

## CONCENTRACIONES MINERALES EN SUERO SANGUÍNEO DE HEMBRAS BOVINAS BRAHMAN EN UNA FINCA DEL SUR DEL ESTADO TACHIRA, VENEZUELA.

(Minerals Levels in Blood Serum of Brahman bovine females in a Farm to the South from Táchira State, Venezuela)

Depablos, A. L. y Moreno, M. C.

Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela. e-mails: [luisdepablos2@yahoo.com](mailto:luisdepablos2@yahoo.com) y [cdmoreno@reacciun.ve](mailto:cdmoreno@reacciun.ve)

### RESUMEN

Se analizaron muestras de suero sanguíneo de 69 hembras bovinas, pertenecientes a la raza Brahman, provenientes de un centro genético en el sur del Estado Táchira, con el fin de evaluar la concentración de calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, zinc y cobre y establecer estadísticamente el efecto de la condición fisiológica (CF), peso vivo (PV), condición corporal (CC) y edad del animal sobre las concentraciones séricas minerales. El procedimiento para la determinación de minerales fue espectrofotometría de absorción atómica para calcio, magnesio sodio, potasio, zinc y cobre, y método colorimétrico para el fósforo. Los animales muestreados se alimentaban básicamente en pastoreo rotacional con suministro de minerales. Los resultados obtenidos indican: 1. Baja concentración sérica de cobre comparados con otros valores previamente reportados en la literatura como normales. 2. Existen diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) en las diferentes CF respecto a las concentraciones séricas de minerales en forma global, pero individualmente solo el nivel sérico de cobre presentó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) respecto a la CF. 3. Las concentraciones séricas minerales no presentaron, de manera general, diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) por efecto del PV, CC y edad del animal. 4. No existe correlación estadística ( $P > 0.05$ ) entre el PV y las concentraciones séricas minerales, la CC presentó correlaciones bajas positivas ( $P < 0.05$ ); tanto para la concentración sérica de Calcio como de Fósforo, y la edad del animal presentó correlación baja positiva ( $P < 0.05$ ) para la concentración sérica de Na. 5. En general, las concentraciones séricas de los minerales estudiados se encontraron igual o por encima de los valores ya reportados en el país.

Palabras Clave: Minerales, hembras Brahman, suero sanguíneo

### ABSTRACT

Blood serum samples of 69 bovine females were analyzed. The animals belong to the Brahman breed from a genetic center in the south of the Táchira State. The blood serum test was done with the purpose of researching calcium, phosphorus, magnesium, sodium, potassium, zinc and copper levels and establishing statistical effect of physiological condition (PC), body weight (BW), body condition (BC) and animal age on blood serum levels of minerals. The procedures to determine minerals were spectrophotometry of atomic absorption to calcium, magnesium, sodium, potassium, zinc and copper, and colorimetric method to phosphorus. The sampled animals were fed on grazing with mineral supplies. The obtained values indicate: 1. Low concentration in blood serum of copper in comparison with others values previously reported in the literature as normal. 2. There are significant statistical differences ( $P < 0.05$ ) on the different PC, regarding to the serum blood levels of minerals in a general way (grouping all the minerals), but the serum blood levels of copper just presented significant statistical differences individually ( $P < 0.05$ ) regarding to the PC. 3. The serum blood levels of minerals didn't present, in a general way, significant statistical differences ( $P > 0.05$ ) for effect from BW, BC, and animal age. 4. No statistical correlation ( $P > 0.05$ ) between the BW and serum blood mineral levels, the BC presented low positive correlations ( $P < 0.05$ ) with the serum blood levels of calcium and phosphorus, and the animal age presented low positive correlation ( $P < 0.05$ ) with the serum blood levels of sodium. 5. Generally, serum blood levels of minerals studied were found equal or higher than the reported values on the country.

## INTRODUCCIÓN

Las deficiencias y desequilibrios minerales en el suelo han sido considerados causantes de los problemas de baja producción y reproducción en el ganado en los trópicos. El ganado que pasta forrajes de áreas deficientes en algunos minerales se encuentra aun más limitado por la falta de dichos elementos que por la falta de energía y proteína (McDowell, 1988).

En Venezuela la mayoría de los rebaños se manejan a pastoreo y varios autores han coincidido en que existen deficiencias minerales, por lo tanto, consideran necesaria la realización de estudios minerales en el sistema suelo-pasto-animal.

Existen zonas con deficiencias en algunos minerales en Venezuela. Chicco y French, citados por Rojas *et al.* (1994) observaron deficiencia de P en un 78,8 % de los animales del Estado Bolívar; 30,4 % en el Estado Monagas; 15,3 % en el Estado Guárico; 13,2 % en Anzoátegui y 8,5 % en Apure. Los mismos autores señalan deficiencia de Ca, la cual se localizó en los Estados Anzoátegui y Monagas, en un 19,2 % y 12,9 % del ganado, respectivamente.

La mayoría de los desequilibrios minerales, especialmente las condiciones marginales, no se manifiestan en síntomas clínicos específicos que puedan llevar a la identificación del mineral problemático a través de los exámenes patológicos.

Por lo tanto, muchas veces los análisis químicos y los ensayos biológicos son necesarios para **determinar el problema mineral**. A veces, los análisis para determinar las formas disponibles de los minerales en el suelo pueden proveer indicios de las deficiencias minerales en el ganado, pero más a menudo, los datos no son confiables y presentan muchos problemas de interpretación (McDowell *et al.*, 1988).

Según McDowell *et al.* (1988), las desventajas de los análisis de minerales en los forrajes, como método para evaluar la suficiencia de los minerales en el ganado a pastoreo, incluyen:

- La posibilidad de que las muestras no sean representativas de lo que el ganado generalmente consume.
- Las dificultades inherentes a la estimación del consumo de forraje.
- La variación en la disponibilidad de los elementos en el forraje.
- La posibilidad de muestras forrajeras contaminadas con suelo.

Sin embargo, los análisis minerales de los forrajes son preferibles a los del suelo, mientras que los análisis apropiados de los tejidos y fluidos animales son los que mejor demuestran la contribución del ambiente alimenticio total (forraje, suelo, agua, etc.) en la satisfacción de los requerimientos minerales del ganado a pastoreo (McDowell *et al.*, 1988).

Los niveles de minerales en los tejidos y fluidos animales, tanto como de los compuestos orgánicos,

metabolitos o enzimas particulares con los que interacciona el mineral en cuestión, son importantes indicadores del estado mineral del animal (McDowell *et al.*, 1988).

El uso indiscriminado de mezclas minerales frecuentemente conduce a un aumento en los costos de producción (Laredo, citado por Laredo *et al.*, 1987) o como ocurre en Colombia, causa interferencias en el uso de otros elementos provocando deficiencias en los animales. El suministro de minerales sobre los ya existentes en suficiente cantidad en los forrajes y/o agua (Fe, Mn, etc.) pueden interferir la utilización de otros elementos necesarios al animal (I.C.A., citado por Laredo *et al.*, 1987).

La información disponible sobre la concentración de minerales en las pasturas sugiere problemas de déficit de varios elementos (Chicco y Godoy, 1987). En las áreas ganaderas correspondientes a las sabanas de suelos ácidos bien y mal drenados existen marcadas deficiencias de P y Na, frecuentes de Ca y marginales de Cu y Zn, con altas concentraciones de Fe y Mn. Las concentraciones de Mg en las pasturas sugieren que este elemento no es limitante para la producción ganadera (Chicco y Godoy, 1996).

Los objetivos de este trabajo fueron evaluar la concentración de Calcio, Fósforo, Magnesio, Sodio, Potasio, Zinc y Cobre en suero sanguíneo de novillas y vacas Brahman, analizar el efecto de la condición

fisiológica sobre las concentraciones séricas minerales, y cuantificar el efecto y relación del peso vivo, condición corporal y edad del animal sobre las concentraciones séricas minerales.

## MÉTODOS

El estudio se realizó en la Hacienda "Santa Rosa", propiedad de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, esta ubicada en la población de Santo Domingo, municipio Monseñor Fernández Feo, Estado Táchira. Se encuentra en una zona de vida de bosque húmedo tropical. Según datos del periodo 1990-1999, presenta promedios anuales de precipitación de 2553 mm, temperatura de 23.3 °C, humedad relativa de 81 % y una evaporación de 724 mm (Vitto *et al.*, 2001).

La Hacienda Santa Rosa tiene una superficie total aprox. de 650 ha, siendo solamente explotadas 280 ha, ya que el área restante presenta inconvenientes de utilización. La topografía es predominantemente plana. Presenta suelos de orden Entisoles, de formación aluvial, textura Franco a Franco Arenosa, pH comprendido entre 5.3 a 6.1, regular contenido de materia orgánica, buen drenaje y pobre fertilidad, características que le dan vocación pecuaria. (Vitto *et al.*, 2001).

El rebaño está integrado en su mayoría por animales Brahman registrados, sometidos a prácticas de manejo que incluyen: división del rebaño en lotes, identificación, registro individual desde el nacimiento,



descorne, destete a los 8 meses, pesaje mensual de los animales desde el nacimiento hasta los 24 meses de edad y el manejo de los registros genealógicos (Vitto *et al.*, 2001; Cárdenas, 2002).

La oferta forrajera generalmente esta dada por gramíneas cultivadas donde predominan las especies *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*, *Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria briazantha*, *Echinochloa polistachya* en ese orden de importancia, siendo el programa alimenticio basado en el pastoreo rotacional con el suministro de minerales *ad-libitum*. Además de ello, las vacas de primera lactancia y los animales postdestete reciben alimento concentrado comercial, no individualizado, a razón de 1 Kg/animal/día desde el destete hasta su venta como reproductores o ingreso a servicio (Vitto *et al.*, 2001; Cárdenas, 2002)

El programa reproductivo es manejado bajo la modalidad de temporada de servicios (Vitto *et al.*, 2001).

El plan sanitario está basado en la prevención de enfermedades, incluye un programa de vacunaciones sistemáticas establecidas por el Servicio Autónomo de Sanidad Animal (SASA), control de ectoparásitos mensualmente mediante baños de aspersión y endoparásitos mediante desparasitaciones

eventuales (Vitto *et al.*, 2001; Cárdenas, 2002).

Se utilizó para el ensayo vacas y novillas Brahman registradas seleccionadas en condiciones de manejo apropiado, con un nivel sanitario y estado de carnes aceptable, sin signos evidentes de enfermedad infecciosa o parasitaria (Fiebre, diarrea, constipación, deshidratación, inapetencia, etc).

En los animales muestreados se determinó además el peso y la condición corporal, esta última evaluación se realizó según la escala que va de 1 a 5 puntos para ganado de carne, establecida por Lowman *et al.*, citados por Alvarez (1999), siendo uno correspondiente a vacas en emaciación y cinco para vacas obesas, el diagnóstico de preñez y estado de lactancia fueron tomados de los libros de registro disponibles en la hacienda para la fecha de realización del muestreo. Los animales muestreados se describen en la Tabla 1.

En ensayos nutricionales o en el monitoreo general de los rebaños, un 20 % de la población resulta adecuada para la obtención de resultados confiables (Álvarez, 1998). Cabe destacar, que el muestreo total realizado (Tabla 1) representa el 22.6 % de la población estudiada, y dentro de ella cada submuestreo está sobre o muy cerca del 20 % recomendado.

**Tabla 1. Muestreo sanguíneo de hembras Brahman en la Hacienda "Santa Rosa". Táchira, Venezuela. Año 2002.**

Grupo de animales	Diagnóstico de Preñez	Estado de lactancia	Nº de animales disponibles	Nº de animales muestreados	% de animales muestreados en cada grupo
Novillas	Vacia	-----	55	10	18.2
Vacas primer servicio	Preñada	-----	39	8	20.5
Vacas primera lactancia	Vacia	Lactantes	25	6	48.0
Vacas primera lactancia	Preñada	Lactantes		6	
Vacas multiparas	Preñada	No lactantes	65	7	21.5
Vacas multiparas	Vacia	No lactantes		7	
Vacas multiparas	Preñadas	Lactantes	121	13	20.7
Vacas multiparas	Vacia	Lactantes		12	
<b>Total</b>			<b>305</b>	<b>69</b>	<b>22.6</b>

Esta investigación fue realizada en noviembre de 2002. El muestreo se realizó en horas de la mañana (8-12 am), posteriormente se registró el peso de cada animal así como su condición corporal. Consecutivamente en la tarde del mismo día, se procedió a centrifugar las muestras sanguíneas para la obtención de su suero que fue almacenado en condiciones óptimas, descritas más adelante, para la realización de las determinaciones minerales.

Las muestras de sangre se tomaron por punción de la vena yugular, ya que ofrece mayores garantías de sangre venosa, un volumen adecuado y los menores riesgos de hemólisis (Álvarez, 1998). Esta punción se realizó con agujas desinfectadas, eliminando los primeros chorros y colectándose la sangre en tubos de ensayo, previamente rotulados con el número del animal a muestrear, dejando correr la sangre por las paredes del recipiente, evitando la formación de espuma y consecuente hemólisis (Cseh, 2001). La cantidad de sangre tomada fue aproximadamente 40

ml por animal, esto con la finalidad de obtener un volumen adecuado de suero que satisfaga la realización por duplicado de las siete determinaciones minerales en estudio.

El suero se obtuvo por centrifugación de la sangre a 2500 r.p.m. durante 15 minutos, posteriormente este suero fue conservado a una temperatura de 4 °C durante siete días, periodo y condiciones en las cuales el suero es estable para las determinaciones a realizar (Lutz y Hofmann, 2000).

Absolutamente todo el material usado en la determinación de minerales en los diferentes animales, ya sea en el muestreo o proceso como tal, recibió un tratamiento que eliminó cualquier contaminante químico, este material fue lavado con detergente y sometido a un proceso de eliminación de trazas minerales con solución sulfocrómica.

Las determinaciones de Ca, Mg, Na, K, Zn y Cu se realizaron mediante espectrofotometría de absorción atómica

(EEA) utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer AAS 100, siguiendo las instrucciones de la guía de usuario del equipo (Perkin Elmer Corp., 1996).

Las mediciones de P fueron realizadas por colorimetría con un espectrofotómetro de luz visible Micro Lab 200. La concentración de fósforo inorgánico de las muestras de suero se determinaron por el método colorimétrico descrito por Vanderline; Martinek; y Baginski (citados por Kit. de Wiener Lab. Fosfatemia).

### Análisis Estadístico

Con la finalidad de evaluar el efecto de la condición fisiológica (factor de estudio) y el peso, edad y condición corporal del animal (covariables) sobre las concentraciones séricas de los diferentes minerales estudiados (variables respuestas), se realizó un análisis de covarianza multivariante, para luego ser cambiado por un análisis de varianza multivariante, en virtud de no existencia de un efecto significativo ( $P > 0.05$ ) de las covariables sobre las concentraciones séricas de los minerales. Estos análisis fueron realizados con el GLM procedure del SAS.

Para cuantificar la relación entre las covariables peso, condición corporal y edad con los valores minerales obtenidos se realizó la matriz de Correlaciones de Spearman, en la cual no solo se evidenció el valor de la correlación y su signo, sino también la

significancia estadística de la misma. Esta matriz se realizó en el CORR Procedure del SAS.

La matriz de datos obtenida presenta:

- A. Siete variables respuestas, representadas por los siete minerales en estudio:
  - A.1. Niveles de Ca en suero sanguíneo de bovinos (mg/dl)
  - A.2. Niveles de P en suero sanguíneo de bovinos (mg/dl)
  - A.3. Niveles de Mg en suero sanguíneo de bovinos (mg/dl)
  - A.4. Niveles de Na en suero sanguíneo de bovinos (mg/dl)
  - A.5. Niveles de K en suero sanguíneo de bovinos (mg/dl)
  - A.6. Niveles de Zn en suero sanguíneo de bovinos (ppm)
  - A.7. Niveles de Cu en suero sanguíneo de bovinos (ppm)
- B. Un factor de estudio que presenta ocho niveles correspondientes a los diferentes grupos fisiológicos, que a continuación se describen:
  - B.1. Novillas
  - B.2. Vacas de primer servicio preñadas
  - B.3. Vacas de primera lactancia preñadas
  - B.4. Vacas de primera lactancia vacías
  - B.5. Vacas multiparas preñadas lactantes
  - B.6. Vacas multiparas vacías lactantes
  - B.7. Vacas multiparas preñadas no lactantes
  - B.8. Vacas multiparas vacías no lactantes



Esta clasificación obedece a la diferente demanda fisiológica que presenta cada grupo de animales, siendo esto una posible fuente de variación de las concentraciones séricas minerales.

C. Tres covariables, que podrían mantener relación directa con las variables respuestas:

C.1. Peso, kgs. de peso vivo registrados al momento del muestreo

C.2. Condición Corporal, Esc. 1-5, medida al momento del muestreo

C.3. Edad, en años, tomados al momento del muestreo

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se presentan las medias aritméticas y desviaciones estándar para los valores séricos de minerales determinados y las covariables estudiadas en los diferentes grupos fisiológicos.

**Tabla 2. Media aritmética y desviación estándar para la concentración mineral determinada en suero sanguíneo de las hembras Brahman muestreadas en la Hacienda "Santa Rosa". Táchira. Venezuela. Año 2002.**

Condición Fisiológica	N	Peso (kg)	CC (1-5)	Edad (años)	Ca (mg/dl)	P (mg/dl)	Mg (mg/dl)	Na (mg/dl)	K (mg/dl)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	
Novillas	10	X	274.0	4.90	1	9.16	6.90	2.46	324.54	16.65	1.06	0.48 <sup>ab</sup>
		DS	34.14	0.32	0	0.58	0.76	0.31	12.92	1.27	0.25	0.08
Vacas 1º servicio preñadas	8	X	419.4	4.88	2	9.72	6.60	2.28	352.20	15.94	0.98	0.59 <sup>ab</sup>
		DS	33.53	0.35	0	0.54	0.90	0.30	31.80	2.16	0.21	0.11
Vacas 1ª lactancia Preñadas	6	X	406.7	3.83	3	9.78	6.20	2.31	355.25	15.17	0.95	0.63 <sup>ab</sup>
		DS	39.33	1.17	0	0.81	0.97	0.19	27.41	1.96	0.12	0.10
Vacas 1ª lactancia Vacías	6	X	358.3	2.33	3	8.94	5.47	2.15	345.80	15.85	0.93	0.47 <sup>ab</sup>
		DS	13.29	0.52	0	0.30	1.11	0.30	36.04	2.45	0.12	0.04
Vacas multiparas preñadas lactantes	13	X	435.4	4.08	5.62	9.30	6.34	2.50	354.32	16.83	1.01	0.47 <sup>b</sup>
		DS	47.63	1.04	1.19	0.63	0.94	0.33	30.61	2.06	0.16	0.10
Vacas multiparas vacías lactantes	12	X	406.3	3.67	5.42	8.86	6.13	2.51	353.98	15.73	0.98	0.56 <sup>ab</sup>
		DS	43.39	0.89	0.79	0.74	1.18	0.51	30.60	1.76	0.15	0.12
Vacas multiparas preñadas no lactantes	7	X	515.7	4.86	5.43	9.19	6.36	2.52	343.33	16.51	1.13	0.49 <sup>ab</sup>
		DS	66.74	0.38	1.27	0.80	0.86	0.34	22.98	2.41	0.20	0.08
Vacas multiparas vacías no lactantes	7	X	402.9	3.71	5.29	9.10	6.01	2.08	366.33	14.66	0.87	0.63 <sup>a</sup>
		DS	36.50	0.49	1.50	0.87	1.47	0.29	30.16	1.66	0.25	0.13
Promedio General	69	X	400.7	4.09	3.99	9.24	6.29	2.38	349.23	16.01	0.99	0.53
		DS	75.98	1.03	1.97	0.71	1.04	0.36	29.09	1.96	0.19	0.11
Valor crítico <sup>2</sup>					8	4.5	1.5			0.65	0.6	

Líteral distinto denota diferencias estadísticas significativas (P< 0.05) entre los grupos de condición fisiológica

<sup>1</sup> McDowell, citado por Tiffany *et al.*, 2002

X: media aritmética

CC: condición corporal

DS: desviación estándar

Los resultados del análisis de covarianza multivariante (MANCOVA) permitieron observar diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) para las diferentes condiciones fisiológicas (CF) respecto a las concentraciones séricas minerales de manera general en los

cuatro test que se realizaron (Wilks' Lambda, Pillai's Trace, Hotteling-Lawely Trace, y Roy's Greatest Root). Además no se observó significancia estadística ( $P < 0.05$ ) para las covariables peso vivo (PV), condición corporal (CC) y edad del animal (Tabla 3).

**Tabla 3. MANCOVA. Efecto de la Condición Fisiológica, Peso vivo, Condición Corporal y Edad del animal sobre la concentración sérica mineral general**

Test estadístico	Condición Fisiológica <sup>1</sup>	Peso vivo <sup>2</sup>	Condición Corporal <sup>2</sup>	Edad <sup>2</sup>
	<b>Significancia</b>			
Wilks' Lambda	0.0004 <sup>a</sup>	0.1347 <sup>b</sup>	0.2922 <sup>b</sup>	0.1728 <sup>b</sup>
Pillai's Trace	0.0022 <sup>a</sup>	0.1347 <sup>b</sup>	0.2922 <sup>b</sup>	0.1728 <sup>b</sup>
Hotteling-Lawely Trace	0.0002 <sup>a</sup>	0.1347 <sup>b</sup>	0.2922 <sup>b</sup>	0.1728 <sup>b</sup>
Roy's Greatest Root	< 0.0001 <sup>a</sup>	0.1347 <sup>b</sup>	0.2922 <sup>b</sup>	0.1728 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Factor de estudio

<sup>a</sup> Significativo ( $P < 0.01$ )

<sup>2</sup> Covariables de estudio

<sup>b</sup> No significativo ( $P > 0.05$ )

El hecho que no se encontrara diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) para la concentración sérica mineral general por efecto del PV, CC y edad del animal en el MANCOVA, justificó la realización de un análisis de varianza multivariante (MANOVA) para observar solo el efecto de CF sobre el contenido mineral en suero.

Los resultados del análisis MANOVA de manera general, es decir, agrupando todas las variables respuesta en un solo valor de significancia estadística, resultó en diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) en los cuatro test realizados para las concentraciones séricas minerales por efecto de la CF (Tabla 4).

**Tabla 4. MANOVA. Efecto de la Condición Fisiológica del animal sobre la concentración sérica mineral general**

Test estadístico	Significancia
Wilks' Lambda	0.0006 <sup>a</sup>
Pillai's Trace	0.0032 <sup>a</sup>
Hotteling-Lawely Trace	0.0003 <sup>a</sup>
Roy's Greatest Root	< 0.0001 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Significativo ( $P < 0.01$ )

El análisis de varianza multivariante (MANOVA) realizado para observar el efecto de la CF sobre el contenido sérico mineral de manera

individual, resultó en diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) solamente de la concentración sérica de Cu (Tabla 5).



**Tabla 5. MANOVA. Efecto de la Condición Fisiológica del animal sobre la concentración sérica mineral individual**

Elemento	Ca	P	Mg	Na	K	Zn	Cu
Significancia	0.0857	0.2801	0.0759	0.1352	0.3027	0.2892	0.0016 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Significativo (P<0.01)

La matriz de correlaciones de Spearman (Tabla 6) realizada para determinar las correlaciones existentes entre el PV, CC y edad del animal con las concentraciones séricas de minerales en estudio, presentó solo tres de veintidós posibles correlaciones. A continuación se describen las correlaciones encontradas:

- Correlación baja, positiva, significativa (P<0.05) entre la CC y el nivel sérico de Ca
- Correlación baja, positiva, significativa (P<0.01) entre la CC y el nivel sérico de P
- Correlación baja, positiva, significativa (P<0.05) entre la edad y el nivel sérico de Na

**Tabla 6. Correlación<sup>1</sup> y nivel de significancia<sup>2</sup> existente entre el Peso vivo, Condición Corporal y Edad del animal con las concentraciones séricas minerales**

	Ca	P	Mg	Na	K	Zn	Cu
Peso	0.2031 <sup>1</sup>	-0.0059 <sup>1</sup>	0.0615 <sup>1</sup>	0.1674 <sup>1</sup>	-0.0577 <sup>1</sup>	-0.0284 <sup>1</sup>	0.1115 <sup>1</sup>
	0.0940 <sup>2</sup>	0.9614 <sup>2</sup>	0.6152 <sup>2</sup>	0.1690 <sup>2</sup>	0.6376 <sup>2</sup>	0.8164 <sup>2</sup>	0.3617 <sup>2</sup>
CC	0.2915 <sup>1</sup>	0.3137 <sup>1</sup>	0.1064 <sup>1</sup>	-0.1809 <sup>1</sup>	-0.0817 <sup>1</sup>	0.0956 <sup>1</sup>	0.0024 <sup>1</sup>
	0.0151 <sup>2b</sup>	0.0087 <sup>2a</sup>	0.3839 <sup>2</sup>	0.1367 <sup>2</sup>	0.5041 <sup>2</sup>	0.4343 <sup>2</sup>	0.9839 <sup>2</sup>
Edad	-0.2234 <sup>1</sup>	-0.1354 <sup>1</sup>	0.0781 <sup>1</sup>	0.2851 <sup>1</sup>	0.0191 <sup>1</sup>	-0.1010 <sup>1</sup>	-0.0131 <sup>1</sup>
	0.0649 <sup>2</sup>	0.2670 <sup>2</sup>	0.5233 <sup>2</sup>	0.0176 <sup>2b</sup>	0.8759 <sup>2</sup>	0.4088 <sup>2</sup>	0.9147 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Significativa (P<0.01)

<sup>2</sup> Significativa (P<0.05)

La poca fuerza presentada por las correlaciones aunado a su bajo número evidencian el efecto no significativo que presentó el PV, CC y edad del animal sobre las concentraciones séricas minerales.

### Calcio

Las concentraciones séricas de Ca encontradas en este ensayo no presentaron diferencias significativas

(P>0.05) para las diferentes CF estudiadas (Tabla 5) en contraposición a lo reportado por la literatura.

Shirley *et al.*; Payne y Leech; y Vrzgula, citados por Chicco y Godoy (1987) indicaron descensos en el contenido de Ca con la edad contrastando estas observaciones con los resultados de este trabajo, mientras en similitud al presente reporte Anderson *et al.*; French y Chicco; y

Said *et al.*, citados por Chicco y Godoy (1987) no encontraron variaciones atribuibles a la edad.

Las concentraciones promedio de Ca en suero, para cada uno de los ocho grupos fisiológicos en estudio (Tabla 2), se encuentra por encima del nivel considerado por McDowell, citado por Tiffany (2002) como crítico, es decir, sobre 8 mg/dl.

Los valores séricos de Ca determinados en este estudio, se encuentran dentro de los valores reportados como normales por Lee *et al.* (9.56 ± 0.96 mg/dl); y Manston y Allen (8.72 – 10.3 mg/dl), citados por Doxey (1987). En contraparte, se encuentran por debajo de los valores considerados como normales por Álvarez (1998) (10.1 – 11.7 mg/dl); y Rowlands *et al.* (9.36 - 11 mg/dl), citados por Doxey (1987).

Baugmgartner, citado por Doxey (1987) reportó valores séricos normales de Ca para vacas gestantes (9.84 ± 1.8 mg/dl), dentro de los cuales, se encuentran los hallados en este trabajo.

Di Michele *et al.* (1977), encontraron en hembras bovinas Cebú puro del estado Guárico, una concentración sérica de Ca (9.6 mg/dl) muy similar a la encontrada en la presente investigación (9.24 mg/dl).

Valores séricos de Ca (9.76 mg/dl) promedio reportados por Chicco y French, citados por Chicco y Godoy (1987) en vacas de las sabanas bien drenadas del estado Monagas son

similares a los encontrados en el presente trabajo, no siendo así, los reportados por Chicco y French, citados por Chicco y Godoy (1987) en las sabanas bien drenadas de los estados Anzoátegui (11.13 mg/dl), Apure (sur) (13.32 mg/dl) y Bolívar (14.08 mg/dl) y sabanas mal drenadas de los estados Delta Amacuro (10.39 mg/dl), Barinas (10.44 mg/dl) y Portuguesa (10.80 mg/dl), quienes encontraron concentraciones séricas de Ca mayores. Reporte similar lo ofreció Velásquez, citado por Chicco y Godoy (1987) en el estado Monagas encontrando valores séricos de Ca superiores (10.37 mg/dl) a los encontrados en el presente estudio.

Chicco y Godoy (1987), reportaron concentraciones de Ca en suero de vacas y novillas (10.88 y 10.05 mg/dl respectivamente) en sabanas de Venezuela ligeramente mayores a las encontrados en este trabajo.

A pesar de no existir diferencias estadísticas entre las distintas CF para la concentración sérica de Ca, pareciera que al comparar CF homólogas hay mayores promedios de este mineral en los grupos cuya condición es gestante. La concentración sérica más baja de Ca la presentan coincidentemente los grupos no gestantes de vacas de primera lactancia vacías y vacas multiparas vacías lactantes, este hecho complementa la idea anterior y podría crear interrogantes como el estudio del efecto de la gestación sobre la concentración sérica de Ca.

Descriptivamente la lactación parece no tener efecto considerable

sobre la concentración sérica de Ca en los animales muestreados, pero cabe destacar que la lactación de estos estaba en su fase final y un efecto de la lactación sobre el Ca sérico podría reflejarse mejor en animales en pleno proceso.

### Fósforo

Los resultados del análisis MANOVA demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) entre las diferentes CF respecto a las concentraciones séricas de P (Tabla 5).

Blood *et al.* (1982), indicaron que los valores séricos de P tienden a disminuir con la edad del animal, esto contrasta con el presente reporte donde la edad del animal no presentó relación ni efecto significativo ( $P < 0.05$ ) sobre los niveles séricos de P. Sin embargo, los valores promedios más altos de P sérico lo presentaron los grupos animales en crecimiento, es decir, novillas y vacas de primer servicio.

La concentración promedio de P en suero, para cada uno de los ocho grupos fisiológicos en estudio, se encuentran por encima del nivel considerado por McDowell, citado por Tiffany *et al.* (2002) como crítico, es decir, arriba de 4.5 mg/dl (Tabla 2).

El valor sérico promedio de P determinado en las diferentes CF ( $6.29 \pm 1.04$  mg/dl) se encuentran dentro de los valores reportados como normales

por Lee *et al.* ( $5.62 \pm 1.36$  mg/dl); y Manston y Allen ( $4.32 - 7.72$  mg/dl), citados por Doxey (1987); y Álvarez (1998) ( $5.3 - 8.36$  mg/dl) y sobre el valor reportado como normal por Bide ( $4.57 \pm 1.39$  mg/dl), citado por Doxey (1987). Éste hecho antes mencionado permite deducir una adecuada ingesta de P en la dieta total.

Baumgartner, citado por Doxey (1987) reportó valores séricos normales de P para vacas gestantes ( $7.16 \pm 1.64$  mg/dl) dentro de los cuales se encuentran los determinados en este trabajo.

Los valores séricos de P reportados para las sabanas mal drenadas de Barinas (5.28 mg/dl), y Portuguesa (5.70 mg/dl) por French y Chicco; Apure (6.35 mg/dl) por Morillo; y Delta Amacuro (5.70 mg/dl) por Chicco y French, citados por Chicco y Godoy (1987) presentan similitud al presente reporte. En contraparte, la concentración promedio de P sérico encontrada en este estudio es mayor a la reportada en vacas de las sabanas bien drenadas de Guarico (3.44 mg/dl), Monagas (3.66 mg/dl), Anzoátegui (4.42 mg/dl), Bolívar (2.41 mg/dl) y Apure (5.06 mg/dl) por Chicco y French; Guarico (3.98 mg/dl) y Apure (4.41 mg/dl) por Morillo; y Monagas (3.42 mg/dl) por Velásquez, citados por Chicco y Godoy (1987).

La concentración sérica de P encontrada por Chicco y Godoy (1987) en vacas y novillas en diferentes sabanas de Venezuela ( $3.91 \pm 0.71$  y



4.35 ± 0.78 mg/dl respectivamente) y Di Michele *et al.* (1977) en hembras Cebú puras del Edo. Guárico (4.3 ± 1 mg/dl) difieren del resultado de este trabajo al encontrarse sus valores por debajo del presente reporte.

A pesar de no existir diferencias estadísticas en las distintas CF respecto a la concentración sérica de P, los grupos de vacas de primera lactancia vacías y vacas multiparas vacías no lactantes presentan el menor contenido sérico de P, ambos tienen en común la condición de no gestante. Al comparar descriptivamente grupos homólogos o semejantes se observó mayor concentración de P sérico en los grupos gestantes. En virtud de lo antes mencionado, podría igualmente considerarse el estudio del efecto de la preñez sobre la concentración sérica de P.

### Magnesio

Los resultados del análisis MANOVA (Tabla 5) no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre las diferentes CF respecto a la concentración sérica de Mg determinada.

Chicco, citado por Chicco y Godoy (1987) indicó que la concentración de Mg disminuye en la sangre con la edad, hecho que no se corresponde con el presente reporte donde la edad no se relacionó con el contenido sérico de Mg.

En cada uno de los ocho grupos fisiológicos en estudio, la concentración

sérica promedio de Mg se encuentra muy por encima del nivel considerado crítico por McDowell, citado por Tiffany *et al.* (2002), es decir, arriba de 1.5 mg/dl (Tabla 2).

La concentración media determinada de Mg en suero sanguíneo en las diferentes CF (2.38 ± 0.36 mg/dl) se encuentran dentro de los valores considerados como normales por Lee *et al.* (2.47 ± 0.27 mg/dl); Rowlands *et al.* (2.36 - 2.53 mg/dl); y Manston y Allen (2.07 - 3.04 mg/dl), citados por Doxey (1987); y Álvarez, 1998 (2 - 3 mg/dl).

Baumgartner, citado por Doxey (1987) reportó valores séricos normales de Mg para vacas gestantes (2.24 ± 0.24 mg/dl), dentro de los cuales, se encuentran los determinados en este trabajo.

Los valores de Mg sérico encontrados en este estudio son menores y contrastan con los encontrados en las sabanas bien drenadas de Apure (2.84 mg/dl) por Morillo; y Monagas (3.07 mg/dl) por Velásquez, citados por Chicco y Godoy (1987). Di Michele *et al.* (1977) en hembras Cebú puro del Edo. Guárico reportó valores séricos de Mg (3 ± 0.4 mg/dl) mayores a los encontrados en este trabajo. Contrariamente, las concentraciones séricas de Mg reportadas por Morillo, citado por Chicco y Godoy (1987) para las sabanas bien drenadas de Cojedes (2.53 mg/dl) y Guarico (2.05 mg/dl) y sabanas mal drenadas de Apure (2.55 mg/dl) son similares a las encontradas en el presente estudio.

La concentración sérica de Mg reportada por Chicco y Godoy (1987) para novillas ( $1.85 \pm 0.05$ ) de diferentes sabanas de Venezuela es menor a la encontrada en este trabajo ( $2.46 \pm 0.31$  mg/dl). Sin embargo, los mismos autores reportaron para vacas de diferentes sabanas de Venezuela un valor superior ( $2.81 \pm 0.35$  mg/dl) al encontrado en el presente ensayo ( $2.38 \pm 0.36$  mg/dl).

### Sodio

Los resultados del análisis MANOVA (Tabla 5) no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en las distintas CF respecto a los contenidos séricos de Na.

Los valores séricos de Na determinados en el presente trabajo (Tabla 2) se encuentran por encima de los valores considerados como normales por Álvarez (1998) ( $306.7 - 331.9$  mg/dl), excepto el grupo de las novillas quienes se encuentran dentro de estos valores.

Di Michele *et al.* (1977) encontraron valores séricos de Na en hembras Cebú puras ( $305.9 \pm 6$  mg/dl) inferiores a los encontrados en este trabajo ( $349.23 \pm 29.09$  mg/dl).

Los forrajes tropicales normalmente no contienen suficientes cantidades de Na para satisfacer los requerimientos del ganado durante todo el año; esta insuficiencia es fácilmente corregida por el suministro de sal común *ad libitum* (McDowell *et al.*,

1988). Esta razón es posiblemente la causa de la poca existencia de investigaciones nacionales en este campo.

### Potasio

Los resultados del análisis MANOVA (Tabla 5) no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los grupos de CF respecto a la concentración sérica de K.

Los valores séricos promedios de K encontrados en este estudio (Tabla 2) para las diferentes CF, excepto el grupo de las vacas multiparas vacías no lactantes ( $14.66 \pm 1.66$  mg/dl), se encuentran dentro de los valores considerados como normales por Álvarez (1987) ( $15.3 - 23.9$  mg/dl), sin embargo, este grupo se encuentra muy cerca del límite inferior del rango.

Di Michele *et al.* (1977) encontraron en hembras bovinas Cebú puro ( $19.8 \pm 3.3$  mg/dl) valores séricos de K superiores a los encontrados en este ensayo ( $16.01 \pm 1.96$  mg/dl).

En vista de 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 las determinaciones de este mineral en suero sanguíneo de bovinos.

### Zinc

Los resultados del análisis MANOVA (Tabla 5) no muestran ninguna diferencia estadística ( $P > 0.05$ )



en las diferentes CF respecto a la concentración sérica de Zn.

Los valores séricos promedios de Zn (Tabla 2) encontrados en las diferentes CF están por encima del nivel considerado crítico por McDowell, citado por Tiffany *et al.* (2002), es decir, arriba de 0.65 ppm.

La concentración sérica de este mineral encontrada en este estudio (Tabla 2) se encuentran dentro de los valores considerados como normales por Álvarez, 1998 (0.5 – 1.35 ppm).

Valores encontrados por Morillo, citado por Chicco y Godoy (1987) en las sabanas bien drenadas de los estados Apure (1.38 ppm); Di Michele *et al.* (1977) en Guarico ( $0.70 \pm 0.32$  ppm), y McDowell *et al.* (1989) en los llanos venezolanos (1.23 ppm), son similares a los encontrados en esta investigación, por el contrario, los valores encontrados en las sabanas bien drenadas de los estados Guarico (2.26 ppm) y Cojedes (1.93 ppm) y sabanas mal drenadas de Apure (2.04 ppm) por Morillo, citado por Chicco y Godoy (1987), difieren del presente reporte al ser valores más altos.

Chicco y Godoy (1987) reportaron valores séricos de Zn ( $1.35 \pm 0.59$  ppm) en vacas de sabanas de Venezuela similares a los encontrados en el presente trabajo ( $0.99 \pm 0.19$  ppm).

Aún en ausencia de una análisis inferencial que confirme este hecho, parece que la concentración sérica de Zn es mayor en los grupos gestantes, esta aseveración se basa en la comparación descriptiva de CF homólogas que solo

difieren en el estado de gestación. Aunado a la idea anterior y sabiendo que no existen diferencias entre las CF respecto a las concentraciones séricas de Zn, las CF que presentan los menores valores de Zn sérico promedio son las vacas multiparas vacías no lactantes y vacas de primera lactancia vacías, quienes presentan como punto común la característica de no gestantes.

### Cobre

Los resultados del análisis MANOVA (Tabla 5) presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.01$ ) dentro de las distintas CF respecto a la concentración sérica de Cu.

En la prueba de medias (Tabla 2), las vacas multiparas vacías no lactantes, presentaron el valor promedio más alto. Las vacas de primera lactancia preñadas, vacas de primera lactancia vacías, novillas, vacas de primer servicio, vacas multiparas vacías lactantes, y vacas multiparas preñadas no lactantes, presentaron valores intermedios y la menor concentración sérica de Cu se encontró en las vacas multiparas preñadas lactantes. Cabe destacar que las vacas multiparas vacías no lactantes, grupo con mayor valor sérico promedio, presenta baja demanda fisiológica, siendo esto presumiblemente la causa de las altas concentraciones séricas del elemento. Además el grupo de vacas multiparas preñadas lactantes, quienes presentan la menor concentración sérica promedio de Cu, contrasta completamente con el grupo que presenta en valor promedio más alto; razón que permite establecer



interrogantes sobre el efecto sinérgico de la lactancia y la gestación sobre las concentraciones séricas del Cu.

El valor considerado como crítico por McDowell, citado por Tiffany *et al.* (2002) es 0.6 ppm de Cu en suero. Los valores séricos determinados en las diferentes CF están por debajo del valor crítico antes mencionado, excepto los grupos de las vacas de primer servicio, vacas de primera lactancia preñadas, y las vacas multiparas vacías no lactantes quienes se encuentran igual o sobre el mencionado valor (Tabla 2).

McDowell *et al.* (1989), en un estudio conducido en los llanos de Venezuela encontró que 18 % de las muestras tomadas en la estación seca estaban por debajo del nivel considerado como crítico (0.6 ppm) comparado con un 4 % de la estación lluviosa, estos resultados contrastan con el presente reporte donde se consiguió una mayor proporción de individuos por debajo del nivel crítico (alrededor de 67 %).

Los valores séricos de Cu determinados en el presente ensayo para las diferentes CF (Tabla 2), están por debajo del rango considerado como normal por Álvarez (1998) (0.75 – 1.38 ppm).

Los valores séricos de Cu reportados por McDowell *et al.* (1989) en los llanos venezolanos (1.96 ppm) y Morillo, citado por Chicco y Godoy (1987) en las sabanas bien drenadas de Guarico (1.39 ppm), Cojedes (1.40

ppm), Apure (sur) (1.0 ppm) y sabanas mal drenadas de Apure (1.06 ppm) contrastan con los determinados en este estudio (Tabla 2), siendo estos últimos más bajos que los primeramente mencionados. Sin embargo, los valores encontrados por Di Michele *et al.* (1977) en las sabanas bien drenadas de Guárico ( $0.52 \pm 0.09$  ppm), presentan similitud a los mencionados en el presente trabajo.

Chicco y Godoy (1987) señalan un rango de concentración sérica de Cu ( $0.96 \pm 0.36$  ppm) para vacas de sabanas de Venezuela los cuales coinciden con los valores obtenidos en este estudio (Tabla 2) para los grupos de las vacas de primer servicio, vacas de primera lactancia preñadas y las vacas multiparas vacías no lactantes; los grupos fisiológicos restantes del presente trabajo se encuentran por debajo del límite inferior del rango mencionado.

Los párrafos anteriores señalan concentraciones marginales del elemento Cu en suero sanguíneo de los animales estudiados. La deficiencia de Cu, después de la deficiencia de P, es la mas grave limitación mineral para el ganado en pastoreo en las regiones tropicales; la mayoría de los reportes mundiales son relacionados con una deficiencia condicionada o secundaria de Cu (McDowell *et al.*, 1988).

Las condiciones para que se instaure un cuadro deficitario de Cu son:

### Deficiencia de tipo primario

- La deficiencia *per se* de Cu (menos de 5 ppm en el alimento).

### Deficiencia de tipo secundario o condicionado:

- Altas concentraciones de Mo en la ración (más de 20 ppm).
- Bajos aportes de Cu junto a cantidades significativas de Mo, principalmente en relación 2:1.
- Elevada ingesta de S.
- Mediante un aporte normal de Cu con bajos suministros de Mo y altas concentraciones de proteínas solubles que aportan el pasto fresco, que incrementan la producción de sulfuros en el rumen, resultando de esta manera el sulfuro cúprico no disponible.
- Elevadas cantidades de Fe en la dieta que inhiben la absorción de Cu.

Los rumiantes que pastan forrajes con altas concentraciones de Mo y/o S, con adecuadas o deficientes proporciones de Cu, tienen el riesgo de sufrir molibdenosis o una deficiencia directa de Cu (Tiffany *et al.*, 2002). Esto ocurre cuando Mo, S, y Cu se combinan en el rumen para formar Cu-thiomolibdato, complejo pobremente absorbido (Suttle, citado por Tiffany *et al.*, 2002). Alta ingesta de S puede causar la disminución del nivel de Cu independientemente del nivel de Mo (Smart *et al.* citados por Tiffany *et al.*, 2002) y reducir el consumo de alimento (Weeth y Hunter, citados por Tiffany *et al.*, 2002).

A pesar de la inexistencia de un análisis inferencial para tal caso, se puede observar (Tabla 2) cuando se comparan descriptivamente CF homólogas, una menor concentración sérica de Cu en los grupos lactantes.

### CONCLUSIONES

Existen diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.01$ ) en las distintas condiciones fisiológicas (CF) respecto a la concentración sérica de minerales en forma global, pero de manera individual, solo el mineral Cobre presentó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.01$ ) entre las mencionadas CF.

El peso vivo (PV), condición corporal (CC) y edad del animal, de manera general, no afectaron estadísticamente ( $P < 0.05$ ) las concentraciones séricas minerales.

No existe correlación estadística alguna entre el PV del animal y las concentraciones séricas de los minerales determinados, existen solo tres correlaciones de interés. Estas correlaciones bajas, positivas y estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) son: i) entre la CC y la concentración sérica de Ca, ii) entre la CC y la concentración sérica P, iii) entre la edad del animal y la concentración sérica de Na.

Los valores minerales determinados en el suero sanguíneo de las hembras bovinas de la Hacienda Santa Rosa, con excepción del Cobre, se encuentran por encima del valor considerado como crítico por McDowell (citado por Tiffany, 2002), y en su mayoría, dentro

del rango considerado como normal por los autores citados.

En general, los resultados de las diferentes determinaciones minerales en suero sanguíneo, realizadas en el presente trabajo, se encuentran igual o por encima de los valores reportados en el país, esto posiblemente sea debido a que las pruebas realizadas por los diferentes autores en la nación, se han hecho sobre ganado en condiciones de manejo y suplementación mineral que contrastan con las recibidas por el rebaño estudiado.

### BIBLIOGRAFÍA.

- ÁLVAREZ, J. 1998. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. La Habana, Cuba. 197p.
- ÁLVAREZ, P. 1999. La evaluación de la condición corporal como metodología preferente para la estimación del estado de engrasamiento en vacas lecheras. Universidad de León. Obtenido de word wide web site: [www.inia.es/IASPA/1999/vol14/05.P.J.ALVAREZ.pdf](http://www.inia.es/IASPA/1999/vol14/05.P.J.ALVAREZ.pdf). (Consulta: 2002, octubre).
- BLOOD, D., J. HENDERSON, Y O. RADOSTITS. 1982. Medicina veterinaria. Nueva Editorial Interamericana D.F. México. pp. 5: 921-973
- CÁRDENAS, I. 2002. Análisis genético de tres pesos de las cosechas de becerros durante los años 1990-2000 en un rebaño Brahman registrado. Trabajo de ascenso para optar a la categoría de Asistente. Universidad Nacional Experimental del Táchira. San Cristóbal. Venezuela. 51p.
- CHICCO, C., Y S. GODOY. 1987. Suplementación mineral de bovinos de carne a pastoreo. III Cursillo sobre bovinos de carne. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. pp. 47-103
- CHICCO, C., Y S. GODOY. 1996. Estrategias para la suplementación mineral de los bovinos de carne a pastoreo. XII Cursillo sobre bovinos de carne. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. pp. 27-43.
- CSEH, S. 2001. Manual de calidad del Laboratorio de Bioquímica Clínica y Enfermedades Metabólicas del área de investigación de Producción Animal. Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (E.E.A.I.N.T.A). Balcarce, Argentina.
- DI MICHELE, S., E. OTAIZA, Y V. CUMARE. 1977. Valores hematológicos y de la química sanguínea en bovinos de los estados Carabobo y Guárico. I. Minerales, algunas enzimas y electrolitos.



- Universidad Central de Venezuela,  
Facultad de Ciencias Veterinarias,  
Cátedra de Bioquímica. Rev.  
Agronomía Tropical. pp. 27(3): 273-  
292.
- DOXEY, D. 1987. Patología clínica y  
procedimientos de diagnóstico en  
veterinaria. Traducido de la 2<sup>o</sup>  
Edición por el Ing. Michael Carroll.  
Editorial El Manual Moderno. D. F.,  
México
- LAREDO, M. A., F. GONZÁLEZ, H. B.  
HUERTAS, Y L. R. MCDOWELL. 1987.  
Los minerales y la producción de  
ganado de carne en pie de monte  
llanero. Rev. Zootecnia  
Tropical. pp. 5 (1, 2):11-26.
- LUTZ, H. R., HOFFMANN, 2000. Klinische  
Labordiagnostik in der Tiermedizin  
veterinärmedizinisches Labor.  
Departament für innere  
Veterinärmedizin. Universität  
Zürich. Edición 20. Zurich. Suiza.  
19p.
- MCDOWELL, L. R., J. H. CONRAD, Y G. L.  
ELLIS. 1988. Deficiencias y  
toxicidades de minerales en  
animales en pastoreo en la América  
Latina. XI Reunión Latinoamericana  
de Producción Animal. La Habana,  
Cuba.
- ELMER. 1996. Atomic Absorption  
Spectroscopy. Analytical Methods.  
Perkin Elmer Corp., Norwalk, CT.
- ROJAS, L. X., A. MOYA, L. R. MCDOWELL,  
F. G. MARTÍN, Y J. H. CONRAD. 1994.  
Estado mineral de una finca en el  
suroeste de los llanos de Venezuela.  
Rev. Zootecnia Tropical.  
pp. 12(2):161-186.
- TIFFANY, M. E., L. R. MCDOWELL, G. A.  
O'CONNOR, F. G. MARTIN, N. S.  
WILKINSON, S. S. PERCIVAL, Y P. A.  
RABIANSKY. 2002. Effects of residual  
and reapplied biosolids on  
performance and mineral status of  
grazing beef steers. J. Anim. Sci.  
pp 80: 260-269
- VITTO J., D. MONTONI, Y J. PARRA. 2001.  
Incidencia e impacto de las causas  
de inadmisibilidad en los libros  
genealógicos de Asocebú en un  
rebaño Brahman registrado del  
estado Táchira. XIII Jornadas  
Técnicas de la ganadería en el  
estado Táchira. UNET. Venezuela.  
pp. 1-17.