



Comunicación Técnica No. 8
Estación Experimental Tropical "Pichilingue"
Marzo-1984

Angel Anzules S.
Raúl de la Torre F.
Lee R. McDowell.

**ESTADO DE NUTRICION MINERAL DEL GANADO
EN LA ZONA DE QUEVEDO**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
E C U A D O R**

INIAP - Estación Experimental Pichilingue

ESTADO DE NUTRICION MINERAL DEL GANADO EN LA ZONA DE QUEVEDO

Angel Anzules S. *
Raúl de la Torre F. **
Lee R. McDowell. ***

RESUMEN:

Con la finalidad de obtener información sobre el contenido mineral de los pastos, y el estado de nutrición mineral del ganado en pastoreo en la zona de Quevedo—Ecuador, mediante la determinación de los niveles de Ca, P, Mg, Cu, Fe y Zn en el suero sanguíneo: Ca, P, Mg, Na, K, Cu, Zn, Fe, Mn, proteína cruda y digestibilidad *in vitro* en el forraje y; Cu, Fe, y Mn en el hígado, se realizaron 3 muestreos durante el año en 5 localidades del Cantón Quevedo en: la época lluviosa (Abril), final de la época lluviosa (Julio), y final de la época seca (Noviembre). De cada finca se recolectaron 10 muestras de sangre procedentes de vacas Brahman x Criollo de 3 a 4 años de edad y, de forraje simulando el hábito selectivo de los animales. Sólo en la Estación Pichilingue se obtuvieron 6 muestras de hígado. Del total de las muestras que se analizaron, aproximadamente el 7, 7.63, 47.4 y 6.4% se encontraron deficientes o cercanos a la deficiencia en P, Mg, Cu y Zn, en su orden. Las concentraciones promedio de Ca, P, Mg, Fe y Zn fueron normales en las cinco fincas, mientras que los niveles de Cu estuvieron deficientes o cercano a la deficiencia en Julio y Noviembre. En la mayoría de los casos las concentraciones minerales en el suero sanguíneo fueron superiores en la época lluviosa.

En las muestras de forraje los promedios de 0.44, 0.27, 0.17 y 1.29% reportados para el Ca, Mg, Na, K y 10.02, 214.90, 43.87 y 102.42 ppm para el Cu, Fe, Zn y Mn, respectivamente son considerados adecuados para los 3 períodos de muestreo en las 5 localidades. Así también el contenido de proteína cruda (10.09%), y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (48.02%). El P en cambio, fue el elemento que acusó valores por debajo de los niveles de requerimiento.

Los promedios de Cu, Fe en el hígado fueron adecuados, en tanto que el Mn estuvo por debajo de los niveles considerados como adecuados.

En base a las concentraciones de minerales en los tejidos animal y vegetal se puede considerar una deficiencia de P y Cu en el ganado, no obstante que los niveles del Cu en el pasto, se encuentra por encima de los valores considerados como críticos para esta clase de animales.

* Ing. Agr. Asistente Prog. Pastos y Ganadería— E. E. T. "Pichilingue".

** Ing. Agr. Ph. D. Coordinador Asuntos Pecuarios—INIAP.

*** Asesor Universidad de Florida

I. INTRODUCCION

La producción ganadera en el Litoral ecuatoriano al igual que en la mayor parte de los países de América Tropical es sumamente baja, debiéndose en parte a los desórdenes nutricionales entre los que se encuentran las deficiencias, los desbalances y las toxicidades de ciertos elementos minerales.

El ganado bovino, en nuestro país, depende casi exclusivamente de los pastos para la ingestión de nutrientes. En raras ocasiones los forrajes pueden satisfacer completamente todos los requerimientos minerales de los animales, especialmente cuando los pastos crecen sobre suelos pobres o de baja fertilidad. Por otro lado, la mayor parte de las observaciones realizadas, demuestran que son pocos los ganaderos que ofrecen algún tipo de suplementación mineral a más de sal común, y menos aún, los que suplen mezclas adecuadas en dosis correctas y a libre disposición de sus animales. Por las razones mencionadas, si los animales no reciben suplementación mineral jamás podrán producir eficientemente.

Los elementos esenciales que requiere el ganado bovino son: calcio, fósforo, magnesio, sodio, cloro, potasio, azufre, cobre, cobalto, cinc, manganeso, hierro, iodo, molibdeno, selenio y fluor. Los siete primeros son comúnmente denominados minerales mayores a causa de sus requerimientos, relativamente elevados por los animales. Los restantes se denominan minerales trazas por ser requeridos en cantidades pequeñas. Existen indicios de la esencialidad de otros elementos especialmente bromo, estroncio, cadmio y cromo aún cuando oficialmente no han sido reconocidos como tales (1, 3, 12, 13, 26).

Los minerales juegan un papel importante en la nutrición animal, son esenciales para la biosíntesis de nutrientes. Calcio y fósforo son especialmente importantes en el desarrollo de la estructura y soporte de los animales. Thompson y Werner (23), reportan que calcio es el elemento más abundante en el cuerpo del animal, y cerca del 99% está localizado en los huesos y dientes y lo restante en los tejidos blandos. De acuerdo a Morrison (18), los síntomas que se presentan ante una deficiencia de calcio son raquitismo y osteomalacia y, es más frecuente cuando el ganado de carne es alimentado con dietas altas en granos que contienen niveles elevados de energía.

Por otro lado, el fósforo representa el 1% del peso del cuerpo, pero a diferencia del calcio está aproximadamente el 80% del total en los huesos y el 20% en los tejidos blandos, implicado en todas las reacciones metabólicas y es importante para la microflora del rumen. La mayoría de las investigaciones, demuestran que la deficiencia de fósforo es tal vez la más extendida en América Latina y en el mundo entero que cualquier otro desorden nutricional. Varios autores (10, 21, 22), reportan haber encontrado desbalances de fósforos en América Latina, debido al bajo contenido aprovechable que existe en la gran mayoría de los suelos. Así McDowell (14) al examinar el contenido de 2615 forrajes de América Latina encontró que de 1129 muestras analizadas, el 72.8% acusaba concentraciones inferiores o iguales a 0.30%, las mismas que son consideradas marginales o deficientes para la mayoría de las clases de ganado.

El 70% del magnesio del cuerpo se lo encuentra en los huesos y en los dientes, de donde es movilizado en caso de escasez a los fluidos del organismo (9, 12, 26). Bajo condiciones normales, es poco probable que se presenten casos de deficiencias de magnesio en ganado. Así Viena, citada por López et al (11), reportó que no se conoce referencias sobre deficiencias de magnesio en rumiantes y que la mayoría de los forrajes contienen cerca de dos veces las concentraciones de magnesio exigida por los animales. Sin embargo, varios autores (5, 8, 13), indican que han sido establecidas o se sospechan deficiencias de este elemento en varios países de América Latina.

La mayoría de los investigadores coinciden en señalar que después del fósforo, el cobre es el ele-

mento sobre los que se han reportado deficiencia y ésta ocurre cuando el contenido del molibdeno de los forrajes excede los 3 ppm y los niveles de cobre están bajo los 5 ppm (14).

En el animal, las concentraciones afectan al hígado por la ingestión de molibdeno, sulfato inorgánico, exceso de cinc, carbonato de calcio y de otros componentes de la dieta (26). McDowell (15), en su trabajo de revisión de Literatura sobre nutrición mineral reportó haber encontrado niveles bajos de cobre y altos de molibdeno en los forrajes. De 236 forrajes analizados, 46.6% presentaron niveles menores de 10 ppm para el cobre, en tanto que de 133 muestras el 13.6% presentaron niveles de 3 pp, y mas de molibdeno.

Con estos antecedentes se planificó el presente estudio que tuvo los siguientes objetivos:

- Determinar el estado de nutrición mineral del ganado en pastoreo en la zona de Quevedo, y;
- Evaluar el contenido mineral de los pastos.

2. MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se basó en la recolección de tejidos animales y vegetales de cuatro fincas ganaderas y la Estación Tropical "Pichilingue", situada en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos. Ecuador. Muestras de sangre, hígado y forraje tomadas de 10 vacas mestizas Brahman x Criollo de 3 a 4 años de edad y de un mismo estado fisiológico. La obtención de muestras se realizó en tres épocas del año, tratando que coincidan en media época lluviosa (Abril), final de la época lluviosa e inicio de la época seca (Julio) y, final de la época seca (Noviembre).

Se recolectaron en tubos de ensayo 30 ml de sangre de cada animal mediante punción en la yugular. En vista de que para el análisis de ciertos minerales se requiere de una muestra de suero libre de protefna, parte de esta fracción de sangre fue deproteínizada para la determinación de Ca, P y Mg, en tanto que en el suero sanguíneo entero se determinó los elementos menores Cu, Fe y Zn.

Las muestras de forraje fueron tomadas el mismo día que las de sangre y su recolección se hizo mediante arrancado manual, tratándose de simular el hábito selectivo del ganado en los potreros donde pastaban. En estas muestras fueron determinados los elementos mayores Ca, P, Mg, Na y K y trazas como Cu, Zn, Fe y Mn; además, el contenido de protefna y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

En la Estación Experimental "Pichilingue" se obtuvieron seis muestras de hígado correspondiente a animales sacrificados, los que fueron tomadas cortando una porción del lóbulo derecho (lobus dexter) y mantenidas en botellas de polietileno conteniendo formaldehído al 10%. Todas las muestras fueron analizadas para determinar Cu, Fe y Mn.

Las concentraciones de Ca, Mg, Cu, Fe y Zn del suero sanguíneo como del forraje; de Na, K y Mn del forraje y de Cu, Fe y Mn del hígado fueron determinados por absorción atómica usando un especto fotómetro Perkins 303 en base a los métodos de análisis usados por Fick et al (6). El p del suero sanguíneo del forraje, fue determinado por el método colorimétrico de Fiske y subbarow (7).

El contenido de protefna cruda del forraje fue determinado por el método micro-kjeldahl descrito por Muller (19) y la digestibilidad *in vitro* por técnica de digestibilidad *in vitro* de dos etapas desarrolladas por Tilley y Terry (24) y modificada por Moore y Mott (16).

Para el análisis estadístico de las concentraciones minerales en el suero sanguíneo, se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS) y para establecer diferencias entre medias se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan (4).

3. RESULTADOS

El contenido promedio de mineral en el suero sanguíneo se presenta en el Cuadro 1, observando que los valores mas altos se reportan para el Ca, Mg y Fe en la finca Sandra; en cambio, que para el P, Cu y Zn fueron obtenidos en las localidades B. Esperanza, Manguila y Estación Pichilingue, respectivamente. En la separación de fincas dentro de periodos (Cuadro 2), se observa que en la mayoría de los casos existe una diferencia estadística significativa del primero con relación a los dos restantes; no así el elemento Ca, que presentó el nivel mas alto en el mes de Julio. No se reportó diferencia estadística entre periodos para los elementos P y Mg.

Las concentraciones promedios de minerales, proteína cruda y digestibilidad *in vitro* en las muestras de forraje se presentan en el Cuadro 3. Se puede apreciar que con excepción de P, todos los elementos se encuentran en cantidades adecuadas. Estos valores en casi todos los niveles fueron estadísticamente superiores en el mes de Julio comparados a los de Abril y Noviembre (Cuadro 4).

En el Cuadro 5, se aprecian las concentraciones minerales en las muestras de hígado tomadas de animales sacrificados en la Estación Pichilingue, los promedios de 190.38, 240.71 y 4.98 ppm. fueron obtenidos para los elementos Cu, Fe y Mn, respectivamente.

CUADRO 1. Concentraciones promedios de minerales en el suero sanguíneo 1/.

Localidades	Elementos *					
	mg/100 ml			ug/100 ml		
	Ca	P	Mg	Cu	Fe	Zn
Est. Pichilingue	10.48	5.82 b	2.20	128.34	250.22	145.42
B. Esperanza	10.80	6.58 a	2.24	131.28	218.22	142.94
Manguila	10.60	6.07 ab	2.07	136.01	199.12	126.87
Sandra	10.87	6.27 ab	2.32	119.60	259.13	140.83
El Encuentro	10.35	5.99 b	2.16	132.12	244.12	126.02
Promedio	10.60	6.16	2.20	129.59	234.20	136.40

1/ Promedio de 10 animales por localidad en tres épocas de muestreo.

*/ Promedios con distintas letras en la columna son significativamente diferente (P. 05).

CUADRO 2. Concentraciones promedios de minerales en tres épocas de muestreo en el suero sanguíneo 1/ .

Elementos **	Epocas *		
	I Abril	II Julio	III Noviembre
Ca	9.67 b	12.82 a	9.39 b
P	6.36	5.96	6.13
Mg	2.37	2.23	2.01
Cu	257.12 a	68.89 b	62.76 b
Fe	415.36 a	140.43 b	146.91 b
Zn	195.12 a	112.88 b	101.29 b

1/ Promedios de 50 animales por época

*/ Promedios con distintas letras en la hilera son significativamente diferentes (P. 05).

**/ Ca, P, Mg expresado en mg/10 ml; Cu, Fe y Zn expresado en ug/100 ml.

CUADRO 3. Promedio del contenido mineral en muestras de forraje 1/

Localidades	Elementos										
	o/o				ppm						
	PC	DIVMS	Ca	P	Mg	Na	K	Cu	Mn	Fe	Zn
Est. Pichilingue	10.00	46.50	0.54	0.21	0.36	0.09	1.23	7.28	121.05	171.14	37.91
B. Esperanza	9.60	45.10	0.46	0.17	0.27	0.03	1.15	5.47	25.85	105.91	43.90
Manguila	11.40	52.80	0.37	0.23	0.21	0.28	1.82	14.20	144.04	192.89	38.34
Sandra	11.30	49.00	0.44	0.10	0.30	0.23	0.96	12.97	148.28	136.58	61.54
El Encuentro	8.20	46.70	0.41	0.19	0.20	0.24	1.29	10.19	72.86	467.98	37.64
Promedio	10.69	48.02	0.44	0.20	0.27	0.17	1.29	10.02	102.42	214.90	43.87

1/ Promedio de tres épocas de muestreo.

CUADRO 4. Promedio del contenido mineral en muestras de forraje en tres épocas del año 1/

Epocas	Elementos *										
	o/o				ppm						
	PC.	DIVMS	Ca	P	Mg	Na	K	Cu	Mn	Fe	Zn
I (Abril)	9.6	48.60	0.45 ^b	0.18 ^b	0.13 ^b	0.13	1.49	5.78	197.02 ^a	187.47	61.94
II (Julio)	10.02	44.90	0.56 ^a	0.25 ^a	0.57 ^a	0.22	1.38	11.82	51.10 ^b	296.07	22.00
III (Noviembre)	10.65	50.50	0.32 ^c	0.16 ^c	0.11 ^b	0.18	0.99	12.47	69.12 ^b	161.16	47.64
Promedio	10.69	48.02	0.44	0.20	0.27	0.17	1.29	10.02	102.42	214.90	43.87

*/ Los promedios con distintas letras en la columna son significativamente diferentes (P. 05)

1/ Promedios de cinco localidades por época.

CUADRO 5. Concentraciones minerales en muestras de hígado de animales de la Estación Experimental Tropical "Pichilingue" (ppm).

Número de la muestra	ELEMENTOS		
	Cobre	Hierro	Manganeso
1	180.35	245.07	5.30
2	194.94	180.10	4.24
3	186.58	274.57	5.30
4	188.62	254.41	5.48
5	222.95	247.37	5.31
6	168.85	242.72	5.33
Promedio	190.38	240.71	4.98

4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los niveles de Ca, P y Mg reportados en el suero sanguíneo, reflejan una adecuada concentración de estos elementos, ya que ellos se encuentran dentro de los límites considerados por algunos autores como adecuados (2, 13, 26). Todos los promedios así como los valores individuales para el Ca están dentro de los rangos normales, con lo que se confirma las apreciaciones de Morrinson (18) en el sentido de que las deficiencias de este elemento ocurre cuando los animales son mantenidos en confinamiento y alimentados con raciones ricas en cereales.

El contenido de P de los forrajes fue considerablemente bajo (0.20%), lo que no guarda relación con las concentraciones aparentemente normal y elevadas en el suero sanguíneo. Tomando en consideración que en la mayoría de las fincas no suplementaban a los animales con mezclas mineralizadas completas, y lo expuesto anteriormente podríamos presumir que esta diferencia posiblemente se deba a que los animales al momento de la toma de muestras de sangre estuvieron agitados, lo que transforma por efecto hormonal el fósforo orgánico a inorgánico, con lo que resultan valores elevados en el suero sanguíneo.

Los promedios de fósforo sérico (5.82 a 6.59 mg/100 ml), obtenidos en las cinco localidades, pueden considerarse dentro de los límites fisiológicos normales. Cunha et al (2), McDowell (13), Underwood (26), indican que el rango de fósforo en el suero sanguíneo fluctúa de 5 a 8 mg/100 ml y que los valores inferiores son indicativos de una deficiencia.

A pesar que los promedios registrados caen dentro de los límites de requerimiento del Mg, la incidencia de hipomagnesemia fue de 7.63^o/o del total de las muestras analizadas, acentuándose hacia época seca. No se evidenció signos clínicos de deficiencia.

En el suero sanguíneo, el contenido de Cu, Fe y Zn en la época lluviosa estuvieron dentro de los límites considerados normales (13,26). Se pudo observar un descenso brusco de estos elementos hacia el final de la época seca y notándose una marcada deficiencia para el Cu, seguido del Zn, encontrándose que del total de las muestras analizadas el 47.4^o/o y el 6.4^o/o acusaron valores por debajo de los normales, para ambos elementos. Lo indicado concuerda con McDowell (14), Tokarnia (24), quienes sostienen que después de P, Cu es el elemento sobre los que han reportado una mayor deficiencia en el ganado bovino en América Latina.

Los valores promedios de los elementos minerales encontrados en el forraje aún el mínimo, pueden ser considerados adecuados. Comparando los minerales obtenidos en el análisis y los reportados por la National Research Council (20), se puede manifestar que el valor nutritivo de los pastos de la zona de Quevedo, están en condiciones de satisfacer las demandas tanto de animales jóvenes como de adultos en producción. Consideración especial merecen el P y Cu; así, los valores obtenidos para el P confirman la deficiencia de este elemento en la dieta, en tanto que Cu es alto en el forraje y bajo en el suero sanguíneo, esta discrepancia con relación al último se deba quizá a que exista, efecto de bloqueo de Mo y sulfatos inorgánicos con el Cu, ya que se consideran a estos elementos como antagonicos (26).

Los promedios obtenidos de Cu y Fe, en las muestras de hígado son adecuados y están dentro de los límites normales reportados por McDowell (16), Cunha et al (2), Underwood (26). En tanto que el Mn, presentó un promedio de 4.98 ppm considerado por estos autores como deficiente.

En consecuencia, tomando en consideración el análisis de los tejidos animales y vegetales, se puede concluir lo siguiente: Las concentraciones de Ca, P y Mg del suero sanguíneo fueron adecuados, encontrándose que del total de las muestras analizadas, el 7 y 7.63^o/o acusaron niveles deficientes o cercanos a la deficiencia en P y Mg, respectivamente. Los valores de Cu y Zn se volvieron críticos o deficientes hacia el final de la época seca. En el forraje, a excepción de P todos los elementos minerales como el contenido de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* del forraje son suficientes para cubrir las necesidades del ganado.

A B S T R A C T: With the objective of obtaining information relative to the mineral content of pasture and state of mineral nutrition of livestock on the pasture in the region of Quevedo, Ecuador, the blood serum levels of Ca, P, Mg, Cu, Fe and Zn, plus Mg, Na, K, Cu, Zn, Fe, Mn protein crude and digestibility *in vitro* on the dry mater and hepatic tissue levels of Cu, Fe, and Mn was determined.

The analyses performed were based on three samples taken from five farms over a period of one year. The three sampling times correspond to; the rainy season (april), the end of the raining season and the beginning of the dry season (july) and the end of the dry season (november). From each farm ten blood samples taken from three to four years old Brahman-Criollo cross cattle. Forage samples were also taken in a manner simulating the animals selection of forage. During each of the three sampling times six livers were obtained from the cattle at the Pichilingue Agricultural Experiment Station (INIAP).

Analyses showed that the levels of P, Mg, Cu and Zn were found to be reduced or deficient in approximately 7, 7.63, 47.4 and 6.4% respectively of all blood samples analyzed. Furthermore the average serum concentration of Ca, P, Mg, Fe and Zn were normal in the five farms while the levels of Cu were found to be reduced or deficient in the month of July and November. In the majority of cases the blood serum concentration of minerals were high in the rainy season and significantly low in the dry season.

As regards the forage samples the average levels of Ca, Mg, Na, K, Cu, Fe, Zn and Mn, with values of 0.44, 0.27, 0.17, 1.29% and 10.02, 214.90, 43,87 and 102.42 ppm respectively are adequate for the three sampling periods. Likewise, the crude protein content (10.09%) and the digestibility *in vitro* on the dry matter (48.02%) was also adequate. In contrast, phosphorus were measured at a level be low that required for proper nutrition.

The average levels of Cu and Fe in hepatic tissue were adequate while Mn was found to be deficient.

Based on the concentration of mineral in animal tissue and vegetal matter, as determined here, it can be concluded that a deficiency of P and Cu exist in regards to livestock nutrition in this area. The degree to which these elements are found to be deficient is critical when considering the proper nutrition of this particular class of animal.

L I T E R A T U R A C I T A D A

1. **AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL. 1973.** Necesidades nutritivas del ganado vacuno lechero. México. pp. 14-25.
2. **CUNHA, et al. 1964.** Minerals for beef cattle in Florida. Florida, Agricultural Experiment Station. Bulletin 683.
3. **DE ALBA, J. 1958.** Alimentación del ganado en la América Latina. México, Prensa Médica Mexicana. pp. 9-10.
4. **DUNCAN, D. B. 1955.** Múltiple Range and Multiple F. Test. Biometrics 11:1-42.
5. **FICK, K. R., HOUSER, R. H. and McDowell, L. R. 1976.** Current Status of mineral research in Latin American. Gainesville, Fla. University of Florida. 18 p. (mimeografiado).
6. ————, et al. 1976. Métodos de análisis mineral para tejidos de plantas y animales. Florida, University of Florida. p. irr.
7. **FISKE, C. H. and SUBBAROW, I. 1925.** Oloimetric determination of phosphorus. Journal of Biological Chemistry 66:375-400.
8. **HERVAS, T. A. 1976.** Macro y micro elementos en diez hatos lecheros del Valle de Machachi. Tesis Med. Vet. Quito, Ecuador, Universidad Central. 105 p.
9. **KOLB, E. 1977.** Fisiología veterinaria. Zaragoza, España, Acribia. pp. 112-131.
10. **LOOR, M. A. 1975.** Estudio de la disponibilidad de nutrientes minerales para el crecimiento de *Centrosema pubescens* Benth en dos suelos de Santo Domingo. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil. 48 p.
11. **LOPEZ, H.O.S., PEREIRA-NETO, J. M. e SAMPAIO, J.B.M. 1973.** Algunos factores que influyen los niveles de fósforo inorgánico, calcio, magnesio e fosfatose alcalina no soro sanguíneo de bovinos no cerrado. Arquitectura, Escuela Veterinaria 25(3) : 305-308.
12. **MAYNARD, L. A. and LOOSLI, J.K. 1969.** Animal Nutrition. 6a. ed. New York, McGraw-Hill. pp. 154-228.
13. **McDOWELL, L. R. 1974.** Mineral deficiencies and toxicities and their effect on beef production in developing countries. Presentation Paper Conference on Beef Cattle Production in Developing Countries. Univer. of Edimburgh, Sctotland. 41 p. (mimeografiado).

14. McDOWELL, L. R. 1974. Determinación de deficiencias y toxicidades de minerales en el ganado en América Latina. Gainesville, Fla. Universidad de Florida. 16 p. (mimeografiado).
15. —————. 1977. Investigaciones minerales recientes para el ganado de América Latina. Gainesville, Florida, Universidad de Florida. 19 p. (mimeografiado).
16. —————, FICK, K. R., HOUSER, R. H., CONRAD, J.K. and LOOSLI, J.K. 1976. Meeting mineral requirements for Grazing livestock in the tropic. Presentation Paper. Symposium on feed composition, Animal Nutrient Requirements, and Computerization of diets. Utah State University. Logan. 23 p. (mimeografiado).
17. MOORE, J.E. and MOTT, G. O. 1974. Recovery of residual organic matter from *in vitro* digestion of forage. *Journal of Dairy Science* 57:1258.
18. MORRISON, F.B. 1956. Compendio de alimentación del ganado. Trad. de la 8a. ed. inglesa por José Luis de la Loma. México, UTEHA. pp. 69–70.
19. MULLER, L. 1961. Un aparato micro-kjeldahl simple para análisis rutinarios de materias vegetales. *Turrialba (Costa Rica)* 11 (1) : 17–25.
20. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1976. Nutrient requirement of domestic animals, No. 4. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 5th. Ed. National Academy of Sciences, Washington, D.C. 56 p.
21. PALACIOS, C. 1975. Efecto de la inoculación, peletización y nutrición mineral en la fijación de nitrógeno por *Centrosema Pubescens* Benth. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil. 31 p.
22. SANCHEZ, P.A. and BUOL, S.W. 1975. Soils of the tropics and the world food crisis. *Science* 88:599–605.
23. THOMPSON, D.J. and WERNER, J.C. 1978. Calcio y Fósforo e fluorna nutricao animal. In Simposio Latinoamericano sobre pesquisa en nutrición mineral de ruminantes en pastagens. Belo, Horizonte, Brazil, Marzo 22 a 26, 1976. Gainesville, Florida, University of Florida. p. 85.
24. TILLEY, J.M.A. and TERRY, R.A. 1962. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal British Grassland Society* 18 (2):104–111.
25. TAKARNIA, C.H. and DOBEREINER, J. 1973. Diseases caused by mineral deficiencies in cattle raised under ranger conditions in Brasil, a review. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira (Serie Veterinaria)* 8 (suple) : 1.
26. UNDERWOOD, E.J. 1968. Los minerales en la alimentación del ganado. Trad. por Pedro Malnenda. Zaragoza, España, Acribia. 320 p.

PRODUCCION:

DEPARTAMENTO DE COMUNICACION DEL INIAP D-25

Casilla 2600 - Quito-Ecuador

Marzo, 1984 - SIP-010

Comunicación Técnica No. 8

Editor: Lcdo. Gerardo Heredia Ll.

Impresión: INIAP

MFE.