

CONTENIDO PROTEICO Y MINERAL EN LOS FORRAJES DE LA ZONA MONTAÑOSA CENTRAL DE COSTA RICA. I. EFECTO DE LA EPOCA CLIMATICA Y EL ESTADO VEGETATIVO^{1/*}

Jorge Manuel Sánchez **

Emilio Vargas **

Carlos Campabadal **

Hernán Fonseca **

ABSTRACT

Mineral and crude protein content of forages of the Central Zone of Costa Rica. I. Effect of season and growth stage. Mineral and crude protein content of forages of the Central Zone of Costa Rica were analyzed during a complete year in order to detect possible deficiencies, toxicities and imbalances of these nutrients in dairy cattle. This zone is located between 9° 21' and 10° 9' north latitude and 83° 19' and 84° 5' west longitude, altitude ranges from 602 to 3432 masl and temperature and average annual precipitation range between 12.3 and 28.5°C and 1650 and 3756 mm, respectively. Three hundred and thirty forage samples were collected during the wet (July-November) and dry (January-April) season, and they were also classified according to their physiological stage. Samples were analyzed for crude protein, calcium, phosphorus, magnesium, potassium, copper, iron, zinc and manganese. Forage content for crude protein, calcium, phosphorus, magnesium and potassium was 17.09, 0.23, 0.19, 0.19 and 3.12%, respectively. Average concentration of copper, iron, zinc and manganese was 9, 263, 35 and 80 mg/kg of dry matter, respectively. According to nutritional recommendations for dairy cattle, forages of the zone do not meet the animals requirements for calcium, phosphorus, magnesium, copper and zinc. Results also showed that forages have excessively high levels of potassium, iron and manganese, which could affect with the metabolism of other minerals.

INTRODUCCION

La zona montañosa central de Costa Rica tradicionalmente se ha dedicado a la producción de ganado lechero, aportando aproximadamente

un 60% de la leche que se produce en el país (SEPSA, 1982). Esta actividad pecuaria es realizada en forma intensiva y los animales dependen en alto grado de los forrajes para satisfacer sus necesidades nutricionales.

Diversos autores (McDowell, 1977; McDowell *et al.*, 1984) han informado que las deficiencias, toxicidades y relaciones inadecuadas de los minerales en suelos y forrajes son las principales causas de los bajos niveles de producción y reproducción que presentan los animales en pastoreo en zonas tropicales.

En estudios realizados en algunas localidades de la zona comprendida en este trabajo, Vargas *et al.*, (1980) informaron deficiencias generaliza-

1/ Recibido para publicación el 25 de agosto de 1986.

* Financiamiento parcial aportado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT).

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

das de calcio, fósforo, cobre y zinc para la alimentación del ganado lechero, y niveles excesivos de potasio, hierro y manganeso que podrían causar algún efecto adverso en el metabolismo de los bovinos. Al seguir la composición de los forrajes una distribución geográfica determinada (McDowell *et al.*, 1984) se sospecha que esta situación podría afectar la totalidad de la zona montañosa central de Costa Rica.

Los objetivos de la presente investigación fueron: a) determinar el comportamiento nutricional (proteico y mineral) de los forrajes en la zona montañosa central de Costa Rica; b) evaluar el efecto de la época climática y la edad de cosecha de los pastos sobre ese comportamiento; y c) relacionar el comportamiento nutricional de los forrajes con los requerimientos del ganado lechero sugeridos por el National Research Council (NRC).

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en la zona montañosa central de Costa Rica, la cual se loca-

liza entre los 9°21' y los 10°9' latitud norte y los 83°19' y 84°5' longitud oeste. Esta zona tiene una altura que varía de 602 a 3432 msnm y su temperatura media y precipitación promedio anual oscilan, respectivamente, entre 12,3 y 28,5°C y 1650 y 3756 mm. 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 muestreo se realizó al azar y tanto el número de fincas estudiadas en cada zona, como el número de muestras de pasto recolectadas por finca se determinó de acuerdo a la densidad de la población del ganado bovino. El muestreo se efectuó durante el año 1977 y el total de muestras recolectadas fue 330, de las cuales 119 correspondieron a la época lluviosa (julio-noviembre) y 211 a la época seca (enero-abril). Las muestras también fueron clasificadas de acuerdo a su estado fisiológico, obteniéndose 260 en pre-floración y 70 en post-floración. En este estudio se analizó el comportamiento global de los pastos en la región y en Sánchez *et al.*

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

Provincia	Cantón	Número de muestras		
		Epoca lluviosa	Epoca seca	Total
Cartago	Central	4	8	12
	Paraíso	3	8	11
	Turrialba	16	34	50
	Alvarado	12	26	38
	Oreamuno	20	42	62
				173
San José	Coronado	17	25	42
	Moravia	4	6	10
	Goicoechea	4	2	6
				58
Heredia	Central	1	4	5
	Barva	4	6	10
	Santa Bárbara	6	10	16
				31
Alajuela	Central	4	7	11
	Grecia	2	2	4
	Naranjo	2	4	6
	Poás	5	10	15
	Alfaro Ruiz	14	18	32
				68
TOTAL				330

(1986) se evaluaron las especies en forma individual. Las especies de pastos muestreadas fueron: *Pennisetum clandestinum*, *Cynodon nlemfluensis*, *Pennisetum purpureum*, *Axonopus scoparius* y otras de menor importancia para la zona.

Las muestras fueron cosechadas a una altura de 10 a 15 cm del suelo en los potreros que iban a ser pastoreados el día siguiente. Se introdujeron en bolsas de plástico para su envío al laboratorio, donde se secaron a 60 C durante 48 horas, se molieron y se envasaron para su posterior análisis químico. Se realizaron análisis de materia seca (MS) y proteína curda (PC) por el método de la AOAC (1975). Se digirieron en mezcla nitroperclórica y se determinaron por absorción atómica Ca, Mg, K, Fe, Cu, Zn y Mn y por colorimetría, el P (Fick *et al.*, 1976).

El análisis estadístico de los datos se realizó de acuerdo a un diseño totalmente al azar. Cuando las variables difirieron significativamente ($P < 0,05$) se hizo una prueba de Duncan para comparar los promedios (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSION

Proteína cruda

Los contenidos promedio de PC y minerales de los forrajes analizados en la zona central de Costa Rica se resumen en el Cuadro 2. En relación a la PC se encontró un promedio de 17,09%, el cual es considerado alto para una región tropical y es superior al obtenido por Vargas *et al.*, (1980) en esta zona. Si se tiene una disponibilidad y consumo adecuado de los forrajes, este valor satisface las necesidades nutricionales del ganado lechero (NRC, 1978); sin embargo, presenta una importante dispersión que se pone en evidencia en las Figuras 1 y 3. Alrededor de un 30% de los forrajes no satisfacen el 14% de PC que establece el NRC como el requerimiento mínimo para animales que producen menos de 20 kg de leche por día (NRC, 1978), y más del 25% de los pastos en la época seca y más del 35% en la época lluviosa presentan valores superiores a 21% de PC. Esta dispersión tan amplia en los valores puede ser explicada por el efecto que la especie, el estado vegetativo, la época climática (De Sousa, 1978), el manejo y especialmente la fertilización nitrogenada (Gomide *et al.*, 1969) tienen sobre el valor nutritivo de los forrajes. Al comparar el valor nutritivo de los forrajes con las necesidades nutri-

cionales sugeridas por el NRC se pretende conocer en forma global la capacidad de los pastos para nutrir a los animales; sin embargo la selectividad del animal al pastorear hace que generalmente el contenido de PC, lo mismo que de P, K, Cu y Zn, sea mayor en el material consumido que en el muestreado.

En los Cuadros 3, 4 y 5 se indica el efecto de la época climática y del estado vegetativo sobre el valor nutritivo de los pastos. Los forrajes cosechados durante la época lluviosa presentaron un contenido significativamente mayor de PC (17,90%) que los cosechados durante la época seca (16,64%), que puede explicarse por la mayor disponibilidad de nitrógeno en el suelo durante el período lluvioso (Morrison, 1980). El estado vegetativo también afectó significativamente el contenido de PC; en el estado de pre-floración los pastos presentaron 17,94% mientras que en post-floración el nivel fue 13,95%. Este comportamiento se debe a que los tejidos fisiológicamente más activos contienen una mayor cantidad de PC y, conforme la planta madura, se produce un movimiento de las proteínas de las partes vegetativas hacia la semilla (Maynard *et al.*, 1981). En comparación, el estado vegetativo tiene un mayor efecto sobre el contenido de este nutriente que la época climática (Cuadro 5).

Cuadro 2. Contenido promedio de minerales y proteína cruda en los forrajes de la zona montañosa central de Costa Rica (Base seca)¹.

Nutrimiento	Contenido promedio	Desviación standard
Proteína cruda, %	17,09	5,45
Calcio, %	0,23	0,09
Fósforo, %	0,19	0,10
Magnesio, %	0,19	0,06
Potasio, %	3,12	1,46
Cobre, mg/kg	9	5
Hierro, mg/kg	236	117
Zinc, mg/kg	35	20
Manganeso, mg/kg	80	73

1. Promedio de 330 muestras.

Calcio

El valor medio de calcio obtenido en los forrajes (0,23%) (Cuadro 2), es ligeramente superior al encontrado por otros autores en la provincia de Cartago (Vargas *et al.*, 1980). En las Figuras 1 y 3 se puede ver que más del 96% de las muestras analizadas presentan valores inferiores a las recomendaciones del NRC (1978), de 0,43% para el ganado lechero en producción, lo que indica que el calcio es limitante para la producción lechera a base de forrajes en esta región.

La variación de los niveles de calcio en pre-floración y post-floración indica que conforme la planta madura se produce una acumulación de calcio en los tejidos (Cuadro 4). Observaciones similares han sido hechas por Gomide (1976) y también se manifiestan en el Cuadro 5.

Fósforo

Los animales en pastoreo en zonas tropicales frecuentemente presentan deficiencias de fósforo (McDowell *et al.*, 1984), las cuales se caracterizan

por apetito pobre o depravado, baja conversión alimenticia y bajos rendimientos tanto productivos como reproductivos (Miller, 1979; NRC, 1978). Los forrajes de la zona estudiada presentaron un promedio general de 0,19% de fósforo, el cual es ligeramente superior al reportado por Vargas, *et al.*, (1980) para los forrajes de esta región. Este valor satisface únicamente un 56% de las necesidades del ganado lechero con una producción menor a 20 kg por día, las cuales han sido establecidas en 0,34% por el NRC (1978).

Al analizar la distribución del contenido de fósforo en los forrajes (Figuras 1 y 3) se encuentra que únicamente un 10,28% de los forrajes superan el valor crítico antes indicado durante la época lluviosa y un 16,84% durante la época seca, indicando que la deficiencia del elemento es generalizada en ambas épocas, lo mismo que en toda la zona.

El contenido de fósforo difirió significativamente entre épocas (Cuadro 3) pero no entre estados vegetativos (Cuadro 4), lo que sugiere que el estrés de la sequía tiene un mayor efecto sobre el contenido de este elemento que el estado vegetativo de la planta (Cuadro 5). El contenido de fós-

Cuadro 3. Efecto de la época sobre la composición mineral y proteica de los forrajes de la zona montañosa central de Costa Rica (Base seca),

Nutrimento	Epoca	
	Lluviosa ¹	Seca ²
Proteína cruda, %	17,90 ^a	16,64 ^a
Calcio, %	0,22 ^a	0,23 ^a
Fósforo, %	0,22 ^a	0,18 ^b
Magnesio, %	0,18 ^b	0,20 ^a
Potasio, %	2,88 ^b	3,26 ^a
Cobre, mg/kg	10 ^a	9 ^a
Hierro, mg/kg	222 ^b	285 ^a
Zinc, mg/kg	29 ^b	38 ^a
Manganeso, mg/kg	67 ^b	87 ^a

1. Promedio de 119 muestras.

2. Promedio de 211 muestras.

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

Cuadro 4. Efecto del estado vegetativo sobre el contenido mineral y proteico de los forrajes de la zona montañosa central de Costa Rica (Base seca).

Nutrimento	Estado vegetativo	
	Pre-floración ¹	Post-floración ²
Proteína cruda, %	17,94 ^a	13,95 ^b
Calcio, %	0,22 ^a	0,24 ^a
Fósforo, %	0,20 ^a	0,18 ^a
Magnesio, %	0,20 ^a	0,19 ^a
Potasio, %	3,16 ^a	2,97 ^a
Cobre, mg/kg	10 ^a	8 ^b
Hierro, mg/kg	262 ^a	265 ^a
Zinc, mg/kg	36 ^a	31 ^a
Manganeso, mg/kg	83 ^a	69 ^a

1. Promedio de 260 muestras.

2. Promedio de 70 muestras.

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

Cuadro 5. Contenido mineral y proteico de los forrajes de la zona central de Costa Rica clasificados por época y estado vegetativo (Base seca).

Nutrimento	Epoca			
	Lluviosa		Seca	
	Pre-floración ¹	Post-floración ²	Pre-floración ³	Post-floración ⁴
Proteína cruda, %	19,50 ^a	12,95 ^c	17,00 ^b	14,31 ^c
Calcio, %	0,21 ^b	0,25 ^a	0,22 ^{ab}	0,23 ^{ab}
Fósforo, %	0,22 ^a	0,22 ^a	0,19 ^a	0,14 ^b
Magnesio, %	0,19 ^{ab}	0,17 ^b	0,20 ^a	0,19 ^{ab}
Potasio, %	2,91 ^a	2,78 ^a	3,28 ^a	3,10 ^a
Cobre, mg/kg	11 ^a	8 ^b	9 ^b	9 ^b
Hierro, mg/kg	219 ^a	230 ^a	285 ^a	290 ^a
Zinc, mg/kg	30 ^b	28 ^b	39 ^a	33 ^{ab}
Manganeso, mg/kg	67 ^b	69 ^{ab}	92 ^a	69 ^{ab}

1. Promedio de 90 muestras.

2. Promedio de 29 muestras.

3. Promedio de 170 muestras.

4. Promedio de 41 muestras.

a,b,c Promedios en una línea con letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

foro (0,22%) de la época lluviosa declinó a 0,18% en la época seca. Esta reducción puede deberse al estado de madurez de los forrajes durante la época seca y a la traslocación del elemento de las hojas y tallos a la raíz y en algunos casos al suelo (De Sousa, 1978).

Magnesio

El contenido medio del magnesio de los pastos (0,19%) coincide con los requerimientos del ganado de leche en producción (0,20%) (NRC, 1978) y con valores señalados para la zona (Vargas *et al.*, 1980). Sin embargo, la amplia dispersión de las concentraciones del elemento y el elevado número de muestras con menos de 0,20% de magnesio (Figuras 1 y 3) sugieren que este elemento es crítico para la producción lechera a base de pastos en la región.

En el Cuadro 3 se puede observar que la época afectó significativamente la concentración

del elemento, obteniéndose mayores valores durante la época seca (0,20%) que en la época lluviosa (0,18%). Este comportamiento del mineral ha sido informado previamente por Andreasi, *et al.*, (1969) y puede deberse a la mayor producción de biomasa durante la época lluviosa y por lo tanto a una mayor dilución del elemento. En los Cuadros 4 y 5 se observa que el estado vegetativo no afectó significativamente el contenido de magnesio, sin embargo se puede notar cierta tendencia a declinar al madurar la planta. Gomide, *et al.*, (1969) también han informado tendencias similares.

Potasio

Por lo general las dietas con base en forrajes satisfacen las necesidades de potasio del ganado bovino (0,6 a 0,8%) (Ammerman y Goodrich, 1983). En el presente análisis se obtuvo un nivel medio de 3,12% (Cuadro 2), que es similar al in-

formado previamente por Vargas *et al.* (1980) para la provincia de Cartago. En las Figuras 1 y 3 se observa que la mayoría de las muestras contienen más de 2,42% de potasio y que una cantidad muy importante sobrepasa el nivel de 3% establecido como el nivel máximo tolerable por el ganado bovino (NRC, 1980). Niveles superiores a 3% interfieren con el metabolismo del magnesio lo que puede incrementar la incidencia de hipomagnesiemia.

El contenido de potasio fue afectado significativamente por la época climática, pero no por el estado vegetativo. Durante la época seca se obtuvo un incremento que puede deberse a una mayor concentración del elemento al producirse una menor cantidad de forraje durante este período (Cuadro 3). Gomide (1976) ha afirmado que el potasio es muy móvil en la planta y que su concentración tiende a declinar al incrementarse la edad de la planta; esta tendencia fue observada al obtenerse un nivel de 3,16% en el estado de pre-floración, y 2,97% en post-floración (Cuadro 4).

Cobre

McDowell, *et al.*, (1984) han informado que después del fósforo, el cobre es el mineral más limitante para la producción del ganado bovino en pastoreo en zonas tropicales. En la zona analizada se obtuvo un nivel medio de este mineral de 9 mg/kg de MS, el cual es ligeramente inferior al requerimiento mínimo establecido por el NRC (1978) para el ganado lechero en producción (10 mg/kg de MS). Aunque el contenido de cobre de los forrajes parece adecuado, al analizar el comportamiento de la composición de los pastos, se encontró que durante la época lluviosa un 40,33% de las muestras no satisfacen las necesidades del ganado lechero, y durante la época seca el porcentaje de muestras deficientes se incrementa a 57,82% (Figuras 2 y 4). Estos valores indican que este elemento es crítico para la alimentación del ganado bovino y coincide con las observaciones hechas previamente por Vargas *et al.*, (1980) en la provincia de Cartago.

En los Cuadros 3 y 4 se puede observar que el contenido de cobre de los forrajes no fue afectado significativamente por la época climática, pero sí por el estado fisiológico de la planta. En el estado de pre-floración la concentración de cobre fue 10 mg/kg de MS y en post-floración bajó a 8. Esta reducción en el contenido de cobre producida por la maduración de los forrajes también

ha sido observada por otros autores (McDowell, 1984).

Hierro

En el Cuadro 2 y en las Figuras 2 y 4 se puede observar que los forrajes de toda la zona contienen cantidades de hierro superiores al nivel de 50 mg/kg de MS, establecido por el NRC (1978) como el requerimiento del ganado lechero. Sin embargo, más de un 10% de las muestras contienen más de 400 mg de Fe/kg de MS y según Standish y Ammerman (1971), niveles entre 200 y 400 mg de Fe/kg en la dieta reducen la ganancia de peso y el consumo de alimento en rumiantes.

El contenido de hierro de los pastos fue significativamente mayor en la época seca (285 mg/kg de MS) que en la época lluviosa (222 mg/kg de MS) (Cuadro 3), lo cual podría deberse a la dilución que sufre el elemento en la planta al producirse una mayor cantidad de forraje. Entre los niveles medios de hierro en pre-floración, y en post-floración no hubo diferencias significativas (Cuadros 4 y 5).

Zinc

El NRC (1978) ha establecido las necesidades de zinc del ganado lechero en producción en 40 mg/kg de MS. En el presente estudio se obtuvo un nivel medio de 33 mg de Zn/kg de MS (Cuadro 2), el cual coincide con el determinado por Vargas *et al.*, (1980) para la provincia de Cartago. En las Figuras 2 y 4 se puede observar que durante las épocas lluviosa y seca, un 85,72 y un 70,15% de las muestras presentaron niveles inferiores a 40 mg/kg de MS, lo que indica que este es uno de los minerales más críticos para la alimentación animal a base de forrajes en la zona.

Durante la época seca se obtuvo una cantidad de zinc significativamente mayor (38 mg/kg de MS) que durante la época lluviosa (29 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) (Cuadro 3). Aunque el estado vegetativo no afectó significativamente el contenido de este mineral, en el estado de pre-floración se obtuvo una mayor concentración de zinc (36 mg/kg de MS) que en el estado de post-floración (31 mg/kg de MS) (Cuadros 4 y 5).

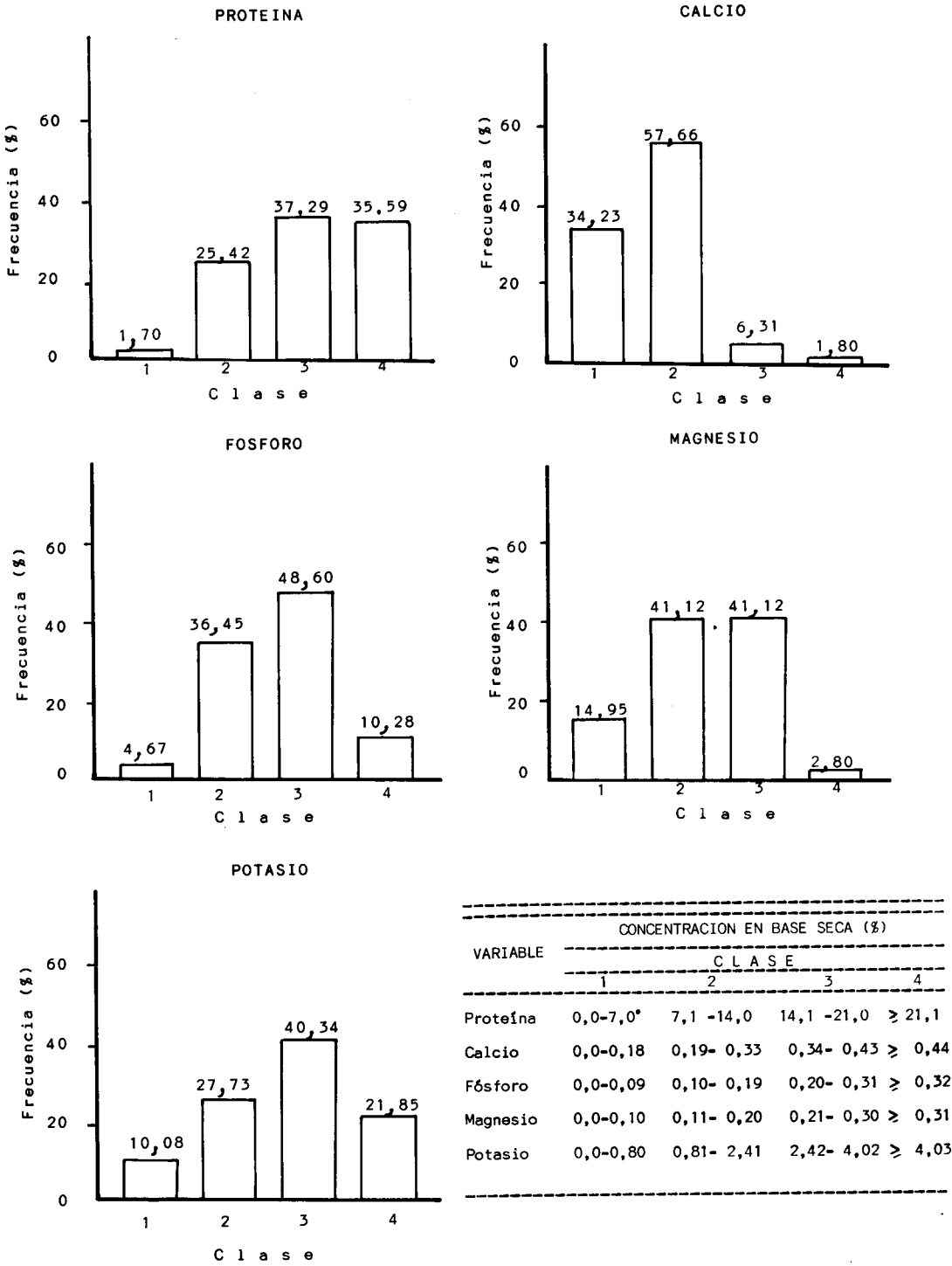
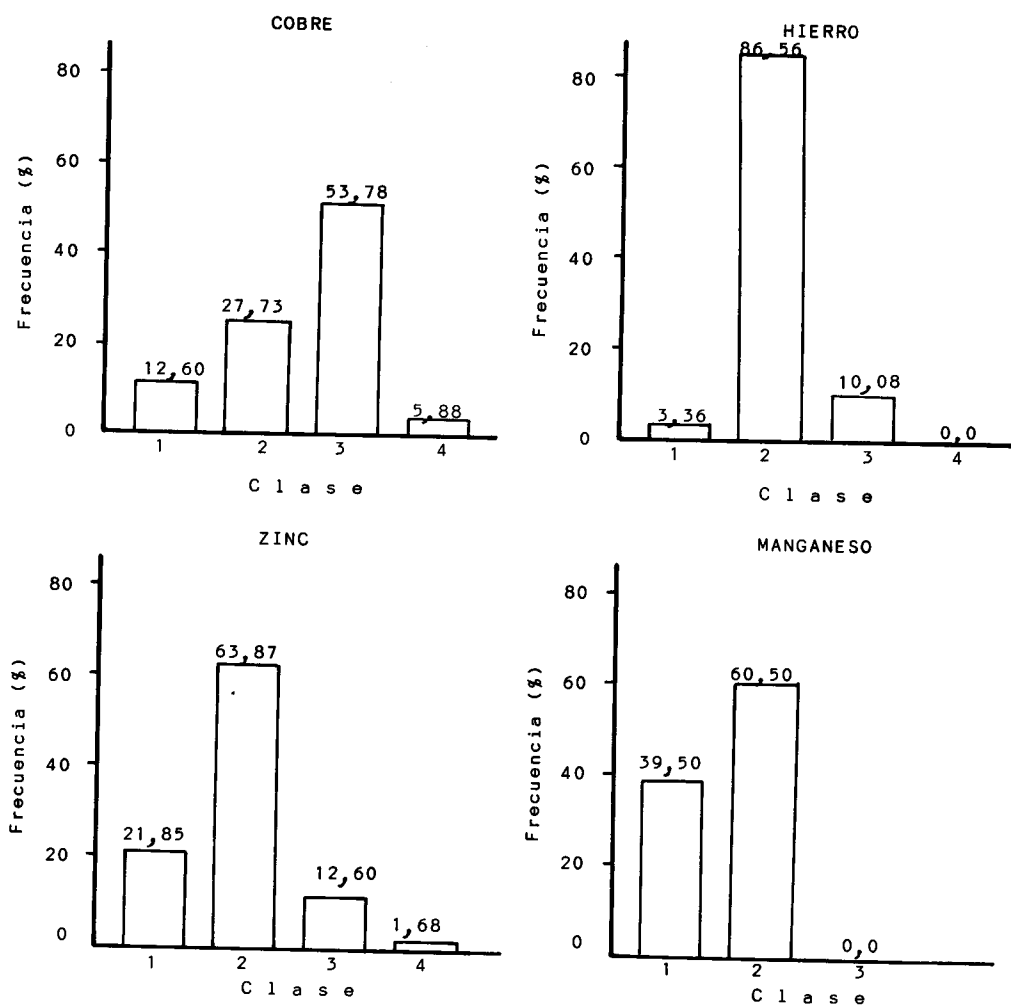


Fig. 1. Distribución de frecuencias de los elementos mayores y proteína en los forrajes durante la época lluviosa en la Zona Central de Costa Rica.



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. 2. Distribución de frecuencias de los elementos menores en los forrajes durante la época lluviosa en la Zona Central de Costa Rica.

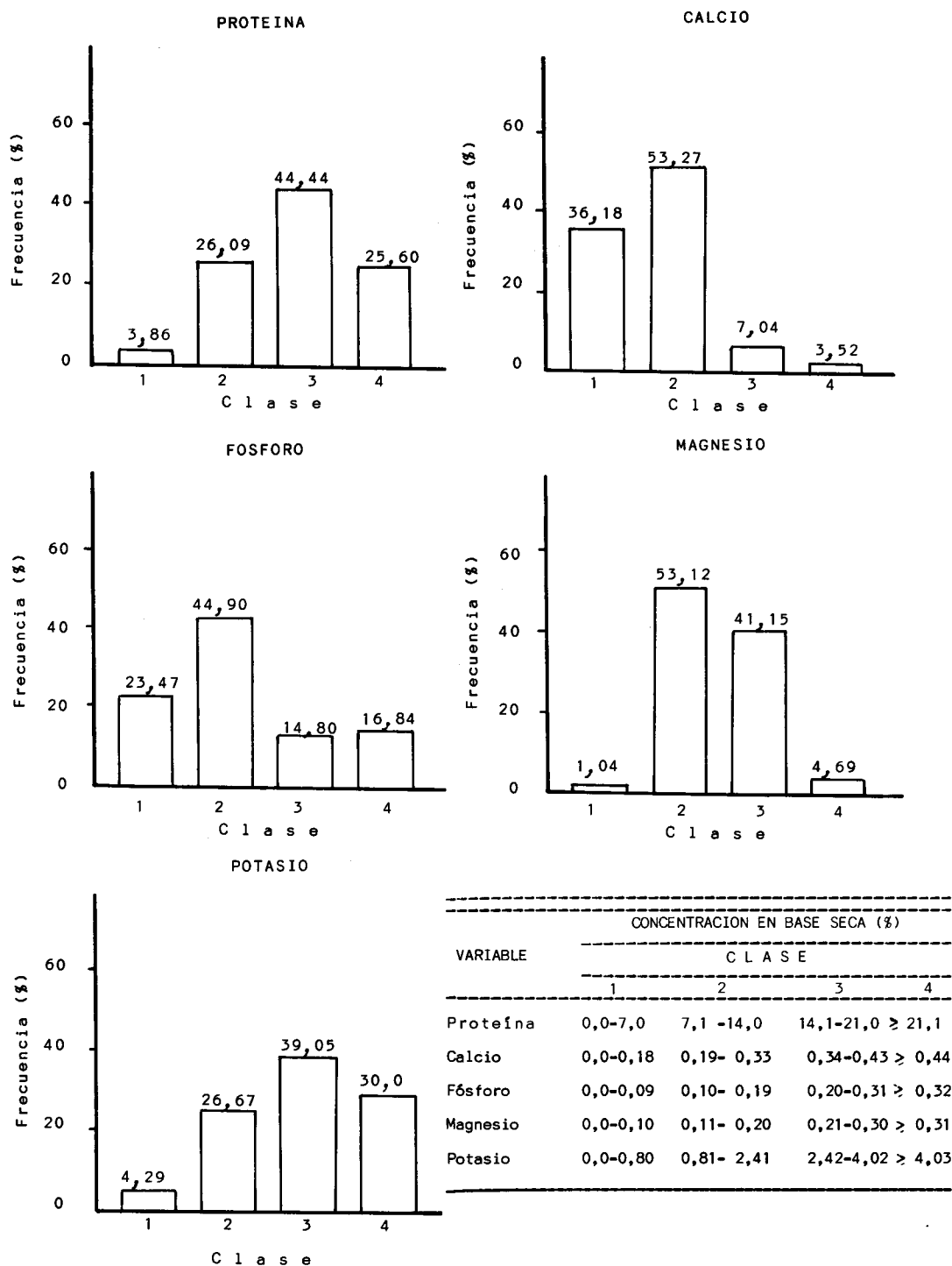
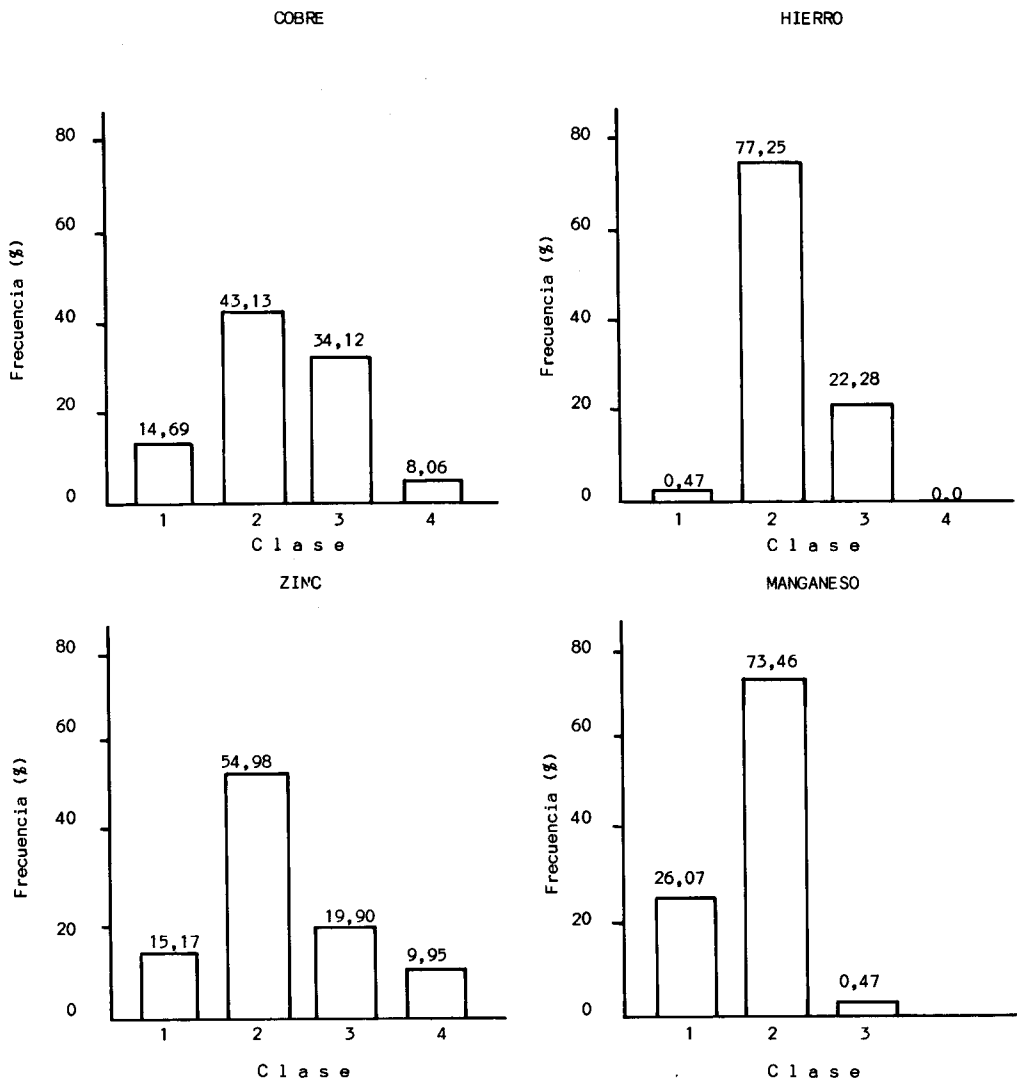


Fig. 3. Distribución de frecuencias de los elementos mayores y proteína en los forrajes durante la época seca en la Zona Central de Costa Rica.



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 la Zona Central de Costa Rica.

Manganeso

El contenido medio de manganeso en los forrajes fue de 80 mg/kg de MS, el cual en promedio es adecuado para la alimentación del ganado lechero y sobrepasa los requerimientos de 40 mg/kg de MS establecidos por el NRC (1978) (Cuadro 2). La época climática afectó significativamente el contenido de este elemento (Cuadro 3), no así el estado vegetativo de la planta (Cuadro 4). Durante la época lluviosa los forrajes presentaron 67 mg/kg de MS y en la época seca 87, lo que sugiere que el elemento es poco móvil en la planta. Observaciones similares han sido obtenidas por De Sousa en zonas tropicales (De Sousa, 1978).

En las Figuras 2 y 4 se puede observar que durante la época lluviosa un 60,50% de las muestras analizadas presentaron entre 40 y 500 mg de Mn/kg de MS y en la época seca un 73,46% estuvieron dentro de dicha categoría. La incidencia tan alta de muestras dentro de este rango podría sugerir posibles desbalances nutricionales, ya que Hartman, *et al.*, (1955) han informado que niveles del orden de los 500 mg de Mn/kg de MS pueden reducir la absorción de otros minerales e interferir en la conversión del caroteno a vitamina A y en la digestibilidad de otros nutrimentos tales como la fibra cruda.

RESUMEN

Durante un año se estudió el contenido mineral y de proteína cruda de los forrajes de la zona central montañosa de Costa Rica, con el fin de detectar posibles deficiencias, toxicidades o desbalances de estos nutrimentos en la alimentación del ganado lechero. La zona estudiada se localiza entre los 9°21' y 10°9' latitud norte y los 83°19' y 84°5' longitud oeste, su altura varía de 602 a 3432 msnm y la temperatura y precipitación promedio anual oscilan, respectivamente, entre 12,3 y 28,5 °C y 1650 y 3756 mm. Se recolectaron 119 muestras de forrajes durante la época lluviosa (julio-noviembre) y 211 en la época seca (enero-abril), que fueron clasificadas de acuerdo al estado fisiológico de la planta. Se analizó el contenido de proteína cruda, calcio, fósforo, magnesio, potasio, cobre, hierro, zinc y manganeso. Los resultados obtenidos indican niveles promedio de proteína cruda, calcio, fósforo, magnesio y potasio de 17,09; 0,23; 0,19; 0,19 y 3,12% de la materia seca, respectivamente. Para el cobre, hierro, zinc

y manganeso las concentraciones promedio fueron 9, 263, 35 y 80 mg/kg de la materia seca, respectivamente. Los niveles de Mg, K, Fe, Zn y Mn fueron mayores ($P < 0,05$) durante la época seca, mientras que los mayores contenidos de P ($P < 0,05$) se presentaron durante la época lluviosa. El estado vegetativo afectó ($P < 0,05$) únicamente el contenido de PC y Cu; siendo ambas mayores en el estado de pre-floración que en post-floración.

De acuerdo a las recomendaciones del NRC para el ganado lechero, y la dispersión de los datos según la época y el estado vegetativo los forrajes de la zona no satisfacen las necesidades de calcio, fósforo, magnesio, cobre y zinc de los animales. Los resultados obtenidos también indican que los pastos contienen niveles excesivos de potasio, hierro y manganeso, los cuales podrían interferir con el metabolismo de otros minerales.

LITERATURA CITADA

- AMMERMAN, B.C.; GOODRICH, R. D. 1983. Advances in mineral nutrition in ruminants. *Journal of Animal Science* 57 (Supplement 2): 1-575.
- ANDREASI, F.; MENDOCA, C.X. Jr.; VEIGA, J.S.M.; PRADA, F. 1969. Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de áreas delimitadas do Estado de São 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.
- COSTA RICA. SECRETARIA EJECUTIVA DE PLANIFICACION SECTORIAL AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. 1982. Información básica del sector agropecuario de Costa Rica. 2 ed. San José. 155 p.
- DE SOUSA, J. C. 1978. Interrelationships among mineral levels 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. Latin American Research Program. Gainesville, University of Florida. 90 p.
- GOMIDE, J. A. 1976. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In *Simpósio Latino-Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminants em Pastagens*, Belo Horizonte. 20 p.

- GOMIDE, J. A.; NOLLER, C. H.; MOTT, G. O.; CONRAD, J. H.; HILL, D. L. 1969. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plant age and nitrogen fertilization. *Agronomy Journal* 16: 120.
- HARTMAN, R. H.; MATRONE, G.; WISE, G. H. 1955. Effect of high dietary manganese on hemoglobin formation. *Journal of Nutrition* 57: 429-439.
- MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H. F.; WARNER, R. G. 1981. *Nutrición animal*, 2 ed. México, McGraw Hill. 640 p.
- MCDOWELL, L. R. 1977. Geographical distribution of nutritional diseases in animals. Gainesville, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Science, Center of Tropical Agriculture. 94 p.
- MCDOWELL, L. R.; CONRAD, J. H.; ELLIS, G. L.; LOOSLI, J. K. 1984. *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales*. Gainesville, Universidad de Florida, Departamento de Ciencia Animal. 91 p.
- MILLER, W. J. 1979. *Dairy cattle feeding and nutrition*. New York, Academic Press. 411 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). 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 -National Research Council. 577 p.
- STANDISH, J. F.; AMMERMAN, C. B. 1971. Effect of excess dietary iron as ferrous sulfate and ferric citrate on tissue mineral composition of sheep. *Journal of Animal Science* 33: 481-484.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J. H. 1980. *Principles and procedures of statistics*. 2 ed. New York, McGraw Hill. 481 p.
- VARGAS, E.; CAMPABADAL, C.; PALMER, L. 1980. Composición química y mineral de algunos forrajes de la provincia de Cartago y su relación con los requerimientos del ganado bovino. *Agronomía Costarricense* 4 (2): 165-173.