

## CONTENIDO PROTEICO Y MINERAL EN LOS FORRAJES DEL PACIFICO NORTE Y CENTRAL DE COSTA RICA. I. EFECTO DE LA EPOCA CLIMATICA Y EL ESTADO VEGETATIVO<sup>1/\*</sup>

Emilio Vargas \*\*  
Jorge Manuel Sánchez \*\*  
Hernán Fonseca \*\*  
Lee R. McDowell \*\*\*

### ABSTRACT

**Mineral and crude protein content of pasture grasses in the North and Central Pacific region of Costa Rica. I. Effect of season and growth stage.** A study was conducted in the North and Central Pacific region of Costa Rica to determine the crude protein and mineral content of the main pasture grasses. Crude protein, Ca, P, Mg, K, Fe, Cu, Mn and Zn were determined in the rainy and dry seasons, and in both seasons young and mature cuttings were analyzed. This region is located between 11° and 8°10' N latitude and 85°50' and 83° W longitude. The climate is classified as sub-humid tropic. Average rainfall is 2000 mm a year, ranging from 1500 to 4000 mm, with a well-defined dry season from November or December until May. Altitude goes from sea level to 700 m. Temperature for altitudes below 150 m is above 27°C. Thirteen hundred and sixty two samples were collected, corresponding 690 and 572 to the rainy (June-November) and dry season (December-May), respectively. They were also classified according to their physiological growth stage. Forage content for crude protein, Ca, P, Mg and K were 6.22, 0.26, 0.12, 0.12 and 1.22%, respectively, of the dry matter (DM) content. Values for Fe, Cu, Mn and Zn were 176, 3, 33 and 20 mg/kg, respectively, of the DM. According to nutritional recommendations for beef cattle, the forages of the region do not meet the animal requirements for crude protein, P, Cu, Mn and Zn. Results also showed that deficiencies of protein and P are greater during the dry season and with mature pastures. On the other hand, zinc deficiencies are greater during the wet season and in young pastures.

### INTRODUCCION

La zona del Pacífico Norte y Central de Costa Rica posee el 35% del ganado del país, siendo en su mayoría de razas especializadas para la producción de carne. La actividad pecuaria se realiza en forma

extensiva y los animales dependen en un alto grado de los forrajes para satisfacer sus necesidades nutricionales. En esta zona se presenta en forma anual un período seco de diciembre a mayo, época en la cual la cantidad de forraje se reduce al mínimo, así como su calidad.

Diversos autores (Cohen, 1980; McDowell *et al.*, 1984) han señalado que las deficiencias, toxicidades y relaciones inadecuadas de los minerales en los suelos y los forrajes, son las principales causas de los bajos niveles de producción y reproducción observados en los animales en pastoreo en zonas tropicales.

Varios estudios realizados en algunas localidades de la zona comprendida en el estudio (Bonilla, 1985; Sánchez *et al.*, 1985; Vargas *et al.*, 1985) han

1/ Recibido para publicación el 22 de abril de 1988.

\* 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.

\*\* Escuela de Zootecnia y Centro de Investigaciones en Nutrición Animal (CINA), Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

\*\*\* Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Florida. Gainesville, Florida, USA.

informado severas deficiencias de P, Zn, Cu y Mn, así como niveles marginales de proteína cruda (PC), Mg y Ca. El Fe y el K, generalmente, se encuentran en niveles apropiados para los rumiantes en pastoreo.

Debido a la importancia de esta zona ganadera para la economía del país, se hace necesario conocer un poco más a fondo las posibles limitaciones que tienen los forrajes para llenar las necesidades de nutrición mineral de los animales, y con ello poder planificar en forma apropiada, la suplementación y mejorar de esta forma la producción animal del país.

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en el Pacífico Norte y Central de Costa Rica, el cual comprende las Regiones Chorotega y Pacífico Central (Decreto Ejecutivo Nº 16068-PLAN, 26 de marzo de 1985), menos el cantón de Upala. Esta zona tiene una extensión territorial de 13.878 km, lo cual equivale al 27% del territorio nacional. Está localizada entre los 11° y los 8° con 10' latitud norte y los 85° con 50' y 83° longitud oeste. Se caracteriza por presentar un clima tropical sub-húmedo, salvo en la Cordillera de Guanacaste que es tropical húmedo y muy lluvioso. La precipitación varía entre 1500 y 4000 mm anuales. La temperatura promedio para altitudes menores de 150 msnm, es superior a 27°C y en las partes altas alcanza unos 16°C. En el Cuadro 1 se indican las provincias y cantones comprendidos en el estudio, así como el número de muestras tomadas en cada uno de estos lugares.

El material experimental consistió en 1362 muestras de pastos, las cuales se recolectaron al azar de acuerdo a la metodología descrita por Sánchez *et al.* (1986). Las muestras se cosecharon en la época lluviosa (790) y seca (572) y se clasificaron de acuerdo a su estado fisiológico en prefloración (704) y postfloración (658). La distribución de muestras por cantón, época y especie forrajera analizada, se presenta en el Cuadro 1.

En los forrajes se determinó el contenido de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) usando los procedimientos de la AOAC (1975). El P se cuantificó por el método colorimétrico de Fick *et al.* (1976). El Ca, Mg, K, Fe, Cu, Mn y Zn, se determinaron por absorción atómica.

Los datos se analizaron según lo descrito por Sánchez *et al.* (1986).

Cuadro 1. Distribución de las muestras de forrajes por provincia, cantón, época y especie forrajera.

Provincia	Cantón	Número de muestras		Total
		Epoca lluviosa	Epoca seca	
Guanacaste	Abangares	39	1	40
	Bagaces	84	91	175
	Cañas	114	104	218
	Carrillo	3	3	6
	Hojancha	27	32	59
	La Cruz	30	14	44
	Liberia	93	41	134
	Nandayure	29	23	52
	Nicoya	54	60	114
	Santa Cruz	64	41	105
	Tilarán	45	37	82
Puntarenas	Esparza	15	17	32
	Montes Oro	28	17	45
	Puntarenas	135	52	187
Alajuela	Orotina	27	32	59
	San Mateo	3	7	10
Total		790	572	1362
Especie		Número de muestras		
<i>Hyparrhenia rufa</i> (Jaragua)		915		
<i>Cynodon nlemfluentis</i> (Estrella Africana)		235		
<i>Panicum maximum</i> (Guinea)		35		
<i>Axonopus compressus</i> (Natural)		35		
<i>Digitaria decumbens</i> (Pangola)		32		
<i>Paspalum notatum</i> (Gengibrillo)		23		
<i>Axonopus micay</i> (Gamalote)		21		
<i>Pennisetum purpureum</i> (Gigante)		17		
<i>Brachiaria mutica</i> (Pará)		16		
<i>Oryza sativa</i> (Paja de arroz)		13		
<i>Echinochloa polystachya</i> (Alemán)		6		
<i>Setaria anceps</i> (San Juan)		5		
<i>Ixophorus unisetus</i> (Honduras, Zacate Blanco)		3		
<i>Sorghum bicolor</i> (Sorgo)		2		
<i>Melinis minutiflora</i> (Calinguero)		2		
<i>Calopogonium mucunoides</i> (Bejuco engordador)		2		
Total		1362		

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 se resume la composición proteica y mineral de los forrajes evaluados. El Cuadro 3 ilustra el efecto de la época climática sobre el contenido de nutrimentos en los pastos, mientras que el efecto de la edad fisiológica sobre la composición se muestra en el Cuadro 4. El Cuadro 5 resume el efecto de época climática y edad fisiológica. En las Figuras 1, 2, 3, y 4 se ilustra la distribución de la concentración mineral de los forrajes.

Cuadro 2. Composición química de los forrajes en el Pacífico Norte y Central de Costa Rica, (base seca)\*.

Nutrimiento	Promedio	Desviación estándar
Proteína Cruda, %	6,22	3,29
Calcio, %	0,26	0,12
Fósforo, %	0,12	0,07
Magnesio, %	0,12	0,07
Potasio, %	1,22	1,05
Cobre, mg/kg	3	5
Hierro, mg/kg	176	174
Zinc, mg/kg	20	23
Manganeso, mg/kg	33	33

\* Promedio de 1362 muestras.

Cuadro 3. Efecto de la época sobre la composición química de los forrajes en el Pacífico Norte y Central de Costa Rica, (base seca).

Nutrimiento	Epoca	
	Lluviosa*	Seca**
Proteína Cruda, %	7,36 <sup>a</sup>	4,63 <sup>b</sup>
Calcio, %	0,24 <sup>b</sup>	0,28 <sup>a</sup>
Fósforo, %	0,14 <sup>a</sup>	0,09 <sup>b</sup>
Magnesio, %	0,10 <sup>b</sup>	0,13 <sup>a</sup>
Potasio, %	1,18 <sup>a</sup>	1,29 <sup>a</sup>
Cobre, mg/kg	3 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
Hierro, mg/kg	165 <sup>b</sup>	193 <sup>a</sup>
Zinc, mg/kg	13 <sup>b</sup>	29 <sup>a</sup>
Manganeso, mg/kg	26 <sup>b</sup>	42 <sup>a</sup>

a,b Promedios en una línea con letras distintas difieren significativamente (P&lt;0,05).

\* Promedio de 790 muestras.

\*\* Promedio de 572 muestras.

Cuadro 4. Efecto de la edad sobre la composición química de los forrajes en el Pacífico Norte y Central de Costa Rica, (base seca).

Nutrimiento	Edad	
	Tiemo*	Maduro**
Proteína Cruda, %	7,22 <sup>a</sup>	5,11 <sup>b</sup>
Calcio, %	0,24 <sup>b</sup>	0,27 <sup>a</sup>
Fósforo, %	0,14 <sup>a</sup>	0,10 <sup>b</sup>
Magnesio, %	0,11 <sup>a</sup>	0,12 <sup>a</sup>
Potasio, %	1,24 <sup>a</sup>	1,20 <sup>a</sup>
Cobre, mg/kg	3 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
Hierro, mg/kg	193 <sup>a</sup>	158 <sup>a</sup>
Zinc, mg/kg	16 <sup>b</sup>	24 <sup>a</sup>
Manganeso, mg/kg	31 <sup>b</sup>	35 <sup>a</sup>

a,b Promedios en una línea con letras distintas difieren significativamente (P&lt;0,05).

\* Promedio de 704 muestras.

\*\* Promedio de 658 muestras.

Cuadro 5. Composición química de los forrajes por época y edad en el Pacífico Norte y Central de Costa Rica, base seca.

Nutrimiento	Epoca			
	Lluviosa		Seca	
	Tiemo <sup>1</sup>	Maduro <sup>2</sup>	Tiemo <sup>3</sup>	Maduro <sup>4</sup>
Proteína Cruda, %	7,18 ab	7,45 a	6,72 b	4,06 c
Calcio, %	0,24 b	0,21 c	0,24 b	0,29 a
Fósforo, %	0,14 a	0,14 a	0,12 b	0,08 c
Magnesio, %	0,11 b	0,09 c	0,14 a	0,13 a
Potasio, %	1,18 b	1,18 b	1,57 a	1,21 b
Cobre, mg/kg	3 b	3 b	4 a	3 b
Hierro, mg/kg	179 b	122 c	262 a	174 b
Zinc, mg/kg	14 b	11 b	30 a	29 a
Manganeso, mg/kg	28 b	21 c	46 a	41 a

a,b,c Promedios en una línea con letras distintas, difieren significativamente (P&lt;0,05).

1=Promedio de 586 muestras; 2=Promedio de 204 muestras;

3= Promedio de 118 muestras; 4 =Promedio de 454 muestras.

### Proteína cruda

El promedio general de PC de la zona fue de 6,22%, el cual no satisface las necesidades mínimas del ganado de carne (NRC, 1984). Sin embargo la capacidad de selección del animal al pastorear, hace que generalmente el contenido de PC, lo mismo que de minerales como P, K, Cu y Zn sea mayor en el material consumido que en el muestreo (Sánchez *et al.*, 1986). La PC fue afectada por la época climática, con niveles superiores en la época lluviosa (P<0,05) (Cuadro 3). Esto se puede explicar por la mayor disponibilidad de N en el suelo durante el período lluvioso (Morrison, 1980). Este mismo efecto ha sido observado por Vargas *et al.* (1987) en la Zona Atlántica de Costa Rica y Sánchez *et al.* (1986) en la Zona Central.

Al evaluar el efecto del estado fisiológico sobre el contenido de PC durante el año, se encontró una mayor concentración (P<0,05) en los pastos en prefloración con niveles de 7,22% en relación a 5,11% en postfloración. Sin embargo, al evaluar este efecto por época climática (Cuadro 5), se observó que la diferencia es significativa sólo durante la época seca. Este hecho concuerda con lo informado por Fonseca *et al.* (1988) en la Zona Sur del país (zona de mediana precipitación) pero no con lo descrito por Vargas *et al.* (1987) en la Zona Atlántica (zona de alta precipitación). Estas observaciones permiten sugerir la hipótesis de que la traslocación de proteína del follaje a la raíz durante la maduración de la planta, ocurre solamente cuando no existe

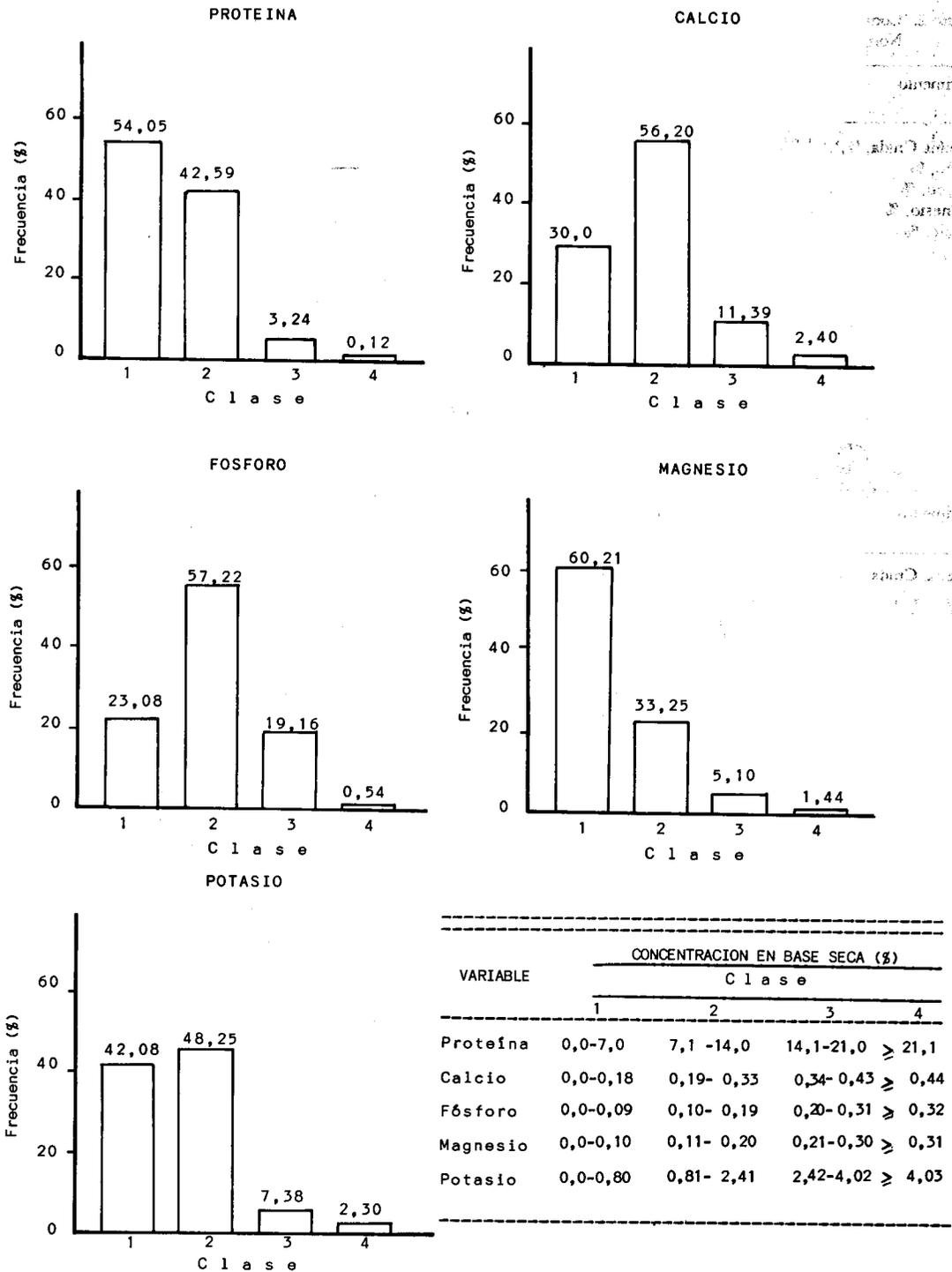
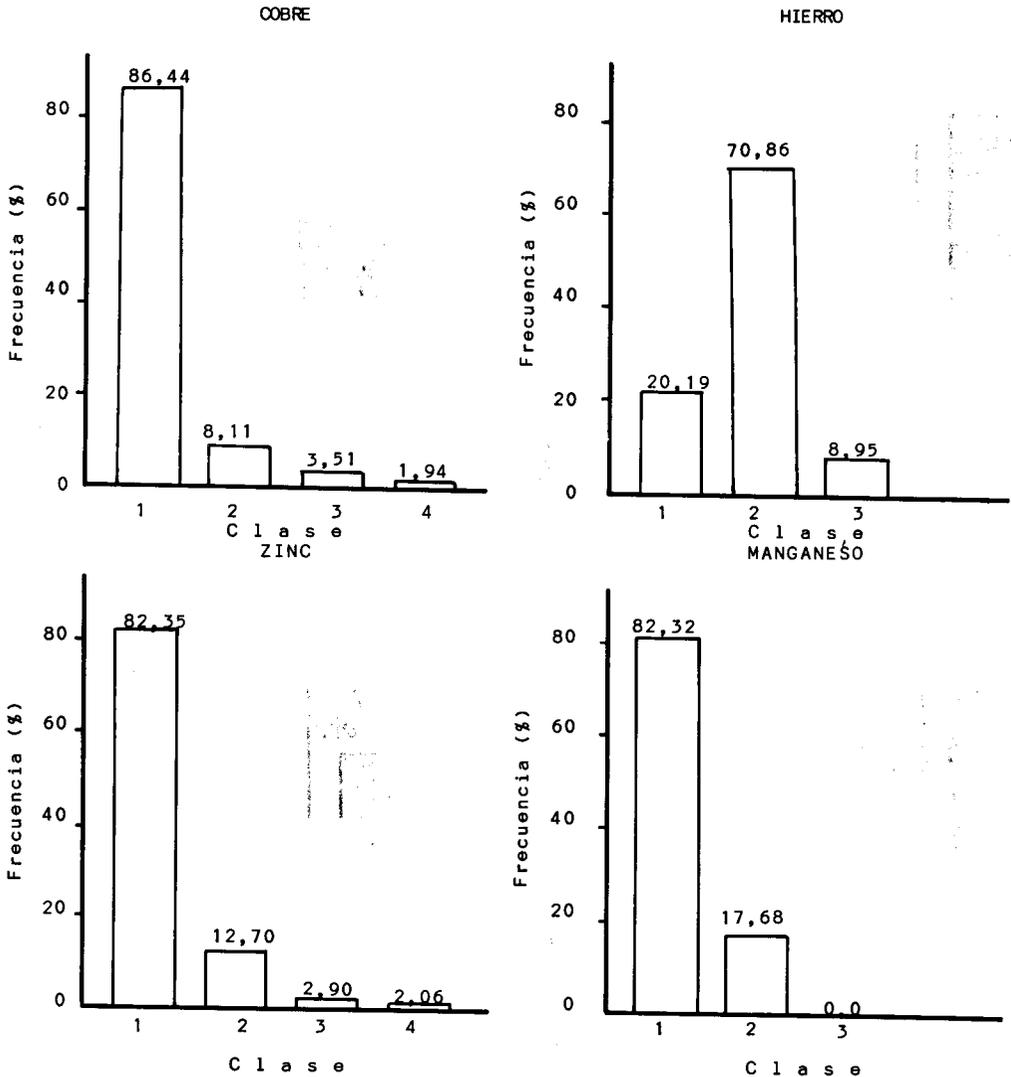


Fig. 1. Distribución de frecuencias de los elementos mayores y proteína en los forrajes durante la época lluviosa en el Pacífico Norte y Central de Costa Rica.



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. 2. Distribución de frecuencias de los elementos menores en los forrajes durante la época lluviosa en el Pacífico Norte y Central de Costa Rica.

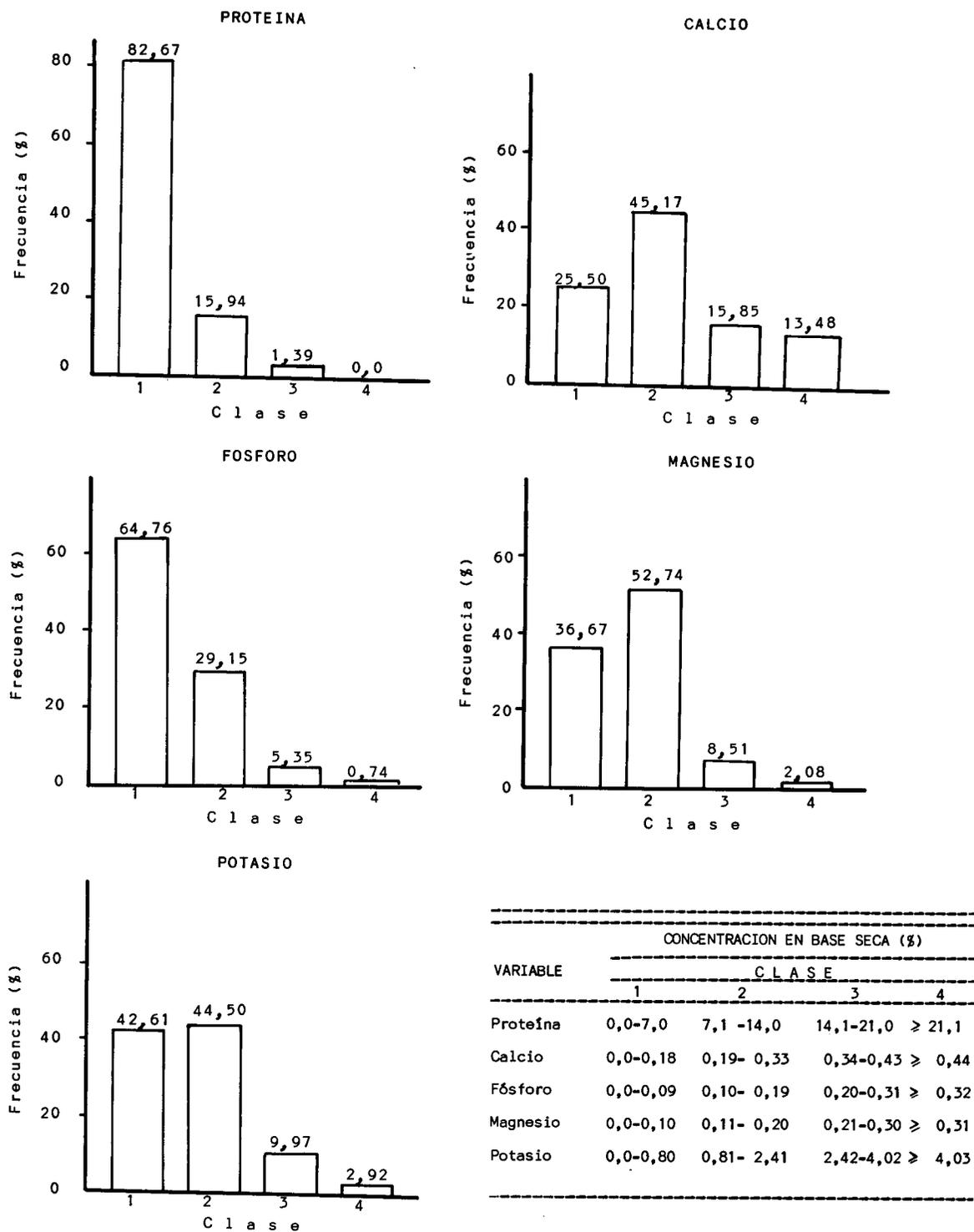
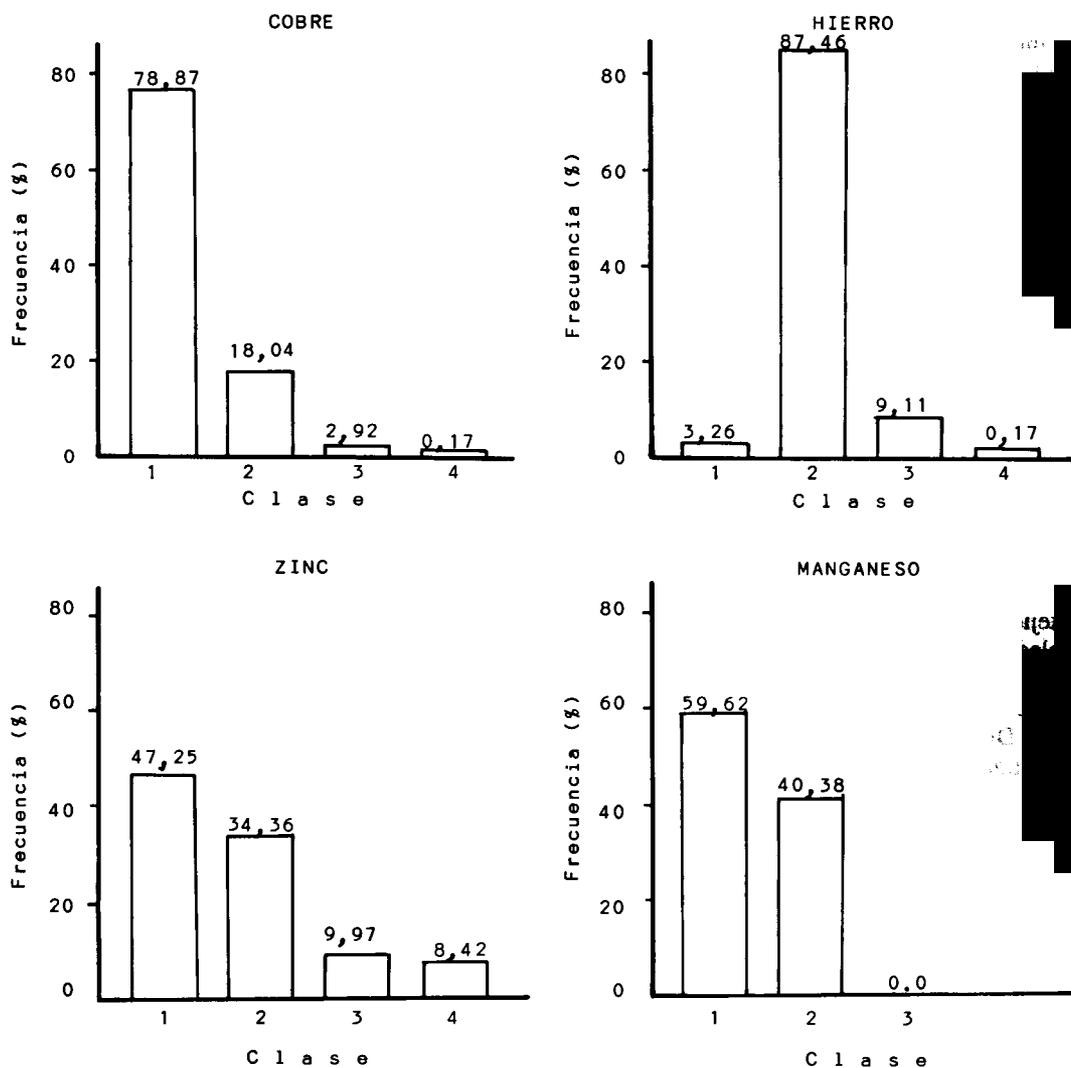


Fig. 3. Distribución de frecuencias de los elementos mayores y proteína en los forrajes durante la época seca en el Pacífico Norte y Central de Costa Rica.



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 el Pacífico Norte y Central de Costa Rica.

suficiente humedad en el suelo. En las Figuras 1 y 3 se muestra que durante la época lluviosa el 54% de las muestras tienen valores inferiores a 7% y en la época seca el 83% de ellas están bajo este valor crítico.

### Calcio

El valor medio de Ca obtenido en los forrajes (0,26%) (Cuadro 2), es similar al señalado por Vargas *et al.* (1985) y Sánchez *et al.* (1985) en la misma zona y superior al indicado por Fonseca *et al.* (1984) y Marín *et al.* (1985) en zonas más lluviosas del país. Las Figuras 1 y 3 indican que el 70 y el 75% de las muestras estudiadas presentan concentraciones de Ca superiores a 0,18%, valor que es considerado por el NRC (1984) como mínimo para el ganado de carne en crecimiento, por lo que para este tipo de explotación el Ca no constituye problema.

La variación de los niveles de Ca en prefloración y postfloración, indica que conforme la planta madura se produce una acumulación de Ca en los tejidos (Cuadro 4). Este mismo hecho, ha sido señalado por Gomide (1976). Sin embargo, Vargas *et al.* (1987) y Fonseca *et al.* (1988) indican que el nivel de Ca permanece constante al madurar la planta. Durante la época seca, se observó una mayor concentración de Ca en la planta ( $P < 0,05$ ).

### Fósforo

La información señala que del total de muestras estudiadas los pastos contienen en promedio valores de P inferiores a 0,18%, valor considerado como el mínimo necesario para llenar las necesidades del ganado de carne en pastoreo (NRC, 1984). Las Figuras 1 y 3 indican que el 80% y el 94% de las muestras en invierno y verano, respectivamente, contienen concentraciones de P inferiores al mínimo señalado, lo cual confirma una vez más que este mineral es el más limitante para el ganado en pastoreo en los trópicos (McDowell *et al.*, 1984). En la zona se han informado (Vargas *et al.*, 1985) frecuencias semejantes en verano (88,9% de muestras con valores de P inferiores al mencionado). Fonseca *et al.* (1988) en la Zona Sur del país encontraron que un 77,4% y 81,5% de los forrajes contenían valores de P inferiores a 0,18%, en la época lluviosa y seca, respectivamente.

Tanto la época climática (Cuadro 3) como el estado fisiológico (Cuadro 4) afectan significativamente esta variable. En el Cuadro 5 se puede observar que la época climática tiene un efecto mayor que el estado fisiológico sobre el contenido de P en los forrajes. Durante la época lluviosa al

madurar la planta, el contenido de P no cambia, sin embargo, en la época seca, si se observa una disminución significativa ( $P < 0,05$ ) del P al madurar la planta. Este fenómeno ha sido observado por Sánchez *et al.* (1986) en la Zona Central y por Fonseca *et al.* (1988) en la Zona Sur. Sin embargo Vargas *et al.* (1987) en la Zona Atlántica del país, donde existe suficiente humedad, durante la época seca, no observó este efecto.

### Magnesio

El contenido de Mg en los pastos (0,12%) es ligeramente superior al requerimiento del ganado de carne (0,10%; NRC, 1984). Sin embargo, las Figuras 1 y 3 indican una amplia dispersión de la concentración de este elemento en los forrajes, observándose en la época lluviosa un 60,2% de las muestras con valores inferiores a 0,10%, lo cual sugiere que este elemento puede ser limitante para la producción de carne a base de pastos en la región.

En el Cuadro 3 se puede observar que la época afectó significativamente la concentración del elemento, ya que se obtuvieron valores mayores durante la época seca (0,13%) que en la época lluviosa (0,10%). Este comportamiento del mineral ha sido indicado previamente por Sánchez *et al.* (1986), Andreasi *et al.* (1969) y Vargas *et al.* (1987). El estado vegetativo no afectó el contenido de Mg en los forrajes (Cuadro 4), sin embargo, al madurar la planta en la época lluviosa el contenido de Mg disminuyó (Cuadro 5). Vargas *et al.* (1987) y Sánchez *et al.* (1986) han observado tendencias similares.

### Potasio

En general, los forrajes de esta zona contienen 0,65% de K, nivel que satisface las necesidades de K del ganado de carne en pastoreo (NRC, 1984). Sin embargo, más de un 42% de las muestras analizadas tanto en invierno como en verano contienen valores de K inferiores a 0,80%, por lo que en algunas áreas específicas de la región podría existir una deficiencia de este mineral. Vargas y Fonseca (1988), han informado niveles muy bajos de K en los cantones de San Mateo y Orotina.

Los niveles de K no fueron afectados por la época climática ni por el estado vegetativo de la planta (Cuadros 3 y 4). Fonseca *et al.* (1988) en la Zona Sur del país indicó efecto significativo ( $P < 0,05$ ) por el estado vegetativo pero no por la época. Por otra parte, Sánchez *et al.* (1986) y Vargas *et al.* (1987) en las Zonas Central y Atlántica observaron un mayor contenido de K durante la época

seca. Esto probablemente se explica por un mayor régimen de lluvias en estas zonas en relación con el Pacífico Norte y Sur. En general se observa en todo el país, que el contenido de K tiende a disminuir en los forrajes conforme estos maduran (Vargas y Fonseca, 1988).

### Cobre

Vargas y Fonseca (1988) han informado que después del P y el Zn, el Cu es el mineral más limitante para la producción de ganado bovino en pastoreo en Costa Rica. En la zona estudiada se obtuvo un nivel medio de este mineral de 3 mg/kg de MS, el cual es inferior al requerimiento mínimo establecido por el NRC (1984) para el ganado de carne (8 mg/kg de MS). La información indica que durante la época lluviosa, un 94,6% de las muestras están por debajo de 10 mg/kg de MS y en la época seca un 96,9% de ellas (Figuras 2 y 4). Los datos muestran que este elemento es crítico en la zona y coincide con las observaciones hechas por Vargas *et al.* (1985) y Sánchez *et al.* (1985) en la misma zona. En esta área del país, a diferencia de otras donde existe un régimen más alto de lluvias, el Cu no es afectado por la época del año, ni por la edad de la planta.

El Cu es pues, uno de los minerales críticos para la producción de carne en la zona y debe ser por lo tanto suplido en cantidades adecuadas en las sales minerales.

### Hierro

El Fe es un elemento abundante en los forrajes de Costa Rica (Marín *et al.*, 1985; Sánchez *et al.*, 1985; Vargas *et al.*, 1985) y aparentemente su contenido en los forrajes varía poco entre épocas y según la edad de la planta (Cuadros 3 y 4). Los datos muestran que los forrajes de toda la zona contienen cantidades de Fe superiores al nivel de 50 mg/kg de MS, establecido por el NRC (1984) como el requerimiento del ganado de carne. La distribución de la concentración de Fe de los forrajes (Figuras 2 y 4) indica que este elemento no tiene problemas para los animales rumiantes que se alimentan a base de forrajes en el Pacífico Norte y Central de Costa Rica.

### Zinc

El nivel medio de Zn obtenido en el presente estudio fue de 20 mg/kg de MS (Cuadro 2) y el NRC (1984) establece las necesidades de Zn del ganado de carne en 30 mg/kg de MS, de tal manera que el nivel es bajo. Las Figuras 2 y 4 indican que el 95 y 82% de las muestras estudiadas en las épocas lluvio-

sa y seca, respectivamente, contienen niveles de Zn inferiores a 40 mg/kg de MS de los forrajes. Estos resultados confirman lo encontrado por Vargas *et al.* (1987) en el Atlántico, Fonseca *et al.* (1988) en el Sur y Sánchez *et al.* (1986) en la Zona Central del país, en el sentido de que el Zn junto con el P y el Cu, constituyen los minerales más limitantes para la producción animal en Costa Rica.

Durante la época seca se obtuvo una cantidad de Zn significativamente mayor (29 mg/kg de MS) que durante la época lluviosa (13 mg/kg de MS), lo que demuestra que este mineral tiende a concentrarse al producirse una menor cantidad de tejido vegetativo (Andreasi *et al.*, 1969; Sánchez *et al.*, 1986). Se observó asimismo, que al madurar el pasto, el contenido de Zn aumenta significativamente (Cuadro 4).

### Manganeso

Los forrajes de esta zona geográfica de Costa Rica, a diferencia de otras zonas del país (Fonseca *et al.*, 1988; Sánchez *et al.*, 1986; Vargas *et al.*, 1987), presentan valores de Mn que no satisfacen las necesidades de los animales de carne alimentados a base de forrajes, que han sido establecidas en 40 mg/kg de MS por el NRC (1984). Las Figuras 2 y 4 señalan que un 82 y un 60% de los forrajes estudiados contienen niveles de Mn inferiores a las necesidades de los animales en invierno y verano. Una deficiencia de Mn afecta el nivel reproductivo de los animales, causando una tardanza en la maduración sexual, ovulación irregular y reabsorción del feto (McDowell *et al.*, 1984).

La época climática y el estado vegetativo afectaron significativamente el contenido de este elemento (Cuadros 3 y 4), observándose durante la época seca y en los pastos maduros, un mayor contenido de Mn en los forrajes.

## RESUMEN

Durante la época seca y lluviosa se tomaron 1362 muestras de forrajes de las principales especies cultivadas en el Pacífico Norte y Central de Costa Rica, con el objeto de determinar su contenido proteico y mineral, evaluar el comportamiento de su valor nutritivo durante diferentes edades de cosecha y épocas climáticas y relacionar esto con los requerimientos del ganado bovino de carne. Estas zonas se localizan entre los 11° y 8°10' latitud norte y los 85°50' y los 83° longitud oeste. Su clima es tropical sub-húmedo. La precipitación promedio es de 2000

mm anuales y varía entre 1500 y 4000 mm anuales, con una estación seca bien demarcada que se extiende desde noviembre o diciembre hasta mayo. La altitud varía desde el nivel del mar hasta los 700 m. La temperatura para altitudes menores a los 150 msnm es superior a los 27°C. Los niveles promedio obtenidos para la proteína cruda, Ca, P, Mg y K fueron 6,22; 0,26; 0,12; 0,12 y 1,22% de la materia seca, respectivamente. Los valores para Fe, Cu, Mn y Zn fueron 167, 3, 33 y 20 mg/kg de materia seca, respectivamente. La proteína y el P disminuyeron ( $P < 0,05$ ) durante la época seca, el Cu permaneció constante y los demás elementos estudiados aumentaron. Los contenidos de proteína y P disminuyeron en forma significativa ( $P < 0,05$ ) al madurar los pastos; el Mg, K, Fe y Cu no mostraron diferencias, mientras que el Ca, Mn y Zn aumentaron.

#### LITERATURA CITADA

- ANDREASI, F.; MENDOCA, C.Jr.; VEIGA, J.S.M.; PRADA, F. 1969. Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de áreas delimitadas do Estado de Sao Paulo. *Rev. Fac. Med. Vet. Sao Paulo* 7(3):583.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1975. *Official methods of analysis of the AOAC*. 12 ed. Washington, D.C. 1008 p.
- BONILLA, O. 1985. Evaluación del estado mineral de los pastos de los cantones de Nicoya, Nandayure y Hojancha, provincia de Guanacaste, durante la época seca. *Agronomía Costarricense* 9(1):47-54.
- COHEN, R.D.H. 1980. Phosphorus in rangeland ruminant nutrition; review. *Livestock Production Science* 7:25-37.
- FICK, K.R.; MILLER, S.R.; FUNK, J.D.; McDOWELL, L.R.; HOUSER, R.H. 1976. *Methods of mineral analysis for plant and animal tissues*. Gainesville, Florida, Animal Science Department, University of Florida. 90 p.
- FONSECA, H.; VARGAS, E.; CAMPABADAL, C.; SANCHEZ, J.M. 1988. Contenido mineral de los forrajes en la Zona Sur de Costa Rica. I. Efecto de época climática y el estado vegetativo. *Agronomía Costarricense* 12(2).
- MARIN, J.; SANCHEZ, J.; CAMPABADAL, C.; VARGAS, E. 1985. Determinación del contenido mineral de los forrajes y sangre de los bovinos de los cantones de Siquirres, Guácimo y Pococí de la provincia de Limón, durante la época lluviosa. *Agronomía Costarricense* 9(2):197-203.
- McDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; ELLIS, G.L.; LOOSLI, J.K. 1984. *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales*. Gainesville, Florida, Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Florida. 91 p.
- MORRISON, J. 1980. The influence of climate and soil on the yield of grass and its response to fertilizer nitrogen. *In International Symposium on European Grassland Fed on the Role of Nitrogen in Intensive Grassland Production*. Wageningen, Holland. Proceedings. Wageningen, PUDOC. p. 51-57.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1984. *Nutrient requirements of beef cattle*. Washington, D.C., National Academy Press.
- 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.
- VARGAS, E.; CAMPABADAL, C.; MURILLO, O.; FONSECA, H.; COWARD, J. 1985. Situación mineral del ganado bovino en pastoreo durante la época seca en el cantón de Cañas, Guanacaste. *Agronomía Costarricense* 9(1):55-64.
- VARGAS, E.; SANCHEZ, J.; CAMPABADAL, C. 1987. Contenido proteico y mineral en los forrajes de las regiones Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica. I. Efecto de la época climática y el estado vegetativo. *Agronomía Costarricense* 11(1):25.
- VARGAS, E.; FONSECA, H. 1988. Contenido mineral y de proteína en forrajes para rumiantes en pastoreo en Costa Rica. San José, Editorial Universidad de Costa Rica.