

SELENIO Y COBALTO EN ALGUNOS FORRAJES DE COSTA RICA: EFECTO DE LA EPOCA CLIMATICA Y EL ESTADO VEGETATIVO^{1/}*

Emilio Vargas **
Ronald Solís ***
Marta Torres ***
Lee Mc Dowell ****

ABSTRACT

Selenium and cobalt in some forages of Costa Rica: effect of season and growth stage. A study was conducted to determine dry matter, ash, cobalt and selenium content of the main pasture grasses during the rainy and dry seasons in Costa Rica. In both seasons, young and mature cuttings were analyzed. A total of 406 samples were collected, corresponding 209 and 197 to the rainy and dry seasons, respectively. Average results of the analyses for dry matter and ash were 25.2 and 11.7%, and for cobalt and selenium 0.11 and 0.12 mg/kg of the pastures dry matter. Mean cobalt content was higher ($P < 0.05$) during the dry season. For selenium, no differences ($P > 0.05$) were found between seasons, regions or cuttings. Of the forages, 63% were borderline to deficient in cobalt ($P < 0.1$ mg/kg) and 94% were borderline to deficient in selenium ($P < 0.3$ mg/kg). Cobalt and selenium supplementation is recommended for grazing cattle in all regions of Costa Rica.

INTRODUCCION

Aún no se conoce con certeza la importancia relativa de la nutrición, capacidad genética de los animales, enfermedades y parásitos y el efecto climático sobre la producción de los rumiantes en los trópicos. Por otro lado, la productividad animal en los países tropicales es baja, y se sustenta en la utilización de forrajes

como principal fuente de alimento (Loosli y Mc Dowell, 1985). Se ha reportado (Mc Dowell, 1985; Vargas y Fonseca 1989), que los forrajes tropicales generalmente son deficientes en algunos minerales, como fósforo, cobre, zinc y contienen niveles altos de otros como potasio y hierro. Estudios en América Latina (McDowell, 1985), han demostrado deficiencias de cobalto y selenio en los forrajes y en ningún caso se ha reportado excesos o toxicidades de esos elementos. En Costa Rica, McDowell *et al.* (1978) y Kiatoko *et al.* (1978) han encontrado en zonas específicas del país, niveles marginales de selenio y cobalto en tejidos animales, lo que indica posibles deficiencias de estos elementos.

El propósito de este estudio fue el de obtener información a nivel nacional, del nivel de selenio y cobalto en los forrajes de Costa Rica y relacionarlos con las posibles deficiencias o excesos de esos nutrientes para bovinos en pastoreo.

1/ Recibido para publicación el 10 de setiembre de 1991.

* Este trabajo se llevó a cabo bajo el proyecto cooperativo de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, No. 313-87-047 y el Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de Florida, Gainesville, USA.

** Director, Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA), Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

*** Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

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

MATERIALES Y METODOS

El material experimental utilizado en esta investigación consistió en 406 muestras de forrajes recolectadas al azar. El número de muestras recolectadas, así como las fincas estudiadas se estableció por la densidad de población vacuna en las diferentes zonas del país. El muestreo se efectuó en 2 épocas; la seca (diciembre-mayo) con 197 muestras y la lluviosa (junio-noviembre) con 209 muestras. También, las muestras se clasificaron por su estado de crecimiento vegetativo y se colectaron 241 en estado tierno (pre-floración) y 165 en estado maduro (post-floración). Las muestras estudiadas en la zona Central fueron 72, en la Brunca 71, en la Pacífico Seco (Chorotega y Pacífico Central) 116 y en la Atlántica (Hueta Norte y Atlántica) 147. En el Cuadro 1, se desglosa

Cuadro 1. Distribución de las muestras de forrajes por zonas, época y estado vegetativo y especies forrajeras.

Zona	No. de muestras				Total
	Epoca		Estado vegetativo		
	Seca	Lluviosa	Pre-floración	Post-floración	
Central	31	41	62	10	72
Brunca	38	33	38	33	71
Chorotega	54	62	64	52	116
Huetar	74	73	77	79	147
Total	197	209	241	165	406

Especie	Número de muestras
<i>Cynodon nlemfuensis</i> (Estrella Africana)	88
<i>Hyparrhenia rufa</i> (Jaragua)	65
<i>Panicum maximum</i> (Guinea)	41
<i>Pennisetum purpureum</i> (King Grass)	41
<i>Pennisetum purpureum</i> (Gigante)	26
<i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyo)	25
<i>Brachiaria ruziziensis</i> (Pasto Ruzi)	22
<i>Axonopus compressus</i> (Zacate Amargo)	15
<i>Brachiaria mutica</i> (Pará)	14
<i>Ischaemum ciliare</i> (Retana)	13
<i>Brachiaria decumbens</i> (Pangola)	10
<i>Axonopus scoparius</i> (Imperial)	7
<i>Digitaria decumbens</i> (Transvala)	7
<i>Paspalum notatum</i> (Gengibrillo)	7
<i>Setaria anceps</i> (San Juan)	6
<i>Axonopus micay</i> (Gramalote)	5
<i>Brachiaria</i> sp.	4
<i>Digitaria decumbens</i> (Pangola)	3
<i>Ixophorus unisetum</i> (Honduras)	3
<i>Dichanthium aristatum</i> (Angletón)	1
<i>Distichum rugosum</i>	1
<i>Eriochloa polystachia</i> (Janeiro)	1
<i>Pennisetum purpureum</i> (Taiwán)	1
Total	406

la distribución de las muestras por zona, época y estado vegetativo. Las muestras fueron cosechadas a una altura de 10 a 15 cm del suelo; se colocaron en bolsas de plástico y luego se llevaron al laboratorio donde se secaron a 60°C durante 48 h; se molieron y se almacenaron en frascos de vidrio para su posterior análisis químico.

La materia seca (MS) y el contenido de cenizas se determinaron por el método de la AOAC (1984); el cobalto por espectrofotometría de absorción atómica (Perkin-Elmer, 1980) y el selenio por fluorometría (Whetter y Ullrey, 1978).

En el análisis de la información se utilizó un diseño totalmente al azar; se hizo una prueba de Duncan para la comparación de las medias promedios.

RESULTADOS Y DISCUSION

El promedio nacional de materia seca de los pastos fue de 25,2% y se observó un efecto significativo ($P < 0,05$) por época de año, estado de madurez de la planta y zona climática (Cuadros 2, 3, 4 y 5). La Figura 1 indica que el 77,3% de las

Cuadro 2. Contenido de selenio y cobalto en forrajes de Costa Rica. (Base seca).

Elemento	Promedio	DE
Materia seca, %	25,2	10,9
Cenizas, %	11,7	3,1
Cobalto, mg/kg	0,11	0,15
Selenio, mg/kg	0,12	0,21

Cuadro 3. Efecto de la época sobre el contenido de materia seca y minerales en forrajes de Costa Rica. (Base seca).

Nutrientes	Epoca			
	Lluviosa		Seca	
	X	DE	X	DE
Materia seca, %	21,2b	5,7	29,5a	13,2
Cenizas, %	10,9b	2,6	12,6a	3,4
Cobalto, mg/kg	0,09b	0,09	0,14a	0,19
Selenio, mg/kg	0,10	0,20	0,13	0,22

a.b.= Promedio en una línea con letras distintas difieren significativamente ($P < 0,05$).

X = Promedio; DE= Desviación Estándar.

Cuadro 4. Efecto de la edad del forraje sobre el contenido de materia seca, cobalto y selenio en forrajes de Costa Rica (Base Seca).

Nutrimentos	Edad			
	Tierna		Madura	
	X	DE	X	DE
Materia seca, %	22,2b	7,2	29,6a	13,7
Cenizas, %	11,5	3,1	12,1	3,1
Cobalto, mg/kg	0,11	0,15	0,11	0,15
Selenio, mg/kg	0,12a	0,26	0,11b	0,11

a,b = Medias en una línea con letras distintas son diferentes entre sí ($P < 0,05$).

X = Promedio; DE = Desviación Estándar.

muestras estudiadas contienen valores de materia seca superior al 18%. Esta concentración es considerada por Verite y Jounet (1970), citados por Minson (1981), como la mínima por debajo de la cual el consumo de materia seca del animal disminuye. El contenido de materia seca de los forrajes dentro de cada zona geográfica, también fue afectado significativamente ($P < 0,05$) por efecto de la época del año y el estado de madurez de la planta. Además, se observó en todas las zonas, una mayor concentración de materia seca en la época seca y cuando las plantas maduran (Cuadro 6 y 7).

Este efecto fue menos marcado en la zona Atlántica del país, pues el régimen de lluvias es alto y persiste a través del año.

El contenido promedio de cobalto fue de 0,11 mg/kg, valor apenas superior al requerimiento mínimo de 0,1 mg/kg indicado por el NRC

Cuadro 5. Contenido promedio de materia seca, cobalto y selenio en gramíneas forrajeras de diferentes zonas de Costa Rica (Base Seca).

Nutrimentos	Zona							
	Central		Brunca		Pacífico Seco		Atlántica	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Materia seca, %	21,5b	8,7	29,5a	10,4	30,2a	12,6	21,0b	8,0
Cenizas, %	12,9a	3,4	10,6b	2,6	12,5a	3,1	11,2b	3,0
Cobalto, mg/kg	0,15a	0,18	0,13ab	0,17	0,10b	0,14	0,10b	0,12
Selenio, mg/kg	0,11	0,25	0,11	0,26	0,12	0,11	0,12	0,24

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

X = Promedio; DE= desviación estándar

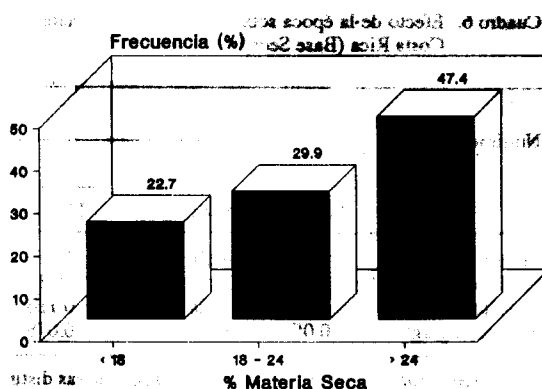


Fig. 1. Distribución materia seca en gramíneas forrajeras de varias zonas geográficas de Costa Rica

(1989, 1984) para bovinos de leche y carne, respectivamente. La Figura 2 indica que el 63,3% de las muestras estudiadas contenían cobalto en concentraciones inferiores a 0,1 mg/kg; por lo que se considera que existe una deficiencia de este elemento en los forrajes. Los datos indican que el contenido de cobalto en los pastos fue afectado significativamente ($P < 0,05$) por la época del año, observándose concentraciones significativamente mayores en la época seca ($P < 0,05$) (Cuadro 3). El estado de madurez del forraje no afectó ($P > 0,05$) el contenido de este elemento (Cuadro 4). Al analizar la información por zona geográfica, se encontró una concentración mayor ($P < 0,05$) en la zona Central y Brunca en relación al Pacífico Seco y Atlántico, en donde el valor promedio fue de sólo 0,1 mg/kg. Kiatoko *et al.* (1978) encontraron en los forrajes del Cantón de San Carlos un

Cuadro 6. Efecto de la época sobre el contenido de materia seca, cobalto y selenio en gramíneas forrajeras de diferentes zonas de Costa Rica (Base Seca).

Nutrimentos	Zona							
	Central		Brunca		Pacífico Seco		Atlántica	
	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca
Materia seca, %	17.8b	26.5a	23.1b	35.0a	24.5b	36.8a	19.3b	22.7a
Cenizas, %	11.3b	15.0a	10.3	10.9	12.2b	12.7a	9.8b	12.5a
Cobalto, mg/kg	0.09b	0.22a	0.11b	0.15a	0.06b	0.14a	0.09b	0.10a
Selenio, mg/kg	0.05b	0.19a	0.07b	0.14a	0.11	0.13	0.14a	0.10b

a,b = Promedios en una línea, para cada zona, con letras distintas difieren significativamente (P < 0,05).

Cuadro 7. Efecto del estado vegetativo de gramíneas forrajeras sobre el contenido de materia seca, selenio y cobalto en diferentes zonas de Costa Rica (Base Seca).

Nutrimentos	Zona							
	Central		Brunca		Pacífico Seco		Atlántico	
	Pre-Flor	Post-Flor	Pre-Flor	Post-Flor	Pre-Flor	Post-Flor	Pre-Flor	Post-Flor
Materia seca, %	20.3b	29.1a	25.2b	34.4a	25.3a	36.4b	19.7b	22.5a
Cenizas, %	12.9a	12.7b	10.4	10.8	12.4	12.6	10.2	12.2
Cobalto, mg/kg	0.15a	0.14b	0.11b	0.16a	0.09b	0.11a	0.11a	0.09b
Selenio, mg/kg	0.11	0.13	0.14a	0.08b	0.11	0.13	0.14a	0.10b

a,b = Promedios en una línea, para cada zona, con letras distintas difieren significativamente (P < 0,05).

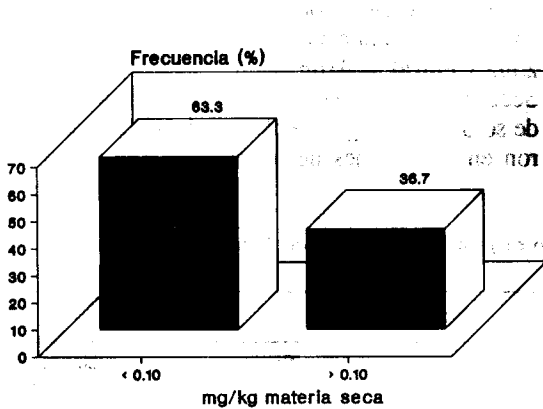


Fig. 2. Distribución del cobalto en gramíneas forrajeras de varias zonas geográficas de Costa Rica.

promedio de 0,1 mg/kg de cobalto. Estos autores con base en las concentraciones de cobalto en pastos y en hígados bovinos indican una deficiencia marginal de este elemento en la zona.

No se observaron problemas de toxicidad de este elemento en las regiones de Costa Rica estudiadas, basado en un valor máximo tolerable para bovinos de 10 mg/kg de materia seca.

Se encontró un aumento significativo (P<0,05) en la concentración de cobalto en todas las regiones, al pasar de la época lluviosa a la seca (Cuadro 6). Al madurar los pastos, el contenido de cobalto aumentó significativamente (P<0,05) en las regiones Brunca y Pacífico Seco, disminuyendo en las regiones Central y Atlántica.

La información indica que en zonas de mayor sequía (Pacífico Seco y Brunca) el contenido de cobalto en las plantas es afectado positivamente por la época del año y la madurez de la misma. Esta tendencia no se observa en la zona atlántica del país, donde existe humedad en el suelo todo el año.

El contenido promedio de selenio en los forrajes fue de 0,12 mg/kg de materia seca, valor

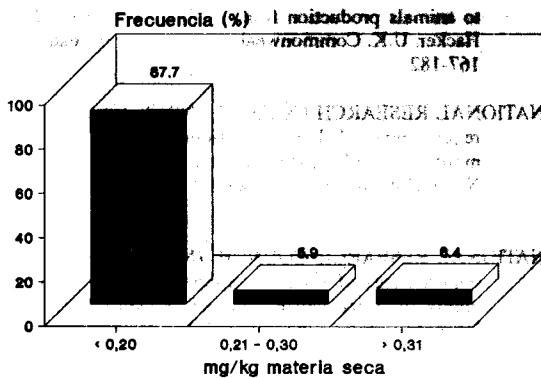


Fig. 3. Distribución del selenio en gramíneas forrajes de varias zonas geográficas de Costa Rica.

considerado bajo para las necesidades de ganado de carne y leche, estimado en 0,2 y 0,3 mg/kg (NRC, 1984; 1989).

Esta concentración baja de selenio en los forrajes se muestra en la Figura 3, en donde se indica que 87,7% de las muestras están por debajo de las necesidades del ganado de carne y el 93,6% por debajo de las necesidades del ganado de leche. La Figura 3, también indica que no existe en las regiones estudiadas problemas de toxicidad por selenio, debido a que no se encontraron muestras con valores superiores a 2 mg/kg.

El contenido de selenio en los forrajes no es afectado por la época del año, pero sí por la madurez del forraje. Se mantienen los forrajes con valores de selenio cercanos a 0,1 mg/kg (Cuadros 3 y 4).

No se encontró diferencia significativa ($P > 0,05$) en el contenido de selenio entre las 4 zonas estudiadas (Cuadro 5). Esto implica una deficiencia generalizada de selenio en el país. Los pastos cubren en promedio solamente el 50% de las necesidades del ganado de carne y un 33% de las necesidades del ganado de leche en pastoreo. Mc Dowell *et al.* (1978), con base en análisis de selenio en hígado de bovinos de carne en pastoreo en la provincia de Guanacaste, concluyeron que el 33% de los animales estudiados tenían niveles de selenio y cobalto que indicaban deficiencias de este elemento.

Los Cuadros 6 y 7 muestran el comportamiento del selenio en los forrajes por efecto de la época y la madurez de los mismos. Se observó un incremento en el contenido de selenio al pasar de la época lluviosa a la seca, excepto en la Zona Atlántica donde el contenido de selenio, en la

época lluviosa es significativamente mayor ($P < 0,05$) que en la seca.

El efecto de la madurez del forraje sobre el contenido de selenio fue variable entre zonas. Se encontró una concentración significativamente mayor ($P < 0,05$) en los pastos de prefloración en las zonas Brunca y Atlántica; en las otras 2 zonas no se observó diferencia significativa, pero los pastos maduros mostraron concentraciones mayores de selenio.

Se recomienda a nivel nacional suplementar el selenio con sales minerales, que cubran al menos el 50% de las necesidades de los animales para las que son dirigidas.

RESUMEN

Durante la época seca y lluviosa se tomaron 406 muestras de forrajes de las principales especies cultivadas en diferentes zonas climáticas de Costa Rica, con el objeto de determinar su contenido de materia seca, cobalto y selenio; evaluar el efecto de diferentes edades de cosecha y época climática y relacionar esto con las necesidades de estos nutrientes del ganado bovino de carne y leche. Los niveles promedio obtenidos para materia seca, cobalto y selenio fueron 25,2% y 0,11 y 0,12 mg/kg de la materia seca, respectivamente. La materia seca y el cobalto aumentaron ($P < 0,05$) durante la época seca; el selenio permaneció constante. Al madurar los pastos, la materia seca y el selenio aumentaron ($P < 0,05$) y el cobalto permaneció constante. La distribución del contenido de cobalto en las muestras indicó que el 63% de las muestras no llenan las necesidades mínimas del ganado de carne y leche estimadas en 0,1 mg/kg de materia seca. En el caso del selenio, el 88 y 94% de las muestras no llenan las necesidades mínimas de los animales de carne y leche estimadas en 0,2 y 0,3 mg/kg de materia seca, respectivamente. La información indica que existe una deficiencia generalizada de selenio en los forrajes de todo el país por lo que se recomienda su suplementación con sales minerales que cubran al menos el 50% de las necesidades del ganado. En el caso del cobalto, las zonas Pacífico Seco y Atlántica son las más deficientes, seguidas de la Brunca y Central. Se recomendó la suplementación a los animales con cobalto en todo el país. No se observó forrajes con niveles tóxicos de selenio y cobalto.

LITERATURA CITADA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1984. Official methods of analysis. 14 ed. Washington, D. C. The Association. pág. 1141.
- KIATOKO, M.; MC DOWELL, L.R.; FICK, K.R.; FOPNSECA, H.; CAMACHO, J.; LOOSLI, J.K.; CONRAD, J.H. 1978. Mineral status of cattle in the San Carlos región of Costa Rica. *J. Dairy Sci.* 61(3): 324-330.
- LOOSLI, J.K.; MC DOWELL, L.R. 1985. The role of ruminants in warm climates. *In* Nutrition of grazing ruminants in warm climates. Edited by L. R. Mc Dowell. New York. Academic Press. pág. 1-19.
- MC DOWELL, L.R.; LANG, C.E.; CONRAD, J.H.; MARTIN, F.G.; FONSECA, H. 1978. Mineral status of beef cattle in Guanacaste, Costa Rica. *Trop. Agric. (Trinidad)*. 55:344-350.
- MC DOWELL, L.R. 1985. Incidence of nutrient deficiencies and excesses in tropical regions and beneficial results of mineral supplementation. *In* Nutrition of grazing ruminants in warm climates. Edited by: L. R. Mc Dowell. New York. Academic Press. pág. 359-381.
- MINSON, D.J. 1981. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. *In* Nutrition limits to animals production from pastures. Edited by. J. B. Hacker. U.K. Commonwealth Agriculture Bureau. pág. 167-182.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1984. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of beef cattle. 6ta. ed. Washington, D.C. National Academy Press. pág. 90.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1989. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of dairy cattle. 6ta. ed. Washington, D.C. National Academy Press. pág. 155.
- PERKIN-ELMER. 1980. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Perkin-Elmer. Norwalk, C.T.
- VARGAS, E.; FONSECA, H. 1989. Contenido mineral y proteico de forrajes para rumiantes en pastoreo en Costa Rica. San José, Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. pág. 217.
- WHETTER, P. A.; ULLREY, D.E. 1978. Improved fluorometric method for determining selenium. *J. Asso. Off. Anal. Chem.* 61: 927-930.

000,000
 000,000
 000,000
 000,000
 000,000
 000,000

1
 000
 000,000

000,000
 000,000
 000,000