

## SUPLEMENTACIÓN PARENTERAL DE COBRE EN VACAS GESTANTES: EFECTO SOBRE POSTPARTO Y TERNEROS

### PARENTERAL SUPPLEMENTATION OF COPPER IN GESTATION COWS: EFFECT ON POSTPARTUM AND CALVES

Juan García D,<sup>1\*</sup> Ph.D, Mario Cuesta M, <sup>1</sup> Ph.D, Rodolfo Pedroso S,<sup>2</sup> Ph.D, Janhad Rodríguez M,<sup>1</sup> Ph.D, Marisol Gutiérrez P,<sup>1</sup>M.Sc, Ángel Mollineda T,<sup>1</sup>M.Sc, José Figueredo R,<sup>3</sup> Ph.D, Reinaldo Quiñones R,<sup>1</sup> M.Sc.

<sup>1</sup> Universidad Central de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Medicina Veterinaria. Carretera a Camajuaní Km 5½. Santa Clara, CP54830. Villa Clara. Cuba. <sup>2</sup> Instituto de Ganadería Tropical (IGAT). Habana, Cuba. <sup>3</sup> Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). San José de las Lajas, La Habana, Cuba. \*Correspondencia: juanramon@agronet.uclv.edu.cu

Recibido: Mayo 24 de 2007; Aceptado: Diciembre 16 de 2007

## RESUMEN

**Objetivo.** Evaluar el efecto del cobre en vacas gestantes sobre el comportamiento reproductivo posparto y la salud del ternero. **Materiales y métodos.** Se estudiaron 80 vacas divididas en dos grupos de 40 animales cada uno. El grupo A fue tratado con 2 ml de  $\text{CuSO}_4$  (2.5%) subcutáneamente. El tratamiento se inició a los 8 meses de gestación, y se repitió a los 30 y 90 días post parto. El grupo B, se uso como control. A las vacas se les analizó el perfil hematoquímico, intervalo parto primer servicio (IPPS), intervalo parto concepción (IPC), intervalo parto-parto (IPP), índice de natalidad (IN), índice de inseminación (II) y la eficiencia en la detección de la hembra en estro (EDHE) y a los terneros los parámetros hematoquímicos. Los datos se procesaron mediante Statgraphics Plus 5.0, para las diferencias entre medias de los datos hemoquímicos y reproductivos se aplicó (ANOVA) y comparaciones de proporciones IN y EDHE. Se empleó la correlación y regresión simple para demostrar la relación del cobre con las demás parámetros estudiados. **Resultados.** La administración subcutánea de cobre incrementó los niveles de dicho elemento en sangre, hierro y hemoglobina ( $p < 0.001$ ); así como la disminución del IPPS, IPC, IPP, IN, EDHE, e II ( $p < 0.05$ ). En los terneros se aumentó la cupremia ( $p < 0.001$ ), la hemoglobina ( $p < 0.01$ ) y las proteínas totales ( $p < 0.05$ ). **Conclusiones.** El tratamiento aplicado incrementó los indicadores hematoquímicos y reproductivos en los animales tratados.

**Palabras clave:** Cobre, hipocupremia, suplementación, vaca, parto, Cuba.

## ABSTRACT

**Objective.** To evaluate the effect of copper in gestation cows on reproductive behavior postpartum and health of calf. **Materials and methods.** 80 cows were studied divided in two groups of 40 animals each one. The group A was treated with 2 ml of CuSO<sub>4</sub> (2.5%) subcutaneously. The treatment began to 8 months of gestation, and repeated to 30 and 90 days postpartum. The group B was used as control. Hemochemical profile, interval calving first service (ICFS), interval calving conception (ICC), interval calving-calving (ICV), natality index (NI), insemination index (II) and the efficiency in the detection of female in estro (EDFE) were analyzed to cows and hemochemical parameters to calves. Data were processed through a statistical package Statgraphics plus 5.0, applying (ANOVA) to differences among means hemochemicals and reproductive data and IN and EDHE to comparison of proportions. Correlation and simple regression were used to demonstrate the relation of copper with other studied parameters. **Results.** Subcutaneous administration of copper increased the levels of this element in blood, iron and hemoglobin ( $p < 0.001$ ); as well as the decrease of ICFS, ICC, ICC, NI, EDFE, and II ( $p < 0.05$ ). Cupperhemic ( $p < 0.001$ ), hemoglobin ( $p < 0.01$ ) and total proteins ( $p < 0.05$ ) were increased in calves. **Conclusions.** The applied treatment increased hemochemical and reproductive indicators in treated animals.

**Key words:** Copper; Hypocupperhemic, supplementation, cow, calving, Cuba.

## INTRODUCCIÓN

La deficiencia de cobre (Cu) o hipocuprosis es la segunda carencia mineral más frecuente en bovinos en pastoreo en el mundo después del fósforo (1) y en ella juega un papel preponderante los niveles e interrelaciones de dicho elemento en el suelo y el pasto (2). En Cuba esta carencia ha sido diagnosticada en altas proporciones en vacas y novillas. No obstante, los niveles de cobre en el suelo y en los forrajes se han estudiado poco y como consecuencia esta carencia ha estado afectando la reproducción y producción láctea (3).

Se ha sugerido que la hipocuprosis se encuentra estrechamente relacionada con trastornos funcionales reproductivos, retardo en la involución del útero, abortos, repetición del celo y retardo en la aparición de la pubertad (4); sin embargo, no se

han identificado con exactitud los mecanismos de acción (5). La suplementación cúprica por vía oral ha favorecido los indicadores reproductivos y productivos del ganado. Sin embargo, esta vía presenta algunas dificultades por ciertos antagonistas que interfieren su absorción y metabolismo, por lo que ha resultado menos efectiva y valiosa que la suplementación parenteral (6).

Los medicamentos aplicados parenteralmente evitan las interferencias a nivel digestivo; pueden ser administrados en el momento preciso o de mayores demandas de los animales como por ejemplo durante el último tercio de la gestación, en épocas de sequías y se le garantiza a cada animal una dosis apropiada del microelemento; no producen daño en el lugar de aplicación, tienen un satisfactorio almacenamiento hepático (90 - 100 %) de la dosis administrada y un

margen de seguridad aceptable entre la dosis terapéutica y la dosis tóxica (7).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación del cobre por vía parenteral en vacas gestantes sobre el comportamiento reproductivo posparto y la salud del ternero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Sitio de estudio.** El presente trabajo se desarrolló en la empresa pecuaria "La Vitrina" de la provincia de Villa Clara; la cual se encuentra ubicada entre los 22° 53 LN y los 82° 02 LW y a una altura de 90 a 100 msnm.

### **Grupos de pacientes y dosis de cobre.**

Se utilizaron 80 vacas gestantes del genotipo racial Siboney de Cuba; entre 7 y 8 años de edad y entre segunda y tercera lactancia, libres de brucelosis, tuberculosis y otras enfermedades según datos del Instituto de Medicina Veterinaria. Las vacas se dividieron en dos grupos homogéneos de 40 animales cada uno (A y B). El grupo A fue tratado con 2 ml de  $\text{CuSO}_4$  (2.5%) inyectado subcutáneamente; la primera de dichas inyecciones se efectuó a los 8 meses de gestación, repitiendo la misma cada dos meses hasta completar tres aplicaciones (30 y 90 días post parto). El Grupo B sirvió de control. En ambos grupos se realizaron al inicio y al final del experimento los análisis hemoquímicos y hematológicos, además de la evaluación de los indicadores reproductivos post parto. A los terneros se les evaluó el perfil hematoquímico, inmunoglobulinas y proteínas totales.

**Sistema de alimentación y manejo.** En el período lluvioso el alimento fundamental fue el pasto, con suplementación mineral a base de fosfato dicálcico y mieles, según la disponibilidad de las unidades; en el período poco lluvioso además se les

suplementó con caña de azúcar. Los animales estuvieron bajo un sistema de pastoreo rotacional, una carga de 1.5 animales ha, con pastoreo de 16 h diarias; se ordeñaron una vez al día, entre las 2 a.m. y las 5 a.m. y se empleó el sistema de amamantamiento restringido.

### **Recolección de muestras de sangre.**

Para los análisis hematológicos se realizó venopunción yugular extrayéndose 5 ml de sangre en tubos vacutainer® con EDTA a una concentración de 1 mg/ml de sangre. Para los análisis bioquímicos se extrajeron 10 ml de sangre y se depositaron en tubos vacutainer® sin anticoagulante; posteriormente se centrifugaron a 3500 rpm x 10 minutos, obteniéndose el suero sanguíneo, el cual se congeló a -10°C hasta su respectivo análisis.

### **Técnicas hematológicas y determinación de bioelementos.**

La hemoglobina se determinó por el método de cianometahemoglobina según Drabkin (8), dosificada fotocolorimétricamente con un Spekol-11 y el hematocrito, por microhematocrito con tubo capilar. Las determinaciones de minerales en suero sanguíneo (calcio, magnesio, sodio, potasio, zinc, hierro y cobre) se realizaron por espectrofotometría de absorción atómica, según Miles et al (9), en un equipo SP-9 (PYE UNICAM).

### **Evaluación ginecológica e indicadores reproductivos.**

Se realizó palpación transrectal a todas las hembras para determinar su estado reproductivo y patologías de acuerdo con el método descrito por Holy (10). Se analizó la situación reproductiva por los procedimientos recomendados por Brito, (11), y se evaluaron el intervalo parto-primer servicio (IPPS), el intervalo parto-concepción (IPC), intervalo parto-parto (IPP) y el índice de natalidad (IN). La eficiencia de la detección de la hembra en estro (EDHE), se calculó mediante la fórmula reportada por Anta et al (12).

**Análisis de los resultados.** Los datos se procesaron a través del paquete estadístico Statgraphics Plus 5.0. Se realizó ANOVA para los datos hemoquímicos, hematológicos y reproductivos. Se realizaron comparaciones de proporciones para el IN y la EDHE. Además se empleó la correlación y regresión simple para demostrar la relación del cobre con las demás variables estudiadas.

## RESULTADOS

En la tabla 1 se observa que los valores de los macroelementos evaluados no mostraron diferencias entre los dos grupos de animales al inicio del estudio. En todos los casos se encontraron dentro del rango de normalidad para la especie bovina. Similar situación se observó en las variables hematológicas (hemoglobina, hematocrito y leucocitos). Con relación a los microelementos se destaca la hipocupremia en todas las vacas, con una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) a favor de las hembras controles; diagnosticándose valores promedio de la cupremia por debajo de 11.77 mmol/l, límite inferior de referencia para la especie bovina. En los animales

que recibieron la cuproterapia se diagnosticaron mayores niveles de zinc ( $p < 0.001$ ) y de hierro ( $p < 0.05$ ) que en los del grupo control, aunque ambos minerales no mostraron valores deficientes.

Al analizar las variables hematoquímicas medidas al finalizar el experimento (Tabla 2) se comprobó que la administración del compuesto de cobre por vía parenteral no tuvo influencia sobre los macroelementos evaluados; el zinc, hematocrito y leucocitos, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de estudio. En contraste la cuproterapia aumentó significativamente ( $p < 0.001$ ) los niveles del cobre sérico en los animales tratados en comparación con el grupo control donde prevaleció la deficiencia cúprica. Situación similar sucedió con el hierro, cuyos valores también aumentaron significativamente ( $p < 0.001$ ) en el grupo tratado con una correlación entre el Cu y el Fe ( $r = 0.294$ ) media y positiva ( $p < 0.01$ ). De igual forma el tratamiento con cobre incrementó significativamente ( $p < 0.001$ ) los niveles de hemoglobina. Además se encontró una correlación positiva, media y significativa ( $p < 0.01$ ) con la hemoglobina ( $r = 0.310$ ) y con el Hematocrito ( $r = 0.314$ ).

**Tabla 1.** Valores de los parámetros hematoquímicos ( $\bar{x} \pm \pm$ ) evaluados en las hembras al inicio del estudio.

Variable	Grupos	
	Tratado	Control
Calcio ( mmol/l)	2.28 $\pm$ 0.09 a ***	2.41 $\pm$ 0.12 b
Magnesio ( mmol/l)	0.85 $\pm$ 0.06 a	0.88 $\pm$ 0.06 a
Sodio ( mmol/l)	136.90 $\pm$ 4.31 a	136.35 $\pm$ 5.85 a
Potasio ( mmol/l)	4.45 $\pm$ 0.36 a	4.61 $\pm$ 0.37 a
Zinc (mmol/l)	17.81 $\pm$ 2.06 a ***	14.91 $\pm$ 1.86 b
Cobre (mmol/l)	10.45 $\pm$ 1.18 b *	11.45 $\pm$ 1.30 a
Hierro (mmol/l)	21.41 $\pm$ 4.47 a *	18.73 $\pm$ 3.09 b
Hematocrito (L/l)	0.34 $\pm$ 0.04 a	0.33 $\pm$ 0.03 a
Hemoglobina (g/l)	113.75 $\pm$ 9.50 a	108.70 $\pm$ 11.07 a
Leucocitos (G/l)	10.10 $\pm$ 2.08 a	10.14 $\pm$ 0.58 a

Valores promedios con letras no comunes en la misma fila indican diferencias significativas.

\* Nivel de significación ( $p < 0.05$ ); \*\*\* Nivel de significación ( $P < 0.001$ ).

**Tabla 2.** Valores de los parámetros hematoquímicos ( $\bar{x}$ ;  $\pm$ ) evaluados en las hembras al final del estudio.

Variable	Grupos	
	Tratado	Control
Calcio ( mmol/l)	2.33 $\pm$ 0.10 a	2.31 $\pm$ 0.07 a
Magnesio ( mmol/l)	0.90 $\pm$ 0.07 a	0.88 $\pm$ 0.05 a
Sodio ( mmol/l)	134.75 $\pm$ 5.39 a	135.55 $\pm$ 4.87 a
Potasio ( mmol/l)	4.81 $\pm$ 0.45 a	4.82 $\pm$ 0.41 a
Zinc (mmol/l)	18.25 $\pm$ 2.04 a	18.47 $\pm$ 2.83 a
Cobre (mmol/l)	13.50 $\pm$ 2.11 a***	11.06 $\pm$ 1.02 b
Hierro (mmol/l)	28.81 $\pm$ 5.18a***	19.21 $\pm$ 2.04 b
Hematocrito (L/l)	0.37 $\pm$ 0.04 a	0.35 $\pm$ 0.03 a
Hemoglobina (g/l)	118.50 $\pm$ 10.93 a***	107.60 $\pm$ 8.84 b
Leucocitos (G/l)	10.01 $\pm$ 2.26 a	10.40 $\pm$ 0.50 a

Valores promedios con letras no comunes en la misma fila indican diferencias significativas.  
\*\*\* Nivel de significación ( $p < 0.001$ ).

En la tabla 3 puede observarse que con la aplicación del cobre por vía parenteral se obtuvo una notable mejoría en el desempeño reproductivo y por ende en la producción y productividad del ganado bovino lechero, ya que se lograron reducir los intervalos parto-primer servicio, parto-concepción y parto-parto ( $p < 0.001$ ), así como el índice de inseminación ( $p < 0.05$ ). Por otra parte, se aumentó de manera significativa la eficiencia en la detección de la hembra en estro ( $p < 0.05$ ) al igual que el índice de natalidad ( $p < 0.001$ ). La condición corporal no se vio afectada por el tratamiento aplicado.

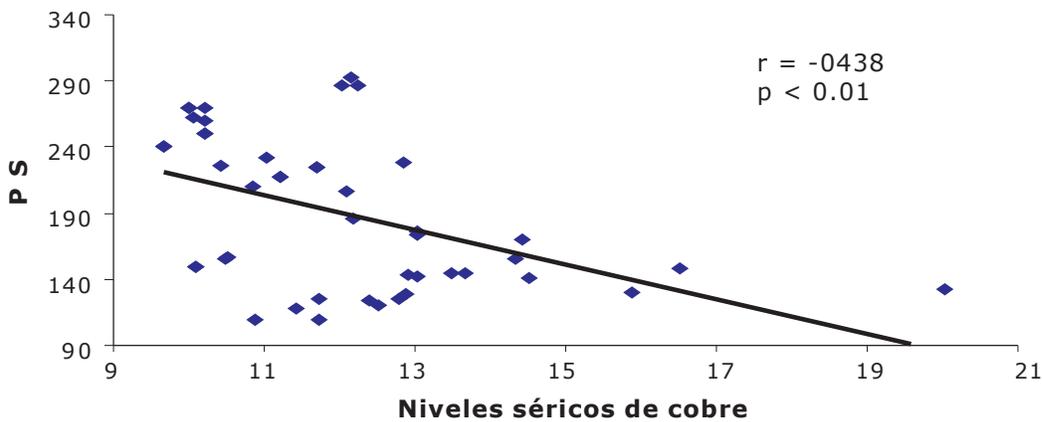
En las figuras 1 y 2 puede apreciarse el grado de relación existente entre la cupremia y el PS e IPP respectivamente; la misma, en ambos casos fue negativa, alta y muy significativa ( $p < 0.01$ ), es decir, a medida que el cobre sanguíneo se incrementó ambos parámetros disminuyeron.

El análisis del perfil hematoquímico en los terneros (Tabla 4) demostró que el tratamiento con cobre parenteral a las vacas en estado de gestación aumentó significativamente la cupremia ( $p < 0.001$ ), el hematocrito ( $p < 0.05$ ), la hemoglobina

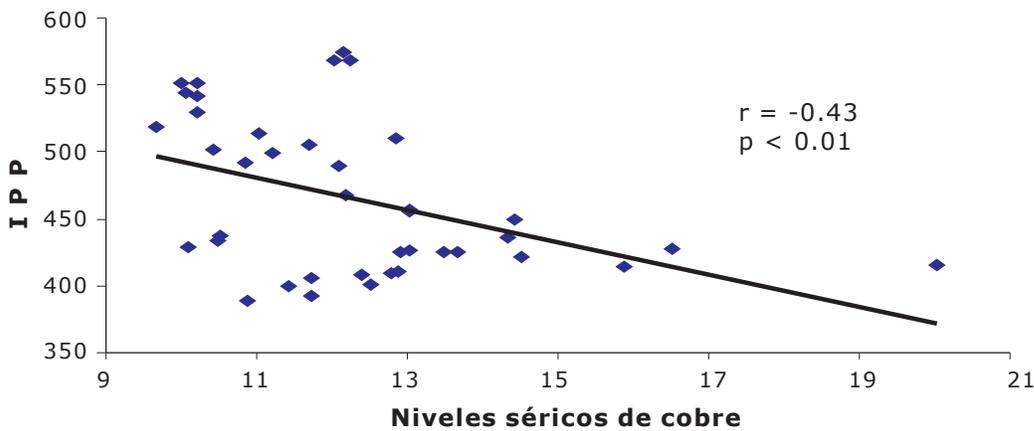
**Tabla 3.** Indicadores reproductivos ( $\bar{x}$ ;  $\pm$ ) evaluados en los dos grupos de vacas estudiados post tratamiento.

Variable	Grupos	
	Tratado	Control
Intervalo parto- primer servicio (días)	131 $\pm$ 15.58 b ***	180 $\pm$ 51.57 a
Intervalo parto-concepción (días)	143 $\pm$ 21.21 b ***	225 $\pm$ 53.04 a
Intervalo parto- parto (días)	425 $\pm$ 20.69 b ***	506 $\pm$ 53.71 a
Índice de inseminación	1.45 $\pm$ 0.51 a *	1.90 $\pm$ 0.78 a
Índice de natalidad (%)	86 a ***	73 b
Eficiencia de la detección del estro. (%)	51.3 a *	41.8 b
Condición corporal (CC)	3.65 a	3.45 a

Valores promedios con letras no comunes en la misma fila indican diferencias significativas.  
\* Nivel de significación ( $p < 0.05$ ); \*\*\* Nivel de significación ( $p < 0.001$ ).



**Figura 1.** Relación entre los niveles séricos de cobre y el período de servicio (intervalo parto-concepción) de las hembras estudiadas.



**Figura 2.** Relación entre los niveles séricos de cobre y el intervalo parto-parto de las hembras estudiadas.

**Tabla 4.** Valores de los parámetros hematoquímicos ( $\bar{x} \pm$ ) evaluados en terneros nacidos de las hembras bovinas en ambos grupos.

Variable	Grupos	
	Tratado	Control
Calcio (mmol/l)	2.10 ± 0.21 a	2.2 ± 0.21 a
Magnesio (mmol/l)	0.56 ± 0.04 a	0.59 ± 0.09 a
Sodio (mmol/l)	123.06 ± 0.52 a	125.62 ± 0.77 a
Potasio (mmol/l)	5.2 ± 8.32 a	5.4 ± 8.33 a
Zinc (mmol/l)	18.3 ± 1.47 a	18.9 ± 2.42 a
Cobre (mmol/l)	12.6 ± 0.82 a ***	11.3 ± 0.61 b
Hierro (mmol/l)	29.80 ± 5.23 a	27.22 ± 2.34 a
Hematocrito (L/l)	0.35 ± 0.03 a *	0.31 ± 0.02 b
Hemoglobina (g/l)	114.20 ± 4.44 a **	109.4 ± 7.42 b
Inmunoglobulinas totales (g/l)	14 ± 2.78 a	16 ± 2.79 a
Proteínas totales (g/l)	73 ± 3.75 a *	69 ± 2.50 b

Valores promedios con letras no comunes en la misma fila indican diferencias significativas.  
 \* Nivel de significación (p < 0.05). \*\* Nivel de significación (p < 0.01). \*\*\* Nivel de significación (p < 0.001).

( $p < 0.05$ ) y las proteínas totales ( $p < 0.01$ ) en los terneros al nacimiento; se observó una correlación ( $r = 0.444$ ) alta, positiva y significativa ( $p < 0.05$ ) entre los valores de cobre en suero sanguíneo de los mismos y los niveles de proteínas totales. Sin embargo, se pudo observar que dicho tratamiento no repercutió sobre las demás variables hematoquímicas estudiadas, las que no presentaron diferencias significativas entre ambos grupos de terneros.

## DISCUSIÓN

Los resultados del estudio de los minerales en suero sanguíneo y de las variables hematológicas, tanto en las vacas como en los terneros, fueron clasificados atendiendo a los parámetros normales de referencia para la especie bovina establecidos por Álvarez (13); y concuerdan con los obtenidos en Cuba en otros estudios desarrollados en rebaños con similares condiciones de producción (14).

Este trabajo demostró que la administración de cobre por vía parenteral tuvo un efecto beneficioso sobre el estatus del cobre en los animales tratados y que además repercutió favorablemente sobre los niveles de hierro sérico, la hemoglobina, el hematocrito y la condición corporal; corroborando los resultados obtenidos en estudios anteriores (15). La cuproterapia parenteral en terneros con hipocuprosis aumentó la cupremia, las ganancias de peso diarias y los pesos al destete (16). También se ha comprobado bajo condiciones experimentales, que esta terapéutica logra mantener una reserva hepática de cobre elevada durante un período prolongado (17). Los valores de las correlaciones entre los niveles de cobre séricos y las demás variables hematoquímicas estudiadas en vacas y terneros fueron similares a las obtenidas por Gracia y Cuesta (18).

Los indicadores reproductivos en los animales control no fueron satisfactorios ya que los intervalos IPPI, PS, IPP son extremadamente largos; con un II elevado y bajo porcentaje de natalidad. De acuerdo con Blanco (19) la EDHE calculada en este grupo de animales puede considerarse muy baja y corrobora nuevamente que en un programa de I.A., uno de los problemas principales es el bajo porcentaje de celos detectados. Por otro lado, se obtuvo que el intervalo promedio entre dos servicios consecutivos fue de 48 días lo que está alejado de los 30 días planteados comúnmente para este intervalo, que es un buen indicador de eficiencia de la detección de celo.

De acuerdo con Kendall et al (20) en rebaños bovinos que muestran un deterioro manifiesto en su capacidad reproductiva presentan alteraciones del metabolismo mineral y en especial el del cobre (20). La deficiencia de cobre afecta la reproducción debido a la importancia de este elemento en la reducción del estrés oxidativo a nivel ovárico y en el mantenimiento de la secreción de gonadotropinas desde la hipófisis (21). Según Corbellini (22) el Cu está relacionado con la síntesis y secreción de las hormonas hipofisarias, este modula la capacidad de liberación de la hormona luteinizante (LH), por lo cual se cree que la subfertilidad, infertilidad y esterilidad son debidas a bajos niveles o inhibición en la síntesis de hormonas gonadotróficas.

La suplementación cúprica tuvo un efecto beneficioso en los animales tratados ya que se logró una reducción los IPPI, PS, IPP y el IN ( $p < 0.001$ ). También la cuproterapia parenteral tuvo un efecto beneficioso ya que disminuyó significativamente ( $p < 0.05$ ) el II y la EDHE. En novillas de primer servicio, con una preñez del 76%, el tratamiento con Cu inyectable aumentó el índice al 91% y Cu suministrado por vía oral

al 82% (23); los efectos beneficiosos de ésta terapéutica fueron corroborados más tarde en un estudio efectuado en esta misma categoría, donde aumentó en un 20% las gestaciones con respecto a los testigos (24).

En un estudio precedente el tratamiento con cobre redujo las inseminaciones por concepción de 2.5 a 1.7 para el grupo control y el tratado respectivamente (25). Además, la adición de un suplemento de cobre en animales con subfertilidad y con perturbación del modelo normal de crecimiento de folículo preovulatorio tiene un efecto beneficioso ya que este es mediado por la actividad de la enzima cobre dependiente lisil oxidasa (26).

En vacas suplementadas con cobre por vía parenteral se observaron mayores números de celos, mejores tasas de servicio por concepción y elevación de los porcentajes de preñez (27). En el ganado bovino lechero la suplementación parenteral de Cu redujo los intervalos parto-primer servicio, parto-concepción e intervalo parto-parto (28). En un estudio desarrollado en la región central de Cuba, se evaluó el efecto del cobre aplicado por vía parenteral sobre el comportamiento reproductivo de novillas lecheras, mostró que los animales aumentaron significativamente los niveles del cobre en suero sanguíneo ( $p < 0.05$ ). También se incrementaron los porcentajes de presentación de celo y de gestaciones en novillas cíclicas, lo que generó un beneficio económico (29). Posteriormente otro estudio (30) desarrollado en la misma zona demostró que la administración de 50 mg de sulfato de cobre a una concentración de 2.5%, realizada por vía parenteral y cada dos meses hasta completar tres aplicaciones; incrementó la respuesta a los tratamientos hormonales de inducción del celo en novillas anéstricas. La novillas aumentaron los porcentajes de presentación de celo y de gestaciones

totales al primer servicio. Este estudio (30) demostró además que esta terapéutica en las vacas provocó un efecto beneficioso sobre el comportamiento reproductivo, reduciendo los IPPI, PS e IPP ( $p < 0.001$ ).

Aunque el tratamiento con la formulación cúprica a las madres gestantes incrementó significativamente la cupremia de sus crías en comparación con el grupo control; en este último los valores que se observaron estuvieron muy cerca del límite inferior de normalidad para este mineral en suero sanguíneo. Esto está motivado porque el feto tiene prioridad por el cobre cuando la madre es deficiente, por eso los terneros recién nacidos de madres con deficiencia de cobre, como en este estudio, tienen un estado de cobre normal (31). Sin embargo, en un estudio retrospectivo desarrollado en Francia se demostró que la deficiencia de cobre en las madres constituye un importante factor de riesgo para la salud de los terneros, reportándose una alta incidencia de diarreas, anemia y mortalidad perinatal (32).

La diarrea y la mortalidad perinatal pueden ser debidos a la disminución de la función inmune de las madres, por lo que decrece la transferencia de inmunidad al feto con la consiguiente falla inmunológica en los animales jóvenes (33); por eso la saturación de los niveles de cobre de los animales gestantes reviste gran importancia para las necesidades del feto durante el desarrollo intrauterino y la salud en el período postnatal temprano (34).

En conclusión, la existencia de hipocupremia en los animales muestreados, está relacionada con los indicadores bioproductivos estudiados. Se demostró que la cuproterapéutica empleada brindó resultados satisfactorios que se reflejaron en indicadores hematoquímicos y reproductivos superiores en las animales tratados, así como en la salud del neonato.

**REFERENCIAS**

1. McDowell LR. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 2ª ed. Dep. Zoot. Universidad de la florida. Gainesville. USA. IFAS, 2005.
2. Arthington JD. Effects of high-level copper supplementation or copper oxide bolus administration on forage utilization and copper status in beef cattle. *J Anim Sci* 2005; 83:2894-2900.
3. García JR, Cuesta M, Pedroso R. Administración de sulfato de cobre sobre la hemoquímica, hematología y bioactividad del líquido ruminal en vacas. *Rev MVZ Córdoba* 2005; 10: 639-647.
4. Pedroso R. Conferencia sobre reproducción de la hembra bovina. XVIII PANVET. Palacio de Las Convenciones La Habana, Cuba. Noviembre de 2002.
5. Ahola JK, Engle TE, Burns PD. Effect of copper status, supplementation, and source on pituitary responsiveness to exogenous gonadotropin-releasing hormone in ovariectomized beef cows. *J Anim Sci* 2005; 83:1812-1823.
6. Ahola JK, Baker DS, Burns PD, Mortimer RG, Enns RM, Whittier JC, Geary TW, Engle T. E. Effect of copper, zinc, and manganese supplementation and source on reproduction, mineral status, and performance in grazing beef cattle over a two-year period. *J Anim Sci* 2004; 82:2375-2383.
7. Radostitis OM, Gay CC, Blood DC, Hinchcliff KW. *Veterinary medicine. a text book of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats, and horses*; 9<sup>th</sup> edition. ISBN 0 7020 2604 2. W. B. Saunders company ltd. Londres. 2000.
8. Drabkin M. *Manual de Técnicas de Laboratorio Clínico*. MINSAP. 1970.
9. Miles PH, Wilkinson NS, McDowell LR. *Analysis of Minerals for Animal Nutrition Research*. 3rd ed. Dept. Anim. Sci., Univ. Florida, Gainesville. 2001.
10. Holy L. *Biología de la reproducción bovina*. Ed. Científico-técnica. La Habana. 1987; p.332.
11. Brito BR. *Patología de Reproducción Animal*. Ed. Félix Varela. La Habana. Cuba. 2001.
12. Anta E, Rivera JH, Galina C, Porras A, Zarco L. Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. En: M A. Domínguez (Ed.) *Memorias del Diplomado de Eficiencia Reproductiva en bovinos productores de carne*. FMVZ-UAT/Texas A & M University; 130 - 141. 1994
13. Álvarez JL. *Bioquímica nutricional y metabólica en el trópico*. Ediciones Universidad de Antioquia. 1ª ed. Medellín, Colombia, p.79. 2001.
14. Pedroso R. Conferencia Reproducción de la Hembra Bovina. Reunión Nacional de Reproducción, Sancti Spiritus. Cuba. 2005.
15. García JR, Cuesta M, Rodríguez Janhad, Gutiérrez Marisol, Mollineda A. efecto de la suplementación del cobre por vía parenteral en vacas gestantes sobre el comportamiento reproductivo post parto y la salud del ternero. *Memorias del III congreso de agricultura en ecosistemas frágiles y degradados*. CD RUM ISBN 959-7189-06-2. Bayamo, Cuba. 10-13 diciembre del 2006.

16. Viejo RE, Casaro AP. Efectos de la suplementación con cobre sobre la ganancia de peso, cobre hepático y plasmático en terneros. *Rev Arg Prod Anim* 1993; 13: 97-105.
17. Minatel LMA, Buffarini JC, Carfagnini A. Homse. Valores de cobre en plasma, hígado y pelo de bovinos de la zona noroeste de la provincia de Buenos aires. *Rev Arg Prod Anim* 1998; 17(1):313-314.
18. García JR, Cuesta M. Diagnóstico y tratamiento de la deficiencia de cobre y su efecto sobre la reproducción y el estado de salud de las hembras bovinas. *Memorias del II Congreso Internacional de Agricultura en Ecosistemas Frágiles y Degradados*. Bayamo, Granma, Cuba 1 – 3 de diciembre del 2004.
19. Blanco AGS. Solución de problemas reproductivos en la vaca. *Facultad de Medicina Veterinaria UNAH* 2000; 1-28.
20. Kendall NR, Illingworth DV, Telfer SB. Copper responsive infertility in British cattle: the use of a blood caeruloplasmin to copper ratio in determining a requirement for copper supplementation. In *Fertility in the High-Producing Dairy Cow Occasional Publication*; 2 (26): 429–432 ed. MG Diskin. British Society of Animal Science, Edimburgh. 2001.
21. Bach A. La reproducción del vacuno lechero: Nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. Purina, España. 2002.
22. Corbellini CN. Influencia de los micronutrientes en la fertilidad en bovinos lecheros; 2ª parte. *Rev Med Vet* 1998; 79(3):231-236.
23. Correa M, Lagos F. Efecto del molibdeno y del cobre en la producción de bovinos para carne en los bajos submeridionales. *Rev Arg Prod Anim* 1985; 4:199-101.
24. Ricciardino Z, Piccinali RL. Efectos de la suplementación parenteral con minerales (Cu, Se, P) y vitaminas (E y D), sobre parámetros productivos en Vaquillas sobre pasturas naturales. *Rev Arg Prod Anim* 1998; Sup 1: 335.
25. Mackenzie AM, Moeini MM, Telfer SB. The effect of a copper, cobalt and selenium bolus on fertility and trace element status of dairy cattle. In *Fertility in the High-Producing Dairy Cow Occasional Publication* 2 (26): 423–427 Ed. MG Diskin. British Society of Animal Science, Edimburgh. 2001.
26. Kendall NR, Marsters P, Scaramuzzi RJ, Campbell BK. Expression of lysyl oxidase and effect of copper chloride and ammonium tetrathiomolybdate on bovine ovarian follicle granulosa cells cultured in serum-free media. *Reproduction* 2003; 125: 657-66.
27. Ballantine HT, Socha MT, Dplacan, Tomlinson DJ, Johnson AB, Fielding AS, Shearer JK, Van Amstel SR. Effects of Feeding Complexed Zinc, Manganese, Copper, and Cobalt to Late Gestation and Lactating Dairy Cows on Claw Integrity, Reproduction, and Lactation Performance. *The Prof Anim Sci* 2002; 18:211-218.
28. Black DH, French NP. Copper supplementation and bovine pregnancy rates: three types of supplementation compared in commercial dairy herds. *Ir Vet J* 2004; 53 213–222.
29. García JR, Cuesta M, Pedroso R, Gutiérrez Marisol, Mollineda A,

- Figueredo JM. Efecto del cobre sobre la reproducción en novillas lecheras de Cuba. *Rev MVZ Córdoba* 2006; 11 (2): 790-798.
30. García JR, Cuesta M, Rodríguez Janhad, Gutiérrez M, Mollineda A, Pedroso R, Figueredo JM. La cuproterapia parenteral en las hembras bovinas y su efecto sobre la respuesta a los tratamientos de inducción del celo y los indicadores reproductivos post parto. Memorias del VI Congreso internacional de ciencias veterinarias. CD-ROM. ISBN 978-959-282-047-3. Habana Cuba. 10 - 13 de Abril del 2007.
  31. Enjalbert F, Lebreton P, Salat O, Meschy F, Schelcher F. Effects of copper supplementation on the copper status of peripartum beef cows and their calves. *Vet Rec* 2002; 151: 50-53.
  32. Enjalbert F, Lebreton P, Salat O. Effects of copper status on performance and health in commercial dairy and beef herds: retrospective study. *J Anim Physiol Anim Nutr* 2006; 90: 459-466.
  33. Spears JW. Micronutrients and immune function in cattle. *Proceedings of the Nutrition Society* 2000; 59, 587-594.
  34. Pavlata L, Prá ekJ, Podhorsk A, Pechová A, Haloun T. Selenium metabolism in cattle: maternal transfer of selenium to newborn calves at different selenium concentrations in dams. *Acta Vet Brno* 2003; 72: 639-646.