

COMPOSICION QUIMICA Y MINERAL DE ALGUNOS FORRAJES DE LA PROVINCIA DE CARTAGO Y SU RELACION CON LOS REQUERIMIENTOS DEL GANADO BOVINO¹ *

Emilio Vargas**, Carlos Campabadal** y Luis Palmer***

ABSTRACT

Chemical and mineral composition of several pasture species in Cartago Province, and their relationships with cattle requirements. This study was conducted to evaluate the mineral content of a number of pasture species from the Cartago Province, Costa Rica, and their relationship with the mineral requirements of dairy cattle in the area. Eighty one samples of pastures were collected in 34 farms distributed in 12 counties from January to April, 1977. Calcium, phosphorus, magnesium, potassium, iron, copper, manganese, zinc and crude protein content were analyzed. The results showed values of 14.93, 0.19, 0.14, 0.22 and 3.40 per cent for protein, calcium, phosphorus, magnesium and potassium, respectively. The iron, copper, manganese and zinc contents were 301, 7, 105 and 33 ppm. respectively. The results also showed that 37.5, 93.8 and 92.2 per cent of the samples were low in protein, calcium and phosphorus. Similarly, 82.8 per cent of the samples did not meet the requirements for copper and zinc. Potassium, iron and manganese, fulfilled the requirements for dairy cattle in all of the samples, although, 50.0, 17.0 and 57.8 per cent of them, respectively, presented high levels of these minerals which could be toxic or produce some adverse effects on the animals.

INTRODUCCION

Los minerales son parte esencial de la dieta de los animales y tienen gran influencia sobre su productividad. Se ha observado que las deficiencias de minerales son generalmente un problema de área, relacionado con la composición química del suelo y la disponibilidad de los minerales para

la planta (2). Con la excepción de la sal común, el ganado en pastoreo en los países tropicales no recibe suplementación mineral, por lo que depende fundamentalmente de los forrajes que consume para llenar sus necesidades. Sin embargo, muy raramente los forrajes pueden satisfacer en un cien por ciento los requerimientos de esos animales (10).

¹ Recibido para su publicación el 11 de setiembre de 1979.

* Parte de la tesis de grado del tercer autor presentada a la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica y parcialmente financiado por el Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica.

** Profesores de la Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

*** Estudiante de la Escuela de Zootecnia.

Deficiencias o excesos de minerales han sido encontrados en casi todos los países de América Latina y del Caribe (10). McDowell en su estudio sobre la composición mineral de 2615 muestras de forrajes latinoamericanos, encontró que el 31 por ciento de los valores de calcio y el 72,8 de los valores de fósforo en base seca, fueron inferiores a 0,3 por ciento, lo que indica la posible existencia de una deficiencia de estos ele-

mentos para la mayor parte del ganado en pastoreo.

En Costa Rica, se han encontrado niveles bajos de calcio y fósforo en forrajes (3,4,15). Kiatoko (9) encontró bajos niveles de fósforo sanguíneo, así como niveles marginales de cobre y cobalto en el hígado de animales de la región de San Carlos.

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el contenido mineral de algunas especies forrajeras existentes en la Provincia de Cartago y relacionar esos valores con los requerimientos minerales de animales bovinos.

MATERIALES Y METODOS

El muestreo se llevó a cabo en la Provincia de Cartago durante los meses de enero a abril de 1977. Esta zona tiene una población animal de 75.470 animales, la mayor parte de ellos de razas lecheras. La Provincia de Cartago está localizada en la Cordillera Volcánica Central del país, y su altura promedio oscila entre 602 y 3,432 msnm. La precipitación promedio anual es de 2.895 mm con temperatura media de 17,7 C variando entre 23,2 C y 12,3 C.

Se tomaron 81 muestras de forrajes en 34 fincas de tamaño y manejo diferente, distribuidas en 12 distritos de la zona. Las muestras incluyeron *Pennisetum clandestinum*, *Cynodon nlemfluensis*, *Zea mays*, *Lolium perenne*, *Pennisetum purpureum* y *Axonopus scoparius*. La recolección se realizó a una altura de 10 cm sobre el nivel del suelo, en los potreros que estaban listos para ser pastoreados, tomándose 500 g de muestra aproximadamente. Las muestras se guardaron en bolsas de plástico y se enviaron al laboratorio, donde se secaron a 60 C por 48 horas y se molieron en un molino Willey de acero inoxidable y envasadas para su posterior análisis.

Los análisis químicos realizados en cada muestra fueron proteína cruda (N x 6,25), calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), potasio (K), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn) y zinc (Zn). El Ca, Mg, K, Fe, Cu, Mn y Zn se analizaron por absorción atómica siguiendo la técnica de Fick et al. (6), el nitrógeno (N) por microkjeldahl, según la técnica del A.O.A.C. (1) y el fósforo por colorimetría según la técnica de Fick

et al. (6). Los datos se analizaron utilizando un diseño estadístico de tipo anidado. Paralelamente se llevó a cabo una encuesta en las fincas estudiadas con el propósito de recabar datos sobre los sistemas de producción animal imperante en la zona.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se indica la distribución de la tierra y algunos factores de manejo de las fincas estudiadas en la Provincia de Cartago. Un alto porcentaje de la tierra está destinada a la actividad ganadera especialmente a la ganadería de leche, la producción promedio es de 10,4 kg de leche por vaca por día, con una carga animal promedio de 2,36 animales por hectárea. Se observa asimismo,

Cuadro 1. Uso promedio de la tierra y factores de manejo en 34 fincas de la Provincia de Cartago.

Variable	Unidades	
Area de la finca	95,4	ha
Area pastizales	70,7	ha
Otros (cultivos, bosque, etc.)	24,7	ha
Total de animales	167	
Sementales	3	
Vacas	72	
Otros animales	92	
Carga animal	2,36	animales/ha
Producción de leche	10,4	kg/animal/día
Edad destete	5,5	meses
Mortalidad (o/o)	4,5	
Fertilidad (o/o)	64,6	
Edad de apareamiento	20,0	meses
Rotación de pastos (91,6 o/o)**	28,0	días
Fertilización de pastos (87,6 o/o)**	223,0	kg N/ha/año
Suplementación mineral	41,0	g/animal/día
Suplementación con alimentos balanceados	2,95	kg/animal/día
Melaza (81,25 o/o)**	1,5	kg/animal/día

** Las cifras entre paréntesis indican el porcentaje de las fincas que practican esa labor.

un uso de 223 kg de nitrógeno por hectárea por año en un 87,6 por ciento de las fincas, con una rotación de potreros cada 28 días en un 91,6 por ciento de ellas. En lo referente a los aspectos nutricionales, los resultados indican un alto uso de suplementos proteicos y energéticos, así como una buena suplementación mineral.

El contenido de proteína, calcio, fósforo, magnesio y potasio de los forrajes se resume en el Cuadro 2. La concentración de proteína varió entre los distritos estudiados. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$). En el distrito de Turrialba, los forrajes presentaron el menor contenido de proteína (10,43 por ciento) mientras que el mayor contenido se presentó en el distrito de Pacayas (20,5 por ciento). La media general total para la Provincia fue de 14,93 por ciento. Debe destacarse la alta desviación estándar en este nutrimento en general en todos los elementos analizados, lo cual es un reflejo de la gran variabilidad entre las fincas estudiadas especialmente en lo referente al uso de fertilizantes, especies forrajeras utilizadas y en general al manejo de los pastos y del ganado. En la Fig. 1 se presenta la distribución por frecuencias de los

contenidos de proteína cruda en los forrajes analizados. Según se observa, un 37,5 por ciento de las muestras están por debajo del valor mínimo de 14 por ciento de este nutrimento, considerado como requerimiento mínimo por el NRC (13) para vacas lactantes con una producción menor de 20 kg de leche por día.

La distribución por especies (Cuadro 4), mostró diferencias significativas entre ellas. El pasto *Lolium perenne* mostró un contenido de proteína significativamente superior ($P < 0,05$) a las demás especies, seguido por el kikuyo, *Pennisetum clandestinum*. Las demás especies fueron iguales entre sí ($P < 0,05$) y significativamente menores al *Lolium perenne* y al *Pennisetum clandestinum*.

El valor medio de calcio en forrajes varió de 0,26 por ciento en el cantón de Turrialba hasta 0,11 por ciento en Capellades. No se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los distritos estudiados. La media general de la Provincia fue de 0,19 por ciento. Si se toman los forrajes como única fuente de alimento, este valor de calcio está muy por debajo de las recomendaciones del NRC (13) de 0,43 por ciento para el ganado

Cuadro 2. Contenido mineral y proteico de los forrajes en diez distritos de la Provincia de Cartago. (Porcentaje en base seca).

Distrito	Número de muestras	Proteína	Calcio	Fósforo	Magnesio	Potasio
Santa Cruz	11	13,95 ± 5,61 ¹	0,24 ± 0,13	0,15 ± 0,09	0,24 ± 0,07	2,60 ± 0,98
Turrialba	7	10,43 ± 2,91	0,26 ± 0,07	0,12 ± 0,04	0,18 ± 0,05	2,15 ± 0,80
Santa Rosa	5	17,16 ± 4,37	0,16 ± 0,09	0,09 ± 0,03	0,28 ± 0,05	3,28 ± 2,13
Cervantes	7	11,41 ± 2,98	0,24 ± 0,09	0,16 ± 0,07	0,20 ± 0,09	2,31 ± 0,19
Orosi	7	15,87 ± 3,48	0,22 ± 0,02	0,12 ± 0,02	0,23 ± 0,05	3,48 ± 1,08
Capellades	6	15,37 ± 5,47	0,11 ± 0,02	0,16 ± 0,05	0,19 ± 0,37	3,98 ± 1,08
Pacayas	6	20,51 ± 5,54	0,16 ± 0,09	0,19 ± 0,11	0,20 ± 0,03	4,57 ± 1,16
San Rafael	8	10,95 ± 6,83	0,17 ± 0,06	0,14 ± 0,05	0,22 ± 0,01	3,10 ± 2,21
Llano Grande	5	17,99 ± 1,88	0,18 ± 0,07	0,08 ± 0,003	0,23 ± 0,04	4,16 ± 0,95
Cot	9	17,06 ± 6,26	0,16 ± 0,06	0,18 ± 0,11	0,23 ± 0,05	3,85 ± 0,99
Potrero Cerrado	5	12,93 ± 7,56	0,12 ± 0,06	0,06 ± 0,03	0,13 ± 0,11	3,56 ± 0,72
Cipreses	5	15,54 ± 0,35	0,16 ± 0,10	0,17 ± 0,09	0,22 ± 0,006	3,75 ± 0,73
Promedio para la Provincia	81	14,93 ± 5,41	0,19 ± 0,09	0,14 ± 0,08	0,22 ± 0,05	3,40 ± 1,10

¹ Los valores incluyen la desviación estándar, y no fueron diferentes según la prueba de DMS.

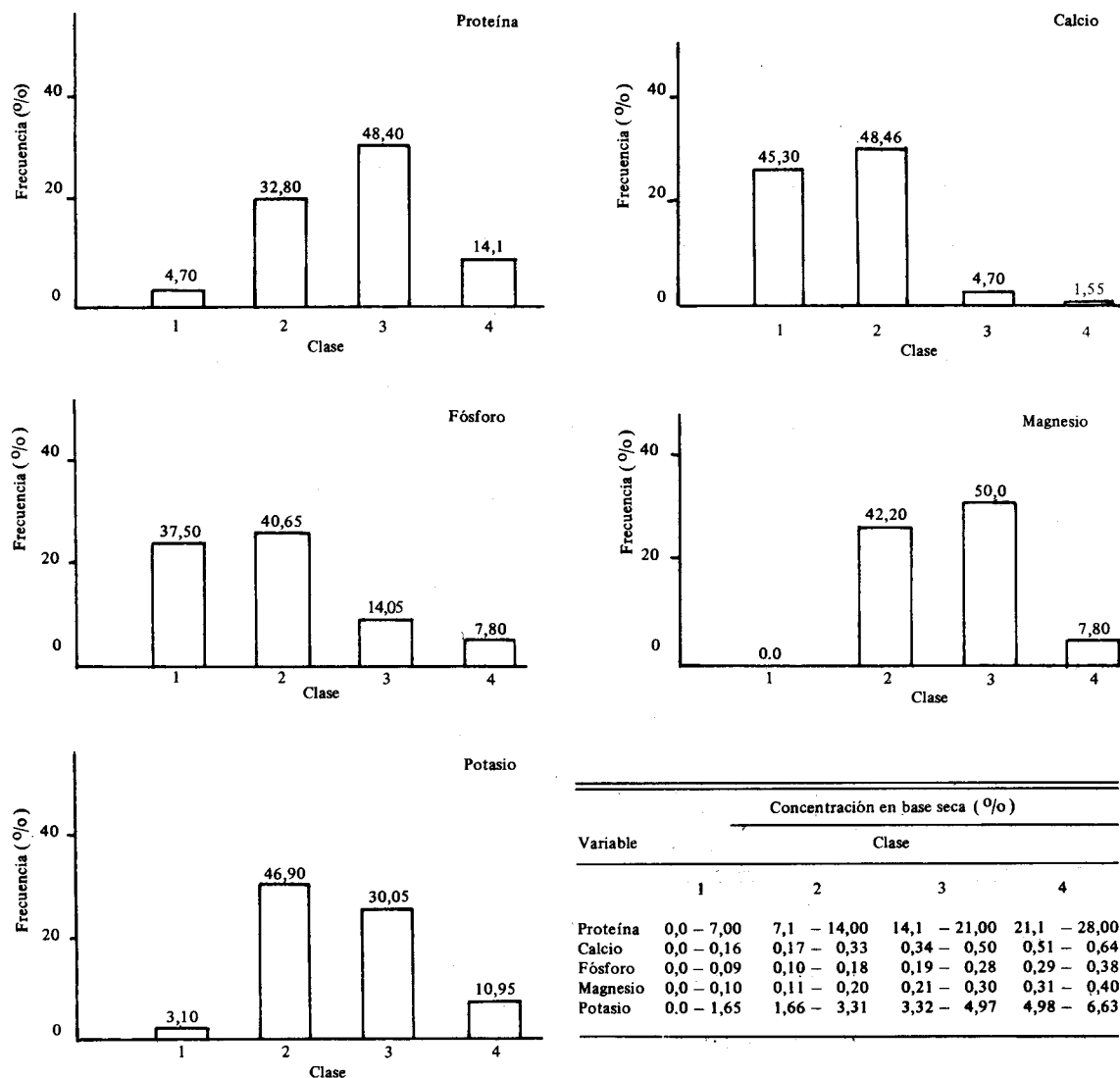


Fig. 1 Distribución de frecuencias de los elementos mayores y proteína en los forrajes de la provincia de Cartago.

de leche, con una producción menor de 20 kg por día. La distribución por frecuencias indica que un 98,45 por ciento de las muestras están por debajo de 0,50 por ciento de Ca en base seca. Asimismo, se determinó que solamente un 1,44 por ciento de las muestras llenan los requerimientos de vacas lecheras indicados por el NRC (13). No se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el contenido de calcio entre las diferentes especies estudiadas.

En relación con el contenido de fósforo se observa que los valores oscilaron entre 0,19 por cien-

to en Pacayas a 0,06 por ciento en Potrero Cerrado, obteniéndose una media de 0,14 por ciento para la Provincia. Este valor es inferior al reportado por De Alba y Davis (5) de 0,23 por ciento en la misma zona. En la Fig. 1 se observa la distribución del contenido de fósforo en tres forrajes, donde se indica que el cien por ciento de las muestras están por debajo de 0,38 por ciento de fósforo de la materia seca y solamente un 4,69 por ciento llenan las recomendaciones del NRC (13) de 0,33 por ciento para vacas lecheras. En base a estudios previos (9), podría ocurrir problemas de fertilidad en el ganado de la zona debido en parte a las deficien-

un uso de 223 kg de nitrógeno por hectárea por año en un 87,6 por ciento de las fincas, con una rotación de potreros cada 28 días en un 91,6 por ciento de ellas. En lo referente a los aspectos nutricionales, los resultados indican un alto uso de suplementos proteicos y energéticos, así como una buena suplementación mineral.

El contenido de proteína, calcio, fósforo, magnesio y potasio de los forrajes se resume en el Cuadro 2. La concentración de proteína varió entre los distritos estudiados. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$). En el distrito de Turrialba, los forrajes presentaron el menor contenido de proteína (10,43 por ciento) mientras que el mayor contenido se presentó en el distrito de Pacayas (20,5 por ciento). La media general total para la Provincia fue de 14,93 por ciento. Debe destacarse la alta desviación estándar en este nutrimento en general en todos los elementos analizados, lo cual es un reflejo de la gran variabilidad entre las fincas estudiadas especialmente en lo referente al uso de fertilizantes, especies forrajeras utilizadas y en general al manejo de los pastos y del ganado. En la Fig. 1 se presenta la distribución por frecuencias de los

contenidos de proteína cruda en los forrajes analizados. Según se observa, un 37,5 por ciento de las muestras están por debajo del valor mínimo de 14 por ciento de este nutrimento, considerado como requerimiento mínimo por el NRC (13) para vacas lactantes con una producción menor de 20 kg de leche por día.

La distribución por especies (Cuadro 4), mostró diferencias significativas entre ellas. El pasto *Lolium perenne* mostró un contenido de proteína significativamente superior ($P < 0,05$) a las demás especies, seguido por el kikuyo, *Pennisetum clandestinum*. Las demás especies fueron iguales entre sí ($P < 0,05$) y significativamente menores al *Lolium perenne* y al *Pennisetum clandestinum*.

El valor medio de calcio en forrajes varió de 0,26 por ciento en el cantón de Turrialba hasta 0,11 por ciento en Capellades. No se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los distritos estudiados. La media general de la Provincia fue de 0,19 por ciento. Si se toman los forrajes como única fuente de alimento, este valor de calcio está muy por debajo de las recomendaciones del NRC (13) de 0,43 por ciento para el ganado

Cuadro 2. Contenido mineral y proteico de los forrajes en diez distritos de la Provincia de Cartago. (Porcentaje en base seca).

Distrito	Número de muestras	Proteína	Calcio	Fósforo	Magnesio	Potasio
Santa Cruz	11	13,95 ± 5,61 ¹	0,24 ± 0,13	0,15 ± 0,09	0,24 ± 0,07	2,60 ± 0,98
Turrialba	7	10,43 ± 2,91	0,26 ± 0,07	0,12 ± 0,04	0,18 ± 0,05	2,15 ± 0,80
Santa Rosa	5	17,16 ± 4,37	0,16 ± 0,09	0,09 ± 0,03	0,28 ± 0,05	3,28 ± 2,13
Cervantes	7	11,41 ± 2,98	0,24 ± 0,09	0,16 ± 0,07	0,20 ± 0,09	2,31 ± 0,19
Orosi	7	15,87 ± 3,48	0,22 ± 0,02	0,12 ± 0,02	0,23 ± 0,05	3,48 ± 1,08
Capellades	6	15,37 ± 5,47	0,11 ± 0,02	0,16 ± 0,05	0,19 ± 0,37	3,98 ± 1,08
Pacayas	6	20,51 ± 5,54	0,16 ± 0,09	0,19 ± 0,11	0,20 ± 0,03	4,57 ± 1,16
San Rafael	8	10,95 ± 6,83	0,17 ± 0,06	0,14 ± 0,05	0,22 ± 0,01	3,10 ± 2,21
Llano Grande	5	17,99 ± 1,88	0,18 ± 0,07	0,08 ± 0,003	0,23 ± 0,04	4,16 ± 0,95
Cot	9	17,06 ± 6,26	0,16 ± 0,06	0,18 ± 0,11	0,23 ± 0,05	3,85 ± 0,99
Potrero Cerrado	5	12,93 ± 7,56	0,12 ± 0,06	0,06 ± 0,03	0,13 ± 0,11	3,56 ± 0,72
Cipreses	5	15,54 ± 0,35	0,16 ± 0,10	0,17 ± 0,09	0,22 ± 0,006	3,75 ± 0,73
Promedio para la Provincia	81	14,93 ± 5,41	0,19 ± 0,09	0,14 ± 0,08	0,22 ± 0,05	3,40 ± 1,10

1 Los valores incluyen la desviación estándar, y no fueron diferentes según la prueba de DMS.

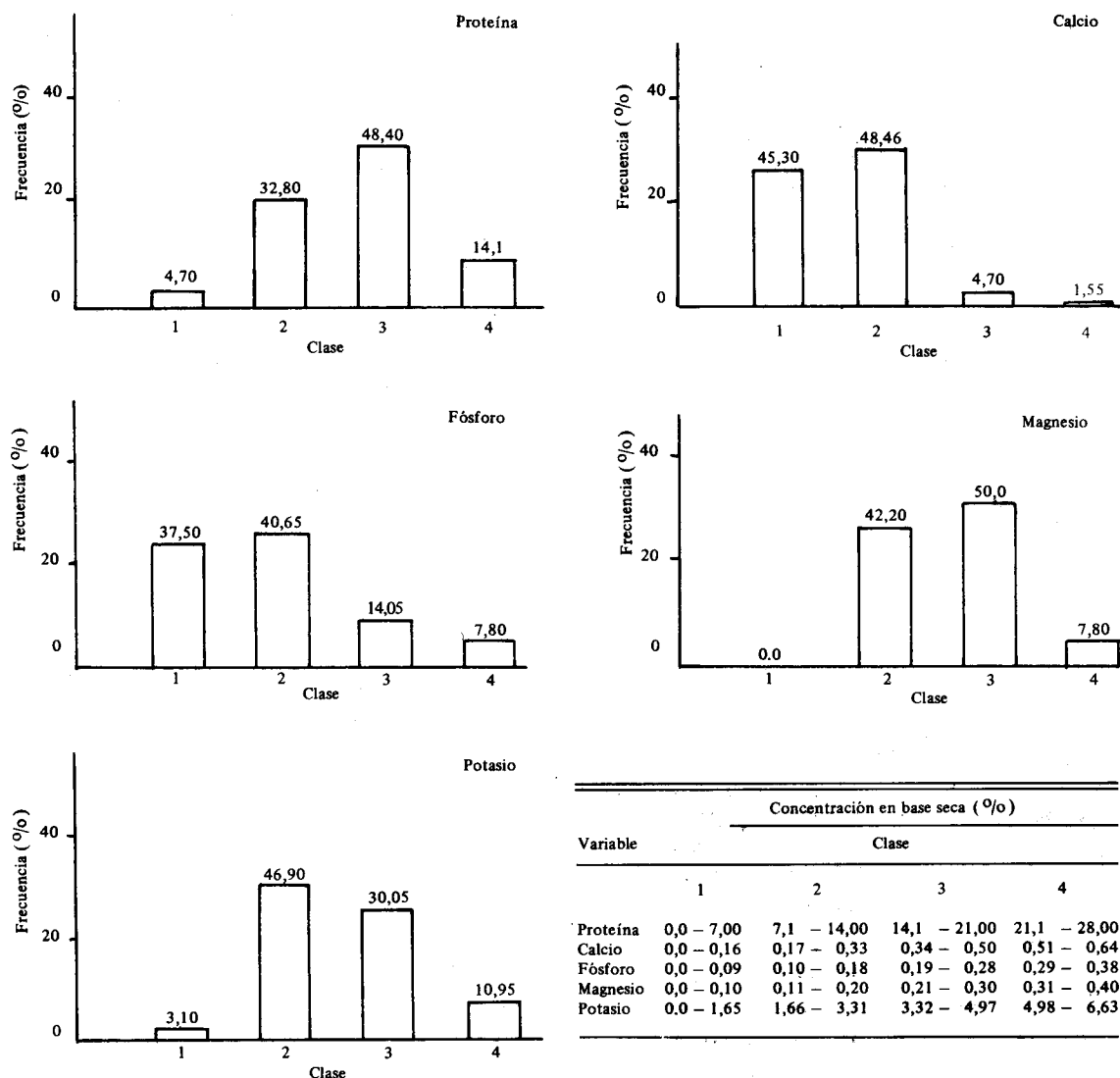


Fig. 1 Distribución de frecuencias de los elementos mayores y proteína en los forrajes de la provincia de Cartago.

de leche, con una producción menor de 20 kg por día. La distribución por frecuencias indica que un 98,45 por ciento de las muestras están por debajo de 0,50 por ciento de Ca en base seca. Asimismo, se determinó que solamente un 1,44 por ciento de las muestras llenan los requerimientos de vacas lecheras indicados por el NRC (13). No se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el contenido de calcio entre las diferentes especies estudiadas.

En relación con el contenido de fósforo se observa que los valores oscilaron entre 0,19 por cien-

to en Pacayas a 0,06 por ciento en Potrero Cerrado, obteniéndose una media de 0,14 por ciento para la Provincia. Este valor es inferior al reportado por De Alba y Davis (5) de 0,23 por ciento en la misma zona. En la Fig. 1 se observa la distribución del contenido de fósforo en tres forrajes, donde se indica que el cien por ciento de las muestras están por debajo de 0,38 por ciento de fósforo de la materia seca y solamente un 4,69 por ciento llenan las recomendaciones del NRC (13) de 0,33 por ciento para vacas lecheras. En base a estudios previos (9), podría ocurrir problemas de fertilidad en el ganado de la zona debido en parte a las deficien-

cias de fósforo. La distribución por especie indica que ninguna de las especies cultivadas en la zona llenan como promedio el 100 por ciento de los requerimientos de los animales. No se observaron diferencias significativas ($P<0,05$) entre las especies.

Con respecto al magnesio, se encontraron valores de 0,28 por ciento de la materia seca en el distrito de Santa Rosa hasta 0,13 por ciento, en el distrito de Potrero Cerrado, con un promedio de 0,22 por ciento, valor que es superior al reportado por De Alba y Davis en la misma zona (5). El NRC (13) señaló un requerimiento mínimo de 0,10 por ciento de la materia seca para vacas lactantes, con lo cual los forrajes cubren los requerimientos de este elemento, tal como se indica en la Fig. 1. La distribución por especies muestra que el pasto Imperial *Axonopus scoparius* contiene significativamente ($P<0,05$) más magnesio que las demás especies forrajeras (Cuadro 4).

El contenido de potasio en los forrajes varió entre los distritos desde 2,15 hasta 4,57 por ciento. No se encontraron diferencias significativas

($P<0,05$) entre los distritos o las especies forrajeras estudiadas. El promedio para la Provincia fue de 3,4 por ciento de la materia seca. Este contenido alto de potasio en los forrajes ha sido previamente reportado por Herrera (7). Las recomendaciones de potasio del NRC (13) para ganado de leche son de 0,7-0,8 por ciento de la materia seca, consecuentemente el 100 por ciento de las muestras y las especies forrajeras sobrepasan ese valor. Según se observa en la Fig. 1, un 50 por ciento de las muestras contienen valores de potasio mayores que 3,32 por ciento, límite sobre el cual pueden suceder problemas de toxicidad y otras afecciones sobre el animal según lo señaló Blue, quien indica que niveles superiores a 3,30 por ciento pueden provocar diarreas, cuando los animales consumen forrajes succulentos, después de una prolongada época seca.

En el Cuadro 3, se observa que en toda la zona estudiada los forrajes aportan como promedio cantidades superiores a 50 ppm de hierro, valor considerado por el NRC (13) como normal para vacas lactantes. Los valores medios de hierro por

Cuadro 3. Contenido mineral de los forrajes en los distritos estudiados de la Provincia de Cartago. (ppm en base seca).

Distrito	Número de muestras	Hierro	Cobre	Manganeso	Zinc
Santa Cruz	11	161 ± 108 ¹	7 ± 3	157 a ± 82	35 ± 11
Turrialba Centro	7	502 ± 336	8 ± 5	184 a ± 91	27 ± 7
Santa Rosa	5	131 ± 61	7 ± 3	40 b ± 7	35 ± 5
Cervantes	7	204 ± 53	5 ± 2	109 b ± 101	36 ± 22
Orosi	7	359 ± 301	10 ± 4	337 a ± 242	38 ± 6
Capellades	6	199 ± 85	8 ± 4	75 b ± 25	49 ± 19
Pacayas	6	278 ± 131	8 ± 4	43 b ± 9	36 ± 3
San Rafael	8	389 ± 57	6 ± 2	87 b ± 91	32 ± 8
Llano Grande	5	128 ± 17	8 ± 3	36 b ± 6	23 ± 7
Cot	9	560 ± 142	7 ± 3	57 b ± 19	34 ± 9
Potrero Cerrado	5	218 ± 152	5 ± 0,6	45 b ± 13	23 ± 7
Cipreses	5	360 ± 142	6 ± 2	39 b ± 12	29 ± 1
Promedio para la Provincia	81	301 ± 219	7 ± 3	105 ± 110	33 ± 12

a,b Valores dentro de una columna con letras distintas son significativamente diferentes ($P<0,05$). Las columnas que no incluyen esta simbología no fueron diferentes entre sí.

1 Los valores incluyen la desviación estándar.

Cuadro 4. Contenido de elementos minerales y de proteína estudiados para los diferentes forrajes de la Provincia de Cartago (porcentaje base seca).

Forraje	No. Muestras	Proteína	Calcio	Fósforo	Magnesio	Potasio
Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	44	16,85 b \pm 5,25	0,17 \pm 0,08	0,15 \pm 0,09	0,22 b \pm 0,05	3,96 \pm 1,36
Estrella africana (<i>Cynodon nlemfuensis</i>)	14	10,58 c \pm 3,51	0,21 \pm 0,06	0,14 \pm 0,05	0,17 b \pm 0,04	2,25 \pm 0,52
Maíz (<i>Zea mays</i>)	3	7,66 c	0,09	0,09	0,23 b	3,85
Raigrás (<i>Lolium perenne</i>)	4	20,02 a	0,19	0,18	0,24 b	5,10
Imperial (<i>Axonopus scoparius</i>)	7	7,60 c	0,56	0,13	0,40 a	0,83
Gigante (<i>Pennisetum purpureum</i>)	9	8,76 c	0,14	0,04	0,18 b	2,01

a, b, c Valores dentro de una columna con letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

distrito variaron de 128 hasta 560 ppm. Estas altas concentraciones de hierro en forrajes ya han sido halladas por otros autores en Costa Rica (9). La distribución del contenido de hierro en los pastos analizados (Fig. 2) indica que el 28,1 por ciento de las muestras sobrepasan las 400 ppm, valor considerado por Standish et al (14) como tóxico para animales en pastoreo. Por su parte Miller (12) considera un valor de 1000 ppm como nivel tóxico del hierro en la dieta. Todas las especies forrajeras mostraron contenidos de hierro superiores a los requerimientos para vacas lecheras (Cuadro 5).

Las concentraciones de cobre en los forrajes de Cartago, oscilaron como promedio por distrito entre 5 ppm en Orosi hasta 10 ppm en Potrero Cerrado, obteniéndose un promedio para la Provincia de 7 ppm. Con base en los requerimientos sugeridos por Miller (12) de 10 ppm, el cobre constituye uno de los minerales críticos de la zona, aunque De Alba y Davis (5) en trabajos previos reportaron un promedio de 11,7 ppm para la Meseta Central. La Fig. 2 muestra que un 82,8 por ciento de las muestras presentaron valores de cobre por debajo de los requerimientos de 10 ppm establecido por NRC (13) y Miller (12) para vacas en producción. En lo referente a las especies forrajeras analiza-

das se identificó al *Pennisetum clandestinum* como el forraje de mayor contenido de cobre con 8 ppm y el *Lolium perenne* y *Axonopus scoparius* los de menor contenido (3 ppm).

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el contenido de manganeso entre los distritos estudiados. Los distritos de Orosi, Santa Cruz y Turrialba, presentaron como promedio valores significativamente mayores ($P < 0,05$). La distribución del contenido de manganeso en los forrajes (Fig. 2) muestra que el 81,25 por ciento de las muestras contienen concentraciones de manganeso en el rango de 0 a 170 ppm, de esto solamente un 20,3 por ciento de ellos contienen valores inferiores a 40 ppm, valor considerado por Miller (12) como adecuado para vacas lecheras en producción.

Las altas concentraciones de manganeso en la zona de Turrialba y Orosi podrían estar afectando el ganado de la zona, especialmente en lo relacionado a la reproducción, tal como lo señala Lang (8). En lo referente a las especies forrajeras estudiadas, se identificó al *Pennisetum purpureum* como el forraje de mayor contenido de manganeso con 229 ppm, seguido por el *Cynodon nlemfuensis* con 213 ppm.

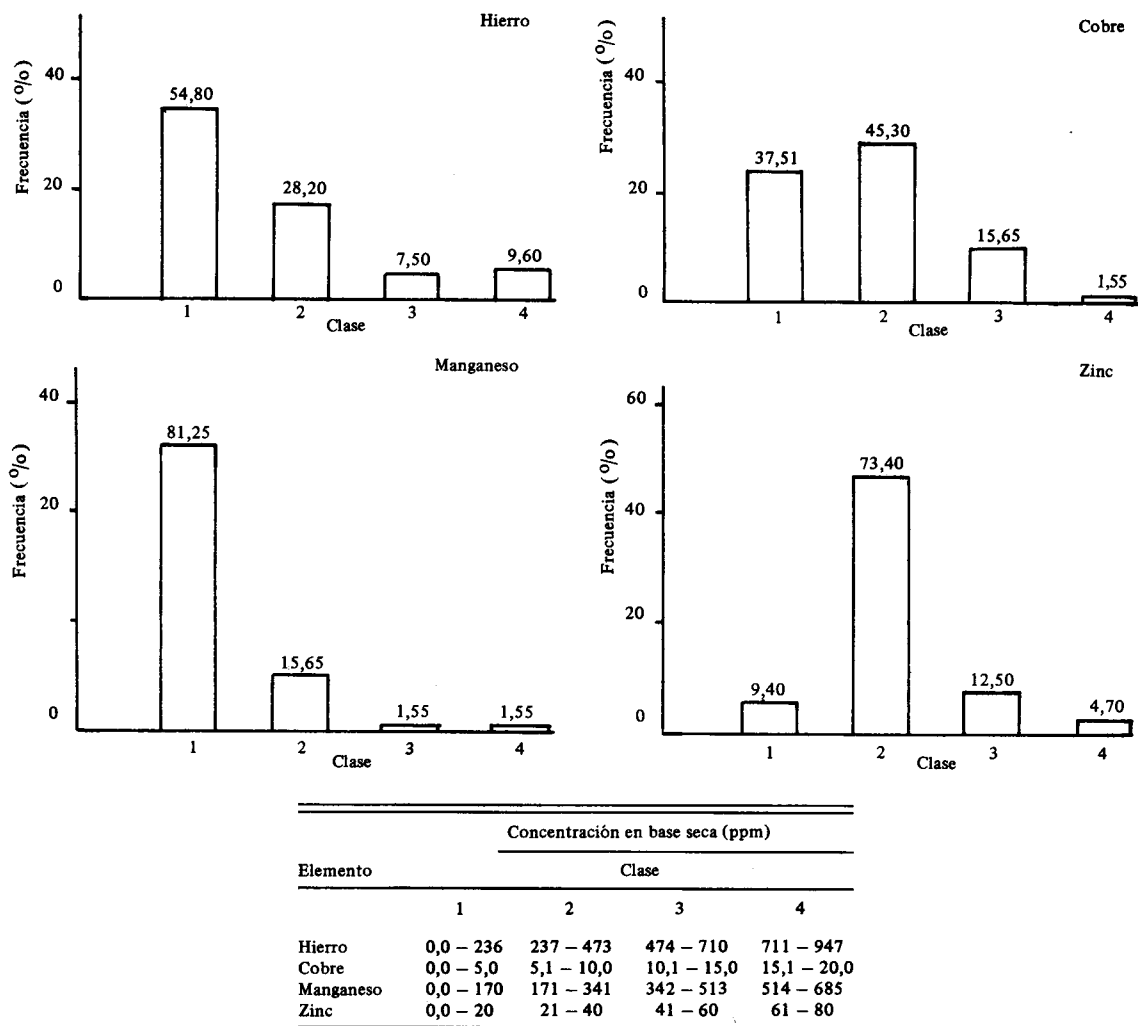


Fig. 2 Distribución de frecuencias de los elementos menores en los forrajes de la provincia de Cartago.

Cuadro 5. Concentración de elementos menores en seis forrajes de la Provincia de Cartago (ppm promedio en base seca).

Forraje	No. Muestras	Hierro	Cobre	Manganeseo	Zinc
Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	44	260 ± 196	8 ± 3	67 ± 53	36 ± 12
Estrella africana (<i>Cynodon nlemfuensis</i>)	14	339 ± 283	6 ± 4	213 ± 158	27 ± 10
Maíz (<i>Zea mays</i>)	3	554	6	71	36
Raigrás (<i>Lolium perenne</i>)	4	223	6	56	41
Imperial (<i>Axonopus scoparius</i>)	7	91	3	83	25
Gigante (<i>Pennisetum purpureum</i>)	9	169	3	229	21

Los valores incluyen la desviación estándar, y no fueron diferentes según la prueba de DMS.

Todos los forrajes como promedio mostraron valores de manganeso superiores a las 40 ppm. No se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre ellos.

Miller (12) estima que el requerimiento de zinc para vacas en lactancia es de 40 ppm. El 82,8 por ciento de las muestras analizadas en los forrajes están por debajo de ese valor, sugiriendo de esa manera una deficiencia en la dieta de los animales de la zona. La media general obtenida fue de 33 ppm, con un máximo de 40 ppm en Capellades y un mínimo de 23 ppm en Llano Grande y San Rafael. No se encontraron diferencias ($P < 0,05$) entre los distritos o especies estudiadas.

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo con el fin de evaluar el contenido proteico mineral de las diferentes especies forrajeras existentes en la Provincia de Cartago, Costa Rica, y relacionarlos con los requerimientos de animales bovinos de razas lecheras de la Provincia. Se recolectaron 81 muestras de forrajes en 34 fincas en 12 distritos de la zona, durante los meses de enero a abril de 1977. Se determinó el contenido de proteína, calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro, cobre, manganeso y zinc. Los resultados indican un promedio para la Provincia de 14,93; 0,19; 0,14; 0,22 y 3,40 por ciento para proteína cruda, calcio, fósforo, magnesio y potasio, respectivamente. Así como 301, 7, 105 y 33 ppm en la materia seca, para hierro, cobre, manganeso y zinc. Los resultados también indicaron que de las muestras analizadas el 37,5; 93,75 y 92,20 por ciento de ellas no llenaron los requerimientos de proteína, calcio ni fósforo. Asimismo el 82,80 y 82,80 por ciento de las muestras no llenaron los requerimientos de cobre ni zinc. Los resultados indicaron además que el 100 por ciento de las muestras llenan los requerimientos de potasio y manganeso y que de estos dos últimos elementos el 50 y 57,8 por ciento de las muestras, así como un 17,0 por ciento de las muestras de hierro sobrepasan los niveles sobre los cuales podrían existir problemas de toxicidad o causar algún otro efecto adverso en el animal. Además se presentan datos, donde se indican el contenido mineral por especies forrajeras cultivadas en la zona.

LITERATURA CITADA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST. Official methods of analysis of the A.O.A.C. 11 ed. Washington, D.C. 1970. 957 p.
2. AMMERMAN, C.B. y VALDIVIA, R. La suplementación mineral del ganado de carne en Latinoamérica. Memorias de la 11 Conferencia anual sobre ganadería y avicultura en América Latina. Departamento de Ciencia Animal. Universidad de Florida. Gainesville, Florida, U.S.A. 1977. pp. 25-30.
3. ARREA, B.M. y MUÑOZ, G.S. La relación de calcio, fósforo y magnesio en los suelos y forrajes, su composición biológica en la alimentación animal. Tesis Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 1954. 86 p.
4. BLUE, W.G. y TERGAS, L.F. Dry season deterioration of forage quality in the wet-dry tropics. Soil and Crop Society of Florida 29: 224-238. 1969.
5. DE ALBA, J. y DAVIS, G.K. Minerales en la nutrición animal en la América Latina. Turrialba 7:16. 1957.
6. FICK, K.R., MILLER, S.R., FUNK, J.D., MCDOWELL, L.R. y HOUSER, R.H. Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. Animal Science Department, University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A. 1976. 90 p.
7. HERRERA, R. Determinación de la concentración de magnesio y otros minerales en el suelo, forrajes y suero sanguíneo del ganado lechero del cantón de Coronado. Tesis. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 1977. 131 p.
8. LANG, C.F. Phosphorus and trace mineral status of beef cattle in the Guanacaste region of Costa Rica. M.Sc. Thesis. University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A. 1974. 150 p.
9. KIATOKO, M. Mineral of cattle in the San Carlos region of Costa Rica. Journal of Dairy Science 6:324-330. 1978.
10. MCDOWELL, L.R. Mineral deficiencies and toxicities and their production in developing countries. Conference on beef cattle production in developing countries. University of Edimburg, Scotland. 1974. pp 216-241.
11. MCDOWELL, L.R., CONRAD, J.H., THOMAS, J.W. y HARRIS, L.E. Latin American tables of feed composition. University of Florida, Gainesville, Florida. 1974. 509 p.

12. MILLER, W.J. Using new information on minerals for dairy cattle. Proceedings of Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. 1977. pp. 63-67.
13. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Necesidades nutritivas del ganado vacuno lechero. 1era. edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 1973. 29 p.
14. STANDISH, J.F., AMMERMAN, C.B., SIMPSON, C.F., NEAL, F.C. y PALMER, A.Z. Influence of grade levels of dietary iron, as ferrous sulphate, on performance and tissue mineral composition of steers. Journal of Animal Science 29:496-503. 1969.
15. TERGAS, L.E. y BLUE, W.G. Nitrogen and phosphorus in Jaragua grass (*Hyparrhenia rufa Stapf*) during the dry season in a savanna as affected by nitrogen fertilization. Agronomy Journal 63:6-9. 1971.
16. THOMAS, J.W. Metabolism of iron manganese. Journal of Dairy Science 53:1107-1123. 1970.