

CONTENIDO PROTEICO Y MINERAL EN LOS FORRAJES DE LAS REGIONES HUETAR NORTE Y ATLANTICA DE COSTA RICA. II. EFECTO DE LA ESPECIE^{1/}*

Emilio Vargas **
Jorge M. Sánchez **

ABSTRACT

Crude protein and mineral content of forages of North and Atlantic Regions of Costa Rica. II. Effect of species. Nine hundred and fifty six samples of main pastures of North and Atlantic regions of Costa Rica were collected during a year to analyze the effect of forage species, season of the year and stage of maturity upon its crude protein and mineral content. The zone is located at 8° 50' and 11° north latitude and 83 and 85 west longitude. Its climate is classified as humid tropic and temperature and average annual precipitation range between 24 and 26°C and 2700 and 4450 mm, respectively. Altitude ranges from sea level to 700 masl. Forage species, season and stage of maturity affected ($P < 0.05$) CP, Ca, Mg, K, Cu, Mn and Zn contents. Concentration of P was affected ($P < 0.05$) by forage species as well as stage of maturity and Fe content was only affected ($P < 0.05$) by season. In general, the evaluated species do not meet the requirements of CP, Ca, P, Mg, Cu and Zn of dairy and beef cattle of the region. Therefore, these nutrients must be considered in programs of mineral supplementation.

INTRODUCCION

El presente constituye la segunda parte de un estudio sobre composición mineral de los forrajes de las zonas Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica. En el primero de ellos se reportó el efecto de la época y estado vegetativo sobre la composición mineral (Vargas *et al.*, 1989). En este estudio se presenta la composición mineral por especies. En diversos estudios realizados en Costa Rica se ha encontrado que la composición mineral

de los forrajes depende marcadamente de la especie (Marín *et al.*, 1985; Sánchez *et al.*, 1986; Sánchez *et al.*, 1987). Así, frecuentemente, la especie es la responsable de que un forraje satisfaga o no las necesidades de un mineral específico de los animales.

Sánchez *et al.* (1987) han encontrado en el cantón de San Carlos que algunas especies forrajeras tienen condiciones propicias para causar desbalances metabólicos en el ganado bovino. Los pastos Gigante, San Juan, Pará y Alemán pueden producir hipomagnesemia en aquellos animales que los consumen y que no se suplementan adecuadamente con minerales, debido a sus bajos contenidos de Mg, altos valores de K y altas relaciones K:(Ca+Mg) (Kemp, 't Hart, 1957). A su vez, el pasto San Juan, que se caracteriza no sólo por su bajo contenido de Ca sino también por su alto contenido de oxalatos, puede causar hipocalcemia.

1/ Recibido para publicación el 6 de mayo de 1993.

* Este trabajo se llevó a cabo con el aporte económico del Consejo Nacional de Investigación Científicas y Tecnológicas, 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 Investigación en Nutrición Animal (CINA), Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Con el objeto de aportar información que sirva de base para mejorar la nutrición mineral del ganado bovino de las regiones Huetar Norte y Atlántica, se realizó la presente investigación, cuyos objetivos específicos fueron: a) determinar el contenido mineral y proteico de las principales especies forrajeras de la región; b) analizar el efecto de la época climática (lluviosa y seca) y del estado vegetativo (pre y post-floración) sobre la composición mineral y proteica de los forrajes y c) evaluar la capacidad de cada una de las especies de pasto para satisfacer las necesidades de nutrimentos del ganado lechero y de carne de la región.

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, 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 de 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

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

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

*Epoca seca o menos lluviosa.

Cuadro 2. Contenido proteico y de macroelementos de las principales especies forrajeras de las zonas Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica (% base seca).

Especie	Número de muestras	Nutrimentos				
		PC*	Ca	P	Mg	K
<i>Cynodon nlemfluensis</i>	201	11,15bc	0,20	0,15ab	0,15ab	2,03bc
<i>Axonopus compressus</i>	182	9,93b	0,15a	0,12ab	0,18bc	1,39ab
<i>Setaria anceps</i>	110	13,18c	0,21ab	0,14ab	0,16abc	3,41d
<i>Brachiaria mutica</i>	108	11,20bc	0,24ab	0,15ab	0,18bc	3,02d
<i>Panicum maximum</i>	81	10,44b	0,34c	0,13ab	0,18bc	1,70abc
<i>Pennisetum purpureum</i>	81	12,89bc	0,22ab	0,16b	0,13a	2,87d
<i>Brachiaria decumbens</i>	57	12,02bc	0,23ab	0,15ab	0,22c	2,91d
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	44	10,88bc	0,27bc	0,17b	0,21c	2,91d
<i>Hypharrena rufa</i>	29	7,26a	0,22ab	0,10a	0,18bc	0,97a
<i>Axonopus scoparius</i>	24	11,52bc	0,25ab	0,12ab	0,24c	2,25bcd
<i>Ischaemum ciliare</i>	18	10,23b	0,23ab	0,12ab	0,23c	1,76abc
<i>Echinochloa polystachya</i>	11	13,69c	0,22ab	0,13ab	0,16abc	2,53cd
<i>Axonopus micay</i>	6	12,47bc	0,23ab	0,18b	0,25c	2,48bcd
<i>Ixophorus unisetus</i>	4	12,96bc	0,25abc	0,15ab	0,26c	3,74d

a,b,c,d = Promedios en la misma columna con distintas letras difieren significativamente (P<0,05).

* Proteína cruda.

posteriormente se introdujeron en bolsas de plástico para enviarlas al laboratorio donde se secaron a 60°C durante 48 h, 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.

RESULTADOS Y DISCUSION

Proteína cruda

En el Cuadro 2 se observa que la especie afectó significativamente el contenido de proteína cruda de los forrajes, oscilando los valores desde 7,3% en el pasto *Hypparrhenia rufa* hasta 13,7% en *Echinochloa polystachya*. De acuerdo con el NRC (1984; 1988) las especies evaluadas logran satisfacer las necesidades de este nutrimento del ganado de carne; sin embargo, para producir leche satisfactoriamente, debe acudirse a la suplementación proteica.

Aunque no existe una tendencia definida en cuanto al efecto del estado vegetativo, se encontró que una mayor cantidad de especies tienen los mayores valores de PC durante el estado de pre-floración, el cual, generalmente, es el estado en que los pastos tienen el mayor valor nutritivo (Norton, 1981) (Cuadro 3).

En el Cuadro 4 se observa que frecuentemente los forrajes tienen mayores contenidos de PC durante la época lluviosa que en la época "semiseca", debido a que durante esa época hay una mayor disponibilidad de N en el suelo y un mayor crecimiento del tejido vegetativo (Morrison, 1980).

Macroelementos

El suministro de Ca a un animal es crítico debido a que este es el mineral más abundante en el organismo. En el Cuadro 2 se observa que la especie afectó significativamente la concentración de este elemento, habiéndose encontrado el máximo valor en el pasto *Panicum maximum*. De Sousa (1978) también ha informado que esta es una de las especies de gramíneas en producción animal que tiende a extraer y a acumular las mayores cantidades de Ca. Ninguna de las especies evaluadas logra satisfacer las necesidades de

este mineral del ganado lechero (NRC, 1988), por lo que debe acudirse a la suplementación complementaria para evitar depresiones en las reservas de Ca y P en el animal y mantener niveles adecuados de producción de leche (Underwood, 1983). Aunque los requerimientos del ganado de carne son menores (NRC, 1984), también debe suplementarse con Ca cuando los animales consumen forrajes diferentes al pasto *Panicum maximum*.

El contenido de Ca fue afectado significativamente por la interacción especie con estado fisiológico de la planta y época del año. Los forrajes tendieron a acumular mayores contenidos de Ca durante el estado de pre-floración, lo cual coincide con observaciones hechas por Norton (1981) y Sánchez *et al.* (1987). La interacción época del año-especie afectó de manera muy variable el contenido de este elemento. El P es uno de los minerales más críticos en la alimentación de animales que pastorean forrajes tropicales, no sólo porque los suelos y forrajes del trópico son deficientes en este elemento, sino también porque es una de las fuentes de minerales de mayor costo (McDowell, 1985). En el Cuadro 2 se observa que la especie afectó significativamente el contenido de P y que ninguna de las especies evaluadas logra satisfacer las necesidades del ganado de leche ni de carne (NRC, 1984; 1988), lo que convierte el P en uno de los minerales críticos para la alimentación del ganado bovino de las zonas Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica.

El contenido de P fue afectado significativamente por la interacción especie y estado vegetativo de los forrajes. La mayoría de las especies mostraron los mayores niveles durante el estado de post-floración (Cuadro 3), lo cual difiere de observaciones clásicas que indican que el contenido de P de los tejidos vegetativos declina con la edad (Norton, 1981). La época climática no afectó significativamente el contenido de este mineral en los forrajes, pudiéndose deber esto a que en la zona evaluada no existen diferencias muy marcadas entre las épocas del año. La mayoría de las especies tendieron a mostrar los niveles superiores de P durante la época lluviosa.

La especie afectó significativamente el contenido de Mg. Todas las especies satisfacen las necesidades del ganado de carne (NRC, 1984); sin embargo, sólo los pastos *Brachiaria* sp., *Brachiaria ruziziensis*, *Axonopus scoparius*, *Ischaemum ciliare*, *Axonopus micay* e *Ixophorus unisetus* logran satisfacer las necesidades del

Cuadro 3. Efecto del estado vegetativo sobre la composición proteica de macroelementos de las principales especies forrajeras de las zonas Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica (% base seca).

Especie	Estado vegetativo	PC*	Ca	P	M	K
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Pre-floración	11,14cd	0,21abc	0,15abcd	0,16ab	1,39ab
	Post-floración	11,09cd	0,18ab	0,17cd	0,10a	2,71cde
<i>Axonopus compressus</i>	Pre-floración	9,60c	0,19ab	0,12abc	0,23cd	1,86abc
	Post-floración	10,12cd	0,12a	0,15abcd	0,14ab	1,02a
<i>Setaria anceps</i>	Pre-floración	13,90e	0,21abc	0,13abcd	0,17abc	3,29de
	Post-floración	12,12cde	0,21abc	0,17cd	0,15ab	3,68e
<i>Brachiaria mutica</i>	Pre-floración	11,04cd	0,23abc	0,13abcd	0,16ab	3,10de
	Post-floración	11,39cde	0,24abc	0,16abcd	0,19abcd	2,93cde
<i>Panicum maximum</i>	Pre-floración	10,95cd	0,38d	0,13abcd	0,23cd	1,93abc
	Post-floración	9,84cd	0,28cd	0,14abcd	0,13a	1,42ab
<i>Pennisetum purpureum</i>	Pre-floración	12,97de	0,23abc	0,18cd	0,14ab	2,71cde
	Post-floración	12,82cde	0,23abc	0,15abcd	0,12a	3,00cde
<i>Brachiaria decumbens</i>	Pre-floración	12,63cde	0,27abcd	0,17cd	0,24cd	3,45e
	Post-floración	11,47cde	0,20abc	0,14abcd	0,20abcd	2,42cde
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	Pre-floración	10,81cd	0,27abcd	0,15abcd	0,22bcd	2,93cde
	Post-floración	11,19cd	0,25abc	0,23d	0,18abcd	2,83cde
<i>Hypharrena rufa</i>	Pre-floración	5,42a	0,22abc	0,09a	0,17abc	1,07a
	Post-floración	9,52bc	0,22abc	0,10ab	0,18abcd	0,84a
<i>Axonopus scoparius</i>	Pre-floración	12,08cde	0,26abc	0,12abc	0,25d	2,39cde
	Post-floración	7,66bc	0,21abc	0,10ab	0,18abcd	1,26a
<i>Ischaemun ciliare</i>	Pre-floración	10,51cd	0,20abc	0,13abcd	0,22bcd	1,82abc
	Post-floración	9,80bcd	0,27abcd	0,10ab	0,24cd	1,66abc
<i>Echinochloa polystachya</i>	Pre-floración	13,68e	0,22abc	0,11ab	0,16ab	2,40cde
	Post-floración	13,68e	0,20abc	0,15abcd	0,16ab	2,58cde
<i>Axonopus micay</i>	Pre-floración	12,47cde	0,23abc	0,18cd	0,25d	2,48cde
	Post-floración	-	-	-	-	-
<i>Ixophorus unisetus</i>	Pre-floración	10,08c	0,30d	0,08ab	0,20abcd	1,85abc
	Post-floración	13,93e	0,24abc	0,18cd	0,27d	4,38e

* Proteína cruda.

a,b,c,d = Promedios en la misma columna con distintas letras difieren significativamente (P<0,05).

Cuadro 4. Efecto de la época del año sobre la composición proteica y mineral de macroelementos de las principales especies forrajeras de las zonas Huetar norte y atlántica de Costa Rica (% base seca).

Especie	Epoca	PC*	Ca	P	Mg	K
<i>Cynodon nlemfuesis</i>	Lluviosa	12,54ab	0,23abc	0,17a	0,14a	1,94abc
	Seca	10,17ab	0,18a	0,13a	0,15ab	2,10abc
<i>Axonopus compressus</i>	Lluviosa	10,28ab	0,14a	0,13a	0,14a	1,04a
	Seca	9,73ab	0,16a	0,12a	0,20ab	1,59abc
<i>Setaria anceps</i>	Lluviosa	13,00b	0,20ab	0,16a	0,16ab	3,25cd
	Seca	13,00b	0,22abc	0,13a	0,17ab	3,55cd
<i>Brachiaria mutica</i>	Lluviosa	11,61ab	0,23abc	0,18a	0,17ab	2,99cd
	Seca	10,93ab	0,24abc	0,12a	0,17ab	3,05cd
<i>Panicum maximum</i>	Lluviosa	10,66ab	0,30bc	0,15a	0,15ab	1,23a
	Seca	10,25ab	0,37c	0,11a	0,22ab	2,11abc
<i>Pennisetum purpureum</i>	Lluviosa	13,13b	0,24abc	0,17a	0,11a	2,16abc
	Seca	12,73b	0,22abc	0,16a	0,14a	3,36cd
<i>Brachiaria decumbens</i>	Lluviosa	11,76ab	0,23abc	0,17a	0,23ab	3,01cd
	Seca	12,28ab	0,24abc	0,12a	0,20ab	2,79bcd
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	Lluviosa	10,55ab	0,28abc	0,19a	0,18ab	2,58abc
	Seca	11,16ab	0,25abc	0,14a	0,24ab	3,19cd
<i>Hypharrenia rufa</i>	Lluviosa	8,92ab	0,17a	0,11a	0,15ab	0,48a
	Seca	6,63a	0,24abc	0,09a	0,19ab	1,15a
<i>Axonopus scoparius</i>	Lluviosa	8,37ab	0,19ab	0,10a	0,20ab	1,36ab
	Seca	12,82b	0,28abc	0,12a	0,26b	2,62abc
<i>Ischaemum ciliare</i>	Lluviosa	10,99ab	0,24abc	0,13a	0,28b	1,51abc
	Seca	9,75ab	0,22abc	0,11a	0,19ab	1,92abc
<i>Echinochloa polystachya</i>	Lluviosa	10,04b	0,20ab	0,16a	0,15ab	2,10abc
	Seca	13,37b	0,21ab	0,10a	0,16ab	2,89bcd
<i>Axonopus micay</i>	Lluviosa	12,58ab	0,29abc	0,20a	0,25b	1,46abc
	Seca	12,42ab	0,19ab	0,17a	0,25b	2,98bcd
<i>Ixophorus unisetus</i>	Lluviosa	11,12ab	0,29abc	0,21a	0,29b	4,86d
	Seca	14,82b	0,22abc	0,09	0,22ab	2,64abcd

* Proteína cruda.

a,b,c,d = Promedios en la misma columna con distintas letras difieren significativamente (P<0,05).

ganado lechero (NRC, 1988). Las especies *Setaria anceps* y *Brachiaria mutica* pueden causar hipomagnesemia en el ganado que no se suplementa adecuadamente, no sólo porque presentan niveles de K que interfieren con la utilización del Mg (NRC, 1980), sino también porque presenta relaciones K:(Ca+Mg) superiores a 2,2; las cuales según Kemp y 't Hart (1957) son propicias para que se produzca hipomagnesemia (Cuadro 2).

Tanto la interacción especie con estado vegetativo como con la época climática afectaron el contenido de Mg de los pastos. Por lo general, los forrajes mostraron los mayores contenidos de Mg en el estado de pre-floración (Cuadro 3), lo mismo que en la época semiseca (Cuadro 4). Andreasi *et al.* (1961) también han encontrado mayor acumulación de Mg en los forrajes durante la época seca.

En el Cuadro 2 se observa que la especie afectó significativamente el contenido de K. El pasto *Ixophorus unisetus* mostró el máximo valor (3,7%), mientras que el mínimo lo presentó el pasto *Hypharrenia rufa* (0,97%). Todos los forrajes evaluados sobrepasan las necesidades de K tanto del ganado de leche como de carne, lo cual puede favorecer el comportamiento productivo de los animales que están sometidos a estrés calórico, tales como los que habitan las zonas involucradas en este estudio (NRC, 1984; 1988). El NRC (1988) ha informado que por lo general el contenido de K

declina con la madurez de la planta y tiende a movilizarse y perderse en los forrajes maduros cultivados en zonas lluviosas. Estas observaciones son similares a las realizadas por Sánchez *et al.* (1986), Gomide (1976) y Gomide *et al.* (1969) (Cuadro 3 y 4).

Microelementos

El contenido de Fe de los forrajes osciló desde 858 mg/kg en el pasto *Axonopus compressus* hasta 116 en *Axonopus micay*, sin embargo, la gran dispersión de los valores no permitió que se establecieran diferencias significativas entre especies (Cuadro 5). Todos los pastos evaluados mostraron valores superiores a los requeridos por el ganado de carne y de leche (NRC, 1984; 1988); llegándose frecuentemente a niveles superiores a 200 mg/kg, los cuales podrían afectar el consumo de materia seca y por consiguiente el comportamiento productivo de los animales (Standish y Ammerman, 1971).

La interacción especie-época climática afectó significativamente el contenido de Fe de los forrajes, mientras que no fue así el efecto del estado vegetativo (Cuadros 6 y 7). Por lo general, los pastos presentaron las mayores concentraciones de Fe durante la época seca, lo que puede deberse a la menor producción de materia seca y mayor acumulación del mineral durante dicho período. Observaciones similares han sido hechas en otras zonas del país por Sánchez *et al.* (1986).

Cuadro 5. Contenido mineral de microelementos de las principales especies forrajeras de las zonas Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica (mg/kg base seca).

Especie	Número de muestras	Nutrientos			
		Fe	Cu	Mn	Zn
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	201	47a	11cd	114abc	29ab
<i>Axonopus compressus</i>	182	858a	6abc	163cd	27ab
<i>Setaria anceps</i>	110	202a	16d	157cd	40ab
<i>Brachiaria mutica</i>	108	221a	8abc	95ab	33ab
<i>Panicum maximum</i>	81	173a	4a	105abc	20a
<i>Pennisetum purpureum</i>	81	144a	9abcd	65a	26ab
<i>Brachiaria decumbens</i>	57	258a	8abc	120abcd	42b
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	44	250a	10bcd	82a	24ab
<i>Hypharrenia rufa</i>	29	245a	3a	90ab	19a
<i>Axonopus scoparius</i>	24	160a	4a	156bcd	27ab
<i>Ischaemum ciliare</i>	18	369a	5abc	166cd	28ab
<i>Echinochloa polystachya</i>	11	206a	5abc	216d	34ab
<i>Axonopus micay</i>	6	116a	8abc	221d	24ab
<i>Axonopus unisetus</i>	4	378a	9abcd	129abcd	41ab

a,b,c,d = Promedios en la misma columna con distintas letras difieren significativamente (P<0,05).

Cuadro 6. Efecto del estado vegetativo sobre la composición mineral de microelementos de las principales especies forrajeras de las zonas Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica (mg/kg base seca).

Especie	Estado Vegetativo	Fe	Cu	Mn	Zn
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Pre-floración	241a	11c	117ab	32ab
	Post-floración	267a	15c	106b	20a
<i>Axonopus compressus</i>	Pre-floración	441a	5ab	150b	20a
	Post-floración	1195b	7abc	174b	28ab
<i>Setaria anceps</i>	Pre-floración	236a	16c	157b	41b
	Post-floración	151a	14c	159b	39ab
<i>Brachiaria mutica</i>	Pre-floración	231a	8abc	82ab	32ab
	Post-floración	208a	9abc	111ab	35ab
<i>Panicum maximum</i>	Pre-floración	174a	4ab	114ab	22a
	Post-floración	173a	3ab	94a	17a
<i>Pennisetum purpureum</i>	Pre-floración	148a	10abc	66a	27ab
	Post-floración	141a	8abc	64ab	25ab
<i>Brachiaria decumbens</i>	Pre-floración	255a	9abc	110ab	42b
	Post-floración	261a	8abc	128ab	42b
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	Pre-floración	262a	8abc	81ab	25ab
	Post-floración	196a	20c	86ab	22a
<i>Hypharrena rufa</i>	Pre-floración	221a	4ab	79ab	19a
	Post-floración	273a	3ab	104ab	20a
<i>Axonopus scoparius</i>	Pre-floración	168a	5ab	155b	28ab
	Post-floración	108a	2a	161b	29a
<i>Ischaemum ciliare</i>	Pre-floración	378a	6ab	182b	19a
	Post-floración	355a	4ab	140ab	40ab
<i>Echinochloa polystachya</i>	Pre-floración	125a	4ab	163b	20a
	Post-floración	237a	6ab	236b	40ab
<i>Axonopus micay</i>	Pre-floración	116a	8abc	221b	24ab
	Post-floración	-	-	-	-
<i>Ixophorus unisetus</i>	Pre-floración	71a	6ab	48a	53b
	Post-floración	480a	10abc	156b	37ab

a,b,c = Promedios en la misma columna con distintas letras difieren significativamente ($P < 0,05$).

Cuadro 7. Efecto de la época del año sobre la composición mineral de microelementos de las principales especies forrajeras de las zonas Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica (mg/kg base seca).

Especie	Epoca	Fe	Cu	Mn	Zn
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Lluviosa	237ab	16c	128ab	31abc
	Seca	254ab	8abc	105ab	29abc
<i>Axonopus compressus</i>	Lluviosa	898b	5abc	197ab	25abc
	Seca	835b	7abc	153ab	29abc
<i>Setaria anceps</i>	Lluviosa	163ab	17c	164ab	46bc
	Seca	235ab	14bc	151ab	35abc
<i>Brachiaria mutica</i>	Lluviosa	200ab	9abc	103ab	30abc
	Seca	234ab	7abc	90a	35abc
<i>Panicum maximum</i>	Lluviosa	138a	3ab	61a	14a
	Seca	205ab	4abc	144ab	25abc
<i>Pennisetum purpureum</i>	Lluviosa	139a	12abc	73a	16ab
	Seca	148ab	7abc	59a	32abc
<i>Brachiaria decumbens</i>	Lluviosa	275ab	9abc	137ab	53c
	Seca	240ab	7abc	102ab	30abc
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	Lluviosa	207ab	16c	76a	21abc
	Seca	285ab	6abc	87a	27abc
<i>Hypharrenia rufa</i>	Lluviosa	120a	2a	71a	8a
	Seca	292ab	4abc	97ab	24abc
<i>Axonopus scoparius</i>	Lluviosa	122a	2a	134ab	15ab
	Seca	176ab	5abc	165ab	32abc
<i>Ischaemum ciliare</i>	Lluviosa	182ab	5abc	163ab	35abc
	Seca	488ab	6abc	167ab	22abc
<i>Echinochloa polystachya</i>	Lluviosa	138a	4abc	273b	44abc
	Seca	263ab	7abc	169ab	26abc
<i>Axonopus micay</i>	Lluviosa	148ab	8abc	200ab	18abc
	Seca	100a	8abc	231b	27abc
<i>Ixophorus unisetus</i>	Lluviosa	457ab	12abc	162ab	42abc
	Seca	298ab	6abc	96ab	40abc

a,b,c = Promedios en la misma columna con distintas letras difieren significativamente ($P < 0,05$).

El NRC (1984; 1988) ha establecido los requerimientos de Cu del ganado de leche en 10 mg/kg y los del ganado de carne en 8, por lo que de los pastos analizados en este estudio únicamente las especies *Cynodon nlemfuensis*, *Setaria anceps* y *Brachiaria ruziziensis* logran satisfacer las necesidades del ganado de leche. Además de los pastos antes citados las especies *Brachiaria mutica*, *Pennisetum purpureum*, *Brachiaria* sp., *Axonopus micay* e *Ixophorus unisetus* logran satisfacer las demandas del ganado de carne (Cuadro 5). Para hacer programas de alimentación, los valores de Cu obtenidos en este estudio pueden considerarse en forma independiente, ya que Vargas *et al.* (1993) han encontrado que la relación S:Cu:Mo en los forrajes de esta zona no interfiere con la nutrición del Cu.

Tanto la interacción especie con estado vegetativo como la de especie con época del año afectaron el contenido de Cu en forma significativa (Cuadros 6 y 7). Observaciones similares han sido hechas por Sánchez *et al.* (1986).

En el Cuadro 6 se observa que la especie afectó significativamente el contenido Mn, el cual oscila desde 65 mg/kg en el pasto *Pennisetum purpureum* hasta 221 en *Axonopus micay*. Todas las especies logran satisfacer las necesidades del ganado de carne y lechero (NRC, 1984; 1988).

Las interacciones especie con el estado vegetativo y con la época climática afectaron el contenido de Mn. Los forrajes tendieron a presentar los mayores contenidos de este mineral en el estado de post-floración y en la época lluviosa (Cuadros 6 y 7).

Estos resultados difieren de los encontrados por otros autores (Sánchez *et al.*, 1986), sugiriendo que el comportamiento de la concentración de este mineral en la planta es errático.

La especie afectó significativamente el contenido de Zn (Cuadro 5). Las únicas especies que logran satisfacer las necesidades nutricionales del ganado de leche fueron *Setaria anceps*, *Brachiaria* sp. e *Ixophorus unisetus* (NRC, 1988). Al tener el ganado de carne requerimientos menores (NRC, 1984), el número de especies que satisfacen sus necesidades de Zn se amplía con *Brachiaria mutica*. Estos resultados confirman que el Zn es uno de los minerales más críticos para la producción de ganado bovino en Costa Rica.

El contenido de Zn de los forrajes fue afectado por la interacción especie con estado vegetativo lo mismo que con la época climática (Cuadros 6 y 7).

RESUMEN

Durante un año se recolectaron 956 muestras de las principales especies forrajeras de las zonas Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica, con el objetivo de evaluar el efecto de la especie, el estado vegetativo y la época climática sobre la composición mineral y proteica del forraje. La zona estudiada se localiza entre los 8°50' y 11° latitud norte y los 83° y 85° longitud oeste. Su clima se clasifica como tropical húmedo y la temperatura y precipitación promedio anual varían de 24 a 26°C y de 2700 a 4450 mm; respectivamente. La altura oscila desde el nivel del mar hasta los 700. La especie forrajera, el estado vegetativo y la época del año afectaron significativamente ($P \leq 0,05$) los contenidos de PC, Ca, Mg, K, Cu, Mn y Zn. El contenido de P fue afectado ($P \leq 0,05$) por la especie y el estado vegetativo y el de Fe fue afectado ($P \leq 0,05$) únicamente por el clima. En términos generales, las especies evaluadas no satisfacen las necesidades de PC, Ca, P, Mg, Cu y Zn del ganado de carne y lechero de las regiones es muestreadas por lo que dichos elementos deben considerarse en los programas de suplementación nutricional.

LITERATURA CITADA

- ANDREASI, F.; MENDONCA, C.X. Jr.; VEIGA, J.S.M.; PRADO, F. 1969. Levantamiento 2 elementos minerais em plantas forrageiras de areas delimitadas do Estado de Sao Paulo. Rev. Fac. Med. Vet. Sao Paulo 7(3):583.
- GOMIDE, J.A. 1976. Composicao mineral de gramineas e leguminosas forrageiras tropicais. In Simposio Latinoamericano sobre Pesquisa em Nutricao Mineral de Ruminants em Pastagens, Belo Horizonte. 20p.
- 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. 61(1):120-123.
- KEMP, A.; HART, M. L. 1957. Grass tetany in grazing milking cows. Netherlands Journal of Agricultural Science. 5(1):4-17.
- MARIN, J.; SANCHEZ, J.; CAMPABADAL, C.; VARGAS, E. 1985. Determinación del contenido mineral de los pastos y sangre de bovino en 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. 1985. Nutrition of grazing ruminants in warm climates. 1ra ed. New York, Academic Press. 443 pp.

- MORRISON, J. 1980. The influence of climate and soil on the yield of grass and its response to fertilizer nitrogen. *In* International Symposium of European Grassland Fed. on the role of nitrogen in intensive grassland production. Wageningen, Holland. Proceedings. Wageningen, PUDOC. p 51-57.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1980. Mineral tolerance of domestic animals. Washington, D. C. National Academy of Sciences-National Research Council. 577 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1984. Nutrient requirements of beef cattle. 6ed. Washington, D. C., National Academy of Sciences. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1988. Nutrient requirements of dairy cattle. 6ed. Washington, D. C., National Academy of Science. 157p.
- NORTON, B.W. 1981. Differences between species in forage quality. *In* Nutritional limits to animal production from pastures. Ed by J. B. Hacker. Slough, UK. Commonwealth Agricultural Bureaux. 536p.
- SANCHEZ, J.M.; VARGAS, E.; CAMPABADAL, C. 1987. Composición mineral y proteica de los forrajes en los distritos de Venecia, Pital y Aguas Zarcas, Cantón de San Carlos. *Agronomía Costarricense*. 11 (1):25-31.
- SANCHEZ, J.; CAMPABADAL, C.; VARGAS, E.; FONSECA, H. 1986. Contenido proteico y mineral en los forrajes de la zona montañosa central de Costa Rica. II. Efecto de la especie. *Agronomía Costarricense*. 10(1/2): 191-197.
- STANDISH, J.F.; AMMERMAN, C.B. 1971. Effect of excess dietary iron as ferrus 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. 2ed. New York, Mc Graw Hill. 481p.
- UNDERWOOD, E.J. 1983. Los minerales en la nutrición del ganado. 2ed. España. Editorial Acribia. 210p.
- VARGAS, E.; SANCHEZ, J.; CAMPABADAL, C. 1989. 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*. 12 (1): 33-43.
- VARGAS, E.; McDOWELL, L.R. 1993. Cobre, Azufre y Molibdeno en Forrajes de Costa Rica. Efecto de la época climática y el estado vegetativo. *Agronomía Costarricense* 17(2): 55-59.