

CONTENIDO DE SELENIO, COBALTO, COBRE, AZUFRE Y
MOLIBDENO EN FORRAJES DE COSTA RICA
DURANTE LA EPOCA LLUVIOSA *

Ing. Agr. Ronald Solis Mata

INTRODUCCION

No se conoce con certeza la importancia relativa de la nutrición, capacidad genética de los animales, enfermedades y parásitos y el efecto climático sobre la productividad de los rumiantes en el trópico. Por otro lado, la productividad animal en los países subdesarrollados (en su mayoría en los trópicos) es muy baja, se cuenta con un número mayor de cabezas pero la producción de leche y carne es inferior comparado con los países desarrollados. Así mismo la explotación del ganado vacuno en los trópicos esta sustentada en la utilización de forrajes, convirtiéndose éste en la principal fuente para los animales de carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas.

A los minerales se les debe dar mucha importancia debido a que éstos participan en diversos aspectos del metabolismo y a que en forma frecuente se encuentran deficiencias o excesos de algunos de ellos. Bajas ganancias de peso, diarreas, abortos no infecciosos, deformación de huesos, apetito depravado y otros problemas han sido atribuidos a deficiencias o toxicidades de minerales.

* Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía U.C.R.

El proveer un suplemento mineral, después de controlar enfermedades y parásitos, es la forma más simple y económica de elevar la productividad de rumiantes en pastoreo (Loosli y Beltrán, 1978). Para la elaboración de un buen suplemento es necesario, conocer la situación mineral de los animales, tomándose en cuenta el contenido y disponibilidad del mineral en el forraje, el requerimiento de los animales y los factores que pueden afectar este requerimiento.

En Costa Rica ya se tiene un panorama bastante claro de la composición de los forrajes en los microminerales y para la mayoría de los minerales vestigiales, falta por estudiar más a fondo el selenio, cobalto, molibdeno y azufre a fin de tener un conocimiento más amplio sobre la situación de éstos minerales en los forrajes. Esto último constituye el objetivo de esta investigación.

METODOLOGIA

Para conocer la situación mineral del Se, Co, Cu, S y Mo, en Costa Rica se realizó un muestreo que cubrió todo el país.

Durante la época lluviosa (meses de julio- octubre de 1987) se recolectaron un total de 209 muestras. Se tomaron en fincas al azar, que estuvieron en distritos ganaderos (con mas de 3.000 cabezas de ganado), los cuales se definieron de acuerdo a la población bovina reportada en el censo agropecuario nacional de 1984 (Dirección General de Estadísticas y Censos, 1987)

Las muestras de (1 Kg. aproximadamente) se colectaron a

10-15 cm., de altura sobre el suelo en potreros que iban a ser pastoreados al día siguiente, se empacaron en bolsas plásticas identificadas y selladas para ser enviadas al Laboratorio de Bromotología de Forrajes de la Escuela de Zootecnia, U. C. R.

En éste laboratorio se determinó el contenido de materia seca total. En Laboratorios de la Universidad de Florida (E.U.A.), se determinó el contenido de cenizas, Se, Co, Mo, y S.

Para interpretar los resultados el país se dividió en las siguientes cuatro zonas: Atlántica, Pacífico Seco, Central y Brunca. En el cuadro 1 se presenta el número de muestras que colectaron en cada zona. Además se obtuvieron promedios y errores estandar para los diferentes nutrientes, a nivel nacional, por zona, por estado vegetativo y por especie. Para determinar diferencias significativas se usaron los intervalos de confianza, con un 95% de significancia, de acuerdo a la fórmula:

$$I.C. = \bar{X} \pm t (95\%) e.e.$$

donde:

- I.C. = intervalo de confianza
- $\bar{X}$ = promedio obtenido para cada nutriente.
- t = valor de t tabular, con 95% de significados.
- e.e = error estandar.

CUADRO # 1

NUMERO DE MUESTRAS COLECTADAS POR ZONA

ZONA	# DE MUESTRAS
Central	41
Brunca	33
Pacífico Seco	62
Atlántida	73

RESULTADOS

CONTENIDO DE MATERIA SECA EN LOS PASTOS

Se obtuvo un promedio nacional de 21.15% para el contenido de materia seca en los pastos, con valores tan altos como 34.93% y tan bajos como 8.38% (ver cuadro # 2). Sin embargo la mayor parte de las muestras (70%) llenan el requerimiento mínimo del ganado de materia seca que es 18%, esto se aprecia en base a lo que encontraron Verite y Journet (1970) citados por Minson (1981), quienes trabajando con vacas alimentadas con forraje fresco y seco concluyeron que por cada unidad que disminuye el porcentaje de materia seca más abajo de 18% el consumo del ganado disminuye en 0,337Kg de materia seca.

El porcentaje de materia seca no fue afectado significativamente por el estado fisiológico de la planta (cuadro # 3)

Pero se observa la tendencia a aumentar cuando la planta se encuentra en post- floración.

En el cuadro # 4 se presenta el contenido de materia seca cenizas y minerales traza, divididos por zona. En cuanto a la materia seca, se nota que la zona central (17.73%) y la Atlántica (19.31%) tuvieron los contenidos mas bajos. Por otro lado las zonas Brunca (23.09%) y Pacífico Seco (24.54%) presentaron los contenidos mas altos. Se establecen dos grupos: el primero con forrajes mas succulentos (zona Atlántica y Central) y otro grupo con forrajes un poco más secos (zonas Brunca y Pacífico Seco).

CONTENIDO DE COBALTO EN LOS FORRAJES

Se encontró un promedio general de 0,09 mg/Kg. de la materia seca para cobalto, además el 73% de las muestras presentaron valores inferiores a 0,1 mg/Kg., (figura 1), considerado esto como el requerimiento mínimo del ganado (NRC, 1978 y 1984).

Por lo tanto se pueden esperar deficiencias en los animales en pastoreo. Sin embargo McDowell (1985) afirma que las deficiencias subclínicas de cobalto son muy comunes y se caracterizan por baja producción y no está acompañada por manifestaciones clínicas o signos visibles, dificultándose su diagnóstico.

La deficiencia de cobalto ocurre en grandes áreas de muchos países y es ampliamente, pero no exclusiva, restringida a animales en pastoreo que tienen poco o ningún acceso a concentrados (McDowell 1985).

El estado vegetativo no afectó significativamente el contenido de cobalto en los forrajes (cuadro # 3). En las diferentes zonas el nivel promedio de cobalto en los forrajes se acercó al requerimiento, pero en la zona del Pacífico Seco, éste nivel fue significativamente bajo (cuadro # 4).

CONTENIDO DE SELENIO EN LOS FORRAJES

El requerimiento para el ganado en selenio se ha establecido en 0,1 mg/Kg., por el NCR (1978 y 1984), y de acuerdo al promedio obtenido para este mineral de 0,08 mg/Kg., se puede considerar que es deficiente. Por otro lado el máximo valor en-

contrado fue de 0,75 mg/Kg., que está lejos del valor tóxico de 2 mg/Kg., (NCR, 1980); como se puede apreciar en el cuadro # 2.

El 76% de las muestras se situaron en valores inferiores o iguales a 0,10 mg/Kg., (figura 3) siendo apenas un 24% las que llenan los requerimientos. El contenido de selenio no fue por el estado vegetativo del forraje (cuadro 3), además la zona central presentó el contenido más bajo de selenio que fue de 0,05 mg/Kg., (cuadro 4) y fue significativamente diferente con la zona Pacífico Seco, presentando ésta última zona el valor más alto de selenio, (0,011 mg/Kg).

CONTENIDO DE COBRE, MOLIBDENO Y AZUFRE EN LOS FORRAJES

Con la excepción del fósforo, la deficiencia de cobre es la limitación mas severa del ganado en pastoreo en las regiones extensas de los trópicos (McDowel, 1984) y para inferir adecuadamente sobre la nutrición de este mineral, se debe tomar en cuenta el contenido de azufre y molibdeno en el forraje.

El cobre en los follajes de Costa Rica, está en un nivel deficiente, en donde el promedio general fue de 3,29 mg/Kg. (cuadro # 2), y el 96% de las muestras no llenaron el requerimiento mínimo para el ganado, sólo el 4% llenó el requerimiento del ganado de carne de 8 mg/Kg., (NCR, 1984) y apenas el 1% de las muestras fueron satisfactorias para el ganado de leche requieren 10 mg/Kg. (NCR, 1978); como se observa en la figura # 4.

El contenido de Molibdeno fue muy bajo con un promedio de 0,40 mg/Kg., y un máximo de 3,11 mg/Kg.. Estos últimos niveles están lejos de los valores tóxicos de Mo, que oscilan de 5-10 mg/Kg., (NRC, 1980).

Sin embargo los contenidos de Cobre y Molibdeno en forma aislada no dan mayor información, hay que tomar en cuenta la relación cobre: Molibdeno. En este sentido Ward (1978), y Miltimore y Mason (1971) consideran que un valor de 2 es óptimo para la relación Cu:Mo. En la figura 5 se aprecia que la mayoría de las muestras (89%) presentaron relaciones Cu: Mo adecuadas (mayores que 2), considerándose difícil que el Mo no afecte la nutrición del Cu.

El promedio general para el azufre fue de 0,16% lo cual es suficiente para llenar los requerimientos del ganado de carne.

Pero analizando la distribución de frecuencias para este elemento (figura 6) el 61 % de las muestras llenaron los requerimientos del ganado de carne que es 0,10% (NRC, 1984); y apenas un 25% satisface el requerimiento del ganado de leche de 0,20% (NRC, 1978). Solo el 3% de las muestras superaron el 0,40% sugerido como el valor máximo tolerable (NRC, 1980).

Este contenido de azufre se debe basicamente a un bajo nivel de proteínas en los forrajes. En Costa Rica se han reportado valores de 7,42% de proteína cruda en base seca en la zona sur (Fonseca et al, 1988); 6,22% en la zona del Pacífico Central y Norte (Vargas et al, 1985) y 17,09% en la zona Central (Sánchez et al, 1986).

El contenido de cobre en el forraje fue afectado por el estado vegetativo, siendo de 3,47 mg/Kg., en el pasto tierno y 2,37 mg/Kg., en el pasto maduro (cuadro 3). Para el azufre y Molibdeno no se observó vegetativo de la planta.

El cuadro # 4 muestra que hubo diferencias significativas en las diferentes zonas en cuanto al contenido de Cu. En la zona Pacífico Seco, se presentó un menor contenido de cobre (2,21 mg/Kg.); así como de azufre (0,12%) y Molibdeno (0,32 mg/kg.).

Para la zona Central se encontró un promedio de 4,46 Kg. de cobre, 0,18% para el azufre y 0,56 mg/Kg., para Molibdeno, en ésta zona se encontraron los contenidos más altos para éstos minerales. Para la zona Atlántica se encontró un promedio de 3,71 mg/Kg., de cobre (cuadro # 4); y el azufre fue el mas alto con respecto a las demás zonas (0,19%).

RECOMENDACIONES

Suministrar en los suplementos minerales ofrecidos a libre voluntad al ganado los microelementos selenios, cobre y cobalto además del calcio, fósforo, magnesio, manganeso y zinc identificados como deficientes en Costa Rica.

Debe darse énfasis a la suplementación con cobalto en la zona Pacífico Seco y con Selenio en la Zona Central, debido a que éstas zonas fueron las más deficientes.

Esta recomendación no varía con la especie forrajera, y estado vegetativo debido a que la variación en el contenido mineral por éstos factores, no cambió la situación de deficiencia.

Se recomienda la suplementación con azufre en el ganado de leche, debiéndose tomar en cuenta la relación nitrógeno: azufre, para una adecuada producción de proteína microbial en el rumen.

CUADRO # 2

CONTENIDO DE ALGUNOS MINERALES TRAZAS DE LOS
FORRAJES EN COSTA RICA (BASE SECA) *

ELEMENTO	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO	ERROR ESTANDAR
materia seca ** %	21.15	34.93	8.38	0.40
cenizas, %	10.90	17.33	4.99	0.18
azufre, %	0.16	0.59	0.02	0.01
cobalto, mg/kg	0.09	0.75	0.00	0.01
selenio, mg/kg	0.08	0.52	0.00	0.01
cobre, mg/kg	3.29	12.83	0.06	0.17
molibdeno, mg/kg	0.40	3.11	0.00	0.03
relacion Cu/Mo***	42.54	919.0	0.18	7.15

* 209 muestras.

** todos los datos de materia estan expresados en base tal como ofrecido.

*** las relaciones Cu/Mo fueron determinadas para cada muestra.

CUADRO # 3

EFFECTO DE LA EDAD SOBRE LA COMPOSICION DE
MINERALES TRAZA DE LOS FORRAJES EN COSTA
RICA (BASE SECA)

ESTADO VEGETATIVO	M. S. ceniza		S	Co	Mo	Se	Cu
	%						
Pre-floracion	20,94	10,90	0,16	0,08	0,39	0,08	3,47 a
	(0,45)	(0,20)	(0,01)	(0,005)	(0,04)	(0,01)	(0,20)
Post-floracion	22,26	10,91	0,15	0,11	0,43	0,11	2,37 b
	(0,80)	(0,36)	(0,02)	(0,02)	(0,08)	(0,02)	(0,25)

Valores entre paréntesis se refieren al error estandar.

a. b. promedios en una columna con diferente letra tuvieron diferencias significativas de acuerdo a los intervalos de confianza, con un 95% de significancia.

CUADRO # 4

CONTENIDO DE ALGUNOS MINERALES TRAZAS DE LOS
FORRAJES EN COSTA RICA (BASE SECA) *

NUTRIENTE	Z O N A S							
	CENTRAL		BRUNCA		PACIFICO SECO		ATLANTICA	
	Prom *	00 **	Prom.	e e	Prom.	e e	Prom	e e
Materia seca %	17,73b	0,93b	23,09a	1,08	24,54a	0,53	19,31b	0,55
Cenizas, %	11,34b	0,34	10,27c	0,43	12,23a	0,33	9,80c	0,26
Azufre, %	0,18a	0,01	0,12b	0,02	0,12b	0,01	9,80c	0,01
Cobalto, mg/kg	0,09a	0,01	0,11a	0,02	0,06b	0,01	0,09a	0,01
Selenio, mg/kg	0,05b	0,01	0,07ab	0,02	0,11a	0,01	0,09ab.	0,01
Cobre, mg/kg	4,46a	0,41	3,04b	0,51	2,21c	0,26	3,71b	0,25
Molibdeno,mg/kg	0,56a	0,10	0,42a	0,08	0,32b	0,04	0,33b	0,06

* Promedio

** Error estandar.

a.b. Promedios con letras diferentes dentro de una misma linea presentaron diferencias significativas de acuerdo a los intervalos de confianza con un 95% de significancia.

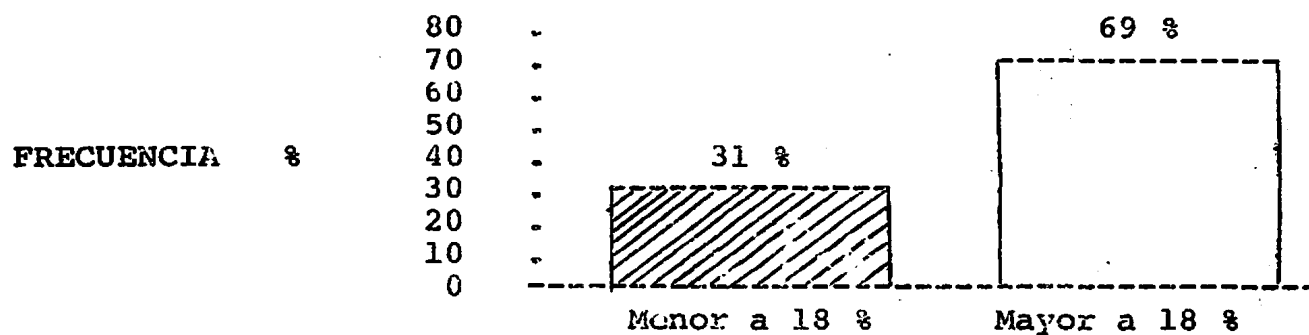


FIGURA # 1: Distribución de frecuencia para el contenido de materia seca en forrajes de Costa Rica.

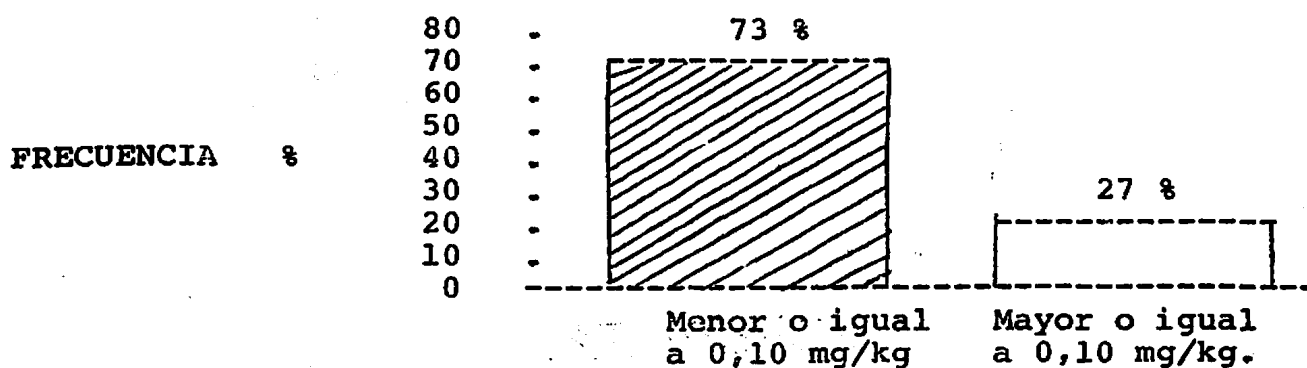


FIGURA # 2: Distribución de frecuencias para el contenido de cobalto en forrajes de Costa Rica.

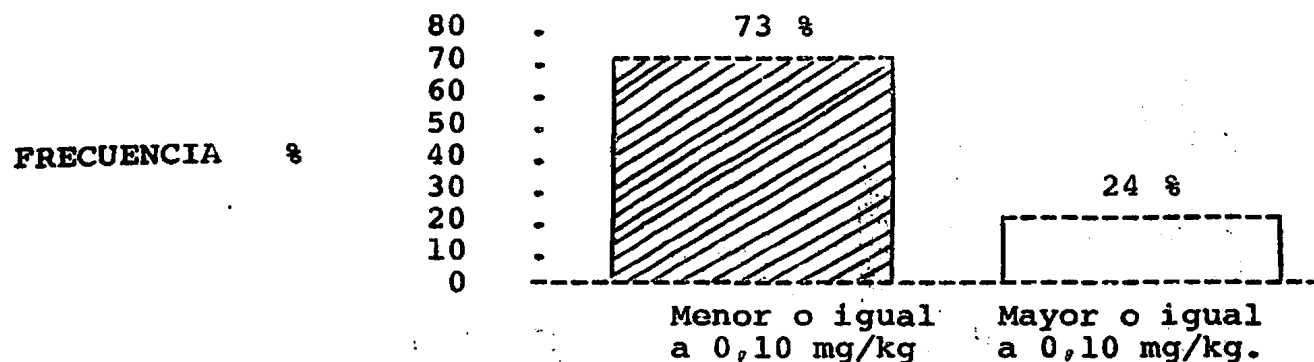


FIGURA # 3 : Distribución de frecuencias para el contenido de selenio en forrajes de Costa Rica.

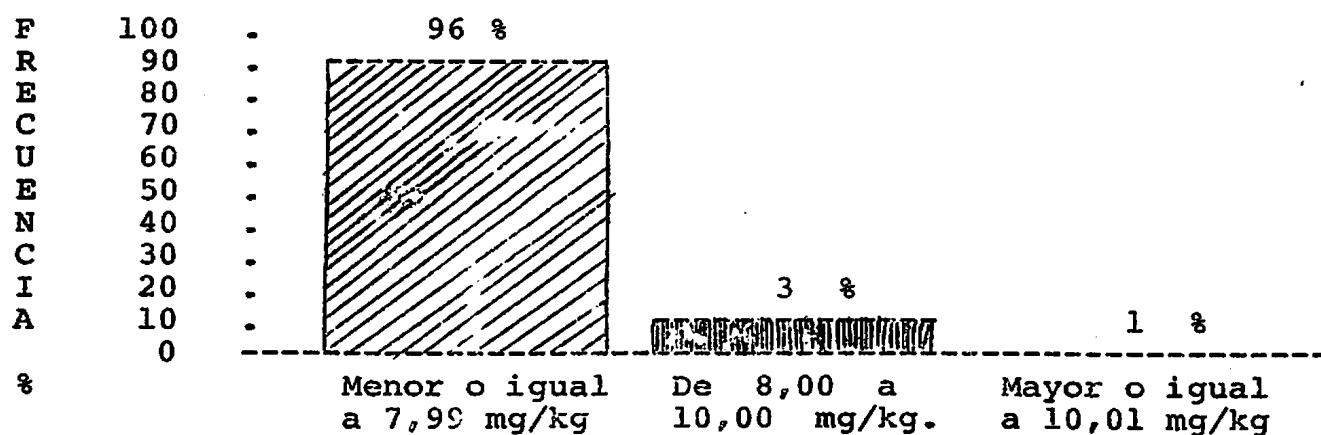


FIGURA # 4: Distribución de frecuencia por el contenido de cobre en forrajes de Costa Rica.

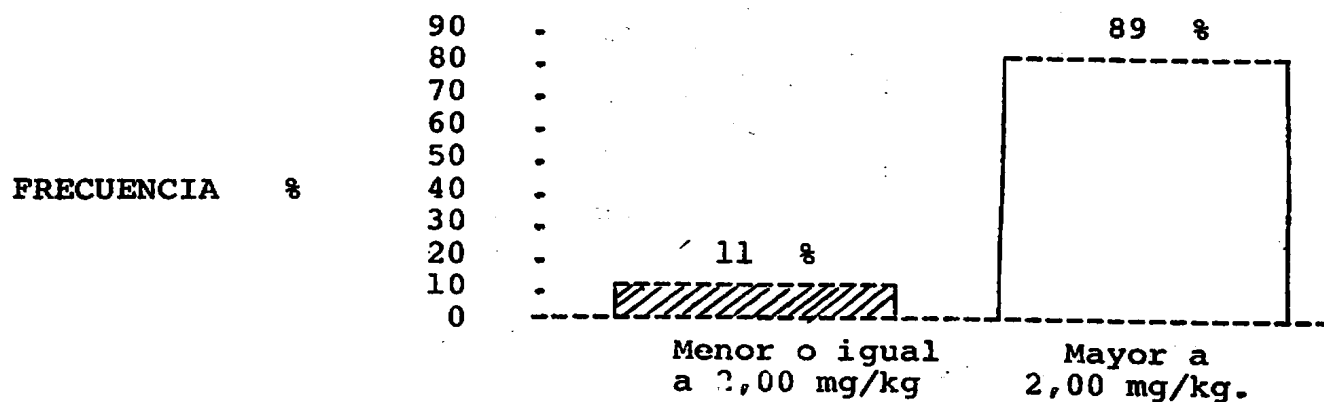


FIGURA # 5: Distribución de frecuencias para la relación cobre/molibdeno en forrajes de Costa Rica.

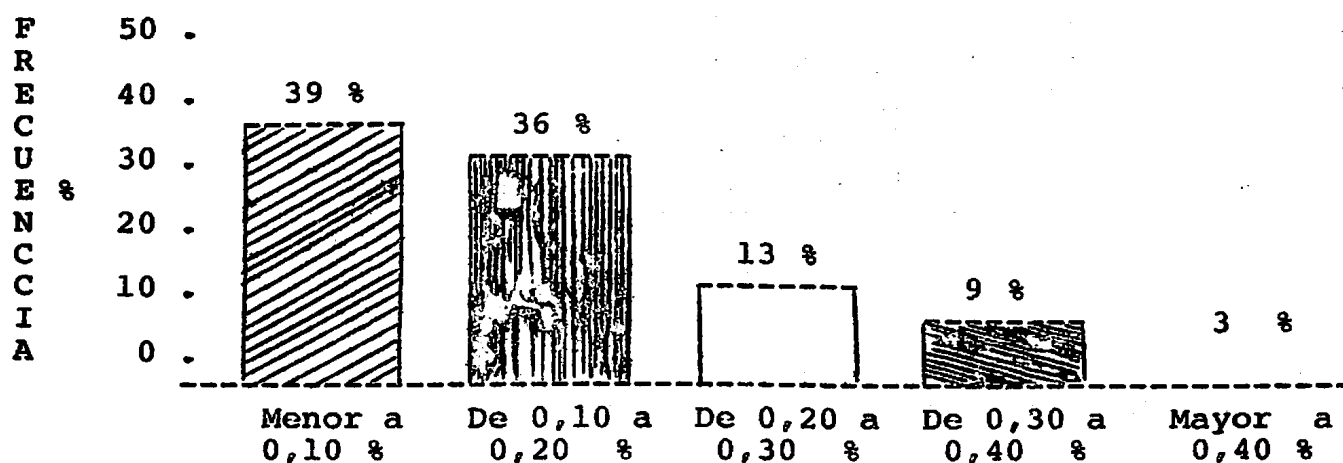


FIGURA # 6 : Distribución de frecuencias para el contenido de azufre en los forrajes de Costa Rica.

LITERATURA CITADA

DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. 1987. Censo Agropecuario Nacional 1984. Listado de computadora suministrado por S&PSA.

FONSECA, H.; J.C. VALVERDE; E. VARGAS; C. CAMPABADAL; J. SANCHEZ. 1988. Contenido mineral de los forrajes en la zona sur de Costa Rica. I. Efecto de la época de climática y el estado vegetativo. Enviado para su publicación en Agronomía Costarricense.

LOOSLI, J.K.; J. BELTRAN. 1978. Problemas de nutrición mineral relacionados con los climas tropicales. En: Simposio latinoamericano sobre investigaciones en nutrición mineral de los rumiantes en pastoreo. Editado por McDowell, L.R. y J.H. Conrad. Universidad de Florida. p. 9-13.

MCDOWELL, L.R.. 1985. Cobalt, iodine and selenium. In: Nutrition of grazing ruminants in warm climates. Edit by McDowell, L.R. Academic Press. 237-257 pp.

MILTIMORE, J.E.; J.L. MASON. 1971. Copper to molybdenum ratio and molybdenum and copper concentrations in ruminant feeds. Canadian Journal of Animal Science. 51:193-200.

MINSO, D.J. 1981. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: Nutritional limits to animal production from pastures. Edit by J.B. Hacker. U.K. Commonwealth Agriculture Bureaux. p. 167-182.

NRC. 1978. Nutrient requirements of domestic animals No.3. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. National Academy of Sciences. Fifth edition. Washington, D.C.

NRC. 1980. Mineral tolerance of domestic animals. Subcommittee on mineral toxicity in animals. National Academy Press. Washington, D.C. 90 p.

- NRC 1984. Nutrient requeriment of domestic animals. Nutrient requeriments of beef cattle. Sixth edition. National Academic Press. Washington, D.C. 90 p.
- SANCHEZ, J. ML.; E. VARGAS; C.CAMPABADAL; H. FONSECA. 1986. Contenido proteico y mineral en los forrajes de la zona montañosa central de Costa Rica. I. Efecto de la época climática y el estado vegetativo. Agronomía Costarricense.. 10: 179-190.
- VARGAS, E.; J. SANCHEZ; H. FONSECA; L.R. MCDOWEL. 1988. Contenido proteico y mineral en los forrajes del Pacífico Norte y Central de Costa Rica. I. Efecto de la época climática y el estado vegetativo. Enviado para su publicación en Agronomía Costarricense.
- WARD, GM. 1978. Molybdenum toxicity and hipocuprosis in ruminants A.review. Journal of animal Science. 46:1078-1085.