

CONTENIDO PROTEICO Y MINERAL EN LOS FORRAJES DE LAS REGIONES HUETAR NORTE Y ATLANTICA DE COSTA RICA

I. EFECTO DE LA EPOCA CLIMATICA Y EL ESTADO VEGETATIVO 1/*

Emilio Vargas**
Jorge Manuel Sánchez**
Carlos Campabadal**

ABSTRACT

Crude protein and mineral content of forages of the North and Atlantic Regions of Costa Rica. I. Effect of season and stage of maturity. Nine hundred and seventy two forage samples were collected during a year in the North and Atlantic zones of Costa Rica in order to analyze: a) their crude protein and mineral content, b) to evaluate the behavior of the nutritive value during different physiological stages and weather conditions, and c) to relate the crude protein and mineral content of forages with the nutritional requirements of beef and dairy cattle. These zones are located between 8°50' and 11° North latitude and 83° and 85° West longitude. The weather is classified as wet tropic and temperature and annual precipitation range between 25 and 26°C and 2700 and 4450 mm, respectively. Altitude ranges between sea level and 700 m. Minerals analyzed were calcium, phosphorus, magnesium, potassium, iron, copper, manganese and zinc; crude protein was also analyzed. Average levels of crude protein, calcium, phosphorus, magnesium and potassium were 11.22, 0.22, 0.15, 0.17 and 2.31% of dry matter, respectively. Iron, copper, manganese and zinc values obtained respectively were 341, 9, 124 and 29 mg/kg. According to the nutritional requirements for beef cattle, these forages do not meet the needs for calcium, phosphorus, magnesium and copper. Besides these nutrients, crude protein and zinc are also deficient for dairy cattle. Results also show that high levels of iron may interfere with the metabolism of phosphorus, manganese, copper and cobalt in the animal and high levels of potassium with low concentrations of magnesium in the plant could cause hypomagnesaemia. Season affected ($P \leq 0.05$) levels of crude protein, phosphorus, magnesium, potassium, and copper and the physiological stage of the plant affected ($P \leq 0.05$) the concentration of iron, calcium, phosphorus, magnesium and potassium.

1/ Recibido para publicación el 11 de agosto de 1987.

* Este trabajo se realizó con el aporte económico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica y el Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de Florida, Gainesville, Florida, U.S.A.

** Profesores de la Escuela de Zootecnia e investigadores del Laboratorio de Nutrición Animal (LANA), Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

INTRODUCCION

Las regiones Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica ofrecen un importante potencial para la producción ganadera, ya que cuentan con aproximadamente un 30% del hato bovino nacional y con suelos y clima que permiten una producción de forrajes eficiente.

Marín *et al.* (1985) al determinar el contenido mineral de los pastos y sangre de bovinos de los

Cuadro 1. Distribución por provincia y cantón de las muestras de forrajes analizadas en las regiones Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica.

Provincia	Cantón	Números de muestras		Total
		Epoca Lluviosa	Epoca Seca	
Limón	Pococí	76	48	124
	Siquirres	0	19	19
	Guácimo	0	62	62
				205
Heredia	Sarapiquí	21	0	21
Alajuela	Grecia	54	58	112
	San Carlos	225	309	534
	Upala	40	60	100
				746
TOTAL				972

Cuadro 2. Principales especies forrajeras analizadas en las regiones Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica.

Especie	Número de muestras
<i>Cynodon nlemfluensis</i>	203
<i>Axonopus compressus</i>	182
<i>Setaria anceps</i>	110
<i>Brachiaria mutica</i>	108
<i>Pennisetum purpureum</i>	81
<i>Panicum maximum</i>	81
<i>Brachiaria</i> sp.	57
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	44
<i>Hyparrhenia rufa</i>	29
<i>Axonopus scaparius</i>	24
<i>Ischaemum</i> sp.	18
<i>Echinochloa polystachya</i>	11

cantones de Siquirres, Guácimo y Pococí de la provincia de Limón, encontraron que los forrajes presentaban niveles limitantes de Ca, P y Zn para la producción bovina y que un porcentaje importante de los animales estudiados tenían valores subnormales de Ca, P y Mg en el suero sanguíneo. Asimismo estos autores obtuvieron niveles excesivamente altos de Fe en los forrajes, los cuales podrían interferir con el metabolismo del Mn, P, Co y Cu.

Para tener un conocimiento global del valor nutritivo de los pastos de las zonas Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica, se realizó la presente in-

vestigación cuyos objetivos fueron los siguientes: 1) analizar el contenido proteico y mineral de los forrajes de la zona; 2) evaluar el comportamiento del valor nutritivo de los pastos durante diferentes edades de cosecha y épocas climáticas y 3) relacionar el contenido proteico y mineral de los forrajes con los requerimientos del ganado tanto de carne como lechero recomendados por el National Research Council (NRC).

MATERIALES Y METODOS

Las zonas Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica se localizan entre los 8°50' y 11° latitud norte y los 83° y 85° longitud oeste. Su clima es tropical húmedo y la temperatura y precipitación promedio anual oscilan de 24 a 26°C y 2700 a 4450 mm, respectivamente. La altura varía desde el nivel del mar hasta los 700 m.

El material experimental utilizado en esta investigación consistió en 972 muestras de pasto, las cuales se recolectaron al azar y en forma proporcional a la población de ganado bovino de la provincia de Limón (205) y la zona norte de las provincias de Heredia (21) y Alajuela (746). Las muestras se cosecharon durante las épocas lluviosa (416) y seca (556) y se clasificaron de acuerdo a su estado fisiológico en pre-floración (580) y post-floración (388) (Cuadro 1). Las principales especies de pastos analizadas fueron *Cynodon nlemfluensis*, *Axonopus compressus*, *Setaria anceps*, *Brachiaria mutica*, *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum* y otras de menor importancia para la región (Cuadro 2).

Las muestras fueron tomadas a una altura de 10 a 15 cm del suelo y posteriormente se introdujeron en bolsas de plástico para enviarlas al laboratorio donde se secaron a 60°C durante 48 horas, se molieron y luego se les determinó los contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC) (AOAC, 1975) y los minerales Ca, P, Mg, K, Fe, Cu, Zn y Mn (Fick *et al.*, 1976).

Para analizar la información obtenida se utilizó un diseño totalmente al azar; cuando las variables difirieron significativamente ($P \geq 0,05$) se hizo una prueba de Duncan para comparar los promedios.

Cuadro 3. Contenido promedio de proteína cruda y mineral de los forrajes de las regiones Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica (base seca).

Nutrimiento	Concentración	Desviación estándar
Proteína cruda, %	11,22	3,93
Calcio, %	0,22	0,11
Fósforo, %	0,15	0,07
Magnesio, %	0,17	0,08
Potasio, %	2,31	1,48
Hierro, mg/kg	341	493
Cobre, mg/kg	9	13
Manganeso, mg/kg	124	112
Zinc, mg/kg	29	30

*Promedio de 972 muestras.

Cuadro 4. Efecto de la época climática sobre la composición proteica y mineral de los forrajes de las regiones Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica (base seca).

Nutrimiento	Epoca	
	Lluviosa ¹	Seca ²
Proteína cruda, %	11,70 ^a	10,88 ^b
Calcio, %	0,22 ^a	0,22 ^a
Fósforo, %	0,17 ^a	0,13 ^b
Magnesio, %	0,16 ^b	0,18 ^a
Potasio, %	2,12 ^b	2,45 ^a
Hierro, mg/kg	314 ^a	359 ^a
Cobre, mg/kg	11 ^a	7 ^b
Manganeso, mg/kg	129 ^a	120 ^a
Zinc, mg/kg	29 ^a	29 ^a

a,b Promedios en la misma línea con letras distintas son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$)

1 Promedio de 401

2 Promedio de 571

RESULTADOS Y DISCUSION

Proteína cruda

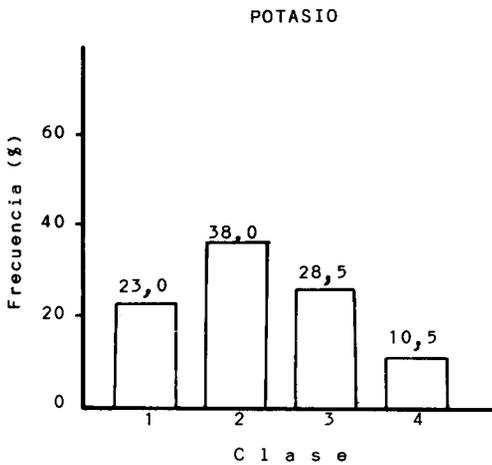
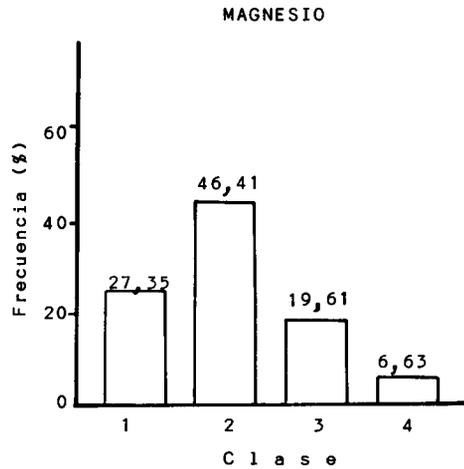
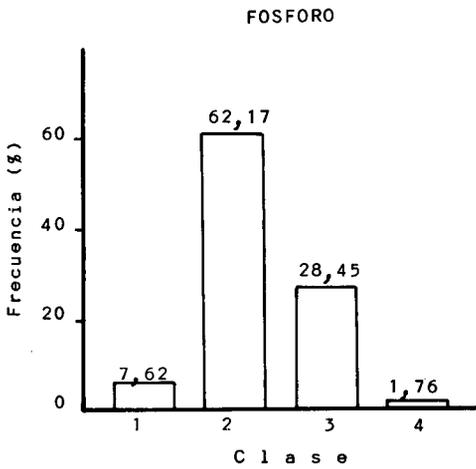
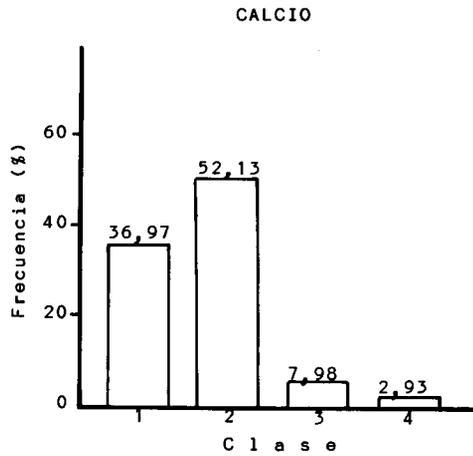
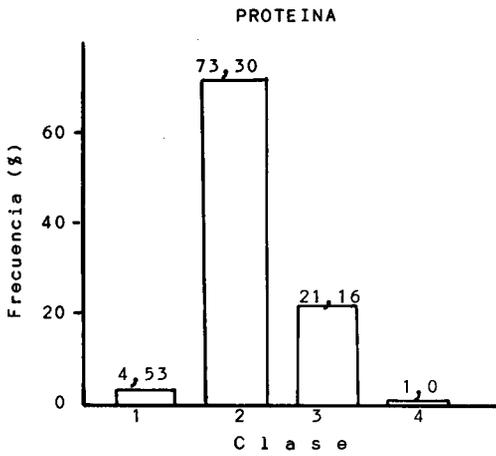
En el Cuadro 3 se resumen los contenidos promedio de PC y minerales de los forrajes analizados en las zonas Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica. Con respecto al contenido de PC se obtu-

vo un valor promedio de 11,22%, el cual es superior al encontrado por Marín *et al.* (1985) en los cantones de Siquirres, Guácimo y Pococí de la provincia de Limón, durante la época lluviosa. Al evaluarse el efecto de la época climática sobre el contenido de este nutrimento se encontró que los pastos contienen mayores cantidades de PC ($P \leq 0,05$) durante la época lluviosa (11,70%) que durante la época seca (10,88%) (Cuadro 4); sin embargo, esta diferencia no fue tan marcada como la obtenida por Sánchez *et al.* (1985) en otras zonas del país donde la época seca limita aún más el contenido del agua en el suelo y por consiguiente el suministro de nitrógeno para la planta. Si estos valores se comparan con las necesidades nutricionales del ganado bovino (NRC, 1976; NRC, 1978) y se asume una disponibilidad y consumo adecuado de forrajes, los pastos de la zona satisfacen las necesidades de PC del ganado de carne en crecimiento; no sucede así para el ganado lechero de la zona (8 kg de leche/animal/día), el cual depende del pastoreo selectivo o de la suplementación proteica para poder producir satisfactoriamente. En las Figuras 1 y 2 se indica la dispersión del contenido proteico en las muestras analizadas y los valores sugieren que al haber más de un 19% de muestras, tanto en invierno como en verano, con más de 14% de PC, los animales pueden beneficiarse con el pastoreo selectivo.

Al evaluar el efecto del estado fisiológico sobre el contenido de PC durante el año, no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, al evaluarlo por época climática, se observó que durante la época lluviosa los forrajes en pre-floración contienen mayores concentraciones de este nutrimento ($P \leq 0,05$) que en post-floración. Sánchez *et al.* (1986) al evaluar el efecto del estado fisiológico de la planta sobre esta variable en otras zonas encontraron variaciones más evidentes.

Calcio

El NRC (1976, 1978) ha establecido los requerimientos de Ca del ganado de carne en crecimiento en 0,25% y del ganado lechero en producción en 0,43%. Al compararse estos valores con el nivel medio determinado en este estudio (0,225) (Cuadro 3) se encontró que los forrajes de la zona en promedio contienen el nivel crítico requerido por el ganado de carne; sin embargo, la amplia dispersión de los valores de Ca en los pastos sugiere



VARIABLE	CONCENTRACION EN BASE SECA (%)			
	C L A S E			
	1	2	3	4
Proteína	0,0-7,0	7,1 -14,0	14,1-21,0	≥ 21,1
Calcio	0,0-0,18	0,19- 0,33	0,34-0,43	≥ 0,44
Fósforo	0,0-0,09	0,10- 0,19	0,20-0,31	≥ 0,32
Magnesio	0,0-0,10	0,11- 0,20	0,21-0,30	≥ 0,31
Potasio	0,0-0,80	0,81- 2,41	2,42-4,02	≥ 4,03

Fig. 1. Distribución de frecuencias de los elementos mayores y proteína en los forrajes durante la época lluviosa en la Zona Atlántica de Costa Rica.

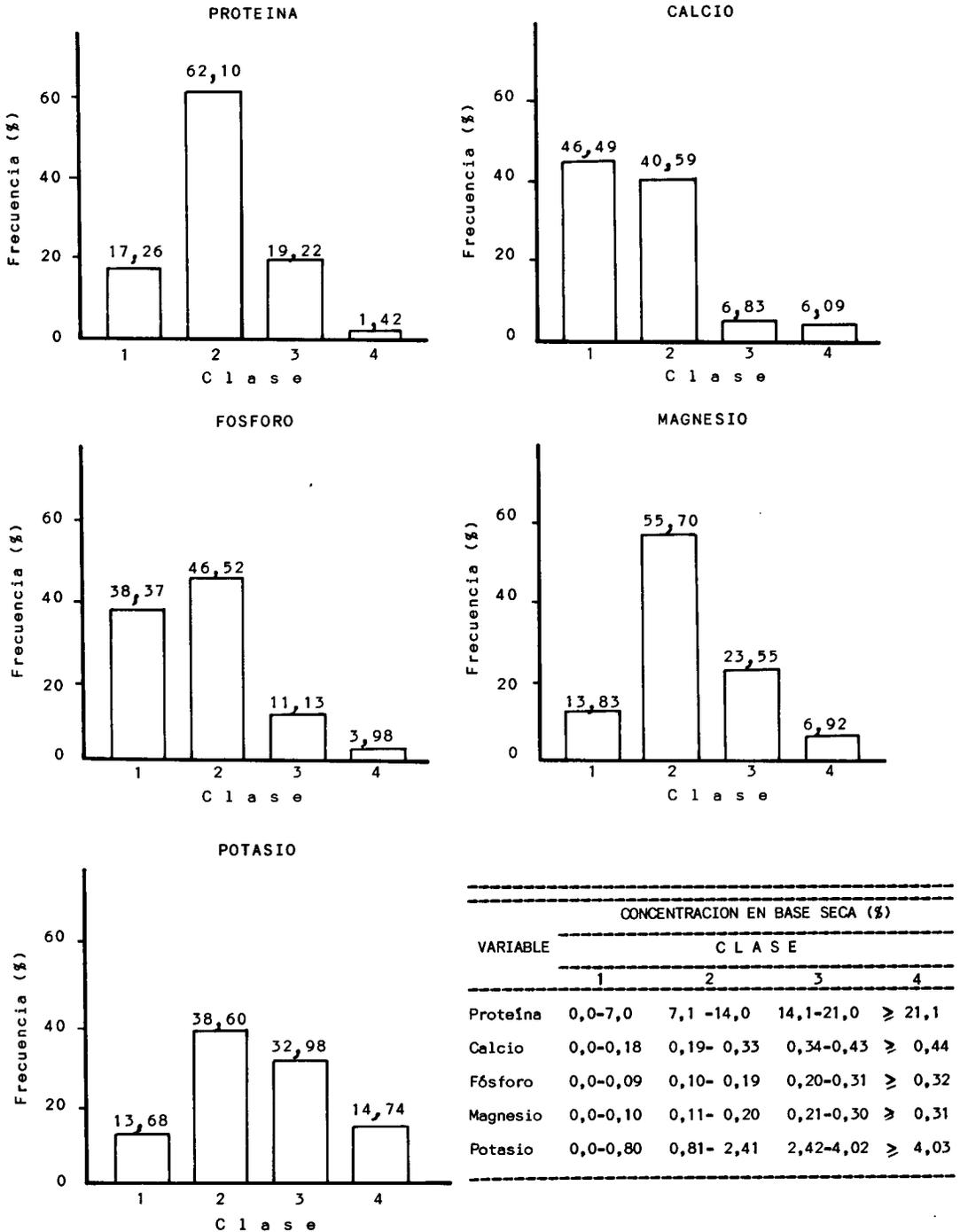


Fig. 2. Distribución de frecuencias de los elementos mayores y proteína en los forrajes durante la época seca en la Zona Atlántica de Costa Rica.

Cuadro 5. Efecto del estado vegetativo sobre la composición proteica y mineral de los forrajes de las regiones Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica (base seca).

Nutrimento	Estado vegetativo	
	Pre-floración ¹	Post-floración ²
Proteína cruda, %	11,27 ^a	11,15 ^a
Calcio, %	0,23 ^a	0,20 ^b
Fósforo, %	0,14 ^b	0,15 ^a
Magnesio, %	0,19 ^a	0,15 ^b
Potasio, %	2,45 ^a	2,10 ^b
Hierro, mg/kg	254 ^b	471 ^a
Cobre, mg/kg	9 ^a	9 ^a
Manganeso, mg/kg	119 ^a	131 ^a
Zinc, mg/kg	30 ^a	29 ^a

a,b Promedio en la misma línea con letras distintas son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$).

1. Promedio de 580 muestras

2. Promedio de 388 muestras

que este mineral debe considerarse en los programas de suplementación para esta clase de animales (Figuras 1 y 2). El ganado lechero necesariamente debe suplementarse con este elemento para que produzca de acuerdo a su potencial genético y prevenir desbalances metabólicos tales como fiebre de leche (Underwood, 1983).

La época climática no afectó ($P \geq 0,05$) el contenido de Ca de los pastos (Cuadro 4). El estado vegetativo sí tuvo un efecto significativo sobre esta variable, encontrándose en el estado de pre-floración valores de 0,23% y en post-floración 0,20% (Cuadro 4). Este comportamiento difiere del obtenido por Gomide (1976), quien observó que conforme la planta madura se produce una acumulación de Ca en el tejido vegetativo.

Fósforo

Se obtuvo un nivel medio de 0,15% de P (Cuadro 3), el cual es similar al obtenido por otros autores en los pastos de diversas zonas del país (Sánchez *et al.*, 1986; Marín *et al.*, 1985). Este valor satisface un 68% de las necesidades del ganado de carne (NRC, 1976) y un 48% de los requerimientos del ganado lechero en producción (NRC, 1978), indicando que el P es el macroelemento más crítico para la producción ganadera en estas regiones (McDowell *et al.*, 1984). En aquellos hatos en

que este mineral no se suplementa en forma adecuada los animales presentan tasas de crecimiento y reproducción muy pobres, caracterizándose esta última por períodos de anestro prolongados (Miller, 1979).

Tanto la época climática (Cuadro 4) como el estado fisiológico (Cuadro 5) afectaron significativamente esta variable. Sin embargo, desde el punto de vista de alimentación animal esta diferencia no es relevante. En el Cuadro 6 se puede ver que la época climática tiene un efecto un poco mayor que el estado fisiológico sobre el contenido de P en las plantas, lo cual coincide con observaciones hechas por Sánchez *et al.* (1986).

Al evaluar la dispersión del contenido de P en las muestras analizadas (Figuras 1 y 2) se puede observar que durante la época lluviosa un 69,8% de las muestras contienen menos de 0,19% de P y durante la época seca un 84,9% están bajo dicho valor; lo que evidencia que la deficiencia de este mineral es generalizada tanto territorialmente como a través del año.

Magnesio

Aunque el valor promedio de Mg (0,17%) satisface los requerimientos del ganado de carne (NRC, 1976), la alta cantidad de muestras de pastos con menos de 0,10% de Mg (Figuras 1 y 2) indican que este mineral es limitante para la producción bovina en las zonas estudiadas. En cuanto al ganado lechero, al tener éste mayores requerimientos, la suplementación con Mg se hace necesaria para prevenir desbalances metabólicos tales como la hipomagnesemia.

La época climática y el estado fisiológico afectaron ($P \geq 0,05$) el contenido de este mineral. Durante la época seca se obtuvo un valor de 0,18% y en la época lluviosa 0,16% de Mg; este comportamiento puede deberse a una menor producción de biomasa durante la época seca y por consiguiente a una mayor acumulación del elemento en la planta. Andresi *et al.* (1967) han hecho observaciones similares. Los forrajes mostraron un valor de 0,19% de Mg en el estado de pre-floración y 0,15% en post-floración, comportamiento que coincide con lo obtenido por Gomide *et al.* (1969), quienes observaron que cuando la planta madura se produce una reducción en la concentración de este mineral.

Cuadro 6. Contenido proteico y mineral de los forrajes de las regiones Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica clasificados por época y estado vegetativo (Base seca).

Nutrimiento	Epoca			
	Lluviosa		Seca	
	Pre-floración ¹	Post-floración ²	Pre-floración ³	Post-floración ⁴
Proteína cruda, %	12,42 ^a	11,07 ^b	10,72 ^b	11,25 ^b
Calcio, %	0,25 ^a	0,20 ^b	0,23 ^a	0,20 ^b
Fósforo, %	0,17 ^a	0,15 ^b	0,13 ^c	0,13 ^c
Magnesio, %	0,17 ^b	0,15 ^c	0,19 ^a	0,16 ^{bc}
Potasio, %	2,33 ^a	1,91 ^b	2,50 ^a	2,33 ^a
Hierro, mg/kg	209 ^c	407 ^b	275 ^c	551 ^a
Cobre, mg/kg	12 ^a	9 ^b	7 ^b	8 ^b
Manganeso, mg/kg	126 ^a	133 ^a	116 ^a	129 ^a
Zinc, mg/kg	31 ^a	28 ^a	29 ^a	31 ^a

a, b, c Promedios en la misma línea con letras distintas son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$)

1. Promedio de 186 muestras

2. Promedio de 214 muestras

3. Promedio de 384 muestras

4. Promedio de 174 muestras

Potasio

Los forrajes de estas zonas satisfacen las necesidades de K tanto del ganado de carne como del lechero (NRC, 1976; NRC 1978) (Cuadro 3), sin embargo más del 40% de las muestras contienen niveles de K superiores a 2,42% (Figuras 1 y 3) y el NRC (1980) ha establecido el nivel de 3% como el nivel máximo tolerable por el ganado bovino. Niveles superiores a éste parecen ser antagónicos a la absorción y/o utilización del Mg, favoreciéndose la incidencia de hipomagnesemia (Miller, 1979). La presencia de este desbalance metabólico se acentúa aún más con los bajos niveles de Mg de los pastos de estas zonas.

Los niveles de K difirieron ($P \leq 0,05$) entre épocas climáticas y entre estados fisiológicos del forraje (Cuadros 4 y 5). Durante la época seca se observaron mayores concentraciones (2,45%) que en la lluviosa (2,12%), lo cual puede deberse a la mayor acumulación del mineral al producirse una

menor cantidad de biomasa durante la época seca. En el Cuadro 5 se observa que al madurar el forraje se da una reducción del contenido de K, pasándose de 2,45% en el estado de pre-floración a 2,10% en post-floración. Blue y Tergas (1969) informaron que el K es muy móvil en la planta y que las pérdidas producidas al madurar la planta posiblemente se deben a la translocación del elemento al sistema radical y luego al suelo.

Hierro

Marín *et al.* (1985) al evaluar los forrajes de la zona Huetar Atlántica encontraron un nivel promedio de Fe de 1072 mg/kg, el cual puede limitar la capacidad de producción de los bovinos ya que Miller (1977) y Ammerman y Goodrich (1983) consideran que niveles superiores a 1000 mg/kg pueden ser tóxicos para los animales rumiantes. Aunque en esta investigación el valor promedio de Fe (341 mg/kg) (Cuadro 3) fue menor que el obte-

nido por Marín *et al.* (1985), la alta cantidad de muestras con más de 400 mg/kg (Figuras 3 y 4) sugiere que este mineral es problema en estas zonas y que debe ponerse atención a la nutrición de P, Mn, Cu y Co por las interrelaciones que existen entre el Fe y estos otros minerales.

La época climática no afectó esta variable (Cuadro 4). Sin embargo, el estado fisiológico sí tuvo un efecto significativo sobre la concentración de Fe obteniéndose en el estado de pre-floración 254 mg/kg y en post-floración 471 (Cuadro 5 y 6), lo que sugiere una mayor probabilidad de problemas al utilizar pastos maduros.

Cobre

Pickard (1986) estima que la concentración media de Cu en los forrajes es 9 mg/kg de la MS y que su rango de dispersión es amplio oscilando de 2 a 15 mg/kg. Estas observaciones coinciden con las obtenidas en este estudio al haberse obtenido un nivel medio de Cu de 9 mg/kg (Cuadro 3) y más del 80% de las muestras dentro del rango citado (Figuras 3 y 4). Aunque los forrajes en promedio satisfacen las necesidades del ganado de carne (NRC, 1976) y lechero (NRC, 1978), al evaluar el comportamiento de la concentración de este mineral, se encuentra que durante la época lluviosa un 42% de las muestras, y durante la época seca un 32,4% tienen menos de 4 mg/kg, por lo que este mineral se considera deficiente para la alimentación del ganado de estas zonas (Figuras 3 y 4).

Durante la época lluviosa (11 mg/kg) se obtuvo un valor de Cu significativamente superior al obtenido durante la época seca (7 mg/kg), lo que es explicado por De Sousa (1978) al indicar que el Cu es muy móvil y se transloca a las raíces durante el verano.

Manganeso

Los forrajes de esas zonas al tener un valor medio de Mn de 124 mg/kg (Cuadro 3) pueden satisfacer las necesidades del ganado bovino, las cuales han sido establecidas por el NRC en 40 mg/kg para el ganado lechero (NRC, 1978) y en 30 mg/kg para el ganado de carne (NRC, 1976). Tanto la época climática como el estado fisiológico de la planta no afectaron ($P \geq 0,05$) esta variable (Cua-

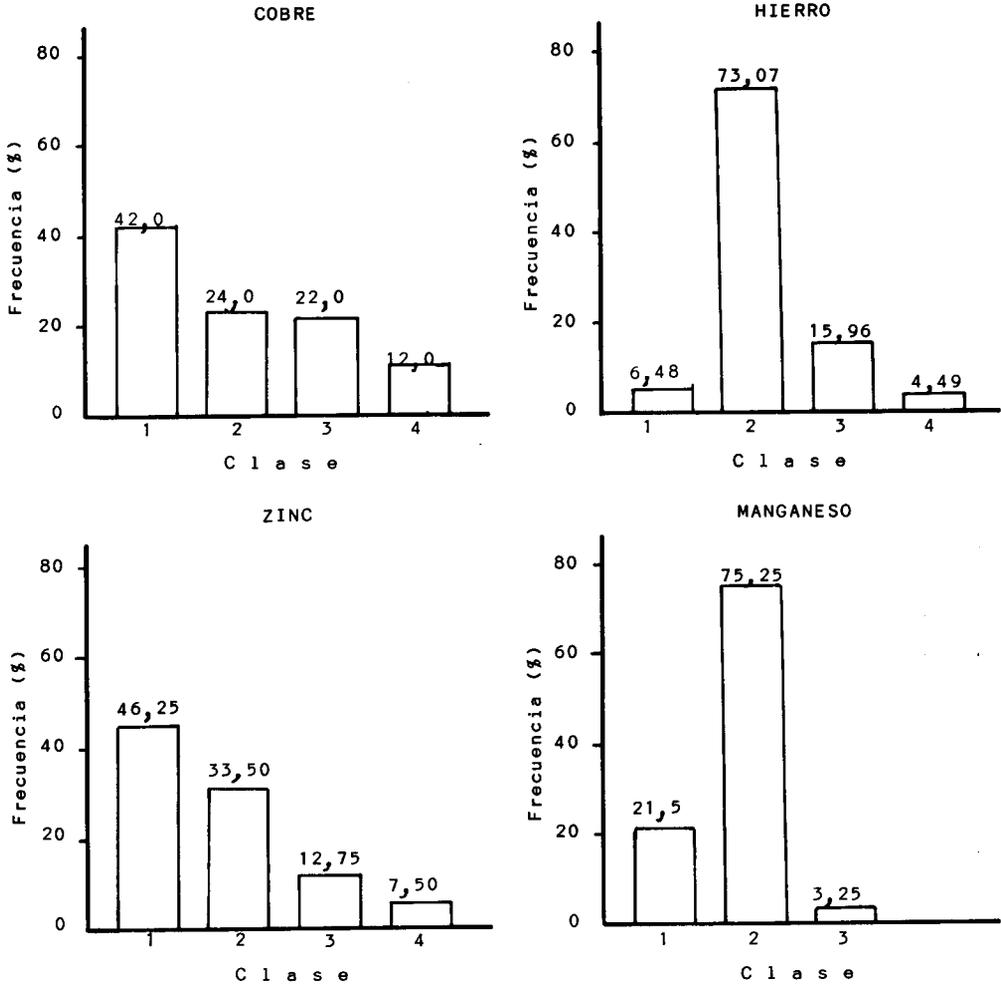
dro 4, 5 y 6); lo cual sugiere que este elemento es poco móvil en la planta (De Sousa, 1978).

Zinc

En el Cuadro 3 se observa que el nivel medio de Zn obtenido fue 29 mg/kg. Este valor satisface las necesidades del ganado de carne (NRC, 1976), no siendo así para el ganado lechero (NRC, 1978), el cual sí requiere de la suplementación de este mineral. Sánchez *et al.* (1986) al evaluar la composición mineral de los forrajes de la zona central de Costa Rica también han encontrado que este elemento es crítico para la producción de ganado lechero a base de forrajes. La época climática ni el estado fisiológico de la planta afectaron significativamente esta variable (Cuadros 4, 5 y 6); coincidiendo esta poca variabilidad en la concentración de Zn con observaciones hechos por De Sousa (1978) en forrajes tropicales.

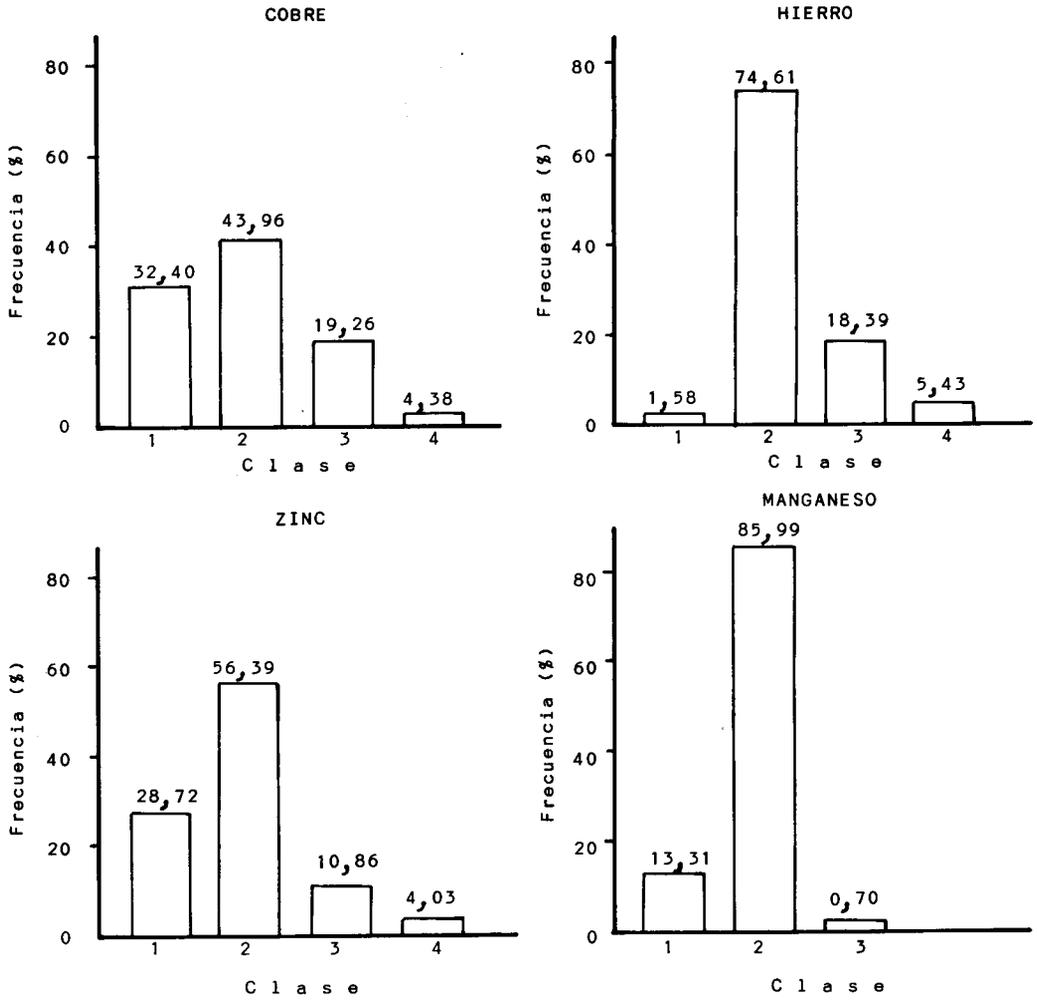
RESUMEN

Durante un año se tomaron 972 muestras de forrajes en las zonas Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica para determinar su contenido proteico y mineral, evaluar el comportamiento de su valor nutritivo durante diferentes edades de cosecha y épocas climáticas y relacionar el contenido proteico y mineral de los pastos con los requerimientos del ganado bovino de carne y lechero. Estas zonas se localizan entre los 8°50' y 11° latitud norte y los 83° y 85° longitud oeste. Su clima es tropical húmedo y la temperatura y precipitación promedio anual oscilan de 24 a 26°C y de 2700 a 4450 mm, respectivamente. La altura varía desde el nivel del mar hasta los 700 m. Los minerales analizados fueron calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro, cobre, manganeso y zinc, además se determinó proteína cruda. Los niveles promedio obtenidos para proteína cruda, calcio, fósforo, magnesio y potasio fueron 11,22; 0,22; 0,15; 0,17 y 2,31% de la materia seca, respectivamente. Para hierro, cobre, manganeso y zinc los valores obtenidos respectivamente fueron 341, 9, 124 y 29 mg/kg. Al comparar estos resultados con los requerimientos del ganado bovino y evaluar la distribución de la composición nutricional de las muestras, se encontró que los forrajes no satisfacen las necesidades de calcio, fósforo, magnesio y cobre del ganado de carne. Además de estos



VARIABLE	CONCENTRACION EN BASE SECA (mg/kg)			
	CLASE			
	1	2	3	4
Cobre	0,0- 4,0	4,1- 10,0	10,1- 16,0	≥ 16,1
Hierro	0,0-50,0	50,1-400,0	400,1-1000,0	≥ 1000,1
Zinc	0,0-20,0	20,1- 40,0	40,1- 60,0	≥ 60,1
Manganeso	0,0-40,0	40,1-500,0	500,1-1000,0	≥ -

Fig. 3. Distribución de frecuencias de los elementos menores en los forrajes durante la época lluviosa en la Zona Atlántica de Costa Rica.



VARIABLE	CONCENTRACION EN BASE SECA (mg/kg)			
	C L A S E			
	1	2	3	4
Cobre	0,0- 4,0	4,1- 10,0	10,1- 16,0	≥ 16,1
Hierro	0,0-50,0	50,1-400,0	400,1-1000,0	≥ 1000,1
Zinc	0,0-20,0	20,1- 40,0	40,1- 60,0	≥ 60,1
Manganeso	0,0-40,0	40,1-500,0	500,1-1000,0	≥ -

Fig.4 Distribución de frecuencias de los elementos menores en los forrajes durante la época seca en la Zona Atlántica de Costa Rica.

nutrimentos la proteína cruda y el zinc están en condición de deficiencia para el ganado lechero. Los resultados también indican que los altos niveles de hierro pueden interferir con el metabolismo del fósforo, manganeso, cobre y cobalto en el animal y que los altos niveles de potasio aunado a los bajos niveles de magnesio pueden causar hipomagnesemia. La época climática afectó ($P \leq 0,05$) los niveles de proteína cruda, fósforo, magnesio, potasio y cobre y el estado fisiológico de la planta las concentraciones de hierro, calcio, fósforo, magnesio y potasio.

LITERATURA CITADA

- AMMERMAN, C. B.; GOODRICH, R. C. 1983. Advances in mineral nutrition in ruminants. *Journal of Animal Science* 57. (Supplement 2:): 517-533.
- ANDRESI, F.; MENDONCA, C.X. Jr.; VEIGA, J.S.M.; PRADA, F. 1969. Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de areas de delimitadas do Estado de Sao Paulo. *Rev. Fac. Med. Vet. São Paulo* 7(3): 583.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1975. Official methods of analysis. 12 ed. Washington, D.C. 1008 p.
- BLUE, W. G.; TERGAS, L.E. 1969. Dry season deterioration of forage quality in the wet dry tropics. *Soil and Crop Sci. Soc. Fla. Proc.* 29:224.
- DE SOUSA, J. C. 1978. Interrelationships among mineral level in soil, forage, and animal tissues in ranches in northern Mato Grosso, Brasil, Ph. D. Thesis. Gainesville, University of Florida. 276 p.
- FICK, K. R.; MILLER, S.M.; FUNK, J.D.; McDOWELL, L.R.; HOUSER, R.H. 1976. Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. Gainesville, University of Florida, American Research Program. 90 p.
- GOMIDE, J.A. 1976. Compição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. *In* Simposio Latinoamericano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Postogens. Belo Horizonte. 20 p.
- MARIN, J.; SANCHEZ, J.; CAMPABADAL, C.; VARGAS, E. 1985. Determinación del contenido mineral de los pastos y sangre de bovinos en los cantones de Siquirres, Guácimo y Pococí de la provincia de Limón, durante la época lluviosa. *Agronomía Costarricense* 9(2): 196-203.
- McDOWELL, L.R.; CONRAD, J. H.; ELLIS, G.L.; LOOSLI, J.K. 1984. Minerales para ruminantes en pastoreo en regiones tropicales. Gainesville, Universidad de Florida, Departamento de Ciencia Animal. 91 p.
- MILLER, W.J. 1977. Using new information on minerals for dairy cattle. *Proceedings of Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers.* p. 63-67.
- MILLER, W.J. 1979. Dairy cattle feeding and nutrition. New York, Academic Press. 411 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) 1976. Nutrient requirements of beef cattle. 5 ed. Washington, D.C., National Academy of Sciences. 56 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1978. Nutrient requirements of dairy cattle. 5 ed. Washington, D. C., National Academy of Sciences. 76 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1980. Mineral tolerance of domestic animals. Washington, D. C., National Academy of Sciences. 577 p.
- PICKARD, D.W. 1986. Minerals and vitamins. *In* Principles and practices of feeding dairy cows. Ed. by W. H. Broster, R. H. Phipps and G.L. Johnson. England, National Institute for Research in Dairying. p. 73-94. (Technical Bulletin no. 8)
- SANCHEZ, J. M.; VARGAS, E.; CAMPABADAL, C.; BENAVIDES, A. 1985. Contenido mineral de los forrajes y suero sanguíneo del ganado bovino en los cantones de Cañas, Bagaces y Liberia de la provincia de Guanacaste, durante la época lluviosa. *Agronomía Costarricense* 9 (2): 149-154.
- SANCHEZ, J. M.; VARGAS, E.; CAMPABADAL, C.; FONSECA, H. 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 (1/2): 179-190.
- UNDERWOOD, E.J. 1983. Los minerales en la nutrición del ganado. 2 ed. en español. Zaragoza, Acribia. 210 p.