

# EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN PARENTERAL DE COBRE Y UN COMPLEJO DE COBRE (CU), ZINC (ZN) Y MANGANESO (MN) SOBRE LA HEMOQUÍMICA Y LA GANANCIA DE PESO EN TERNEROS

Ernesto Noval Artiles\*, Juan R. García Díaz\* y Roberto García López\*. 2017. Engormix.com.

\*Departamento de Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5 Santa Clara (54830), Villa Clara, Cuba.

ernestona@uclv.edu.cu

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Minerales](#)

## RESUMEN

Con el objetivo evaluar el efecto de la suplementación de cobre y una formulación de cobre (Cu), zinc (Zn) y manganeso (Mn) por vía parenteral sobre los indicadores hematoquímicos hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto) y las concentraciones de Cu, Zn y Mn) y la ganancia de peso vivo en terneros con sistema de amamantamiento restringido, se seleccionaron 45 terneros mestizos de Siboney. Se conformaron tres grupos, (i) control, (ii) tratado con 25 mg de Cu el día cero y 40 mg de Cu a los 60 y 120 días, (iii) grupo con aplicación de 25 mg de Cu, 50 mg de Zn y 25 mg de Mn el día cero y 40 mg de Cu, 80 mg de Zn y 40 mg de Mn a los 60 y 120 días. Los animales fueron pesados al inicio, y cada dos meses hasta el final de la investigación y dos meses después de la última suplementación. Los resultados fueron evaluados mediante ANOVA y prueba de Duncan para el análisis de medias. Tanto en el segundo como en el tercer grupo se incrementó de manera significativa ( $p < 0.001$ ) la cupremia, la hemoglobina y el hematocrito en comparación con el grupo control. En el tercer grupo los niveles de Zn fueron superiores ( $p < 0.001$ ) que los de los grupos uno y dos. La ganancia media diaria fue significativamente superior ( $p < 0.05$ ) a los 60 días en el segundo grupo y a los 120 y 180 días en los grupos dos y tres ( $p < 0.001$ ). Se concluye que la suplementación parenteral del Cu, solo o combinado con Zn y Mn incrementó los niveles séricos de Cu y Zn, la hemoglobina, el hematocrito y la ganancia de peso en terneros, en este tipo de sistema.

**Palabras clave:** Suplementación mineral | Cobre | Zinc | Manganeso | Microelemento | hemoquímica | ternero | ganancia de peso

## INTRODUCCIÓN

Los minerales tienen un papel especial asegurando el eficaz crecimiento, la reproducción e inmunocompetencia en los animales. Generalmente es considerado que un desajuste en las reacciones de oxidación pueden dañar el estado inmune del animal (Spears, 2000), además, la evidencia sugiere que los rebaños hayan aumentado los riesgos de metritis, mastitis, problemas de locomoción, o diarrea en los terneros cuando los niveles de cinc (Zn) o cobre (Cu) son marginal o deficiente (Enjalbert et al., 2006; Andrieu., 2008). La deficiencia en el consumo de esos minerales o la presencia de factores que puedan interferir en su metabolismo, especialmente en bovinos mantenidos en pastoreo, ocasionaría una disminución de la actividad enzimática, asociada con baja ganancia de peso (Wichtel et al 1996 y Jaramillo et al., 2005).

La deficiencia de cobre (Cu) es la segunda carencia mineral más frecuente en bovinos en pastoreo en el mundo, después de la de fósforo (McDowell et al., 2005a), en el caso del Zn, Rosa et al., (2008) plantean que su deficiencia no ha sido claramente caracterizada en el mundo, el Mn es igualmente un mineral traza esencial, su deficiencia puede ocurrir naturalmente en el ganado vacuno con signos que incluyen formación anormal de huesos, retardo en el crecimiento y un no adecuado funcionamiento del metabolismo de lípidos y carbohidratos (NRC, 2005).

En el mundo se han introducido diferentes fármacos inyectables de Cu, Zn y Mn entre otros minerales trazas con diferentes combinaciones y dosis de tratamiento, en diferentes categorías y especies de animales (Viejo et al., 1992; Ramírez Biriesca et al., 2004; Vanegas et al., 2004; Aparicio et al., 2007; y García, 2008).

En Cuba se ha demostrado que la administración parenteral del cobre en las hembras bovinas ha repercutido favorablemente, incrementando la cupremia, las concentraciones de cobre en hígado y mejorando el comportamiento reproductivo de los animales (García, 2008); sin embargo no se ha evaluado el empleo de estos fármacos sobre los indicadores bioproductivos en animales jóvenes.

Por lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de la suplementación del cobre y un complejo de Cu, Zn y Mn por vía parenteral en diferentes formulaciones sobre los indicadores hematoquímicos y la ganancia de peso en terneros en un sistema de amamantamiento restringido.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en una unidad comercial del centro del país productora de leche bovina durante el periodo poco lluvioso, donde se seleccionaron 45 terneros mestizos de Siboney, de 30 a 40 días de edad clínicamente sanos y con igual distribución de pesos, en sistema de amamantamiento restringido, permanecían en una misma nave donde se les suministró heno de *Cynodon dactylum* y agua a voluntad, a los 90 días fueron conducidos al pastoreo con sistema rotacional con doce cuarterones, el pastizal contó con una composición florística de: *Cynodon nlemfuensis*, *Dichantium* sp y *Paspalum notatum*.

Los terneros fueron divididos en tres grupos de 15 animales y asignados al azar a tres tratamientos de la siguiente manera:

**Tabla 1.** Esquema de distribución de los grupos de estudio según las dosis a investigar.

Grupos	Primera dosis Día 0	Segunda dosis Día 60	Tercera dosis Día 120
1	Placebo	Placebo	Placebo
2	25 mg de Cu.	40 mg de Cu.	40 mg de Cu.
3	25 mg de Cu. 50 mg de Zn. 25 mg de Mn.	40 mg de Cu. 80 mg de Zn. 40 mg de Mn.	40 mg de Cu. 80 mg de Zn. 40 mg de Mn.

Todos los grupos fueron tratados el mismo día por vía subcutánea y se aplicó desde el inicio del tratamiento un examen rutinario, mediante la inspección clínica frecuente (Cuesta, 2003). Se realizó el pesaje de los animales al inicio de la experiencia (momento de aplicación del primer tratamiento) y posteriormente cada dos meses coincidiendo con los momentos de la suplementación, más un pesaje final 2 meses después del último tratamiento (180 días).

En cada animal se evaluaron los indicadores hematoquímicos, las ganancias de peso y peso final para evaluar el efecto de los tratamientos empleados sobre estos indicadores.

Las muestras de sangre se tomaron por venopunción de la yugular. Para los análisis de minerales se extrajeron 10 ml y se depositaron en tubos vacutainer sin anticoagulante, esterilizados y desmineralizados; posteriormente se centrifugaron a 3500 rpm x 10 minutos, obteniéndose el suero sanguíneo, que se congeló a -10 °C hasta su análisis. Para los análisis hematológicos se obtuvieron 5 mL de sangre, los que se depositaron en tubos de ensayo con EDTA (1 mg/mL de sangre), previamente tapados y esterilizados.

Las determinaciones de Zn, Fe y Cu en suero sanguíneo se realizaron por espectrofotometría de absorción atómica (Miles et al., 2001), en un equipo SP-9 (PYE UNICAM) según los procedimientos del fabricante. La hemoglobina se determinó por el método de cianometahemoglobina (Drabkin, 1970) y el hematocrito, por microhematocrito con tubo capilar.

En el procesamiento estadístico de los resultados se empleó el paquete estadístico STATGRAPHICS VER 5.0. Se efectuó la comparación de los indicadores hematoquímicos al inicio y final del experimento y el peso y la ganancia media diaria (gmd) en los diferentes momentos del pesaje de los animales entre los diferentes grupos de tratamiento mediante un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) previa comprobación de la homogeneidad de varianzas, utilizándose los valores iniciales de cada indicador como covariable. En los casos que existieron diferencias estadísticas significativas se aplicó la prueba de Duncan (1955) para comparar las medias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestra el comportamiento de las diferentes variables hematoquímicas, tanto al inicio como al final del experimento en los diferentes grupos experimentales. En el caso del grupo dos al que se le administró cobre, manifestó un incremento significativo de los valores de ese mineral en sangre, al igual que la hemoglobina y el hematocrito, los que no difirieron significativamente con respecto al tercer grupo al que se le administró un complejo de Cu, Zn y Mn, donde los valores de cobre en sangre fueron significativamente superiores al grupo control e inferiores al segundo grupo pero se mantuvieron dentro del rango propuesto por Quiroz y Bouda, (2001) y a niveles de seguridad.

En estudios anteriores (García y Cuesta, 2004; García et al., 2007; García, 2008), al administrar una solución de sulfato de cobre por vía parenteral en vacas gestantes, obtuvieron incrementos ( $P < 0.001$ ) de las concentraciones de Cu en suero sanguíneo, la hemoglobina y el hematocrito.

Rosa et al. (2008), en un trabajo de revisión plantean niveles de zincemia normales de 13.77 mg/100 ml; la aplicación en el grupo 3 del complejo de minerales en estudio incrementó de forma significativa ( $p < 0.001$ ) los niveles de Zn en sangre con respecto al resto de los grupos investigados. El hierro (Fe) no se vio afectado por la terapéutica utilizada.

**Tabla 2.** Comportamiento de las variables hematoquímicas evaluadas en los diferentes grupos de tratamiento.

Variables	Momento	Grupos		
		1	2	3
Cobre	Inicial	11,47±1,09	11,53 ± 1,16	10,98 ± 1,00
	Final	11,22 ± 0,86 <sup>c</sup>	13,81± 2,21 <sup>a</sup>	13,27 ± 1,34 <sup>b</sup>
Zinc	Inicial	14.63 ± 1.82	14.64 ± 1.92	14.55 ± 1.77
	Final	15.72 ± 1.29 <sup>b</sup>	15.69 ± 1.44 <sup>b</sup>	20.03 ± 2.03 <sup>a</sup>
Hierro	Inicial	19,07 ± 3,45	17,32 ± 2,88	18,75 ± 2,56
	Final	19,42 ± 2,05	20,71 ± 3,13	19,89 ± 2,60
Hb	Inicial	100.53 ± 4.74	103.46 ± 11.89	103.6 ± 8.62
	Final	105.3 ± 8.54 <sup>b</sup>	119.73 ± 12.32 <sup>a</sup>	117.8 ± 8.97 <sup>a</sup>
Hto	Inicial	0.31 ± 0.02	0.31 ± 0.03	0.32 ± 0.02
	Final	0.31 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.37 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.37 ± 0.02 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> letras diferentes en la misma fila, indican diferencias estadísticas significativas  $p < 0.001$  (Duncan, 1955)

Los efectos beneficiosos de la suplementación del Zn por vía parenteral se han reportado previamente, en tal sentido la administración del Zn en forma de lactobionato (0,667 % de cinc), empleando la vía subcutánea a la dosis de 25 ml por animal incrementó la concentración de este microelemento en plasma, pelo y piel, además de la ganancia de peso diaria (Minatel et al., 1998).

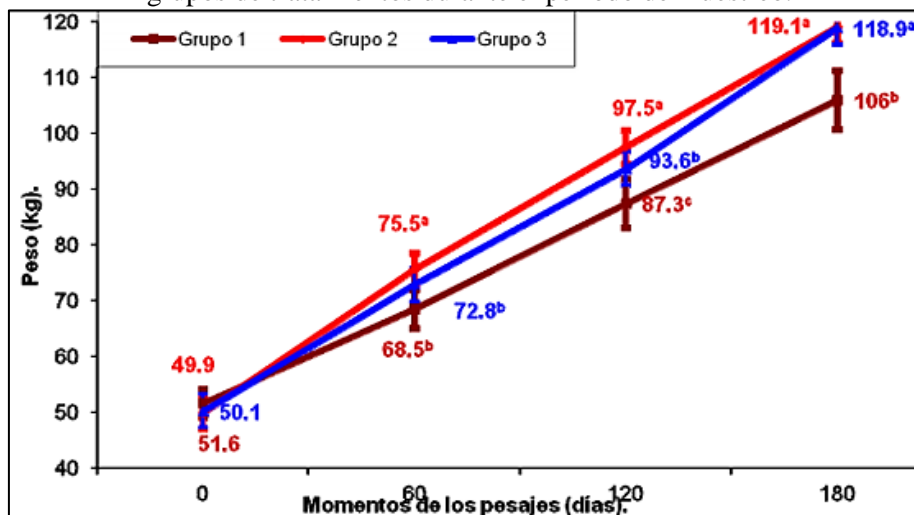
En el caso del Fe, los resultados contrastan con estudios desarrollados en Cuba en hembras bovinas adultas, que han evidenciado un incremento de los niveles del hierro sérico en los animales suplementados con Cu por vía subcutánea cada dos meses (García y Cuesta, 2004). Aunque se ha reportado la estrecha relación entre la cupremia y los tenores de Fe en sangre (Radostits et al., 2000; Thomas y Oates, 2003), la falta de concordancia en estos resultados puede estar dada por la diferencia de categoría. Se ha señalado que los terneros son más susceptible a padecer la carencia de este microelemento (Figueredo et al., 2005), Los fitatos y las dietas ricas en fibras secuestran el zinc, impidiendo su absorción digestiva, por lo que el zinc procedente de los alimentos vegetales es de menor biodisponibilidad debido a la presencia de ácido fítico que forma complejos insolubles poco absorbibles (Rubio et al., 2007), cuando el ternero es lactante y no posee un rumen funcional sufre las interferencias propias de los monogástricos, como ocurre con el uso de proteínas de soja en los sustitutos lácteos, los cuales aportan fitatos que reducen la absorción del Zn (Rosa et al, 2008), por otra parte el cobre y el cadmio utilizan los mismos transportadores compitiendo con el zinc y reduciendo su absorción (Rubio et al., 2007). Elevadas concentraciones de calcio también reducen la absorción del zinc (McDowell 2005b).

El estudio del peso de los terneros en los diferentes grupos de tratamiento (tabla 3 y figura 1), mostró que los grupo 2 y 3 aumentaron significativamente ( $P < 0,05$ ) el peso de los terneros a los 60 días en un 10 y 7 % y en un 12 y 8 % a los 120 días, respectivamente, con respecto al control. A los 180 días se apreciaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.001$ ), momento en el que el aumento de peso fue un 12 % superior en los grupos 2 y 3 en comparación con el que recibió el placebo; siendo la ganancia de peso un factor de importancia a tener en cuenta ya que según Rosa, et al., (2008) las consecuencias de la carencia de Zn no están aún bien definidas, por lo que es necesario en este sentido enfatizar los riesgos de menores ganancias de peso, fallas inmunológicas, menor performance reproductiva y la mayor predisposición a enfermedades pódalas.

**Tabla 3:** Comparación del peso de los terneros (kg) y ganancia media diaria (g) entre los grupos de tratamiento en los diferentes momentos del muestreo.

Momentos	Grupos					
	1		2		3	
	Peso Vivo	GMD (g)	Peso Vivo	GMD (g)	Peso Vivo	GMD (g)
60 días	68.53 ± 2.82 <sup>b</sup>	282.22 ± 26.32 <sup>c</sup>	75.53 ± 3.18 <sup>a</sup>	426.66 ± 52.6 <sup>a</sup>	72.8 ± 4.31 <sup>b*</sup>	377.8 ± 71.17 <sup>b*</sup>
120 días	87.33 ± 3.79 <sup>c</sup>	313.33 ± 26.8 <sup>b</sup>	97.53 ± 3.81 <sup>a</sup>	366.7 ± 35.07 <sup>a</sup>	93.66 ± 4.18 <sup>b*</sup>	347.77 ± 27.36 <sup>a*</sup>
180 días	106 ± 3.29 <sup>b</sup>	311.11 ± 22.41 <sup>b</sup>	119.13 ± 4.67 <sup>a</sup>	360 ± 61.8 <sup>a</sup>	118.93 ± 3.43 <sup>a***</sup>	371.1 ± 62.72 <sup>a***</sup>

<sup>ab</sup> letras diferentes en la misma fila, indican diferencias estadísticas significativas (Duncan, 1955) \*  $P < 0.05$ . \*\*\*  $p < 0.001$ .

**Figura 1:** Evolución del peso corporal de los terneros de los diferentes grupos de tratamientos durante el periodo de muestreo.

La ganancia de peso diaria en cada grupo (tabla 3), muestra que las mismas a los 60 días difieren para los tres grupos, siendo superiores ( $P < 0.05$ ) en el grupo 2. Se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) a favor de los grupos 2 y 3 a los 120 días y ( $p < 0.001$ ) a los 180 días. Estos resultados indican que los suplementos empleados tienen un efecto beneficioso sobre este importante indicador, igualmente Aparicio et al., (2007) al aplicar diferentes soluciones inyectables de cobre aumentaron de manera significativa los niveles séricos del microelemento y los pesos al destete y ganancias medias diarias de los terneros. En zonas donde se diagnosticó la deficiencia de Cu, condicionada por exceso de Mo en los pasto, la administración de inyecciones de 200 mg de cobre elemental cada cuatro meses, lograron en un año aumentos de peso en novillos 24 % superiores a los testigos (Nuñez et al., 1976).

Aunque otros trabajos no han reportado repuestas exitosas en ganancias de peso vivo al tratar animales con Cu por vía parenteral, a pesar de que los animales elevaron y mantuvieron los niveles de Cu en el plasma y el hígado (Carrillo et al., 1978; Ferrer et al., 1989), otros estudios demostraron que la suplementación con Cu inyectable (EDTA, Cu) en dosis de 25 mg Cu cada 60 días, vía subcutánea reflejaron beneficios sobre las ganancias diarias y el peso al destete en un 20 a 24% (Viejo y Casaro, 1993). La administración de este compuesto incrementó en un 18% el peso al destete en terneros (Balbuena et al. 1999).

Recientemente, en un estudio desarrollado en Venezuela se demostró que la administración de soluciones inyectables de cobre aumentaron de manera significativa los niveles séricos del microelemento y los pesos al destete y ganancias medias diarias de los terneros (Aparicio et al., 2007).

La falta de concordancia entre los diferentes reportes y los resultados de este trabajo pueden estar dadas por el estado inicial del Cu y las diferencias en los sistemas de alimentación y manejo en cada estudio. En tal sentido, se han reportado respuestas al tratamiento con cobre inyectable en todos los rangos de deficiencia y que las diferencias en ganancia diaria de peso entre grupos guardaron relación con la gravedad de la deficiencia de cobre y la época del año en que se realizó el estudio (Pechín et al., 1999).

Finalmente se concluye que en este sistema, la suplementación parenteral del Cu, solo o combinado con Zn y Mn incrementó los niveles séricos de Cu y Zn, la hemoglobina, el hematocrito y la ganancia de peso en terneros.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrieu, S. 2008. Is there a role for organic trace element supplements in transition cow health? *The Veterinary Journal* 176, 77-83
- Aparicio, R.; Torres, R.; Astudillo, L.; Córdova, L. y Carrasquel, J. 2007. Suplementación parenteral con cobre sobre el peso de becerros en crecimiento. *Zootecnia Tropical* 25(3):221-224. 2007.
- Balbuena, O.; McDowell, L. R. y Stahringer, R. C. 1999. Suplementación con cobre inyectable en terneros y vacas con hipocupremia. *Vet. Arg.* 16 (154): 272-280.
- Barboza, P.S. y Blake, R.T. 2001. Seasonality of sexual segregation in dimorphic deer: extending the gastrocentric model. *Alces* 37: 275-292.
- Blakley, B.R.; Kutz, S.J.; Tedesco, S.C. y Flood, P.F., 2000. Trace mineral and vitamin concentrations in the liver and serum of wild muskoxen from Victoria Island. *J. Wildl. Dis.* 36: 301-307.
- Carrillo B.J., J.B. Bingley y B.E. Ruksan. 1978. Efecto de la administración de cobre por vía parenteral sobre la concentración de cobre plasmático y el peso vivo en bovinos. *Prod. Anim.*, 6: 612-619.
- Cuesta, M.; Cuesta, Axis.; Gil, L. y García, JR. 2003. Condición corporal de las vacas lecheras y su relación con indicadores productivos, de reproducción, de la calidad de la leche y parámetros de bioactividad ruminal y sanguíneos. Segunda conferencia internacional sobre desarrollo agropecuario y sostenibilidad Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

8. Cuesta, M. 2003. Medicina Interna Veterinaria. Libro de texto, UCLV. ISBN 959-250-105- X.
9. Drabkin, (1970). Manual de Técnicas de Laboratorio Clínico.
10. INSAP. Enjalbert, F., Lebreton, P., Salat, O. 2006. Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds, retrospective study. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 90, 459–466.
11. Fazzio, L. E.; Mattioli, G.A.; Picco, S.J.; Traveria, G.E.; Costa, E.F.; Romero, J.R. 2006. Intoxicación aguda con cobre inyectable en bovinos. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata. Disponible en URL: <http://www.fcv.unlp.edu.ar/centros-lab-inst/cedive/temas/intoxicacion.php>. [Consultado 1/06/08].
12. Ferrer C.G.; Ramírez, C.E. y Zaccardi, E.M. 1989. Efectos de la suplementación parenteral con cobre sobre la ganancia diaria de peso en bovinos de diferentes edades. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 9(3): 173 - 178.
13. Figueredo, JM. (2007). Estudio comparativo de los valores hemáticos de las vacas Holstein y de los cruces 5/8 – 3/8 y ¾ - ¼ Holstein por Cebú. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos40/vacas-holsteincebu/vacas-holsteincebu2.shtml#mater>. [Consultado 2/5/2009]
14. García, J. R y Cuesta, M., 2004. 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.
15. García, J.R. 2008. Relación entre la cupremia y los indicadores reproductivos de la hembra bovina. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias veterinarias. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) - Universidad Agraria de la Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez” (UNAH). Julio del 2008.
16. García, J.R.; Cuesta, M.; Pedroso, R.; Rodríguez, Janhad.; Gutiérrez, Marisol.; Mollineda, A.; Figueredo, J.M. y Quiñones, R. 2007. Suplementación parenteral de cobre en vacas gestantes: Efecto sobre postparto y terneros. *Rev. MVZ Córdoba* 12(2): 985-995.
17. Harris, E. 2003. Basic and Clinical Aspects of Copper. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*. Disponible en URL: <http://www.iqb.es/nutricion/cobre/cobre.htm>. [Consultado 5/06/08].
18. Jaramillo, S., Alonso, V.N., Pineda, A. P. Gallego, P. T. y Ceballos, A. 2005. Actividad sanguínea de superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa en novillas a pastoreo. *Pesquisa Agropecuaria del Brasil.*, Brasilia, 11: 1115- 1121.
19. Kehoe, C. A., Faughnan, M. S., Gilmore, W. S., Coulter, J. S., Howard, A. N. & Strain, J. J. 2000. Plasma diamine oxidase activity is greater in copperadequate than copper-marginal or copper-deficient rats. *J. Nutr.* 130: 30-33.
20. Kendall, N. R.; Marsters, P.; Scaramuzzi, R. J.; y Campbell, B. K. 2003. Expression of lysyl oxidase and effect of copper chloride and ammonium tetrathiomolybdate on bovine ovarian follicle granulosa cells cultured in serum-free media. *Reproduction* 125: 657–665.
21. Kozak, A.; Vecerek, V.; Chloupek, P.; Tremlova, B. y Malena, M. 2003. Veterinary meat inspection of pig carcasses in the Czech Republic during the period of 1995–2002. *Veterinarian Medicine*, 48, 207–213.
22. McDowell, L. R. 2005b. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Cuarta Edición. Universidad de La Florida. IFAS. E.E.U.U. 91p.
23. McDowell, L.R.; Davis, P.A.; Cristaldi, L.A.; Wilkinson, N.S.; Buergelt, C.D y Van Alstyne, R. 2005a. Proc. Florida Ruminant Nutrition symposium. Gainesville, Florida, EE.UU: 38-41.
24. Miles, P. H.; Wilkinson, N. S. y McDowell, L. R. (2001). *Analysis of Minerals for Animal Nutrition Research*. 3rd ed. Dept. Anim. Sci., Univ. Florida, Gainesville.
25. Minatel, L.; Buffarini, M. A.; Dallorso, M. E.; Homse, A. y Carfagnini, J. C. 1998. Relevamiento mineral de la región noroeste de la provincia de Buenos Aires. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 18 (1): 67-75.
26. NRC. 2005. Mineral of Tolerance of Animals. Second Revised Edition. Committee on Minerals and Toxic Substances in Diets and Water for Animals. Board on Agriculture and Natural Resources. Division on Earth and Life Studies. National Research Council. The National Academies Press . Washington , D.C.
27. Núñez, A., H. Rubies, L. Filippine y H. Volonteri. 1976. Respuestas al tratamiento con complejos de cobre en bovinos con hipocuprosis. *Gac. Vet.* 38(316): 552-530.
28. Pechín, G. H.; Idiart, J. L.; Cseh, S.; Corbellini, C. N.; Moralejo, R. H.; Cesán, R.; O. y Sánchez, L. O. 1999. Respuesta a la suplementación con cobre inyectable en distintos rangos de deficiencia en bovinos de carne. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 19(2): 347-358.
29. Pedroso, R. 2005. Interacción entre nutrición y reproducción en la hembra bovina. Conferencia. Instituto de Ganadería Tropical. Ministerio de la Agricultura. La Habana.
30. Quiroz-Rocha y Bouda, J. 2001. Fisiopatología de las deficiencias de cobre en rumiantes y su diagnóstico. *Rev. Veterinaria de México.*, 32 (4).
31. Radostits, O.M.; Gay, C.C.; Blood, D.C. y Hinchcliff, K.W. 2000. *Veterinary medicine*. 9th edition. ISBN 0 7020 2604 2. W. B. Saunders company ltd. Londres.
32. Ramirez-Bribiesca, Hernández-Camacho, Hernández-Calva y Tórtora-Pérez. 2004. Efecto de un suplemento parenteral con selenio de sodio en la mortalidad de corderos y los valores hemáticos de selenio. *Agrociencia* 38: 43-51.
33. Rosa DE, Fazzio L.E., Picco, S.J., Furnus, C.C. y Mattioli, G.A. 2008. Metabolismo y Deficiencia de Zinc en Bovinos. *Analecta Veterinaria* 2:34-44.
34. Rubio, C., González Weller, D., Martín-Izquierdo, Revert, C., Rodríguez I. y A. Hardisson. 2007. El zinc: oligoelemento esencial. *Nutr Hosp.* 2007;22:101- 107
35. Spears, J. W., 2000. Micronutrients and immune function in cattle. *Proceedings of the Nutrition Society* 59, 587–594.
36. Vanegas, J. A., Reynolds y Atwill, E. R. 2004. Effects of an Injectable Trace Mineral Supplement on First-Service Conception Rate of Dairy Cows. *J. Dairy Science.* 87:3665-3671.

37. Viejo, R. E. y Casaro, A. P. 1992. Suplementación parenteral con cobre en vacas gestantes y su efecto sobre el ternero al nacimiento. *Rev. Argentina de Producción Animal* 3:339-346.
38. Viejo, R. E. y Casaro, A. P. 1993. Efectos de la suplementación con cobre sobre la ganancia de peso, cobre hepático y plasmático en terneros. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 13 (2):97-105.
39. Wichtel, J. J.; Craigie, A. L.; Freeman, D. A.; Varela-Alvarez, H.; Williamson, N.B. 1996. Effect of selenium and iodine supplementation on growth rate and on thyroid and somatotropic function in dairy calves at pasture. *Journal of Dairy Science.* p.1865-1872. REDV

Volver a: [Minerales](#)