

CONTENIDO MINERAL EN LOS FORRAJES Y SANGRE DE BOVINOS DE LOS DISTRITOS DE TILARAN CENTRO, UPALA CENTRO Y BIJAGUA, COSTA RICA¹/*

Hernán Fonseca **

Emilio Vargas **

Manuel Pontigo **

Carlos Portillo ***

ABSTRACT

Mineral content of forages and blood from cattle in the districts of Tilaran, Upala and Bijagua, Costa Rica. The calcium, phosphorus and magnesium nutrition of grazing beef cattle from three selected districts of Costa Rica were studied. Eighty three forage samples from ten different species were collected in 18 farms throughout three Counties and eighty six blood samples were taken during the dry season of the year from December 1976 through May 1977. The results showed values of 0.14, 0.09 and 0.13 per cent respectively in forages for Ca, P, and Mg and 9.33, 6.62 and 2.60 mg/100 ml for the same minerals in blood serum. Seventy per cent of the forages analyzed were low in Ca, 99 per cent were low in P and 24 per cent were low in Mg. When these percentages were related to the mineral content in blood they showed low values corresponding to 61, 9 and 35 per cent, for Ca, P and Mg respectively. The low percentage of blood P deficient cattle was attributed to problems in the collection of samples which include stress, exercise, hemolysis, temperature and serum separation time, as well as supplementation carried out by various farms. On the other hand the high percentage of blood magnesium deficient animals was supposed to be affected by the mature stage of the forage consumed.

Phosphorus and calcium supplements for beef animals are advisable under grazing conditions in the area studied as well as additional magnesium for lactating females.

INTRODUCCION

La producción de ganado bovino en Costa Rica, es uno de los rubros más importantes en la economía nacional y se desarrolla en todo el territorio, con un total aproximado de 2.093.125 cabezas en el año 1979 (3).

En Costa Rica, igual que en la América Latina, las deficiencias y desajustes en la nutrición mineral de bovinos en pastoreo, representan parte considerable de los factores que influyen en la baja productividad; McDowell (15), agravándose la condición en las épocas de sequía, Blue y Tergas (2).

Poca información existe en las zonas comprendidas en este estudio sobre el aporte mineral

1/ Recibido para su publicación el 15 de octubre de 1983.

* Parte de la tesis de grado del segundo autor presentada a la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica y parcialmente financiada por el Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICIT), la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID), la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica y la colaboración de la Universidad de Florida, el Cuerpo de Paz y el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

** Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

*** Ingeniero Agrónomo Zootecnista, residente en Venezuela.

de los forrajes que son la fuente principal de alimentación, pero se han descrito varias condiciones que aparentemente reflejan deficiencias condicionadas, por falta de algunos minerales en la ración normal (13).

El presente estudio pretende obtener mejor información en lo referente a esta sospecha, a fin de aportar elementos básicos de solución a la baja productividad de la ganadería local.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en los distritos de Upala y Bijagua de la zona Atlántica y en el distrito de Tilarán de la zona de transición al Pacífico Seco; la elevación de la zona estudiada varía entre 48 y 564 m, con temperatura media de 23,3 y 24,6 °C, para los distritos de Bijagua y Upala respectivamente y 23,5 °C para el distrito de Tilarán. La precipitación media anual para los distritos en el mismo orden es de 2.310; 2.356 y 2.230 mm.

La recolección de muestras en los tres distritos se efectuó entre los meses de diciembre de 1976 y mayo de 1977. Se tomaron un total de 83 muestras de forraje de 18 fincas en los tres distritos. Las especies estudiadas fueron: *Hyparrhenia rufa*, *Cynodon nlenfluensis*, *Pennisetum purpureum*, *Setaria sphacelata*, *Panicum barbinode* o *Brachiaria mutica*, *Panicum maximum*, *Melinis minutiflora*, *Pennisetum clandestinum* *Paspalum conjugatum* y *Digitaria decumbens*.

El número de fincas estudiadas y las muestras de forraje fueron tomadas al azar, pero de acuerdo a un estudio previo del área y población animal de cada distrito. De las fincas seleccionadas se tomaron muestras de forraje y sangre. Cada muestra de forraje se cortó a altura de 10 a 15 cm del nivel del suelo e introducida en bolsas plásticas y luego fue secada a 60 °C por 48 horas y seguidamente molida en molino Willey de acero inoxidable en tamiz de 1 mm de diámetro. Se almacenaron en bolsas plásticas selladas hasta el momento del análisis. El calcio (Ca), y magnesio (Mg) se determinaron por absorción atómica según el método de Fick *et al.* (6). El fósforo (P) se analizó por determinación colorimétrica, según el método de Fiske y Subbarow (7). Las 86 muestras de sangre se obtuvieron por punción yugular (15 ml), recogidas en tubos de ensayo plásticos, que fueron centrifugados dentro de las posteriores cuatro horas; colocado el suero en hielo y luego

congelado en el laboratorio hasta su análisis. El suero se analizó para P (7), Ca y Mg (6).

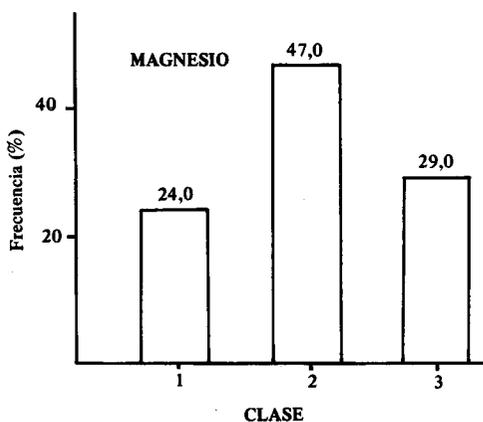
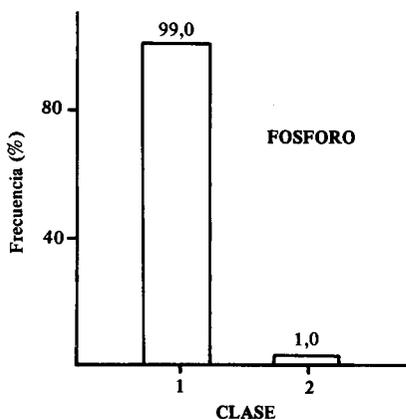
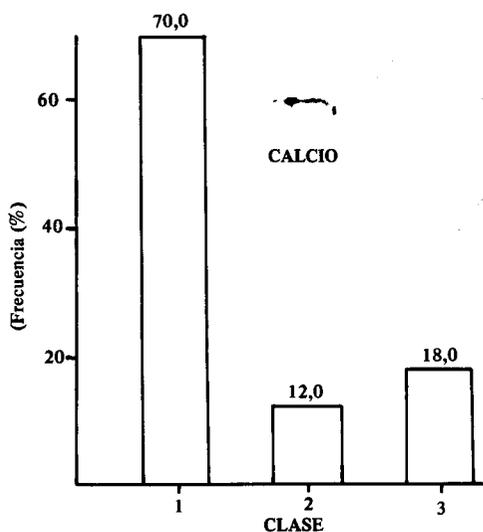
Los datos se analizaron utilizando un modelo estadístico de tipo anidado (jerárquico). Las variables de clasificación fueron: zona, provincia, cantón, distrito, finca, sexo (solo en sangre) edad y muestra. Se obtuvieron correlaciones; totales, intra clase y entre clases. Para el modelo de predicción se utilizaron los procedimientos de regresión lineal múltiple por etapas STEPWISE y máxima R^2 .

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 muestra la composición química mineral de los forrajes estudiados por fincas y distritos, en donde se aprecia que el Ca promedia 0,15 por ciento, con un ámbito entre distritos que oscila entre 0,13 y 0,16 por ciento, mostrando todos los valores cifras inferiores a los requerimientos mínimos establecidos para animales bovinos de carne de 0,18 a 0,22 por ciento de la

Cuadro 1. Composición química de forrajes por distrito y finca (g/100 g, base seca)

Distrito	Finca	Calcio	Fósforo	Magnesio
Tilarán	1	0,26	0,06	0,18
	2	0,12	0,12	0,08
	3	0,18	0,08	0,10
	4	0,14	0,11	0,08
	5	0,10	0,08	0,06
	6	0,18	0,10	0,13
Promedio		0,16	0,09	0,10
Upala	1	0,13	0,11	0,14
	2	0,08	0,09	0,15
	3	0,17	0,05	0,14
Promedio		0,13	0,08	0,14
Bijagua	1	0,16	0,08	0,12
	2	0,17	0,10	0,12
	3	0,25	0,08	0,15
	4	0,17	0,12	0,18
	5	0,15	0,12	0,10
	6	0,14	0,10	0,15
	7	0,13	0,08	0,15
	8	0,11	0,11	0,12
	9	0,08	0,08	0,10
Promedio		0,15	0,10	0,13
Promedio global		0,15	0,09	0,12



Elemento	Concentración en base seca (%)		
	Clase		
	1	2	3
Calcio	0,00 - 0,17	0,18 - 0,22	> 0,22
Fósforo	0,00 - 0,17	0,18 - 0,22	> 0,22
Magnesio	0,00 - 0,039	0,04 - 0,10	> 0,10

Fig. 1. Distribución de la concentración de los elementos minerales mayores en los forrajes de Tilarán y Upala.

materia seca (18). La información indica así mismo, que aunque se observaron valores promedio entre fincas en un rango de 0,08 hasta 0,26 por ciento, no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre fincas, distritos ni ninguna otra variable estudiada. De la Figura 1, se desprende que el 70 por ciento de las muestras estudiadas presentaron niveles inferiores a los requerimientos citados anteriormente; 12 por ciento tuvieron valores considerados normales y 18 por ciento más altos de los mínimos normales. En el Cuadro 2, se presenta el contenido de Ca, P y Mg por especie. El análisis estadístico indicó que existen diferencias significativas ($P < 0,05$) en cuanto al contenido de calcio de las distintas especies analizadas.

Cuadro 2. Contenido de calcio, fósforo, magnesio de algunas especies forrajeras en los cantones de Tilarán y Upala (g/100 g, base seca)

Especie	No. de muestras	Mineral		
		Calcio	Fósforo	Magnesio
<i>Hyparrhenia rufa</i>	12	0,25	0,06	0,15
<i>Cynodon nlenfluensis</i>	36	0,14	0,10	0,11
<i>Pennisetum purpureum</i>	3	0,13	0,09	0,08
<i>Setaria sphacelata</i>	2	0,96	0,07	0,06
<i>Brachiaria mutica</i>	4	0,12	0,10	0,15
<i>Panicum maximum</i>	5	0,10	0,11	0,15
<i>Melinis minutiflora</i>	1	0,78	0,04	0,05
<i>Pennisetum clandestinum</i>	2	0,12	0,10	0,11
<i>Paspalum conjugatum</i>	17	0,13	0,12	0,17
<i>Digitaria decumbens</i>	1	0,14	0,11	0,06

La concentración de los minerales estudiados en el suero sanguíneo se presenta en el Cuadro 3. Tal como se observa, el distrito de Tilarán presenta promedios más altos de Ca que los otros dos distritos estudiados. El análisis estadístico mostró que los distritos de Upala y Bijagua en conjunto, que representan a la zona Atlántica, mostraron un valor significativamente menor que el promedio encontrado en Tilarán que representa la zona

Cuadro 3. Contenido de calcio, fósforo y magnesio en suero sanguíneo por distrito y finca

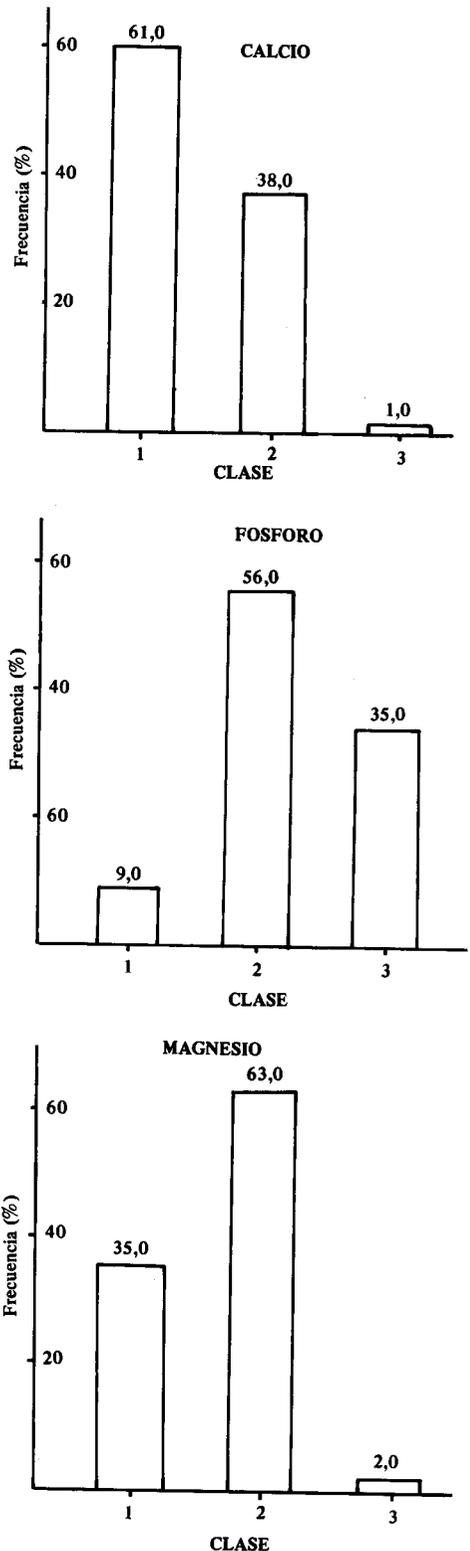
Distrito	Finca	Calcio	Fósforo	Magnesio
		mg/100 ml		
Tilarán	1	11,38	4,33 b	3,24a
	2	11,40	5,92ab	2,51ab
	3	10,66	6,19ab	2,86ab
	4	11,93	6,90a	3,10ab
	5	11,77	6,77ab	2,55ab
	6	11,25	6,02ab	2,46ab
Promedio		11,40	6,02	2,85
Upala	1	8,87	7,92a	2,56ab
	2	8,36	7,55a	2,14ab
	3	7,89	6,14ab	2,58ab
Promedio		8,37	7,20	2,43
Bijagua	1	8,78	6,47ab	2,58ab
	2	8,02	7,18a	2,83ab
	3	8,52	6,21ab	2,33 b
	4	8,34	7,88a	2,57ab
	5	8,42	6,59ab	2,53ab
	6	8,28	5,67ab	2,77ab
	7	7,76	6,35ab	2,42ab
	8	7,89	7,64a	2,37 b
	9	8,11	5,91ab	2,35 b
Promedio		8,24	6,66	2,53
Promedio global		9,34	6,63	2,60

a. b. Promedios en una columna con letras iguales, no difieren entre sí. ($p < 0,05$).

Pacífico Seco. En la Figura 2, se observa que el 61 por ciento de la población bovina tiene niveles inferiores a los establecidos como normales de 9–12 mg/100 ml. (11, 14, 18), el 38 por ciento restante acusa valores normales y uno por ciento valores superiores a los 12 mg/100 ml. Es bien conocido, la gran capacidad de regulación hormonal del nivel de Ca en el suero sanguíneo por

Elemento	Concentración mg/100 ml		
	Clase		
	1	2	3
Calcio	6,0 – 8,9	9,0 – 12,0	\geq 12,0
Fósforo	0,0 – 3,9	4,0 – 6,0	$>$ 6,0
Magnesio	0,0 – 1,7	1,8 – 3,2	$>$ 3,2

Fig. 2. Distribución de la concentración de calcio, fósforo y magnesio en el suero sanguíneo de bovinos en pastoreo en los cantones de Tilarán y Upala.



los bovinos (20), sin embargo, esta alta proporción de animales con niveles de Ca bajos observado en la zona, acompañado de concentraciones bajas en los forrajes, podría interpretarse como una posible deficiencia crónica de Ca en los animales, la cual, debería comprobarse a través de estudios de suplementación y análisis bioquímicos más precisos, como sería el Ca en hueso.

El P está reconocido como el mineral que con mayor frecuencia se presenta deficiente en el ganado bajo pastoreo en los trópicos (1, 4, 5). En el presente estudio se encontró en forrajes un promedio general para la zona de 0,09 por ciento con valores entre fincas de 0,06 hasta 0,12 por ciento de la materia seca, valores considerados como deficientes, según el NRC (18), que establece la concentración mínima de P en forrajes para bovinos en pastoreo entre 0,18 y 0,22 por ciento de la materia seca. No se observaron diferencias estadísticas para este nutrimento entre las variables estudiadas. En la Figura 1, se observa que un 99 por ciento de los forrajes de la zona, presentan niveles deficientes y solamente el uno por ciento contienen suficiente P para llenar las necesidades mínimas de este nutrimento por los animales. Algunos de los suelos de la región poseen características de acidez, por lo que, según Foy y Brown (8), éstos suelos presentan una alta saturación de iones de hierro y aluminio que forman compuestos insolubles (sesquióxidos) con el P, reduciendo así la absorción del P por la planta. El Cuadro 2, muestra el contenido de P en las principales especies de forrajes cultivados en la zona. Tal como se indica, todas las especies mostraron valores de este elemento inferior a los mínimos necesarios para bovinos en pastoreo. No se observaron diferencias significativas entre especies.

Contrario a los bajos niveles de P en los forrajes, los valores más frecuentes encontrados en la sangre (56 por ciento) se ubican en un rango considerado como normal, de 4 a 6 mg/100 ml, según Miller y Stake (16); el 35 por ciento superaron los valores asumidos como normales y solamente el 9 por ciento de los animales mostraron niveles bajos. Esta aparente contradicción entre el nivel de P en los forrajes y el suero sanguíneo ha sido frecuentemente observada en diferentes estudios en países tropicales (16), en los cuales se ha señalado como causas responsables de este hecho a que el stress, el ejercicio previo, la hemólisis, altas temperaturas y el tiempo de separación

del suero, elevan el contenido de P en éste. Asimismo, otro factor que podría contribuir a este hecho, es la suplementación mineral que efectúan algunas de las fincas estudiadas.

El Mg constituye un 0,05 por ciento del peso vivo de los mamíferos y el contenido en suero puede dar una indicación de su consumo por el animal (12). Sin embargo, el contenido de Mg en las plantas es muy variable (9) observándose niveles que oscilan entre 0,05 a 0,49 por ciento de la materia seca (19). En el presente estudio se encontró que un 47 por ciento de las muestras arrojaron valores de Mg en un rango de 0,04 y 0,10 por ciento de la materia seca, valor considerado por el NRC (18) como el requerimiento mínimo para animales en pastoreo; un 24 por ciento de los datos estuvieron por debajo de ese valor y un 29 con concentraciones superiores. El promedio de Mg en los forrajes fue de 0,12 por ciento, valor considerado como adecuado para animales en pastoreo. En el Cuadro 2 se presenta el contenido de Mg para algunas de las especies forrajeras de la zona, observándose que los promedios por especie variaron desde 0,05 hasta 0,17 por ciento de la materia seca, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre especies.

En el Cuadro 3, se observa que el promedio de Mg en el suero sanguíneo de los animales de la zona fue de 2,60 mg/100 ml, lo cual está dentro del ámbito normal de 1,8 a 3,2 mg/100 ml propuesto por Underwood (20). En la Figura 2, se indica que un 63 por ciento de los animales tenían valores normales de Mg en el suero, un 35 por ciento inferior a ese rango y un 2 por ciento superior. El análisis de varianza mostró que existen diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las fincas estudiadas.

Con el propósito de buscar una explicación al contenido de calcio, fósforo y magnesio en el suero sanguíneo de los animales de la zona, la información fue analizada utilizando un modelo de regresión múltiple, para lo cual se utilizó el proceso de STEPWISE.

Los niveles de calcio en el suero sanguíneo se vieron afectados en forma significativa y positiva por las variables provincia y especie de pasto, y en forma significativa y negativa por la variable finca. Una explicación al efecto que tuvieron las variables finca y especie de pastos, podrían ser las prácticas de suplementación mineral en las fincas y las diferencias en el contenido mineral de las diferentes especies forrajeras de la zona.

Los resultados del análisis estadístico mostraron que el P en el suero sanguíneo es influido en forma positiva y significativa ($P < 0,05$), por la variable cantón, concentración de P en los forrajes y en forma negativa por la edad de los pastos, el distrito y el contenido de Mg en los forrajes. Se ha demostrado que el P disminuye conforme avanza la madurez de los forrajes (2). También se ha reportado que un nivel bajo en P en el suero sanguíneo, es indicativo de una deficiencia dietética de P (11). Estos dos hechos podrían explicar el efecto negativo de la edad de los pastos y el efecto positivo de la concentración de P en los forrajes sobre el contenido de este elemento en el suero de animales en pastoreo.

La concentración de Mg en el suero, se vio afectado en forma positiva por la edad de los forrajes y en forma negativa por la variable zona y finca. Según Gomide (10), el Mg es casi inmóvil en el tejido de las plantas y su concentración aumenta en las partes más maduras y tallo. Este aspecto puede considerarse de importancia en el efecto que tuvo la variable edad de los forrajes sobre el nivel de Mg en la sangre.

La información aquí recabada, indica que existe una deficiencia generalizada de calcio y fósforo en los animales de la zona; esta deficiencia podría ser aún más significativa si en la zona se establece la ganadería de leche, que como se sabe, los animales destinados a este propósito tienen requerimientos mucho mayores de ambos minerales y en general de todos los nutrimentos esenciales que aquellos destinados a producir carne. Por lo tanto, se recomienda la suplementación de estos dos elementos, tanto para la ganadería de carne como de leche, establecidas en el área. En este último tipo de explotación también sería necesaria la suplementación del magnesio.

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objeto de evaluar el estado nutricional de calcio, fósforo y magnesio del ganado bovino en pastoreo de tres distritos de Costa Rica a través de análisis de estos minerales en los forrajes y suero sanguíneo de los animales.

Se recolectaron 83 muestras de forraje de diez diferentes especies en 18 fincas y 86 muestras de sangre por punción yugular, en los distritos de Tilarán Centro, Upala Centro y Bijagua. Tanto en forraje como en sangre se determinó

el contenido de Ca, P y Mg. Los resultados mostraron un contenido promedio del área total de 0,14, 0,09 y 0,13 por ciento para Ca, P y Mg respectivamente en forrajes y de 9,33, 6,62 y 2,60 mg/100 ml en sangre para los mismos minerales.

El 70 por ciento de los forrajes analizados no llenaron los requisitos para el Ca, lo cual se relaciona con el 61 por ciento de los animales que presentaron niveles bajos en sangre. El 99 por ciento de los forrajes no llenaron los requisitos de P pero solamente el 9 por ciento de los animales mostraron niveles bajos en sangre. Ello se atribuye a problemas en la recolección de las muestras de suero, tales como el stress, el ejercicio previo del animal, la hemólisis, altas temperaturas y tiempo de separación del suero, así como a la suplementación que llevan a cabo algunas de las fincas estudiadas, ya que para esta variable hubo diferencias significativas. El 24 por ciento de los forrajes indicaron valores inferiores a los requerimientos de Mg, pero el 35 por ciento de los animales presentaron niveles sanguíneos bajos, lo cual se considera como el efecto del forraje maduro y la selectividad de pastoreo.

Se concluye que el Ca, P y Mg son minerales carentes durante la época diciembre-mayo en los tres distritos estudiados y que las variables edad del forraje, especie de planta y finca son las que mayormente afectaron la correlación en el contenido mineral que se espera en forraje-sangre. Es posible que la suplementación mineral que se practica en algunas de las fincas estudiadas, hayan enmascarado el efecto de algunas deficiencias encontradas en los forrajes, especialmente en lo concerniente al fósforo.

Por lo tanto, se recomienda la suplementación de bovinos bajo pastoreo en la zona estudiada con fósforo, calcio, y además magnesio cuando se trate de animales lactantes.

LITERATURA CITADA

1. BAIER, W. Influencias ambientales de la fecundidad con especial referencia al ganado vacuno. *Zootecnia* 18 (7-8): 442-453. 1969.
2. BLUE, W. G. and TERGAS, E. Dry season deterioration of forage quality in the wet dry tropics. *Proc. Soil and Crop Sci. Soc. of Fla.* 29: 224-238. 1969.
3. CHAVARRIA, OLDEMAR. Comunicación personal. Datos obtenidos del Departamento de Ganadería, Consejo Nacional de Producción. 1979.

4. COMBELLAS, J. E., GONZALEZ, Y. y TRUJILLO, C. Rendimiento y valor nutritivo de forrajes tropicales. I. Bermuda C.V. (*Cynodon dactylon*). (1) Peis. Agronomía Tropical 19 (5): 432-435. 1971.
5. DIRVEN, J.G.P. The nutritive value of indigenous grasses of Surinam. Netherlands Jour. of Agric. Sci. 11 (4): 295-307. 1963.
6. FICK, K. R., MILLER, S. R., FUNK, J. D. Mc DOWELL, L. R. and HOUSER, R. H. Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. Animal Science Department, University of Florida, Gainesville, Florida, USA. 1976.
7. FISKE, C. H. and SUBBAROW. The colorimetric determination of phosphorus. Jour. Biol. Chem. 66:375. 1925.
8. FOY, C. D. and BROWN, J. C. Toxic factors in acid soils. II. Differential Aluminum tolerance of plants species. Soil Sci. Soc. of Am. Pro. 28:27. 1964.
9. GOMIDE, J. A., NOLLER, C. H., MOTT, G. O. CONRAD, J. H. and HILL, D. L. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plant age and nitrogen fertilization. Agron. Jour. 61:120-123. 1969.
10. GOMIDE, J. A. Mineral composition of grasses and tropical leguminous forages. In Conrad J. H. and L. R. Mc Dowell (eds.) Latin American symposium on Mineral Nutrition with Grazing Ruminants, University of Florida. Gainesville, Florida. 1978. 32 p.
11. KNOX, J. H., BENNER, J. W. and WATKINS, W. E. Seasonal calcium and phosphorus requirement of range cattle as shown by blood analysis. New Mexico Agr. Exp. Sta. Bull. 282. 1941.
12. KOLD, R. Fisiología Veterinaria. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1975.
13. LANG, C. E. Phosphorus and trace mineral status of the cattle in the Guanacaste region of Costa Rica. M. Sc. Thesis. University of Florida, Gainesville, Fla. USA. 1974.
14. MAYNARD, L. A. and LOOSLI, J. K. Nutrición Animal. 3era. Edición Español. UTEHA, México, 1968.
15. McDOWELL, L. R. Mineral deficiencies and toxicities and their effect on beef production in developing countries. University of Edinburg, Scotland. 1974. pp. 216-241.
16. Mc DOWELL, L. R. CONRAD, J. H. and ELLIS, G.L. Mineral deficiencies and imbalances and their diagnosis. Symposium on Herbivorous Nutrition in Sub-Tropics and Tropics-Problems and Prospects. Pretoria, South Africa. 1983. pp. 1-50.
17. MILLER, W. J. and STAKE, P. E. Uses and limitations of biochemical measurements in diagnosing mineral deficiencies. Proceedings Georgia Nutr. Conf. for Feed Industry. University of Georgia, Atlanta, USA. 1974.
18. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of domestic animals No. 4. Nutrient requirements of beef cattle. 5th. Ed. National Academy of Science. Washington, D. C. 1976.
19. SCAILLET, M. Programa forrajero de Guatemala. A.G. A. (Guatemala). 1970 No. 147: 12-23.
20. UNDERWOOD, E. J. The mineral Nutrition of Livestock. The Central Press. Aberdeen, Scotland. 1966.237 p.