

# EVALUACIÓN DE LA NUTRICIÓN MINERAL EN SABANAS BIEN DRENADAS AL SUR DEL ESTADO MONAGAS, VENEZUELA.

## Mineral Nutrition Evaluation in Well Drained Savannas at South of Monagas State, Venezuela.

*Manuel López, Susmira Godoy, Coromoto Alfaro y Claudio F. Chicco*

*Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Venezuela.*

### RESUMEN

Se realizó un estudio para evaluar la nutrición mineral en el sistema suelo-planta-animal, que representó un muestreo piloto, en las sabanas bien drenadas del municipio Libertador, al sur del estado Monagas, Venezuela. Las muestras de suelo, planta y animal fueron tomadas en 10 fincas con vocación doble propósito. Las muestras de hígado y hueso se tomaron en el matadero local. Los muestreos de suelo, forraje y tejidos animales se realizaron durante la salida de lluvias y de sequía. En cada finca se tomaron muestras de sangre a vacas multiparas (20%) para análisis mineral. El contenido promedio de materia orgánica (%) del suelo fue de 1,82 y el pH fue de 5,03. El contenido de P, Ca, K y Mg en el suelo fue bajo con valores promedio de 2,36; 95,77; 57 y 37,47 ppm, respectivamente. En la vegetación el contenido mineral promedio fue también bajo para P (0,08%), Ca (0,13%), K (0,55%) y Na (0,03%), ligeramente bajo para Cu (7,45 ppm), normal para Mg (0,14%), alto para Zn (88,2 ppm), Fe (155 ppm) y Mn (67,5 ppm). En suero sanguíneo el contenido mineral promedio fue para P de 3,38 mg/100ml, Ca de 7,48 mg/100ml, Mg de 1,60 mg/100 ml, Zn de 0,22 mg/100ml, Na de 278 mg/100ml y Cu de 0,06 mg/100ml. En el tejido hepático los valores promedio para Cu, Mn, Zn y Fe fueron de 141,05; 8,11; 310,8 y 436,85 ppm, respectivamente. Los valores promedio de minerales en el tejido óseo fueron para P y Ca, en base a cenizas, de 16,54 y 40,89 %, respectivamente; para Mg y Mn, de 0,62% y 5,91 ppm, respectivamente. El contenido de Ca (210) y P (99), expresado en mg cm<sup>-3</sup> de hueso, refleja los bajos consumos de estos elementos. Los resultados indican severas deficiencias de P, Ca, Mg y Cu en las pasturas, reflejado en la concentración de Ca y P en hueso y Mg en suero.

**Palabras clave:** Minerales, bovinos, sabanas, Monagas.

### ABSTRACT

A study was carried out to evaluate mineral nutrition in the soil-plant-animal system, represent by a pilot sampling, in well drained savannas, at south of Monagas State, Venezuela. Soil, forrage and animal tissue samples were taken in 10 double purpose bovine farms during rain and drought seasons. Liver and bone samples were taken in local slaughterhouse. Soil samples were taken on a transect of 100 m at 0 to 20 cm depth and mixed to have a composed sample. Forrage samples were taken by metallic frameworks of 0.25 m<sup>2</sup> and the material cut at 10 cm height. In each farm, blood samples were taken to multiparous cows (20%) for mineral analysis. Organic matter content (%) of the soil was of 1.82 and pH was of 5.03. P, Ca, K and Mg content of on the soil was low with values of 2.36; 95.77; 57 and 37.47 ppm, respectively. Mineral content in forrage was also low for P (0.08%), Ca (0.13%), K (0.55%) and Na (0.03%), slightly low for Cu (7.45 ppm), normal for Mg (0.14%), high for Zn (88.2 ppm), Fe (155 ppm) and Mn (67.5 ppm). Blood serum mineral content was for P of 3.38 mg/100ml, Ca of 7.48 mg/100ml, Mg of 1.60 mg/100 ml, Zn of 0.22 mg/100ml, Na of 278 mg/100ml and Cu of 0.06 mg/100ml. Liver mineral content average for Cu, Mn, Zn and Fe were 141.05; 8.11; 310.8 and 436.85 ppm, respectively. Minerals average values in the bone were for P and Ca, 16.54 and 40.89%, respectively; for Mg and Mn, 0.62% and 5.91 ppm, respectively. Bone Ca (210) and P (99) content (mg cm<sup>-3</sup>), reflects low feed intake of these elements. Results indicate pastures deficiencies of P, Ca, Mg and Cu, reflected in Ca and P bone concentration and Mg in serum.

**Key words:** Mineral, bovine, savannahs, Monagas.

### INTRODUCCIÓN

Las deficiencias nutricionales son los principales factores que más inciden en la producción ganadera, especialmen-

te en los países tropicales. Entre éstas, las deficiencias y desequilibrios minerales en el suelo y forraje han sido considerados los principales causantes de los problemas de baja producción del ganado de leche y/o de carne [20].

El ganado a pastoreo en sabanas de suelos ácidos bien drenadas depende mayormente del forraje para suplir sus requerimientos minerales, por lo tanto, son pocas las ocasiones en las cuales el forraje solo puede satisfacer completamente las necesidades minerales [33]. Las deficiencias minerales afectan importantes procesos fisiológicos y productivos, como disminución del crecimiento, fragilidad ósea, alteraciones reproductivas, baja tasa de pariciones y viabilidad del recién nacido y en casos extremos, la muerte de los animales.

En el país existen marcadas y generalizadas deficiencias de fósforo y calcio, localizadas de cobre, zinc, manganeso y cobalto, y ocasionales de otros elementos [4]. Se ha reportado que, el 90% de muestras del forraje proveniente de los llanos venezolanos tienen una concentración de fósforo inferior a 0,20%, nivel considerado limitante para la producción bovina [8].

Sin embargo, los estudios de caracterización mineral en suelo, planta y animal no se han realizado en forma sistemática ni en el tiempo ni en el espacio, además, de que existen áreas agroecológicas no estudiadas, como los llanos orientales al sur del estado Monagas, Venezuela. Consecuentemente, para recomendar planes de suplementación mineral en las regiones ganaderas de los llanos orientales es necesario conocer el estatus mineral en suelo y forrajes y los requerimientos de los animales en sus diferentes estados fisiológicos.

Consecuentemente, es necesaria la caracterización de los elementos minerales en el sistema suelo-planta-animal, mediante muestreos sistemáticos en las sabanas bien drenadas (al sur del estado Monagas), con la finalidad de diseñar estrategias de fertilización para pastos introducidos y de suplementación mineral acorde a los requerimientos de la zona y de los sistemas de producción. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar el contenido mineral en suelo-planta-animal de sabanas bien drenadas al sur del estado Monagas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización del contenido mineral en suelo, forrajes y suero sanguíneo de animales se realizó en 10 fincas ganaderas ubicadas en la región de sabanas bien drenadas del municipio Libertador y, el análisis mineral en hígado y hueso, en muestras tomadas a nivel del matadero local, ubicado en la parroquia Temblador del mismo Municipio, de animales procedentes del área de estudio. Las muestras se tomaron en las épocas de noviembre 2005 y mayo 2006, coincidiendo con la época de salida de lluvias (ELL) y salida de sequía (ES), respectivamente. Las muestras de suelo se tomaron al azar, en forma de zig-zag, sobre transectas de 100 metros de longitud,

una por cada 25 ha, de 0 a 20 cm de profundidad. Las submuestras se mezclaron homogéneamente para formar una compuesta para análisis de fósforo (método Olsen), potasio (método Olsen), calcio (método Morgan), magnesio (método Morgan), pH y materia orgánica (combustión húmeda-carbono orgánico) [28].

Las muestras de forraje se tomaron siguiendo la metodología descrita para suelo. Con un marco de 0,25 m<sup>2</sup>, se cosechó el forraje a 10 cm de altura sobre el suelo, con 25 metros de separación entre muestras. En los forrajes se realizó análisis bromatológico por el método Weende [1], minerales (calcio, cobre, magnesio, manganeso, potasio, sodio, hierro, zinc, cobre) por espectrofotometría de absorción atómica [2] y fósforo por colorimetría [12].

Dentro de cada unidad de producción, se tomó al azar el 20% de la población animal (vacas múltiparas), para la extracción de sangre. Para separar el suero, la sangre fue centrifugada a 2500 r.p.m., durante 15 minutos y se determinó el contenido mineral [2].

En hueso (séptima costilla) se determinó fósforo, calcio, magnesio y manganeso, y en tejido hepático zinc, manganeso, hierro y cobre [2].

Para el análisis de los resultados se utilizó la estadística descriptiva. Se determinó promedios, desviaciones estándares y coeficientes de variación usando el paquete estadístico Statistix 8,0. Además, los datos fueron sometidos a análisis de la varianza (ANAVAR), y las medias comparadas por el método de Duncan [34].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Contenido mineral en suelo

En el suelo (TABLA I) los niveles de fósforo fueron 1,5 y 3,04 ppm, para ELL y ES, respectivamente, valores por debajo del nivel crítico (10 ppm), con diferencias significativas entre épocas ( $P < 0,05$ ). Estos resultados son inferiores a los reportados por Velásquez [37], de 4,1 ppm, en sabanas bien drenadas del estado Monagas. Así mismo, Rojas y col. [32], indica un valor promedio de 1,66 ppm como altamente deficiente. Estos valores de fósforo en el suelo son limitantes para el crecimiento de las pasturas y es uno de los elementos que más se aplica como fertilizante [22].

Los niveles de calcio en el suelo (ELL: 74,33 y ES: 112,44 ppm) estuvieron por debajo del nivel crítico (500 ppm), con diferencias altamente significativas entre épocas ( $P < 0,01$ ). Chicco y Godoy [10], reportan niveles deficientes (90,4%) de calcio para las sabanas bien drenadas. Rodríguez y col. [31], reportan un valor promedio de 282 ppm, igualmente deficiente. Los suelos del trópico son generalmente pobres en este elemento lo que está relacionado con la acidez presente [38].

**TABLA I**  
**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE MUESTRAS DE SUELOS SUPERFICIALES DURANTE LA ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA/**  
**CHEMICAL COMPOSITION OF SOIL SAMPLES IN RAIN AND DRY SEASON.**

Minerales ppm	NC	Estimador	Epoca <sup>a</sup>		Promedio	P
			Lluviosa	Seca		
P	10	Media	1,5	3,04	2,36	*
		DS	± 0,69	± 1,21	± 1,26	
Ca	500	Media	74,33	112,44	95,77	**
		DS	± 23,33	± 21,9	± 29,36	
K	78	Media	44,27	66,79	57,08	NS
		DS	± 33,8	± 46,38	± 42,56	
Mg	121	Media	40,77	34,97	37,47	NS
		DS	± 20,39	± 15,14	± 17,65	
Materia Orgánica, %	2	Media	1,78	1,87	1,83	NS
		DS	± 0,7	± 0,85	± 0,78	
pH (1:2:5)	-	Media	5,03	5,03	5,03	NS
		DS	± 0,28	± 0,33	± 0,3	

(a) Promedio de 29 muestras para 10 fincas, (P) grado de significación entre épocas, (\*) P<0,05, (\*\*) P< 0,01, (NS) P>0,05. (NC) niveles críticos. Chicco y Godoy [9].

La concentración de potasio en el suelo presentó valores (ELL: 44,27 y ES: 66,79 ppm) por debajo del nivel crítico (78 ppm). Rodríguez y col. [31], reportaron un valor similar de 47,5 ppm, en sabanas bien drenadas del estado Monagas. Los suelos tropicales arenosos son frecuentemente bajos en arcilla y potasio y deben fertilizarse con este elemento. El potasio es un elemento que es requerido por la planta y el animal, pero aún sobre suelos deficientes, los forrajes presentan concentraciones suficientes para cubrir las necesidades de los animales [35].

El nivel de magnesio en el suelo (ELL: 40,77 y ES: 34,97 ppm) es considerado deficiente (121 ppm). Estos resultados están por debajo al reportado por Rojas y col. [32], de 53,5 ppm. Similarmente, Rodríguez y col. [31], señalan un valor promedio de 43 ppm, en sabanas bien drenadas del estado Monagas. El magnesio normalmente no se aplica como fertilizante. Sin embargo, en algunas ocasiones se ha utilizado para incrementar el contenido de magnesio en los forrajes y pastizales [25].

El contenido de materia orgánica es menor al sugerido (2%) con valores de 1,78% ELL y de 1,87% ES. Chicco y Godoy [4] reportaron un valor promedio de 1,33% para sabanas bien drenadas. Rojas y col. [32] obtienen un valor similar (1,14%). Los suelos bajos en materia orgánica deben conservar la mayor parte de este material sobre el terreno, por lo que, es importante realizar buenas prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión y la pérdida de material orgánico [38].

El pH del suelo en promedio fue de 5,03, valor que se considera ácido (pH <7). El pH del suelo tiene un efecto funda-

mental sobre la absorción de minerales por las plantas. A medida que el pH disminuye, la disponibilidad y absorción del hierro, magnesio, zinc, cobre y cobalto del forraje aumenta mientras que el fósforo, molibdeno y el selenio disminuyen [38].

#### Contenido mineral en el forraje

En el forraje (TABLA II), el nivel promedio de calcio fue de 0,13%, para ambas épocas, por debajo del nivel crítico para cubrir los requerimientos del animal (0,22%). Esta concentración es similar (0,18%) a la reportada por Chicco y Godoy [4]. El calcio por formar parte de la pared de las células vegetales no se moviliza de las hojas maduras a las jóvenes o partes reproductivas de la planta como ocurre en la mayoría de los nutrimentos, por lo que, el calcio se acumula en hojas maduras y puede ser deficiente en frutos, hojas jóvenes o en las partes terminales de las plantas, debido a que la translocación a estos órganos es muy baja [36].

La concentración promedio de fósforo en los forrajes fue de 0,08%, deficiente tanto para lluvias como en sequía, por debajo del nivel crítico (0,22%). Godoy y Chicco [15] reportan valores bajos de 0,07% ES y 0,11% ELL, en sabanas bien drenadas. Chicco y Godoy [5] señalan además, que aproximadamente el 90% de las muestras contienen niveles inferiores al valor de referencia. La deficiencia de fósforo en las pasturas se relaciona con los bajos contenidos de este elemento en el suelo [22].

El contenido de magnesio en forraje fue de 0,13% ELL y de 0,14% ES, niveles considerados normales (0,10%). Estos valores se encuentran por debajo de los obtenidos por Godoy

**TABLA II**  
**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE MUESTRAS DE FORRAJES DURANTE LA ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA/**  
**CHEMICAL COMPOSITION OF FORRAGE SAMPLES IN RAIN AND DRY SEASON.**

Elemento	NC	Estimador	Época <sup>a</sup>			P
			Lluviosa	Seca	Promedio	
Ca, %	0,25	Media	0,13	0,13	0,13	NS
		DS	± 0,06	± 0,05	± 0,05	
P, %	0,22	Media	0,08	0,07	0,08	NS
		DS	± 0,06	± 0,05	± 0,05	
Mg, %	0,1	Media	0,13	0,14	0,14	NS
		DS	± 0,05	± 0,08	± 0,07	
Na, %	0,08	Media	0,02	0,04	0,03	**
		DS	± 0,012	± 0,023	± 0,022	
K, %	0,7	Media	0,44	0,65	0,55	**
		DS	± 0,18	± 0,35	± 0,3	
Cu, ppm	8	Media	7,07	7,79	7,45	NS
		DS	± 4,24	± 2,65	± 3,5	
Zn, ppm	30	Media	55,52	118,62	88,2	**
		DS	± 56,23	± 97,97	± 85,99	
Mn, ppm	40	Media	80,76	55,64	67,49	NS
		DS	± 40,33	± 50,94	± 47,52	
Fe, ppm	50	Media	168,04	143,26	154,92	NS
		DS	± 66,22	± 87,38	± 78,38	
N, %	1,12	Media	0,72	0,7	0,71	NS
		DS	± 0,15	± 0,24	± 0,2	

<sup>a</sup> Promedio de 29 muestras para 10 fincas. (P) grado de significación entre épocas, (\*\*) P<0,01, (NS) P>0,05. (NC) Niveles Críticos, Mc Dowell [26].

y Chicco [15] de 0,25%, y son similares a los reportados por Velásquez [37] de 0,14%, en sabanas bien drenadas del estado Monagas. Los forrajes tropicales en su mayoría presentan concentraciones de magnesio menores de 0,20% [25], suficientes para cubrir la necesidades de los bovinos en crecimiento (0,10%), no así para etapas fisiológicas de altas demandas como los animales en lactación, con requerimientos mayores (0,20%).

La concentración de sodio fue de 0,02% ELL y de 0,04% ES, por debajo del valor crítico (0,08%), con diferencias altamente significativas entre épocas (P<0,01). Norton [27] señala que las gramíneas tropicales son limitantes en contenido de sodio. Así mismo, Rojas y col. [33], obtuvieron un valor promedio de 0,014%, por debajo del nivel crítico. La concentración de sodio en los forrajes es generalmente baja, por lo que, la mayoría de las plantas no contienen cantidad suficiente del elemento para cubrir las necesidades de los animales. Los forrajes son en ocasiones fertilizados con sodio y magnesio para incrementar las concentraciones de estos elementos en el forraje y no para aumentar los rendimientos de materia seca [21].

La concentración de potasio fue de 0,44 y 0,65%, para ELL y ES, respectivamente, por debajo del nivel crítico

(0,70%), con diferencias altamente significativas entre épocas (P<0,01). Estos valores están por debajo a los reportados por Chicco y Godoy [10] de 0,72% para sabanas bien drenadas. Por otra parte, Rojas y col. [33], encontraron valores de 1,0% en el suroeste de los llanos Venezolanos. La concentración de K en el forraje está influenciada por el contenido del elemento en el suelo, especie, estado de madurez, manejo de la planta y a variaciones por época del año. Para mantener el nivel de potasio requerido por los forrajes es necesario incorporar fertilizantes a la pastura [21].

La concentración de cobre fue de 7,07 ELL y de 7,79 ppm ES, valores cerca del nivel crítico (8 ppm). Estos valores fueron más altos a los obtenidos por Velásquez [37], de 6,5 ppm. Por otra parte, Rojas y col. [33], reportan valores promedios de 2,5 ppm. La deficiencia de cobre en los forrajes se presenta cuando los suelos tienen deficiencia natural de cobre y por interacciones con otros elementos minerales como hierro, zinc, cadmio, molibdeno y azufre. El contenido de cobre en las pasturas varía con el tipo de suelo (pH, contenido de materia orgánica), especie de planta, estado de madurez, manejo y clima [36].

La concentración de zinc fue de 55,52 ELL y de 118,62 ppm ES, valores por encima del nivel crítico (30 ppm). Ambas

épocas presentan un exceso del elemento, con diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ). Velásquez [37] reporta 41 ppm y Godoy y Chicco [15], 33,5 ELL y 30,8 ppm ES de zinc, para sabanas bien drenadas. El zinc declina con la madurez de la planta, aumenta con la disminución del pH, por mayor disponibilidad y capacidad de captura. Gomide y col. [16] reportan diferencias importantes en la concentración de zinc en los forrajes entre dos años consecutivos. Por lo tanto, el clima también influencia el contenido de zinc, con predominio de deficiencia en la estación húmeda asociado a la disminución de la solubilidad en el suelo [30].

El contenido de manganeso fue de 80,76 ELL y de 55,64 ppm ES, valores por encima del nivel crítico (40 ppm). Chicco y Godoy [9] obtuvieron un valor más elevado (133 ppm). En suelos ácidos con bajos contenidos de materia orgánica son comunes los excesos de manganeso [23].

Las concentraciones de hierro en forrajes fueron de 168,04 ELL y de 143,26 ppm ES, por encima del nivel crítico (50 ppm). Estas concentraciones están por debajo (567,5 ppm) al señalado por Chicco y Godoy [9], en sabanas bien drenadas. La concentración de hierro, en general es alta ( $> 50$  ppm) en relación al nivel sugerido como adecuado para bovinos. El hierro se hace más disponible a bajos pH (ácido) lo que permite una

mayor captura por la planta. El nivel de hierro en la pastura varía con el tipo de suelo, condiciones climáticas y especie de planta. La mayoría de los forrajes contienen niveles de hierro por encima de los requerimientos de los animales [38].

El contenido promedio de nitrógeno en forraje fue de 0,71%, por debajo del nivel normal, sin diferencias significativas entre épocas ( $P > 0,05$ ). Chicco y Godoy [4], reportaron un valor promedio de 0,85%, para sabanas bien drenadas. El nitrógeno es el elemento nutricional que más limita el rendimiento de los forrajes, por lo que, debe ser aplicado como fertilizante en la mayoría de los suelos. Se puede aplicar estiércol en las áreas más degradadas del pastizal para mejorar las características físicas y químicas del suelo y elevar los niveles de nitrógeno [36].

#### Contenido mineral en suero sanguíneo de bovinos

Las concentraciones séricas (TABLA III) de calcio fueron de 7,65 mg/100ml ELL y de 7,25mg/100ml ES, valores muy cerca del límite establecido como mínimo (8-12 mg/100ml), con diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre épocas. French y Chicco [13], reportaron concentraciones de calcio de 9,76mg/100ml en vacas, en sabanas bien drenadas del estado Monagas. Velásquez [37] en el estado

TABLA III  
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE MUESTRAS DE SUERO BOVINO DURANTE LA ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA/  
CHEMICAL COMPOSITION OF SERUM BLOOD SAMPLES IN RAIN AND DRY SEASON.

Elemento (mg/100ml)	NC	Estimador	Época		Promedio	P
			Lluviosa <sup>a</sup>	Seca <sup>b</sup>		
Ca	8-12	Media	7,65	7,25	7,48	**
		DS	± 0,94	± 0,93	± 0,95	
P	3-8	Media	3,32	3,45	3,38	NS
		DS	± 1,46	± 2,28	± 1,84	
Mg	1,8-3,1	Media	1,56	1,65	1,60	*
		DS	± 0,34	± 0,26	± 0,31	
K	20-25	Media	19	24,91	21,52	**
		DS	± 5,30	± 5,39	± 6,08	
Na	300-320	Media	241,29	326,49	277,65	**
		DS	± 35,04	± 34,09	± 54,57	
Fe	0,1-0,2	Media	0,21	0,15	0,19	**
		DS	± 0,08	± 0,04	± 0,07	
Cu	0,07-0,14	Media	0,06	0,06	0,06	NS
		DS	± 0,02	± 0,02	± 0,02	
Zn	0,03-0,22	Media	0,27	0,12	0,22	**
		DS	± 0,08	± 0,06	± 0,10	
Co	-	Media	0,01	0,03	0,02	**
		DS	± 0,01	± 0,01	± 0,02	

(a) Promedio de 102 muestras en 10 fincas; (P) grado de significación entre épocas, (\*) ( $P < 0,05$ ), (\*\*) ( $P < 0,01$ ). (NS) ( $P > 0,05$ ). (NC) Niveles Críticos. Mc Dowell [26].

Monagas, obtiene valores de calcio de 10,37 mg/100ml. A pesar de la baja concentración de calcio en los forrajes, el nivel en los animales se encuentra muy cerca del valor normal, lo que se debe a los fuertes mecanismos homeostáticos (regulación endocrina) que mantienen los valores de calcio sérico. Así, bajos consumos de este elemento provocan una disminución de la concentración del calcio sérico lo que estimula la liberación de la paratohormona, que a su vez incrementa la producción de  $1,25 (OH)_2D_3$  en el riñón acelerando la absorción intestinal de calcio y ambas, estimulan la movilización de calcio desde el hueso al fluido extracelular [36].

La concentración de fósforo sérico fue de 3,32 mg/100ml ELL y de 3,45 mg/100ml ES, valores que se encuentran en el límite inferior (3-8 mg/100ml). Los valores obtenidos fueron más bajos a los señalados por Chicco y Godoy [4], de 4,69 y 4,25 mg/100ml, para ELL y ES, respectivamente. Pulido [29] y Rojas y col. [33], señalan un valor de 4,6 mg/100ml. El P sérico es similar al obtenido por French y Chicco [13] en vacas (3,66 mg/100ml), en sabanas bien drenadas del estado Monagas. Similarmente al calcio, el nivel de fósforo sérico está sujeto a regulación hormonal. Así, una deficiencia de fósforo provoca disminución del consumo voluntario, lo que disminuye también la ingestión de calcio y consecuentemente, la estimulación secundaria del paratiroides para aumentar la secreción de paratohormona lo que provoca movilización, tanto de calcio como de fósforo del hueso (resorción) y a su vez, mejora la reabsorción de fósforo en los túbulos renales y por medio de la vitamina  $D_3$  se incrementa la absorción intestinal de fósforo [36].

La concentración de magnesio en suero sanguíneo fue de 1,56 ELL y de 1,65 mg/100ml ES. Estos valores se encuentran muy cerca del nivel crítico (1,8-3,1 mg/100ml), con diferencias significativas entre épocas ( $P < 0,05$ ). Los valores de Mg sérico contrastan con los reportados por Velásquez [37], con valores de 3,64 y 3,56 mg/100ml, para ELL y ES, respectivamente, en sabanas bien drenadas del estado Monagas. Las deficiencias marginales de magnesio no se manifiestan clínicamente, solo se observa deterioro en los indicadores productivos de los animales [25].

El contenido de potasio en suero fue de 19 mg/100ml ELL y de 24,91% ES, ligeramente por debajo del límite inferior (20-25 mg/100ml). Debido a la poca frecuencia con que ocurren las deficiencias de K en los animales a pastoreo, muy pocos estudios se han realizado en el país sobre determinaciones de este mineral en suero sanguíneo de bovinos [35].

El sodio sérico fue de 241,29 ELL y de 326,49 mg/100ml ES, valores por debajo y sobre el rango del nivel crítico (300-320 mg/100ml), respectivamente, con diferencias altamente significativas entre épocas ( $P < 0,01$ ). La deficiencia de sodio es uno de los problemas minerales más conocidos, por ello, la suplementación con sal común es una práctica difundida ampliamente. Además, la sal común es muy apetecible por los ani-

males, razón por la cual se utiliza como vehículo para otros minerales [18].

El cobre sérico fue similar en ambas épocas (0,06 mg/100ml), valores que se encuentran cerca del límite inferior (0,07-0,14 mg/100ml) y están muy por debajo de los reportados por Chicco y Godoy [4], para bovinos (1,11 mg/100ml) en sabanas bien drenadas. Además, Chicco y Godoy [7], señalan valores entre 0,84 y 0,88 mg/100ml, para ELL y ES, respectivamente, en sabanas bien drenadas. La deficiencia primaria de cobre, después de la deficiencia de fósforo, es la más grave limitación mineral para el ganado en pastoreo en las regiones tropicales [24]. Adicionalmente, por interferencia con otros elementos, se pueden presentar deficiencias secundarias de cobre, por exceso de hierro, azufre o molibdeno en las pasturas. Forrajes muy tiernos pueden tener contenidos elevados de azufre que interfiere con la absorción de cobre. Las concentraciones dietarias de zinc entre 33 y 76 ppm, similar al contenido de zinc en los forrajes evaluados, pueden inducir la acumulación de cobre en hígado y prevenir su incremento en plasma, siendo la metalotionina la proteína que podría ser la responsable [17].

Los valores séricos de zinc fueron de 0,27 ELL y 0,12 mg/100ml ES, ambos están dentro del nivel de referencia (0,03-0,22 mg/100ml), con diferencias estadísticas altamente significativas entre épocas ( $P < 0,01$ ). Chicco y Godoy [4], en sabanas bien drenadas, reportan concentraciones de 1,66 mg/100ml. La deficiencia de zinc no es frecuente, y podría estar asociada con deficiencias de cobre y fósforo y con excesos de hierro en los forrajes [19].

La concentración sérica de hierro fue de 0,21 ELL y 0,15 mg/100ml ES, valores que se encuentran en el rango normal (0,1-0,2 mg/100ml), con diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre épocas. Estas concentraciones son más bajas a las señaladas por Chicco y Godoy [4], de 4,94 mg/100ml. La mayoría de los forrajes contienen suficiente hierro para satisfacer las necesidades de los rumiantes, razón por la cual es poco factible la presentación de una deficiencia. Por el contrario, tienen concentraciones elevadas de hierro que podrían ocasionar interferencias con la utilización de otros minerales como cobre, fósforo y zinc. Los niveles marginalmente altos de hierro afectan el comportamiento animal, agravan las deficiencias de fósforo y cobre y pudieran provocar deficiencias también de zinc [3].

Las concentraciones de cobalto en suero fueron de 0,01 ELL y 0,03 mg/100ml ES, con diferencias altamente significativas entre épocas ( $P > 0,05$ ). Los contenidos de cobalto en suero, forrajes y animales han sido muy poco estudiados en el país. Solamente, se ha reportado clínicamente deficiencia de cobalto al norte del estado Bolívar y sur de Monagas. El signo fundamental de la deficiencia de cobalto es la pérdida de apetito relacionada con la función del cobalto en el metabolismo de los carbohidratos como componente de la vitamina  $B_{12}$  [25].

### Contenido mineral en hígado y hueso de bovinos

En el tejido hepático (TABLA IV), la concentración de hierro fue de 445,9 ELL y de 427,9 ppm ES, valores que son ligeramente superiores al nivel normal. Rojas y col. [33] reportan concentraciones de Fe de 445 ppm para ELL y de 898 ppm en ES. Este último, muy por encima del nivel normal, aproximándose al nivel tóxico (750 ppm). Estos valores de hierro se corresponden con los altos niveles del elemento en suelo y forrajes.

El contenido de zinc en hígado para ELL y ES fue de 239,8 y 381,8 ppm, respectivamente, por encima del nivel normal. Rojas y col. [33], obtuvieron valores de 94,4 y 123,9 ppm, para ELL y ES, respectivamente. La concentración elevada de zinc está asociada al nivel del elemento en el forraje.

La concentración de cobre en hígado fue de 135,5 ELL y 146,6 ppm ES, valores que se encuentran dentro del nivel normal. Rojas y col. [33] obtuvieron valores de 55,8 ELL y de 49,6 ppm ES. El hígado es el tejido de referencia para el estatus nutricional del cobre [36], pudiendo ser influenciado por los niveles de zinc dietario que determinan una disminución del cobre hemático y un aumento del cobre hepático por bloqueo del sistema de transporte (metalotionina).

La concentración de Mn fue de 9,59 ELL y de 6,62 ppm ES, dentro de los rangos establecidos como normales, con diferencias altamente significativas entre épocas ( $P < 0,01$ ). Rojas y col. [33] reportaron valores de 13,7 ppm para ELL y de 17,4 ppm para ES. Los valores de manganeso hepático se relacionan con las concentraciones del elemento en los forrajes.

En el tejido óseo (TABLA V), el contenido de calcio para ELL y ES fue ligeramente mayor al nivel considerado como normal (36%), con valores de 41,24 y 40,55 %, respectivamente. El calcio, expresado como mg de cenizas  $\text{cm}^{-3}$  hueso, presentó valores de 233,1 y 187,9 en ELL y ES, respectivamente, contenidos menores al referencial de 250 mg cenizas  $\text{cm}^{-3}$  [11]. Estos resultados corroboran hallazgos previos que indi-

can que, la expresión porcentual del contenido de calcio en hueso no es una variable sensible para detectar deficiencias de este elemento. Cuando la expresión del contenido de calcio toma en cuenta la densidad del tejido óseo se manifiestan las deficiencias del elemento. Estas deficiencias de calcio en el tejido óseo están en relación con los bajos contenidos del elemento en las pasturas y es indicativa de un intenso proceso de reabsorción ósea, como resultado de la deficiencia del elemento [6,14].

La concentración de fósforo en hueso fue de 16,53 ELL y de 16,54% ES, levemente por debajo del nivel crítico. El fósforo expresado en mg de cenizas  $\text{cm}^{-3}$  de hueso presentó valores de 101,1 y 96,3, respectivamente, por debajo del valor referencial de 150 mg  $\text{cm}^{-3}$  [11]. Consideraciones similares a las expuestas para el caso del calcio en relación a la expresión de la concentración del elemento en el tejido óseo. Esto puede ocurrir como resultado de la excesiva deficiencia de fósforo en los pastizales, que no sólo puede comprometer el sistema esqueleto muscular, sino también puede alterar importantes procesos metabólicos del tejido muscular, sistemas enzimáticos y de la utilización de la energía [6].

La relación Ca:P para ELL fue de 2,3:1 y para ES de 1,8:1, cerca del valor normal de 2:1 [11]. La relación más alta para lluvias se relaciona con una menor resorción ósea debido a una mayor disponibilidad de elementos minerales en la dieta.

El contenido de magnesio en ELL fue de 0,65 y en ES de 0,59%, dentro del rango establecido como normal (0,6-0,9%). Lo anterior tiene correspondencia con los niveles de magnesio en las pasturas.

Las concentraciones de manganeso para ELL fue de 7,38 y para ES de 4,44 ppm, muy cercanos al rango considerado como normal (2-6 ppm). Se presentaron diferencias altamente significativas entre épocas ( $P < 0,01$ ) relacionadas con los niveles del elemento en los forrajes para ambas épocas.

TABLA IV  
CONTENIDO MINERAL DE MUESTRAS DE HÍGADO BOVINO DURANTE LAS ÉPOCAS SECA Y LLUVIOSA/  
MINERAL CONTENT IN LIVER SAMPLE IN RAIN AND DRY SEASON.

Mineral ppm	NC	Estimador	Época			P
			Lluviosa	Seca	Promedio	
Fe	150-400	Media	445,9	427,8	436,85	NS
		DS	± 333,1	±159,44	± 254,33	
Zn	40-150	Media DS	239,8	381,8	310,8	NS
			± 40,68	±252,17	± 190,29	
Cu	100-450	Media	135,5	146,6	141,05	NS
		DS	± 124,33	± 44,79	± 91,13	
Mn	5-12	Media	9,59	6,62	8,11	**
		DS	±2,78	±1,0	±2,54	

<sup>a</sup> Promedio para 14 muestras, (NC) Niveles Críticos. Mc Dowell, [26]. (P) grado de significación entre épocas, (\*\*) ( $P < 0,01$ ), (NS) ( $P > 0,05$ ).

**TABLA V**  
**COMPOSICIÓN MINERAL DE MUESTRAS DE HUESO (7<sup>MA</sup> COSTILLA) DURANTE LAS ÉPOCAS LLUVIOSA Y SEQUÍA/**  
**MINERAL CONTENT IN BONE SAMPLE (7<sup>MA</sup> RIB) IN RAIN AND DRY SEASON.**

Elemento	NC	Estimador	Época <sup>a</sup>			P
			Lluviosa	Seca	Promedio	
Ca, %	36	Media	41,24	40,55	40,89	NS
		DS	± 3,24	± 12,81	± 9,1	
Ca, mg cm <sup>-3</sup>	250	Media	233,1	187,9	210,5	*
		DS	±40,4	±48,2	±44,3	
P, %	17	Media	16,53	16,54	16,54	NS
		DS	± 0,62	± 1,05	± 0,84	
P, mg cm <sup>-3</sup>	150	Media	101,1	96,3	98,7	NS
		DS	±22,5	±33,2	±27,9	
Ca:P	2:1	Media	2,3:1	1,8:1	2,1:1	
Mg, %	0,6-0,9	Media	0,65	0,59	0,62	NS
		DS	± 0,08	± 0,06	± 0,08	
Mn, ppm	2-6	Media	7,38	4,44	5,91	**
		DS	± 1,54	± 1,99	± 2,3	

<sup>a</sup> Promedio para 14 muestras, expresado en relación a cenizas, (NC) Niveles Críticos, Mc Dowell, [26] y De Venanzi y col. [11]; (P) grado de significación entre épocas, (\*) P<0,05. (\*\*) P<0,01. (NS) P>0,05.

## CONCLUSIONES

La deficiencia de fósforo y calcio es la condición predominante de las sabanas del municipio Libertador al sur del estado Monagas. El cobre está muy cerca de los límites inferiores para forraje y suero sanguíneo de animales. Los niveles de potasio y magnesio son adecuados en algunos de los componentes del sistema. El zinc, aún cuando los forrajes presentan concentraciones por encima de los requerimientos, en suero sanguíneo se acerca al límite inferior de las necesidades animales. El hierro y manganeso es elevado en los forrajes, lo que puede constituir un factor limitante para la utilización de otros minerales ya deficientes como fósforo y cobre.

Las concentraciones minerales de calcio y fósforo en hueso, expresada en mg cm<sup>-3</sup>, son indicativas de la deficiencia de estos elementos en suelos y forrajes, lo que muestra concordancia con los resultados obtenidos de muestras tomadas a nivel de finca. En el hígado se presentaron concentraciones altas de hierro y zinc, coincidiendo con los resultados obtenidos en el componente suelo-planta-animal a nivel de fincas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (AOAC). Official Methods of Analysis. 13<sup>th</sup> Ed. Washington. USA. 330 pp. 1980.
- [2] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (AOAC). Official Methods of Analysis. 17<sup>th</sup> Ed. Washington. USA. 380 pp. 2000.
- [3] ARMIENTA, G.; KAWAS, J.; TORRES, O.; OLIVARES, E.; RAMÍREZ, R. Macromineral status of beef cattle grazing semiarid rangelands of North Mexico. En: **XVIII International Grassland Congress**. Winnipeg, Manitoba & Saskatoon, Saskatchewan. Canada, October. 123 pp. 1997.
- [4] CHICCO, C.; GODOY, S. Suplementación mineral de bovinos de carne a pastoreo. En: **III Cursillo Sobre Bovinos de Carne**. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. D.Plasse, N. Peña de Borsotti, y J. Arango (Eds.). Maracay, Octubre. 47-103 pp. 1987.
- [5] CHICCO, C.; GODOY, S. Alteraciones Metabólicas en la nutrición mineral. **Curso Internacional sobre nutrición mineral de rumiantes a pastoreo en las regiones tropicales**. Maracay, Abril. 23 pp. 1990.
- [6] CHICCO, C.; LINARES, T. Avances en el estudio de la caracterización del síndrome parapléjico bovino. Programa de cooperación agrícola. Convenio MAC/PDVSA. Boletín N°. 3. Serie C N°. 31. 93pp. 1992.
- [7] CHICCO, C.; GODOY, S. Suplementación mineral de bovinos a pastoreo. En: Programa SPB:MIG y Convenio MAC/PDVSA. (Eds.). **Memoria de la VII Reunión de la Comisión Central de Evaluación y Seguimiento**. Caracas, Julio. 120 pp. 1991.
- [8] CHICCO, C.; GODOY, S. Estrategias para la suplementación mineral de los bovinos de carne a pastoreo. En: **XII Cursillo Sobre Bovinos de Carne**. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezue-



- la. D. Plasse, N. Peña de Borsotti, y J. Arango (Eds.). Maracay, Octubre. 27-43 pp. 1996.
- [9] CHICCO, C.; GODOY, S. Nutrición mineral de los bovinos de carne en Venezuela. En: **XVIII Cursillo Sobre Bovinos de Carne**. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. R. Romero, J. Arango y J. Salomón (Eds.). Maracay, Octubre. 135-155 pp. 2002.
- [10] CHICCO, C.; GODOY, S. Deficiencias minerales y condiciones asociadas en la ganadería de carne de las sabanas de Venezuela. **Primer Curso Internacional Sobre Avances en la Nutrición de los Rumiantes. Memorias**. Septiembre. 101-128 pp. 2005.
- [11] DE VENANZI, F.; PEÑA, E.; ALFONSO, C.; DE ANDREA, E. Contenido de fósforo y relación con la densidad en el hueso del ganado bovino en ciertos estados Venezolanos. **Intercien**. 13(3):138-140. 1989.
- [12] FISKE, C.; SUBBARROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. **J. Biol. Chem**. 66: 375-383. 1925.
- [13] FRENCH, M.; CHICCO, C. Observaciones sobre deficiencias del calcio y fósforo en los animales de las regiones ganaderas del centro y este de Venezuela. **Agron. Trop**. 9: 41. 1959.
- [14] GODOY, S. Fosfatos de yacimientos en la nutrición animal. Doctorado en Ciencias Agrícolas. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Trabajo de Grado. 220 pp. 1997.
- [15] GODOY, S.; CHICCO, C. Respuesta Productiva a la suplementación mineral de bovinos a pastoreo. En: **XI Cursillo Sobre Bovinos de Carne**. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. D. Plasse, N. Peña de Borsotti, y J. Arango (Eds.). Maracay, Octubre. 25-59 pp. 1995.
- [16] GOMIDE, J.; NOLLER, C.; MOTT, G.; CONRAD, J.; HILL, D. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plant age and nitrogen fertilization. **Agron. J**. 61: 120-123. 1969.
- [17] HUERTA, M.; KINCAID, R.; CRONRATH, J.; BUSBOOM, J.; JOHNSON, A.; SWENSON, C. Interaction of dietary zinc and growth implants on weight gain, carcass traits and zinc in tissues of growing beef steers and heifers. **Anim. Feed Sci. Tech**. 95 (1-2):15-32. 2002.
- [18] KAWAS, J.; ARMIENTA, G.; KAWAS, J.; OLIVARES, E.; TORRES, O. Seasonal changes of mineral concentrations of tropical grasses in Mexico. En: **XVIII International Grassland Congress**. Winnipeg, Manitoba & Saskatoon, Saskatchewan. Canada, October. 123 pp. 1997.
- [19] KINCAID, R.L. Assessment of trace mineral status of ruminants: A review. **Proceedings of the American Society of Animal Science**. Underwood, E.J. and N.F. Suttle (Eds). Wallingford, UK. 10pp.1999.
- [20] LAREDO, M.; GONZÁLEZ, F.; HUERTAS, H.; MCDOWELL, L. Los minerales y la producción de ganado de carne en pie de monte llanero. **Zoot. Trop**. 5(1-2): 11-26. 1987.
- [21] MARSCHENER, H. Mineral nutrition in higher plants. **Functions of Mineral Nutrients: Macronutrients**. Academic Press. USA. 180 pp. 1986.
- [22] MAYS, D.; WILKINSON, S.; COLE, C. Phosphorus nutrition of forages. In: **The role of phosphorus in agriculture**. Ed. F. E. Khasawneh. ASA, CSSA, SSSA. Madison, Wisconsin, USA. 190 pp. 1986.
- [23] MCDOWELL, L.; CONRAD, J.; ELLIS, G.; LOOSLI, J. Minerals for grazing ruminants in tropical regions. Factors affecting Mineral Content of plants. Boletín S/N. University of Florida. Gainesville. FL. EUA. 89 pp. 1983.
- [24] MCDOWELL, L.; CONRAD, J.; ELLIS, G.; LOOSLI, J.; ESPINOZA, J. Nutrición mineral para Rumiantes bajo Pastoreo en los Trópicos. **Memoria. Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)**. 23: 25-39. Habana, Cuba. 25 de Abril. 1988.
- [25] MCDOWELL, L.R. Minerals in animal and human nutrition. Magnesium. 1ª Ed. Academic Press. USA. 524 pp. 1992.
- [26] MCDOWELL, L.; VELÁSQUEZ-PEREIRA, J.; VALLE, G. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Diagnostico de deficiencias de desbalances minerales. Boletín. 3ª Ed. Universidad de Florida. 1-51 pp. 1997.
- [27] NORTON, B.W. Differences between species in forage quality. En: J.B. Hacker (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pastures**. Commonwealth Agricultural Bureau. Farmhand Royal, UK. 90-110 pp. 1982.
- [28] PALMAVEN. Análisis de Suelos y su interpretación. Serie Técnica. Palmaven Publicaciones de divulgación agrícola. 12 pp. 1992.
- [29] PULIDO, M. Evaluación de la nutrición mineral y de la respuesta inmune en bovinos afectados por el síndrome parapléjico y en bovinos de ganadería extensiva en áreas con alta incidencia de la enfermedad. Facultad de Medicina. Escuela Ruiz Razetti. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela. Trabajo de Ascenso. 86 pp. 1993.
- [30] REUTER, D. The recognition and corrections of trace element deficiencies. In Nicholas D. and A. Egan (Eds.) **Trace elements in Soil-Plant-Animal Systems**. New York. Academy Press, 291-324 pp. 1975.
- [31] RODRÍGUEZ, M.; FARIÑAS, J.; MATOS, G. Recuperación de pasturas en sabanas bien drenadas del Estado Monagas **INIA. Divulga** 1. Enero-Abril. 60-62 pp. 2004.
- [32] ROJAS, L.; MCDOWELL, L.; MARTIN, F.; WILKINSON, N. Estado mineral de suelos, pastos y ganado de carne

- en el sureste de Venezuela, síndrome parapléjico: una revisión. **Zoot. Trop.** 11(1): 27-47. 1993.
- [33] ROJAS, L.; MCDOWELL, L.; MARTIN, F.; CONRAD, J. Estado mineral de una finca en el suroeste de los llanos de Venezuela. **Zoot. Trop.** 12(2): 161-186. 1994.
- [34] STEEL, R.; TORRIE, J. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrics Approach. 2da Ed. McGraw-Hill. New York, USA. 622pp. 1998.
- [35] UNDERWOOD, J. Microminerales. **Los minerales en la nutrición del ganado.** 2<sup>da</sup> Ed. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 209 pp. 1981.
- [36] UNDERWOOD, J.; SUTTLE, F. The detection and correction of mineral imbalances. **The Mineral Nutrition of Livestock.** 3<sup>Th</sup> Ed. CABI Publishing. Wallingford, UK. 600 pp. 1999.
- [37] VELÁSQUEZ, J. Nutrición animal en fincas ganaderas del oriente de Venezuela. Republica Dominicana. Memorias. **ALPA** 16:46 (Resumen). 1981.
- [38] WHITEHEAD, D. Nutrient elements in grassland. **Soil-Plant -Animal. RelationsShips.** CABI, Publishing. USA. 360 pp. 2000.