límite en invierno donde alcanzó a 4,54 mg/dl. Tanto el Mg como el K presentaron en las tres estaciones concentraciones plasmáticas consideradas como normales. El Cu alcanzó concentraciones más altas en primavera, al igual que el Zn, siendo también los valores de otoño e invierno considerados como normales, aunque para el Zn existió en las tres estaciones un pequeño porcentaje de animales que tuvo concentraciones deficitarias.

La composición química y contenido de macrominerales de la pradera mostró importantes diferencias entre la primavera y el verano, diferencia del contenido de micronutrientes que presentó variaciones entre ambos muestreos.

REFERENCIAS

- AMMERMAN, C.B., R.D. GOODRICH. Advances in mineral nutrition in ruminants. *J. Anim. Sc.* 57 (Suppl. 2): 519-533, 1983.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the AOAC. Washington, D.C., AOAC, 1970.
- ETIENNE, M., C. PRADO. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. *Ciencias Agrícolas*. U. de Chile. N° 10, 1982.
- FICK, K.R., S. MILLER, J. FUNK, L. McDOWELL, R. HOUSER. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. Gainesville, Florida. U. de Florida, Instituto de Ciencias Alimentarias y Agropecuarias, 1976.
- FISKE, C.H., Y. SUBBAROW. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.* 66: 375, 1925.
- GOERING, H.K., P.J. VAN SOEST. Forage fiber analysis. Agricultural Research Service. United State Department of Agriculture. Hand-Book N° 379, 1970.
- GOIC, L., H. BÓRQUEZ. Calcio y fósforo en suelos, praderas y leche en suelos trumao de Osorno. 8ª Reunión Anual Soc. Chil. Prod. Anim. Valdivia. 1982.
- HAARDT, E., J. POTOCŃJACK, A. LÓPEZ, S. CORNEJO. Survey model applied to mineral. Study in forage for a country (Chile) with a great versatility of ecological systems proceedings. In: 1st International Symposium Feed Composition, Animal Nutrient Requirements, and Computerization of Diets. Logan, Utah St. Univ. Utah, 1976.
- HANSARD, D. Microminerals for ruminant animals. *Nutr. Abstr. Rev.* (B) 53: 1-24, 1983.

- HORST, R.L. Regulation of calcium and phosphorus homeostasis in the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 69: 604-616, 1984.
- KANEKO, J.J. Standard values in domestic animals. 3th ed. Davis. Cal., Dept. Clin. Path. U. California, 1973.
- KNOPEL, A., W. STEHR, G. PUGIN. Contenido mineral de praderas destinadas a producción de leche en la provincia de Valdivia. *In: 3^{er} Cong. Nac. Med. Vet. Santiago*, 1980.
- MANSTON, R., W.M. ALLEN. Modern diagnostic methods in practice. The use of blood chemistry in monitoring the health of farm livestock. *Br. Vet. J.* 137: 241-247, 1981.
- MCDOWELL, L.R., J.H. CONRAD. Trace mineral nutrition in Latin America. *World Animal. Rev.* 24: 24-33, 1977.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of beef cattle. 6th ed., 1984.
- OLIVARES, A. Praderas en la zona semiárida de Chile. En: Praderas Naturales en la zona mediterránea. Libro Resúmenes. Reunión SOCHIPA, 1985, pp. 17-86.
- PAYNE, J.M., F.B. LEECH. Factors affecting plasma calcium and inorganic phosphorus concentration in the cow with particular reference to pregnancy, lactation and age. *Br. Vet. J.* 120: 385-391, 1964.
- REID, D.L., D.J. HORVATH. Soil chemistry and mineral problem in farm livestock: A review. *Anim. Feed Sc. Tech.* 5: 95-167, 1980.
- SMART, M.E., J. GUDMUNSON, D.A. CHRISTENSEN. Trace mineral deficiencies in cattle: A Review. *Can Vet. J.* 22: 372-376, 1981.
- SNEDECOR, G.W., W.G. COCHRAN. Método estadístico. México. Continental, 1974.
- STEHR, W. Contenido mineral en forrajes destinados a ovinos en la provincia de Santiago (Estudio Prospectivo). Tesis. Santiago, Fac. CC. PP. y Med. Veterinaria, U. de Chile, 1968.
- THOMPSON, J.K., R.L. REID. Mineral status of beef cows and sheep on spring pasture fertilized with kieserite. *J. Anim. Sci.* 52: 969-976, 1981.
- UNDERWOOD, E.J. The mineral nutrition of livestock. 2nd d. Commonwealth Agricultural Bureaux, England, 1981.
- URIBARRI, V.I. Concentración sanguínea de Zn, Co, Cu, Fe, Mn en vacas de 18 lecherías de la X Región. Tesis. Valdivia, Facultad Ciencias Veterinarias, U. Austral de Chile, 1982.
- WITT, K.E., F.N. OWENS. Phosphorus: ruminal availability and effects on digestion. *J. Anim. Sci.* 56: 930-937, 1983.

Recibido julio 1986, aprobado diciembre 1986.