

Niveles plasmáticos de minerales y proteínas totales en hembras bovinas de diferentes categorías de edades bajo condiciones de producción - Plasma levels of total minerals and proteins in bovine females of different age categories under production conditions

MV Dr. **García-Herrera, Ramón**, Dr. Sc. Carrera Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad Ciencias Agropecuarias. Universidad Central Las Villas. Carretera Camajuani Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba.

Contacto: ramongh@uclv.edu.cu

Resumen

Fueron investigadas 135 hembras Holstein mestizas (H x C) de la Empresa Pecuaria "La Sierra" del municipio de Corralillo provincia de Villa Clara bajo condiciones de producción, las cuales fueron divididas en 7 grupos etarios experimentales: 7-30 días (1 grupo de 15 animales), 31-70 días (1 grupo de 15 animales), 71-120 días (3 grupos de 15 animales c/u) y más de 120 días (2 grupos animales c/u). La alimentación fue la convencional en condiciones de producción para cada categoría animal. Se extrajo sangre para investigar sus contenidos plasmáticos de calcio, fósforo, sodio, potasio, magnesio, hierro, cobre, zinc y proteínas totales, por métodos de espectrofotometría de absorción atómica y ultravioleta correspondientes, siendo los resultados valorados por el método de clasificación simple (ANOVA) y la valoración por el test de Duncan. De los minerales osteotróficos se discuten que las tasas de las mismas reflejan estados de subnutrición y baja fertilidad. Los macroelementos (Na y K) tuvieron valores superiores a los normales, siendo en los mayores a 120 días de edad significativamente superiores ($P < 0,05$) a los de menor edad, lo que debe estar relacionado con deficiencias de manejo, alimentación y suministro de agua. Con respecto a los microelementos los valores del zinc están cercanos al nivel crítico inferior para la especie, siendo superiores ($p < 0,05$) en los animales mayores a 120 días de edad con relación a los menores; los valores del cobre están cercanos al nivel crítico inferior en los menores de 120 días y diferentes en los de mayor edad, lo que debe estar asociado a excesos de azufre en el suelo; los niveles del hierro fueron inferiores ($p < 0,05$) en las hembras de más de 120 días de edad incorporadas a I.A. con relación a los restantes grupos etarios, siendo en las hembras de 7-120 días de edad superiores al nivel superior normal, lo que debe estar relacionado con la composición del suplemento mineral administrado. Las proteínas totales mostraron niveles normales en todas las categorías de edades. Se concluye que las mayores deficiencias están en las categorías etarias de 31-120 días, que es el período de desarrollo crítico del bovino, presentándose cuatro recomendaciones.

Palabras clave: Proteínas totales, microelementos, macroelementos, suero sanguíneo, hembras bovinas.

Abstract

A total of 135 mestizo Holstein females (H x C) from the Cattle Company "La Sierra", located in the municipality of Corralillo, Villa Clara province, were investigated under production conditions, they were divided into seven experimental age groups: 7-30 days of life (one group of 15 animals), 31-70 days (one group of 15 animals), 71-120 days (three groups of 15 animals each), and older than 120 days (two animal groups). The feeding was the conventional for each animal category under production conditions. Blood was collected to determine the plasma levels of calcium, phosphorus, sodium, potassium, magnesium, iron, copper, zinc and total proteins by the corresponding spectrophotometry of atomic absorption and ultraviolet, the results were evaluated by the simple classification method (ANOVA) and Duncan's test. Among the osteotropic minerals, were discussed that its levels reflect states of undernourishment and low fertility. The macroelements (Na and K) had higher values than the normal ones, being significantly highest ($P < 0.05$) in animals older than 120 days of life, which could be related to management deficits, feeding and water supply. Regarding the microelements, the zinc values were close to the lowest critical level for the specie, and were higher ($p < 0.05$) in animals older than 120 days of life; the copper values were close to the lowest critical level in animals younger than 120 days, which could be associated with sulfur excess in the soil; the iron levels were lower ($p < 0.05$) in females older than 120 days incorporated into I.A. when compared with the other age groups, the females of 7-120 days showed values higher than the normal superior level, which could be related to the composition of the administered mineral supplement. Total proteins showed normal levels in all age groups. In conclusion, the highest deficiencies were in the age category of 31-120 days of life, which is the critical development period of the bovine, four recommendations were delivered.

Key words: Total proteins, microelements, macroelements, plasma blood, bovine females.

Introducción

Desde mucho tiempo las deficiencias y los desequilibrios de minerales en el suelo han sido considerados causantes de la baja producción y reproducción en el ganado del trópico (Cabrera, 2010). El ganado que pasta forraje de áreas deficientes en fósforo, cobalto y cobre se encuentran aún más limitados por la falta de dichos elementos que por la falta de energía y proteína (Mc Dowell et al, 1988).

El conocimiento de la nutrición mineral en el ganado bovino tiene una gran importancia debido al rol que juegan los 21 elementos minerales esenciales; estos elementos tienen una gran variedad de funciones dentro del organismo de los animales, desde la conformación de la estructura ósea, el equilibrio ácido – básico, la presión osmótica, la reproducción, el sistema inmunitario y el transporte de oxígeno entre muchas otras (Jiménez, R. et al., 2014). Para maximizar la producción y el desarrollo óptimo del ganado bovino se deben evitar deficiencias o excesos, ya que esta situación puede afectar los parámetros productivos y en casos graves puede comprometerse la salud y vida de los animales.

El análisis del comportamiento reproductivo del ganado en algunas unidades del país, así como los resultados obtenidos en trabajos experimentales, demuestran que los aspectos nutricionales y de manejo son los que actualmente tienen mayor incidencia sobre la reproducción.

Dentro de las medidas tendentes a aumentar la fertilidad se han señalado medidas curativas; sin embargo, las posibilidades terapéuticas de que dispone la medicina veterinaria deben ser calificadas de sobremanera reducida. En vista de la insuficiencia de las posibilidades terapéuticas, las medidas preventivas adquieren una importancia primordial. Al efecto este proceso, de sobremanera complejo, adquiere una estrecha cooperación entre la medicina veterinaria, la ganadería y la agricultura; la base para adoptar las medidas preventivas para el sector de la ganadería se ofrecen fundamentalmente en dos rumbos: selección en el rebaño cerrado mediante eliminación de los animales individuales lábiles o de balance poco estable y estructurando un control de descendencia, no solo en lo referente a la eficiencia lactaria, producción de grasa de leche, sino también en lo que respecta a la eficiencia reproductiva (Kenerman, 1974).

En las medidas preventivas también los esfuerzos deberán concentrarse individualmente en la alimentación, porque las deficiencias y los errores en este aspecto han de ser responsables, a no dudarlo, de la mayoría de los trastornos de la fertilidad (Balbuena, 2013).

Voisin (1964) indicó que, la situación científica consistía en conocer para cada síntoma de esterilidad, los desequilibrios del suelo, los defectos alimenticios que son causa o al menos favorecen los desarreglos metabólicos. Añadió que los empleos en este fin de test químicos, físicos, biológicos permiten determinar en el suelo, los alimentos y en el animal los desequilibrios de los elementos, defectos alimenticios, así como los desarreglos metabólicos que son causa de esterilidad.

Nuestro propósito consistió en evaluar los niveles séricos de algunos minerales en las hembras bovinas de diferentes edades bajo condiciones de producción, desde terneras de recría artificial hasta novillas incorporadas a los planes de inseminación artificial (I. A.) en la Empresa Pecuaria "La Sierra" del municipio de Corralillo, teniendo en cuenta las unidades a las que estaban incorporadas.

Materiales y Métodos

La experiencia fue realizada en unidades de la Empresa Pecuaria "La Sierra" del municipio de Corralillo provincia de Villa Clara bajo condiciones de producción.

Se muestrearon 135 hembras Holstein mestizas (cruce Holstein x Cebú) procedentes de las vaquerías de la empresa mencionada y destinadas primeramente a la Recría No. 2 y posteriormente a los centros de desarrollo y de novillas.

Los animales fueron divididos en siete grupos experimentales atendiendo a categorías de edades, aunque al ser subdividido por unidades específicas tenemos que algunas categorías de edades tuvieron más de un grupo experimental, quedando de la forma siguiente: 7-30 días (1 grupo de 15 animales), 31 - 70 días (1 grupo de 15 animales) 71 - 120 días (3 grupos de 15 animales cada uno) y más de 120 días (2 grupos de 30 animales cada uno).

La alimentación para los lactantes (7-30 días) consistió en leche o yogurt, heno de baja calidad y concentrado (pienso industrial). Para las restantes categorías pasto natural de pobre calidad, caña molida, forraje verde o bagacillo de acuerdo a disponibilidades y que

no recubrían las necesidades cualitativas y de cantidad, sales minerales y agua ad-libitum.

A todos los animales se les extrajo muestras de sangre por punción directa de la vena yugular empleando agujas californias y recolectada en tubos de cristal de 100 mL. A cada muestra le fue determinado los macroelementos: calcio, sodio, potasio y magnesio y los microelementos: hierro, zinc y cobre por métodos de espectroscopia empleando un Espectrofotómetro de Absorción Atómica Sp-9 acoplado a una microcomputadora Sp-9 de la firma PYE-UNICAM Inglesa.

El fósforo fue analizado empleando el método de Fiske y Subbarow (1925); mientras las proteínas totales se analizaron por el método de Biuret. Ambas determinaciones se valoraron en un equipo UV-visible Sp-8-400 PYE - UNICAM Inglés.

Los resultados fueron procesados mediante un análisis estadístico de clasificación simple (ANOVA) y la comparación de las medias fue realizada por la prueba de las dúcimas de Duncan (1955) en microcomputadoras IBM compatibles.

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se presentan los niveles plasmáticos de los macroelementos, denotándose que los valores de los minerales osteotróficos calcio y magnesio no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los diferentes grupos experimentales. Estos resultados concuerdan con los reportados por Huerta, M (2016), así como por Mayarí y Colomé (1983), estos últimos utilizando grupos de edades similares a los nuestros no encontraron diferencias en los valores plasmáticos de los mismos minerales. Esto nos permite inferir que los valores del calcio y magnesio se mantienen estables, toda vez que las concentraciones de los mismos no difirieron significativamente entre los diferentes grupos etarios, pese a que se observa tendencia a una ligera disminución con el incremento de la edad.

Coincidimos con Barlet et al. (1971), quienes obtuvieron concentraciones de 2,79 mMol/L de calcio en terneros recién nacidos, con variaciones a los 7 días; observaciones similares son referidas por Cabello y Michel (1977) en terneros hasta 20 días de edad, sin embargo diferimos de Toraño (1971) quien reportó niveles de calcio significativamente superiores en terneros con más de 90 días de edad.

De acuerdo con Underwood (1968) y Stevenson y Wilson (1975) que reportan valores normales de calcio en mamíferos de 2,24 - 2,74 mMol/L, nuestros valores (Tabla 1) se encuentran dentro de esos rangos.

Mayarí y Colomé (1983) reportan que los valores del fósforo presentan variaciones en relación a la edad de los animales, constatándose las mayores concentraciones en los terneros más jóvenes, lo que no coincide con nuestros resultados que no arrojan diferencias en este sentido. Tampoco coincidimos con Toraño (1971) que obtuvo una disminución de las concentraciones del magnesio en terneros de 3 meses de edad.

Nuestros valores de fósforo (Tabla 1) están entre 1,76 y 2,38 mMol/L, inferiores a los reportados por Butler et al. (1971); Gutiérrez et al. (1980) y Mayarí y Colomé (1983). Como Mc Dowell (1976) indica que valores por debajo de 1,45 mMol/L son críticos, nuestros animales al tener valores

superiores al mismo debemos considerarlos normales, aunque es de apuntar que las hembras de más de 120 días de edad presentan valores cercanos a este nivel crítico, sobre todo el grupo de novillas incorporadas a los planes de inseminación artificial. Por otro lado, Cuesta (1988) señala que los animales hasta 3 meses de edad deben presentar valores de fósforo entre 2,68 - 3,07 mMol/L y todos los grupos de edades nuestros, dentro de esas edades, presentaron valores inferiores al mismo.

En nuestros resultados el grupo de animales de más de 120 días incorporados a I. A, mostraron niveles significativamente inferiores ($p < 0,05$) de fósforo con respecto a todas las categorías restantes (Tabla 1), lo que lo diferencia del otro grupo de novillas de igual edad no incorporadas a los planes de I. A. Pensamos que esto sea debido a la deficiente dieta, tanto en calidad como en cantidad que recibían estas hembras en el estabulado en que se encontraban. Caso similar se presenta en los tres grupos de hembras de 71-120 días de edad, entre las cuales se presentan diferencias estadísticas ($p < 0,05$), lo que debe igualmente obedecer a las condiciones de manejo y alimentación diferentes a que estaban sometidas.

Tabla 1 Niveles plasmáticos (mMol/ L) de los macroelementos en las diferentes categorías

Categorías / Parámetros	Calcio ($\bar{x} \pm EE$)	Fósforo ($\bar{x} \pm EE$)	Magnesio ($\bar{x} \pm EE$)	Sodio ($\bar{x} \pm EE$)	Potasio ($\bar{x} \pm EE$)
Recría No. 2 (7 - 30 días)	264 ^a ± 390	2,23 ^{abc} ± 6,59	0,95 ^a ± 2,07	15007 ^a ± 3,46	5,02 ^d ± 0,16
Recría No. 2 (31 - 70 días)	242 ^a ± 390	2,16 ^{bc} ± 6,37	0,82 ^a ± 2,15	1495 ^a ± 3,46	5,36 ^{bd} ± 0,16
Destete No. 1 (71 - 120 días)	253 ^a ± 390	2,29 ^{ab} ± 6,37	0,95 ^a ± 2,15	14906 ^a ± 3,46	5,31 ^{bd} ± 0,16
Destete No. 2 (71 - 120 días)	239 ^a ± 377	2,05 ^{cd} ± 6,37	0,85 ^a ± 2,15	1436 ^{bc} ± 3,46	5,16 ^{cd} ± 0,16
Desarrollo No. 5 (71 - 120 días)	222 ^a ± 377	2,38 ^a ± 7,43	0,84 ^a ± 2,08	14613 ^b ± 3,46	5,44 ^{bc} ± 0,16
Novillas cabeceras (Más de 120 días)	231 ^a ± 2,66	1,98 ^d ± 4,50	0,98 ^a ± 1,47	1433 ^c ± 2,44	5,68 ^{bc} ± 0,11
Novillas incorporadas I.A. (Más de 120 días)	229 ^a ± 2,66	1,76 ^e ± 4,50	0,84 ^a ± 1,47	13873 ^d ± 2,44	5,54 ^b ± 0,11

Medias con letras no comunes (a, b, c, d) en el superíndice para una misma columna difieren por Duncan (1955) a

El estudio de la relación mineral suelo-planto-animal, realizado por Díaz (1988) en la empresa en que se desarrolló nuestra investigación, arrojó que los contenidos de calcio y magnesio en el suelo son bajos y las relaciones Ca/Mg inadecuadas, aunque los niveles sanguíneos en el 90% de los animales era favorable. Este autor sugirió que debía tratarse el suelo en este sentido, puesto que el calcio pudiera convertirse en un elemento crítico de acuerdo a la composición del suelo, ya que la relación sanguínea con el fósforo era 1,3/1,0 lo que es un valor estrecho. Esto además puede traer desarreglos, tales como deficiencia de magnesio, que en unión al bajo contenido de fósforo y potasio y pH ácido del suelo condicionan un ambiente de poca fertilidad como es reportado por Fernández, A. (2014).

En este sentido nosotros obtuvimos que tanto el magnesio como el calcio, pese a tener valores plasmáticos dentro del rango normal, es cierto que se acercan más al límite inferior; mientras que el fósforo en los adultos tienen similares valoraciones que los minerales referidos, en los animales hasta 3 meses de edad presentaban deficiencias en fósforo (Tabla 1). Esto concuerda con lo

obtenido por Díaz (1988) y anteriormente expuesto, así como las sugerencias que hizo en referencia al tratamiento de los suelos y la suplementación dietética, y con los resultados nuestros posteriores a este investigador a la vez que nos demuestran que aún tanto el tratamiento del suelo como la suplementación son insuficientes.

Según Butler et al, (1971) se producen variaciones en los valores conocidos del calcio, magnesio y fósforo al aumentar la edad de los animales, lo que se ha demostrado en nuestro trabajo al observarse la tendencia significativa o no a disminuir las tasas de minerales con la edad, lo que corresponde a que los animales cuando terminan su período de desarrollo muestran valores inferiores estabilizados de estos minerales osteotróficos.

En la (Tabla 1) son mostradas las concentraciones de los macroelementos plasmáticos sodio y potasio. Los niveles de sodio fluctuaron entre 128,73 - 150,07 mMol/L correspondientes a los grupos de hembras de más de 120 días incorporadas a los planes de I. A. y los animales de 7-30 días de edad respectivamente, entre los cuales hubo diferencia estadística ($p < 0,05$). Estos valores son superiores a los obtenidos por Payne (1970) y Hewett (1974), quienes reportaron en bovinos valores entre 139 - 141 mMol/L, superiores también a los valores de 134,85 - 143,55 mMol/L reportados por Kursá et al. (1974) para animales adultos y a los valores de 134,73 - 139,73 mMol/L reportados para animales entre 0-125 días de edad por Mayarí y Colomé (1983).

Cuesta (1988) indica que para animales hasta los 3 meses de edad los valores normales del sodio plasmático fluctúan entre 131 - 142 mMol/L, por lo que los valores por nosotros obtenidos en todas las categorías de edades en este rango (Tabla 1) son superiores, lo que debe estar relacionado con el aporte de los suplementos minerales que recibían y quizás a las deficiencias en el suministro de agua. De acuerdo con el autor referido los valores de sodio en el plasma de nuestros animales de más de 120 días de edad (138,73 - 143,30 mMol/L) se encuentran dentro de los valores normales de 136 - 150 mMol/L, reportados por este autor.

Los niveles de sodio en las hembras de más de 120 días de edad incorporadas a I. A. fueron significativamente superiores ($p < 0,05$) al resto de las categorías de edades; presentando los animales de 7-70 días los niveles significativamente superiores ($p < 0,05$) al resto de las categorías (Tabla 1). Es de señalar que entre los animales de 71-120 días, los pertenecientes al Destete No. 1 tuvieron niveles significativamente superiores ($p < 0,05$) a los de las unidades pecuaria "Destete No. 2" y "Desarrollo No. 5", lo que pensamos esté relacionado con problemas de manejo.

Los valores de potasio obtenidos variaron entre 5,02-5,83 mMol/L, siendo este último valor correspondiente a las novillas de más de 120 días no incorporadas a los planes de I. A. significativamente superior ($p < 0,05$) a las restantes categorías de edades (Tabla 1). Los valores del potasio correspondientes a los animales hasta 120 días de edad se encuentran dentro del rango 4,33 - 5,38 mMol/L señalado como normal por Cuesta (1988); mientras los valores que obtuvimos de este macroelemento para animales de más de 120 días son superiores al valor de 4,0 - 5,5 mMol/L señalado por Cuesta (1988). Se denota que las novillas de más de 120 días no incorporadas a planes de I.A. presentan valores de potasio significativamente superiores ($p < 0,05$) al grupo de novillas incorporadas a la I. A., lo que guarda relación con las diferencias significativas halladas entre estos dos grupos con respecto al sodio.

De forma general puede apreciarse en la Tabla 1 las variaciones interdependientes entre el sodio y el potasio.

En la Tabla 2 presentamos los intervalos de confianza (95%) de los macroelementos plasmáticos estudiados, donde las mayores variaciones corresponden al sodio, potasio, fósforo, calcio y magnesio en orden decreciente.

Tabla 2 Intervalo confianza del 95 % para los valores medios (μ) de los macroelementos plasmáticos.

Categorías / Parámetros	Calcio	Fósforo	Magnesio	Potasio	Sodio
Recría No. 2 (7-30 días)	$2,57 \leq \mu \leq 2,73$	$2,10 \leq \mu \leq 2,36$	$0,91 \leq \mu \leq 0,99$	$4,80 \leq \mu \leq 5,24$	$147,57 \leq \mu \leq 152,63$
Recría No. 2 (31-70 días)	$2,34 \leq \mu \leq 2,50$	$2,18 \leq \mu \leq 2,24$	$0,78 \leq \mu \leq 0,88$	$5,14 \leq \mu \leq 5,56$	$146,27 \leq \mu \leq 152,73$
Destete No. 1 (71-120 días)	$2,45 \leq \mu \leq 2,59$	$2,57 \leq \mu \leq 2,40$	$0,92 \leq \mu \leq 0,98$	$5,01 \leq \mu \leq 5,62$	$147,25 \leq \mu \leq 150,87$
Destete No.2 (71-120 días)	$2,31 \leq \mu \leq 2,47$	$1,89 \leq \mu \leq 2,73$	$0,79 \leq \mu \leq 0,91$	$4,92 \leq \mu \leq 5,40$	$141,82 \leq \mu \leq 145,38$
Desarrollo No. 5 (71-120 días)	$2,14 \leq \mu \leq 2,30$	$2,21 \leq \mu \leq 2,51$	$0,80 \leq \mu \leq 0,88$	$5,24 \leq \mu \leq 5,64$	$144,91 \leq \mu \leq 147,35$
Novillas cabeceras (Más de 120 días)	$2,26 \leq \mu \leq 2,36$	$1,87 \leq \mu \leq 2,09$	$0,90 \leq \mu \leq 0,96$	$5,68 \leq \mu \leq 5,98$	$142,09 \leq \mu \leq 144,51$
Novillas incorporadas a I.A. (Más de 120 días)	$2,30 \leq \mu \leq 2,38$	$1,82 \leq \mu \leq 1,94$	$0,88 \leq \mu \leq 0,92$	$5,17 \leq \mu \leq 5,45$	$141,95 \leq \mu \leq 145,25$

Los mayores coeficientes de variabilidad (%) correspondieron a los animales de 71 - 120 días de las unidades Destetes No. 1 y No. 2, así como a las novillas incorporadas a I. A. (más de 120 días) en lo que respecta al potasio; al grupo de animales de 7-30 días Destete No. 2 y Desarrollo No. 5 (71-120 días) y a los dos grupos de animales de más de 120 días en lo que respecta al fósforo, a los animales de 71-120 días y las novillas de más de 120 días incorporadas a I. A. en lo que respecta al magnesio; mientras que el sodio y el calcio no mostraron, a nuestro juicio, coeficientes de variabilidad a considerar (Tabla 3).

Tabla 3 Valores medios y dispersión de macroelementos según categoría de edades

Categorías / Edades		Calcio mMol/L	Fósforo mMol/L	Magnesio mMol/L	Potasio mMol/L	Sodio mMol/L
Núcleo Recría No. 2 (7-30 días)	x s c. v (%)	2,66 ± 0,14 5	2,23 ± 0,24 10	0,95 ± 0,07 7	5,02 ± 0,40 8	150,1 ± 4,58 3
Recría No. 2 (31-70 días)	x s c. v (%)	2,42 ± 0,14 6	2,16 ± 0,14 6	0,83 ± 0,09 10	5,35 ± 0,38 7	149,5 ± 5,84 4
Destete No. 1 (71-120 días)	x s c. v (%)	2,52 ± 0,13 5	2,29 ± 0,20 8	0,95 ± 0,05 5	5,31 ± 0,56 10	149,06 ± 3,28 2
Destete No. 2 (71-120 días)	x s c. v (%)	2,39 ± 0,15 6	2,05 ± 0,29 14	0,85 ± 0,11 12	5,16 ± 0,44 8	143,06 ± 3,22 2
Desarrollo No. 5 (71-120 días)	x s c. v (%)	2,22 ± 0,14 6	2,36 ± 0,27 11	0,84 ± 0,08 9	5,44 ± 0,37 6	146,13 ± 2,20 1
Novillas cabeceras (Más de 120 días)	x s c. v (%)	2,31 ± 0,13 6	1,98 ± 0,29 14	0,93 ± 0,29 8	5,83 ± 0,41 7	143,3 ± 3,24 2
Novillas incorporadas a I. A. (Más de 120 días)	x s c. v (%)	2,34 ± 0,16 7	1,88 ± 0,26 13	0,90 ± 0,10 11	5,31 ± 0,54 10	143,6 ± 6,54 4

La variabilidad presentada en estos grupos de animales pudiera deberse al número de animales, la alimentación, el clima y condiciones de manejo, entre otros factores.

En la Tabla 4 son presentados los niveles plasmáticos de los microelementos zinc, hierro y cobre.

Tabla 4 Niveles plasmáticos de microelementos (mMol/L) y proteínas totales (g/L) en diferentes categorías de edades

Categorías / Parámetros	Zn ($\bar{X} \pm E E$)	Fe ($\bar{X} \pm E E$)	Cu ($\bar{X} \pm E E$)	Proteínas Totales ($\bar{X} \pm E E$)
Núcleo Recría No. 2 (7-30 días)	21,31 ^b \pm 1,39	27,11 ^b \pm 1,26	11,10 ^{a b c} \pm 0,52	78,84 ^{a b} \pm 1,60
Recría No. 2 (31-70 días)	21,83 ^b \pm 1,44	27,11 ^b \pm 1,26	12,446 ^a \pm 0,54	65,35 ^c \pm 1,60
Destete No. 1 (71-120 días)	13,71 ^{c d} \pm 1,39	27,11 ^b \pm 1,26	12,13 ^a \pm 0,52	72,59 ^b \pm 1,54
Destete No. 2 (71-120 días)	17,03 ^c \pm 1,39	27,11 ^b \pm 1,26	10,59 ^{b c} \pm 0,52	72,16 ^b \pm 1,54
Desarrollo No. 5 (71-120 días)	12,75 ^d \pm 1,39	27,11 ^b \pm 1,26	10,98 ^{a b c} \pm 0,52	76,32 ^{a b} \pm 1,54
Novillas cabeceras (Más 120 días)	23,74 ^b \pm 0,95	27,11 ^b \pm 1,26	11,95 ^{a b} \pm 0,37	76,94 ^a \pm 1,54
Novillas incorporadas a I.A. (Más 120 días)	33,72 ^a \pm 0,98	27,11 ^b \pm 1,26	10,30 ^c \pm 0,37	75,64 ^{a b} \pm 1,09

En lo que respecta al zinc, el grupo de novillas bajo planes de I. A. mostró valores significativamente superiores ($p < 0,05$) al resto de los grupos etarios experimentales. El grupo de novillas no incorporadas a planes de I. A. tuvo valores significativamente superiores a los animales de 71-120 días, pero no difirió de los grupos de animales de 7-30 y 31-70 días. Entre los tres grupos de 71-120 días hubo diferencias entre los grupos Destete No. 2 y Destete No. 5, siendo estadísticamente superior al primero de los mismos, lo que pensamos obedecen a una individualidad, de deficiente manejo y alimentación en el Desarrollo No. 5 (Tabla 4).

La variabilidad presentada en estos grupos de animales pudiera deberse al número de animales, la alimentación, el clima y condiciones de manejo, entre otros factores.

En lo que respecta al zinc, el grupo de novillas bajo planes de I. A. mostró valores significativamente superiores ($p < 0,05$) al resto de los grupos etarios experimentales. El grupo de novillas no incorporadas a planes de I. A. tuvo valores significativamente superiores a los animales de 71-120 días, pero no difirió de los grupos de animales de 7-30 y 31-70 días. Entre los tres grupos de 71-120 días hubo diferencias entre los grupos Destete No. 2 y Destete No. 5, siendo estadísticamente superior al primero de los mismos, lo que pensamos obedecen a una individualidad, de deficiente manejo y alimentación en el Desarrollo No. 5 (Tabla 4).

Los valores por nosotros obtenidos en el grupo 7-30 días son superiores a los reportados por Mayarí y Colomé (1984), mientras los valores nuestros se corresponden con los de estos autores en los grupos de edades entre 31-120 días, pero nuestros valores son superiores a los de ellos en los grupos de más de 120 días de edad. Milles et al. (1967) al igual que Mayarí y Colomé (1984) reportan tener valores significativamente superiores de zinc a partir de los 65-80 días de edad, ya que observaron mayor absorción del zinc en terneros de 71 días de nacidos; en nuestro experimento obtuvimos estas diferencias a partir de animales de más de 120 días.

Los valores de zinc plasmáticos en todos nuestros grupos experimentales (Tabla 4) están por encima de los valores críticos (9,18-12,24 mMol/L) reportados por Mc Dowell et al. (1988) y dentro de los rangos normales (12,2 - 45,9 mMol/L) para bovinos adultos reportados por Cuesta (1988, 1990).

El hierro en las novillas incorporadas a I. A. mostraron, al contrario de lo ocurrido en el zinc, valores significativamente inferiores ($p < 0,05$) al resto de los grupos experimentales, mientras el grupo de animales de 31-70 días presentó niveles significativamente inferiores al grupo de 7-30 días (Tabla 4).

Los valores de hierro plasmáticos por nosotros obtenidos en los animales hasta 120 días de edad son ligeramente superiores a los reportados por Cuesta (1988). Esto resulta lógico si tenemos en cuenta que Falch (1981) considera que con la excepción de animales severamente parasitados o con hemorragias, la deficiencia del hierro es rara, ya que generalmente las concentraciones de este microelemento en los pastos, unido a la contaminación con suelo que siempre ocurre en estos, garantizan suministros suficientes de hierro. Díaz (1988) obtuvo que los contenidos de hierro en suelos y pastos, en la misma empresa pecuaria en que se desarrolló nuestro experimento, son superiores a los límites considerados como altos y los suelos son ácidos y muy ácidos, lo que coincide con Lebdoscekoj et al. (1980), los cuales señalaron que la necesidad del hierro adicional es menos necesaria debido a que los suelos tropicales son ácidos, lo que generalmente resulta en concentraciones forrajeras de estos elementos por encima de los requerimientos de los animales, a lo cual debemos añadir que los animales recibían suplementos con pienso criollo y sales minerales con porcentajes del 0,125 y 0,379 respectivamente.

El comportamiento del cobre se mostró diferente al zinc y al hierro ya que el grupo de 31-70 días de edad tuvo valores significativamente superiores ($p < 0,05$) al grupo Destete No. 2 (71-120 días) y a las novillas incorporadas a I. A., además dentro de los grupos de 71-120 días hubo valores superiores estadísticamente ($p < 0,05$) en el Destete No.1 con respecto al Destete No. 2, y dentro de los grupos de más de 120 días de edad, las novillas no incorporadas al plan de I. A. mostraron valores significativamente superiores ($p < 0,05$) a las incorporadas a I. A. Ello nos indica que este comportamiento debe ser dependiente de la calidad y cantidad de la dieta, así como también a las edades y manejo.

Nuestros resultados de niveles plasmáticos de cobre (Tabla 4) son inferiores a los reportados por Mayarí y Colomé (1984) 16,27 - 17,03 mMol/L en animales de 25-120 días de edad, presentando tasas de cobre dentro de los límites de 9,42 - 15,7 mMol/L reportados por Cuesta (1988), aunque cercanos al límite inferior en todos los casos; mientras los valores para los animales de más de 120 días eran inferiores a los valores 12,6 - 18,9 mMol/L reportados por el anterior autor.

En el estudio realizado a que nos hemos referido en la empresa investigada por Díaz (1988), se señala que la situación más crítica en cuanto a los componentes sanguíneos por él estudiados está referida a las deficiencias cúpricas, que es concebido estén relacionados con anemias, trastornos de la nutrición y el metabolismo, disminución del crecimiento, retraso o anulación del celo y en abortos precoces, lo que coincide con Rosa, D.E. y Mattioli, G.A. (2008); Jaime, A. (2010). Sin embargo, el autor señaló que tanto el contenido en cobre del suelo (9-16,4 ppm) como el contenido en las plantas (12-18 ppm) señalados fueron superiores a los límites de 4 ppm y 4-10 ppm señalados para el suelo y plantas respectivamente; además es considerado que no debe haber respuesta al cobre cuando en el suelo hay más de 4 ppm. Con la situación favorable que presenta este elemento en el suelo y en la planta es de suponer de acuerdo con Underwood (1981), que la carencia en los animales debe estar relacionada a los excesos de azufre soluble en

los suelos, ya que está demostrado el efecto insolubilizante del azufre sobre el cobre en el tracto gastrointestinal.

En la Tabla 4 se presentan las tasas de proteínas totales en los grupos experimentales mostrándose que los animales que de 31-70 días de edad presentaron niveles significativamente inferiores ($p < 0,05$) al resto de los grupos de edades; el grupo de novillas no incorporadas a I. A., difirió con los grupos Destete No. 1 y Destete No. 2 (71-120 días de edad) al ser sus valores superiores a los mismos. González Rubiera (1977) refiere diferencias de las proteínas totales según la edad y Groht et al. (1983) indican valores superiores en vacas con respecto a los terneros, lo que concuerda con nuestros resultados, ya que generalmente obtuvimos un incremento en las tasas de proteínas totales con las edades y en particular en los animales de 71 días con relación a los menores. A este respecto Kawabota et al. (1983) señalan que como las hembras bovinas en desarrollo ganan de peso por período de edades de acuerdo a la curva de crecimiento para esta especie. (Roy, 1974), durante esas etapas de mayor crecimiento existe una mayor necesidad de aminoácidos, constituyendo la albúmina el sustrato aportador con respecto a la conversión de las proteínas totales.

En la Tabla 5 presentamos los intervalos de confianza ($p < 0,05$) de los microelementos plasmáticos estudiados y proteínas totales, donde las mayores variaciones de los microelementos corresponden al zinc, hierro y cobre en orden decreciente; mientras las proteínas totales tuvieron un rango de variación de 7, 8.

Tabla 5 Intervalo de confianza del 95% para los valores medios de los macroelementos plasmáticos (mMol/L) y proteínas total (g/L).

Categorías / Parámetros	Hierro mMol/L	Cobre mMol/L	Zinc mMol/L	Proteínas Totales g/L
Núcleo Recría No. 2 (7- 30 días)	23,36 $\leq \mu \leq$ 29,32	10,01 $\leq \mu \leq$ 12,19	19,17 $\leq \mu \leq$ 23,45	68,34 $\leq \mu \leq$ 79,34
Recría No. 2 (31-70 días)	28,97 $\leq \mu \leq$ 32,67	11,61 $\leq \mu \leq$ 13,31	19,19 $\leq \mu \leq$ 24,49	61,72 $\leq \mu \leq$ 69,00
Destete No. 2 (71-120 días)	27,32 $\leq \mu \leq$ 31,02	9,32 $\leq \mu \leq$ 11,66	15,84 $\leq \mu \leq$ 18,22	69,06 $\leq \mu \leq$ 75,26
Desarrollo No. 5 (71-120 días)	26,23 $\leq \mu \leq$ 30,45	9,41 $\leq \mu \leq$ 12,55	11,66 $\leq \mu \leq$ 13,84	74,54 $\leq \mu \leq$ 77,56
Novillas cabeceras (120 días)	26,30 $\leq \mu \leq$ 30,38	11,10 $\leq \mu \leq$ 12,80	21,31 $\leq \mu \leq$ 26,17	75,50 $\leq \mu \leq$ 78,64
Novillas incorporadas a I. A. (120 días)	25,56 $\leq \mu \leq$ 28,28	9,43 $\leq \mu \leq$ 10,23	21,69 $\leq \mu \leq$ 27,21	72,35 $\leq \mu \leq$ 75,51

Leyenda: Medias con letras no comunes (a, b, c, d) en el superíndice para una misma columna difieren por Duncan (1955) a ($p < 0,05$)

Los mayores coeficientes de variabilidad (%) (Tabla 6) correspondieron a todos los grupos experimentales con respecto al zinc; a los dos grupos de más de 120 días, dos de los grupos de 71-120 días (Desarrollo No. 5 y Destete No. 2) y el grupo de 7-30 días con respecto al hierro; mientras para el cobre lo fueron los dos grupos de 71-120 días (Desarrollo No. 5 y Destete No. 2), los dos grupos de novillas de más de 120 días, el grupo de 7-30 días y el de 31-70 días, la variabilidad presentada en estos grupos de animales pudiera deberse al número de animales, la calidad de la alimentación y condiciones de manejo entre otros factores.

Tabla 6 Valores medios y dispersión de macroelementos y proteínas según categorías de edades

Categorías / Parámetros		Hierro mMol/L	Cobre mMol/L	Zinc mMol/L	Proteínas totales g/L
Núcleo Recría No. 2 (7-30 días)	x	26,34	11,10	21,31	73,84
	s	± 5,39	± 1,97	± 3,38	± 9,96
	c. v (%)	20	17	18	13
Recría No. 2 (31-70 días)	x	20,82	12,46	21,84	65,36
	s	± 3,34	± 1,53	± 4,79	± 6,59
	c. v (%)	10	12	21	10
Destete No.1 (71-120 días)	x	27,97	12,13	13,71	71,59
	s	± 2,69	± 1,09	± 3,18	± 4,10
	c. v (%)	9	8	23	5
Destete No. 2 (71-120 días)	x	29,17	10,59	17,03	72,16
	s	± 3,35	± 2,30	± 2,15	± 5,61
	c. v (%)	11	21	12	8
Desarrollo No. 5 (71-120 días)	x	28,34	10,98	12,75	76,05
	s	± 3,82	± 2,84	± 1,98	± 2,73
	c. v (%)	13	25	15	3
Novillas cabeceras (más 120 días)	x	28,34	11,95	23,74	77,07
	s	± 5,47	± 2,28	± 6,54	± 4,21
	c. v (%)	19	19	27	5
Novillas incorporadas a l. A. (más 120 días)	x	26,92	9,83	24,45	73,93
	s	± 5,38	± 1,58	± 10,90	± 6,25
	c. v (%)	19	16	44	8

Leyenda: X_e Media muestral S_e Desviación típica muestral C.V_e Coeficiente variación (%)

El mayor coeficiente de variabilidad en las proteínas totales lo tuvo el grupo de 7-30 días lo que debe estar relacionado con el número de animales y en especial al período de desarrollo en que se encuentran.

Conclusiones

Los resultados de nuestro trabajo nos permiten arribar a las siguientes conclusiones:

En relación a los minerales osteotróficos: las tasas de calcio y magnesio no presentaron diferencias etarias, pero si una ligera disminución con la edad siempre cercana al nivel crítico inferior. Para el fósforo hubo un comportamiento similar en las hembras de más de 120 días, pero las de menor edad tuvieron diferencias de este macroelemento. Este estado está relacionado con estados de subnutrición y baja fertilidad correspondiéndose con resultados de estudios anteriores.

Los valores del sodio y potasio fueron superiores a las tasas normales, presentando los animales de más de 120 días niveles superiores a los de menor edad, además de haber diferencias entre grupos de animales de iguales rangos de edades; ello debe estar relacionado a deficiencias del manejo y alimentación, pero de forma particular a los suministros de agua.

Los niveles de zinc aunque dentro de rangos normales, los animales de 71-120 días de edad están cercanos al límite inferior, presentando los animales demás de 120 días valores superiores a los de menor edad. Los valores del cobre están cercanos al nivel crítico inferior en

animales menores de 120 días de edad y deficiente en los de mayor edad, lo que debe estar asociado a excesos de azufre en el suelo.

Los niveles de hierro fueron muy inferiores en hembras de más de 120 días de edad incorporadas a I. A. con relación a los restantes grupos de edades, estando por encima del nivel superior normal en todas las hembras de 7 a 120 días de edad, lo que debe estar relacionado a los niveles de suministro en suplementos minerales.

Las proteínas totales mostraron tasas dentro de los niveles reportados como normales; atendiendo a la calidad y cantidad de la dieta y estado del rebaño, no encontramos relación entre nuestros resultados y la misma.

En general las mayores deficiencias fueron encontradas en animales de 31-120 días, precisamente en el período de desarrollo crítico de los bovinos como rumiantes.

Recomendaciones

Consideramos que con la finalidad de mejorar el estado mineral en la masa de animales de la empresa a fin de superar sus resultados productivos, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Establecer un riguroso balance alimentario en las bases establecidas de necesidad animal y aportes en los alimentos.
2. Cumplir las recomendaciones realizadas anteriormente que contemplaban: la adición sistemática de materia orgánica, fósforo y potasio al suelo; suministro balanceado de pre-mezclas minerales contentivas en fósforo, calcio, magnesio, molibdeno y otros, garantizando sobre todo niveles de cobre entre el 1,5 - 1,9 % en forma de sulfato; prestar atención particular al uso indiscriminado de fuentes de azufre en los alimentos.
3. Garantizar el cumplimiento estricto de las normas de manejo y producción de cada categoría etaria de animales, garantizando el suministro ad-libitum de agua de adecuada calidad.
4. Extender este estudio a un mayor número de animales, así como a otros minerales de importancia.

Bibliografía

- BARLET, J.P.; MICHEL, M.C.; LAVONO, F.; THERIEZ, M. Calcémie, phosphatémie, magnoémie et glycémie composés de la mère et du nouveau né chez les ruminants domestique (vaho, chèvre, brebis). Ann. Biol. Anim. Biophys., v.11, p. 415, 1971.
- BALBUENA, O. Deficiencia de cobre en bovinos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. En : <https://inta.gob.ar/documentos/OsvaldoBalbuena/deficiencia-cobre-en-bovinos>. Informe. 2013. (Consultado el 5/3/18)

- BUTLER, D.G.; MILLONGHBY, R. A.; MC SHERRY, B.T. Estudio sobre la diarrea en los terneros neonatos. *Can. J. comp. Med.*, v. 35, p. 36, 1971.
- CABELLO, G.; MICHEL, M.C. Composition of blood plasma (calcium, phosphorus, magnesium, proteins) during the neonatal period in the calf. Influence of the state of health. *Ann. Rech. Vet.*, v. 8(3), p. 203-211, 1977.
- CABRERA, C. Minerales. Curso Nutrición Animal. Documento pdf. 2010.
- CUESTA, M. Enfermedades de la nutrición, metabolismo y anemias. Facultad Ciencias Agropecuarias. UCLV. Cuba, 1988.
- CUESTA, M. Perfil metabólico en toros sementales y su relación con la producción. I V Evento Científico Nacional ACPA. Matanzas. Cuba, 1990.
- DÍAZ, F. Informe de servicio científico técnico a la Empresa Pecuaria La Sierra de la provincia Villa Clara. Centro Investigaciones Agropecuarias. UCLV. Santa Clara. Villa Clara. Cuba, 1988.
- DUNCAN, D.L. Multiple ranges and multiple F test. *Biometrics.*, v. 11, p. 1, 1955.
- FALCH, R. Importancia pedagógica y agroquímica de los contenidos, distribución y formas del Fe, Mn, Zn y Cu en los suelos típicos de Camagüey. Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana. Cuba. 1981.
- FERNÁNDEZ, A. Los microminerales en la nutrición animal. En: <https://agrinews.es/2014/02/18/los-minerales-traza-en-la-nutricion-animal/> 2014. (Consultado el 5/3/18).
- FISKE, C.H.; SUBBAROW, I. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, v. 63, p. 375, 1925.
- GONZÁLEZ, E. Comportamiento electroforético de las fracciones proteicas en suero hemático en terneros Holstein, Cebú y F-1 (Holstein x Cebú) desde el nacimiento hasta los 4 meses de edad. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. ISCAH. La Habana, 1977.
- GROTH, W.; SCHMAB, N.; GRANZER, W.; PIRCHVER, F. (1983). Die Wirkung des Nahrungsgewichtes auf das Körpergewicht und Stoffwechsel. *Elutbestandteile*
- GUTIÉRREZ, ODILIA; GOORKEN, C.M.; DÍAZ, A. Contenido de fósforo sanguíneo en terneros alimentados con pasto deficiente en fósforo. *Rev. Cub. Ciencias Agrícolas.*, v. 14(3), p. 271-278, 1980.
- HEWETT, C. On the causes and effects of variation in the blood profile of Swedish dairy cattle. *Act. Vet. Scand. Supp.*, v. 50, p. 1-150, 1974.
- HUERTA, M. Alimentación y suplementación mineral. En: <https://www.engormix.com/lecheria/articulos-tecnicos/2016>. (Consultado 20 febrero 2018).
- JAIME, A. Minerales en la nutrición animal. En: <https://alejandrajaimeperez.wordpress.com/2010/06/03/minerales/>. (Consultado el 5/3/18)
- JIMÉNEZ, R.; DOMÍNGUEZ, P.; ROSALES, R.; ROSALES, R.; Flores, H. Nutrición mineral en el ganado bovino. Folleto Técnico Núm. 75. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Coyoacán. México. ISBN 978-607-37-0375-8. 2014.
- KAWABOTA, H.; NOZUCHI, T.; NAITO, H. Quantitation significance of plasma albumin metabolism in the whole body protein turnover in rats. *Agric. Biol. Chem.*, v. 47, p. 2001, 1983.

- KENERMAN, A. Problemas de fertilidad da la cría de ganado vacuno, causas y posibilidades de lucha. Noticias Médico Veterinarios. Cuaderno No. 1, p. 24-32, 1974.
- KURSA, J.; KROUPOVA, V.; NOVAK, J.; BOHDANECKY, M.; BRABLEC, V.; SKRABAL, M.; HAFNER, F.; BUDEJOVICE, C.; KROMLOV, C. Vlic dieteticky a nutriene závadných. Krmných davek y chovechdojnic. Veterinarstui., v.13, p. 69-71, 1974.
- LEBDOSCEKOJO, S.; AMMERMAN, C.B.; RAUN, N.S.; GÓMEZ, J.; LITELL, R.C. Mineral nutrition of beef cattle grazing native pastures on the eastern plains of Colombia. J. Anim. Sci., v. 51, p. 1249 – 1260, 1980.
- MAYARÍ, R.; COLOMÉ, H. Niveles plasmáticos de macroelementos en terneros en desarrollo. Rev. Salud Animal., v. 5, p. 583-595, 1983.
- MAYARÍ, R.; COLOMÉ. Niveles plasmáticos de zinc y cobre en terneros en desarrollo. Rev. Salud Animal. 6:227-236, 1984.
- MC DOWELL, L.R. Mineral Deficiencies and Toxicities and There Effect on Beef Production in Developing Countries. En: A. I. Smith (Ed). Beef cattle production in developing country. Univ. Edinburgh, Centro for Tropical Veterinary Medicine. p. 216–241, 1976.
- MILLES, C.F.; DELGAMO, A.C.; WILLIAMS, R.B. Zinc deficiency and zinc requeriments on calves and lambs. Br. J. Nutr. 21:751, 1967.
- MC DOWELL, L.; R. CONRAD, J.H. ELLIS, G.L. Deficiencias y toxicidades de minerales en animales en pastoreo en América Latina. ACPA., v. 3, p. 28-41, 1988.
- PAYNE, S.M.; DEW, S.M.; MANSTON, R.; FAULK, M. The use of metabolic profile in dairy herds. Vet. Rec., v.87, p. 150–157, 1970.
- ROSA, D.E.; MATTIOLI, G.A. Metabolismo y deficiencia de cobre en los bovinos. En: <http://www.fcv.unlp.edu.ar/analecta/2008>. (Consultado el 5/3/18)
- ROY, J.H.B. El Ternero. Vol. II. Inst. Cubano del Libro. La Habana, 1974.
- STEVENSON, D.E.; WILSON, A.A. Alteraciones metabólicas de los animales domésticos. Editorial Orbe. Instituto Cubano del Libro. La Habana. Cuba, 1975.
- TORAÑO, E. Estudio de la dinámica de los minerales osteotróficos en el suero de la sangre del ternero de la raza Holstein. Rev. Cub. Cienc. Vet., v. 2(1), p. 23-28, 1971.
- UNDERWOOD, E.J. Los minerales en la alimentación del ganado. Editorial Acribia, Zaragoza. España, 1968.
- VOISIN, A. Influencia del suelo sobre el animal a través de la planta. Editora EDUH. Imprenta de la Universidad de La Habana. Cuba, 1964.

REDVET: 2018, Vol. 19 N° 6

Este artículo Ref. 061801_RED VET (Ref. prov. 181810_nivelesplasma, Recibido 05/04/2018, Aceptado 20/05/2018, Publicado 01/06/2018) está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060618.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060618/061801.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® <http://www.veterinaria.org> y con REDVET®- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>