

## MINERALES: UNA FORMA MUY COSTOSA DE RECORTAR GASTOS



**ESCRITO POR:**  
**DR. HUMBERTO RIVERA, M.S.**  
ESPECIALISTA EN REPRODUCCIÓN

En estos tiempos difíciles de la economía, la necesidad apremiante de bajar costos ha llevado a algunos productores a ajustar presupuestos en áreas que tienen un dramático impacto en la rentabilidad a mediano y largo plazo. En general, el rol de los minerales tiende a ser subestimado tal vez por la pequeña proporción de los mismos en la ración, comparado con otros nutrientes. Es más, hay un concepto erróneo en la mente de algunos productores de que "micro" significa menos importante que "macro". En los minerales, el prefijo "micro" se refiere a las pequeñas cantidades presentes en el cuerpo y a las pequeñas cantidades requeridas comparado con otros minerales, pero los micro minerales son tan críticos como los macro minerales para la salud y el desempeño animal. En general, los minerales son requeridos para el crecimiento, función muscular y nerviosa; y son componente esencial de enzimas corporales, hormonas y células. En este artículo exploraremos al papel de los minerales y sus deficiencias, especialmente los micro minerales, bajo un enfoque exclusivamente reproductivo.

Hace unos 30 años, se creía que el balancear raciones que llenaran los requerimientos de mantenimiento y producción en cuanto a energía, proteína, vitaminas, minerales y agua; era suficiente para prevenir cualquier deficiencia o desbalance nutricional que pudiera afectar la reproducción (Smith y Chase, IRM14). En años recientes, las investigaciones han demostrado que los enlaces entre nutrición y reproducción son mucho más íntimos y complejos de lo que se creía inicialmente. Aunque los minerales han sido un componente importante en raciones lecheras, se conoce muy poco acerca de los efectos marginales de las deficiencias minerales, desbalances o ingesta excesiva.

Debido a que el rol de los macro minerales (Fosforo, P; Calcio, Ca, Sodio, Na; Cloro, Cl, Magnesio, Mg; Potasio, K, and Azufre, S) en producción y reproducción está

ampliamente documentado, este artículo no se enfoca en la función de los minerales y requerimientos en la vaca, sino en los efectos ocultos de las deficiencias minerales en reproducción.

### DEFICIENCIAS MINERALES Y PERÍODO DE LATENCIA

Suplementar minerales es un reto para los nutricionistas. Los requerimientos específicos dependen de la edad del animal, tamaño, estado fisiológico (crecimiento, producción, preñez), clima, etc. Para hacer las cosas más complicadas, la absorción mineral es menor que la de muchos otros nutrientes, y varía entre minerales, así como en la forma en que el mineral está presente en la ración. Las deficiencias sub clínicas son un problema mucho mayor que una deficiencia aguda, pues en tal caso, los signos específicos de la deficiencia no son evidentes inicialmente, y el animal continúa su crecimiento, producción y reproducción a una tasa subnormal (Larson, 2005). En el caso de los minerales traza, a medida que sus niveles bajan en el cuerpo, las funciones enzimáticas e inmunológicas son las primeras afectadas, seguidas de crecimiento y fertilidad, antes de una evidente manifestación clínica de la deficiencia.

### MICRO MINERALES:

En general, los minerales traza de importancia para la función inmune y resistencia a enfermedades son zinc (Zn), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn) y Selenio (Se). En deficiencias de Zn, se ha encontrado menor inmunidad celular, menor respuesta de anticuerpos y lento crecimiento de los tejidos linfoides (Fletcher et al., 1988). El primer nivel de defensa en el sistema inmune es la piel. El Zn y Mn son elementos claves para mantener la integridad de los epitelios. Recuerde que la integridad epitelial también es crítica en el tracto uterino para el transporte espermático, desarrollo embrionario inicial, y adherencia de la placenta.

### A) ZINC

Las deficiencias de Zn afectan el desarrollo testicular en los toros. Una deficiencia de Zn resulta en una reducida producción de espermias y retraso en su proceso de maduración. Los terneros tienen crecimiento lento y pubertad retardada. La deficiencia de Zn también resulta en una reducida utilización de la vitamina A, observándose signos de deficiencia de esta vitamina. De otra parte, las altas ingestas de Ca y P disminuyen la absorción del Zn a nivel intestinal.

Engle et al. (1997) encontraron que puede haber pobre desempeño animal a consecuencia de deficiencia de Zn sin un cambio apreciable en los niveles séricos o hepáticos de este, sugiriendo que el desempeño es más sensible a la deficiencia marginal. También encontraron que la deficiencia marginal puede ocurrir en un corto período de tiempo.

### B) SELENIO

Los suelos de en algunas áreas de los EEUU son deficientes en Se, de modo que los forrajes provenientes de dichas áreas también son bajos en Se. Las investigaciones indican una clara relación entre la deficiencia de Selenio en vacas secas y la retención placentaria. De igual manera se ha encontrado que las retenciones placentarias han disminuido cuando hatos deficientes en Se reciben inyecciones suplementarias de este mineral (50 mg) y Vitamina E (680 IU) unos 20 días antes del parto, o reciben 1 mg of Se por día en la ración. Otros estudios no han reportado tales beneficios, pero tenga presente que las placentas retenidas pueden tener otras causas, y el suplemento con Se solo será efectivo si esta condición es expresión de una deficiencia en Se.

Las deficiencias de Se han sido relacionadas con abortos, altas pérdidas embrionarias-fetales, baja fertilidad, alta incidencia de metritis, altos niveles de infección general y nacimiento de mortinatos y terneros

### ESPECIALISTA EN REPRODUCCIÓN

**Accelerated Genetics®**



E10890 Penny Lane • Baraboo, WI 53913  
800.451.9275 • 608.356.8357  
info@accelgen.com • www.accelgen.com



**Dr. Humberto Rivera, M.S.**  
hrivera@accelgen.com



**Dr. Alex Souza, Ph.D.**  
asouza@accelgen.com



**Tabla 1. Días post parto a varios eventos reproductivos para vacas de carne suplementadas o no con complejos micro minerales en presencia (R.P.) o ausencia (No R.P.) de retención de membranas fetales.**

ELEMENTO:		NO R. P.	R. P.
Días la primer celo	Control	54.2	81.0
	Suplementada	49.7	44.0
Días la primer celo	Control	78.1	85.9
	Suplementada	78.2	69.6
Días la primer celo	Control	28.1	41.8
	Suplementada	27.7	30.0
Días la primer celo	Control	31.3	40.2
	Suplementada	29.8	34.8

(Fuentes: Adaptado de Campbell et al., 1999)

débiles. Este último incluye "la enfermedad del musculo blanco"; una miopatía en el curso de la cual sales de Ca son depositadas entre las fibras musculares. Los niveles séricos de Se en hatos que presentan esta afección han sido extremadamente bajos (menos de 5 mg/100 ml). Se advierte que siempre se deben buscar causas adicionales a estos problemas en los hatos afectados.

Con base en la información disponible actualmente, suplementar Se parece ser una práctica recomendable en muchas áreas. Las dietas deben contener al menos 0.1 ppm de Se con base en materia seca. En algunos casos, la dieta debe ser suplementada con inyecciones de Se para mantener los niveles recomendados por encima de 8-10 mg/100 ml. En muchos casos, en hatos donde los niveles de Se son muy bajos, son necesarias las inyecciones de Se para retornar rápidamente a los niveles normales en la sangre. Después de las inyecciones, los suplementos en la dieta pueden ser efectivos para mantener los niveles recomendados. Se recomiendan exámenes de sangre para monitorear los resultados del suplemento.

### C) YODO

La reproducción se afecta a través de la acción del Yodo en la glándula tiroidea para producir tiroxina y triyodotironina. La función tiroidea inadecuada afecta el metabolismo corporal, y por ende la reproducción a diferentes niveles. La deficiencia de yodo retarda la pubertad y con frecuencia afecta la actividad ovárica (no hay celos). Otros signos de la deficiencia son baja tasa de concepción (TC), abortos, gestaciones prolongadas y el nacimiento de terneros muertos, débiles o alópécicos. La suplementación con Yodo se recomienda cuando sea necesario para que las vacas consuman 15-20 mg de Yodo al día. De otra parte, también se han reconocido los efectos de ingesta excesiva de Yodo. Esta ha sido asociada con abortos y la menor resistencia a infecciones. La falta de Yodo en el cuerpo también afecta indirectamente la tasa de crecimiento, producción de leche y consumo de alimento.

### D) COBRE

El cobre es de importancia extrema para mantener la función inmune. El Cu es necesario para la elaboración del tejido conectivo, glóbulos rojos, y enzimas corporales de gran importancia. La inoculación experimental de virus y bacterias ha demostrado incrementar la ceruloplasmina sérica y las concentraciones plasmáticas de Cu en bovinos con suficiente disponibilidad de Cu en la dieta, indicando un importante rol de protección del Cu en las enfermedades infecciosas (Stable et al., 1993). Bajos niveles de Cu han resultado en limitada inmunidad humoral y celular (Gengelback et al, 1997), así como han disminuido la capacidad bactericida de los neutrófilos en novillos.

Una mejor fertilidad también se ha reportado en vacas que recibieron un suplemento mineral orgánico, lo cual fue atribuido a una efectiva reparación de tejidos uterinos afectados luego del parto. Ahola et al. (2004) también encontraron mejores TC en un período de servicios de 60 días en vacas de carne suplementadas con Zn, Cu y Mn comparadas con vacas no suplementadas. Reservas de Cu por debajo de lo normal encontradas en algunos fetos han sido resultado de deficiencia en la madre, lo cual retarda el desarrollo y crecimiento. De igual manera, los niveles inadecuados de Cu en terneros recién nacidos han sido responsabilizados de la presencia de diarreas, y úlceras abomasales, y problemas respiratorios al poco tiempo del nacimiento (Naylor et al., 1989).

Los efectos reproductivos más importantes de la deficiencia de Cu son muy similares a los descritos para otros minerales, y se refieren a retardo en la pubertad y baja fertilidad. Otros signos de deficiencia de Cu son repetición de servicios y una proporción inusitada en la presentación de placentas retenidas. Los toros pueden tener libido reducida y semen de baja calidad. En casos de deficiencia severa, el toro puede quedar infértil por daño en el tejido testicular.

### E) MANGANESO Y COBALTO

El manganeso juega un papel importante en los procesos de metabolismo energético y activación enzimática. Las vacas con deficiencia de Mn no muestran celo, tienen baja TC, altas tasas de aborto y crías de bajo peso al nacer. Los terneros que nacen son generalmente débiles y pueden tener deformaciones como miembros encorvados o hipertrofia articular. El Cobalto es necesario para la síntesis de la vitamina B12, la cual a su vez es necesaria para el metabolismo energético. Sin Co en la dieta, la producción de vitamina B12 en el rumen cae rápidamente en cuestión de días. Los depósitos de vitamina B12 en el hígado de los rumiantes adultos son suficientes para durar varios meses si el animal es sujeto a una dieta deficiente en este mineral. Los animales jóvenes son más sensibles a una dieta deficiente en Co porque tienen menos reservas de vitamina B12 en el hígado (NRC, 2001). Los animales con deficiencia de Co tienen pobre apetito, baja condición corporal, y están débiles. Las TC de las vacas afectadas pueden estar reducidas.

### F) BALANCE Y ANTAGONISMO

El balance entre los micro minerales también es una consideración importante y representa un gran reto debido a las interacciones antagónicas que ocurren entre los minerales. Las interacciones primarias son el impacto negativo de altos niveles de Mo y S en la absorción del Cu; la interferencia causada por los altos niveles de Fe para la absorción del Zn, Cu y Mn; y la reducida absorción de Zn en la presencia de dietas altas en Ca. Otras interacciones minerales importantes son S-Se, Ca-P, Ca-Mn, y K-Mg. Algunos autores recalcan sobre una interacción que es muchas veces ignorada entre el Zn y el Cu. Para mantener un estatus adecuado de estos elementos, los niveles en la dieta deben conservar una relación entre 1:3 hasta 1:5 de Cu con respecto al Zn (Cu:Zn).

Otra consideración para la formulación son las diferencias de especies para los niveles máximos de toxicidad. Esto es de más cuidado para el Cu que para otros micro minerales. Por ejemplo, el Cu se torna tóxico a menores niveles en ovinos que en bovinos. Los caprinos tienen una tolerancia más parecida a los bovinos que a los ovinos. Los equinos tienen niveles de tolerancia al Cu aun mayores que los bovinos. Sin embargo, en las especies que son más tolerantes, más Cu no se traduce necesariamente en mejor desempeño. Alimentar altos niveles de Cu a largo plazo aumenta las cantidades de Cu almacenadas en el hígado. El riesgo de altos niveles hepáticos de Cu es que en el evento de estrés o una infección bacteriana, el Cu es rápidamente movilizado del hígado al torrente sanguíneo. Estos altos niveles de Cu en la sangre resultan en una crisis hemolítica que puede ser fatal para el animal.

También, algunos estudios (Nockels et al, 1993) sugieren que el estrés puede reducir el estatus de algunos micro minerales debido a la menor capacidad del animal para retenerlos. Esto implica que es importante tener animales en adecuado estado nutricional antes durante y después de períodos de mayor riesgo de estrés.



**Tabla 2. Resumen de deficiencias macro minerales en vacas lecheras.**

MINERAL	FUNCIÓN	DEFICIENCIA O PROBLEMAS ASOCIADOS
<b>Ca</b>	Huesos y dientes, contracción muscular (fiebre de leche), coag. sanguínea, impulso nervioso	Bajo tono muscular: DAs, Mastitis, prolapso uterino, placenta retenida.
<b>P</b>	Huesos y dientes, transf. y utilización de energía celular, membrana celular (fosfolípidos), balance ácido-básico, DNA/RNA	Depresión de ingesta, baja producción, baja concepción, baja expresión de celos, cojeras.
<b>Mg</b>	Huesos, activación de enzimas, potenciales de membrana celular, impulso nervioso	Tetania de los pastos (vacas), tetania de leche (terneros).
<b>K</b>	Balance ácido-básico e hídrico, contracción muscular, impulso nervioso, principal catión intracelular.	Depresión en la ingesta y producción, debilidad muscular, vaca caída.
<b>Na</b>	Balance ácido-básico e hídrico, presión osmótica, captación celular de glucosa, impulso nervioso, principal catión extracelular.	Pica, beben orina, baja ingesta y producción, pelaje seco y aspero.
<b>Cl</b>	Balance ácido-básico e hídrico, presión osmótica, digestión (HCL).	Deshidratación, depresión.
<b>S</b>	Estructura de amino ácidos, Complejo B, Metabolismo de bacterias ruminales.	

## MICRO MINERALES AND REPRODUCCIÓN

El desempeño reproductivo en bovinos puede comprometerse si los niveles de Zn, Cu, o Mn están de niveles marginales a deficientes. Los síntomas más comunes de una deficiencia de Cu son retrasos o ausencias de celos, menor TC, infertilidad y muerte embrionaria. Los inadecuados niveles de Zn han sido asociados con menor fertilidad, celos anormales, abortos, y alteración en la contractilidad del miometrio con partos prolongados (Maas, 1987). La deficiencia de Manganeseo en bovinos resulta en disminución de la TC, retraso en el primer celo pos parto en vacas y retraso en la pubertad de las novillas. También se presenta infertilidad, abortos, ovarios inmaduros y distocia (Maas, 1987). La adición de complejos minerales (minerales unidos a otra molécula, normalmente amino ácidos, para mejorar su absorción) a vacas de leche y carne estimula el desempeño reproductivo al inicio del período de servicios. Resultados de investigación en ganado de carne indican que las novillas de primer parto tienen preñeces confirmadas 10 d más temprano, una mejoría de 17 a 35% en TC, cuando las hembras son alimentadas con complejos minerales frente a hembras alimentadas con formas en iso-sulfatos.

Investigaciones en ganado de leche ilustran una reducción de 15 d en el promedio de días abiertos y 8 d en los días al primer servicio. Los productores de leche se pueden beneficiar de suplementar a través de todo el año con complejos de minerales traza debido a efectos adicionales como integridad de las pezuñas, más producción, y menor conteo de células somáticas. El mejoramiento de la eficiencia reproductiva en ganado de carne y de leche al lograr preñeces confirmadas más temprano en la estación de servicios puede traer beneficios económicos al productor.

Campbell et al. (1999) encontraron ventajas en varios parámetros reproductivos en vacas suplementadas con complejos minerales (Co, Cu, Mn, y Zn) comparado con una dieta que contenía una mezcla mineral convencional (n=60). Los días al primer celo fueron menores en las vacas suplementadas (47d vs 68 d), pero ninguno de los otros parámetros evaluados fue diferente (días abiertos, servicios por concepción, días al primer CL). Fue interesante, sin embargo, que las vacas que presentaron retención de placenta tuvieron más días al primer servicio en el grupo control, pero no en el grupo suplementado. En otras palabras, las vacas suplementadas con complejos minerales no fueron afectadas por la retención placentaria para los parámetros evaluados. Además, los días a la primera actividad lútea, y días al primer CL no fueron afectados en el grupo suplementado, pero fueron más prolongados en el grupo control. En el mismo estudio, no hubo diferencias en la producción de leche, componentes de la leche o conteo de células somáticas. Extrapolando los resultados de este estudio, se podría deducir que la reproducción es afectada mucho antes que la producción y la salud sean comprometidas en una deficiencia mineral.

Hay otras formas indirectas pero contundentes en las que las deficiencias minerales pueden afectar la fertilidad. Hoy en día, es aceptado que la fuente mineral tiene efecto en la absorción y utilización por el animal. Siciliano et al. (2008) encontraron un efecto positivo en varios parámetros de salud y producción en vacas suplementadas con complejos de minerales traza (Zn, Mn, Cu, and Co) frente a sulfatos minerales. A pesar de que no hubo ventaja aparente en la TC para los complejos minerales, se presentó una tendencia estadística a mayor proporción de vacas desechadas

antes de las 36 semanas post parto en el grupo control (sulfatos minerales) que en el grupo de complejos minerales. El reemplazar los sulfatos minerales con complejos minerales resultó en una mejor lactancia y mejor estado de pezuñas. Proveer complejos de micro minerales afecta varios aspectos del desempeño animal y su salud animal, tales como integridad de las pezuñas, fertilidad, lactancia y función inmune.

## 2. MACRO MINERALES

### A) FÓSFORO

El fósforo es comúnmente conocido como el "mineral de la fertilidad". Bajas ingestas de P han sido relacionadas con ovarios inactivos, retraso en la madurez sexual, y bajas TC. Los reportes iniciales encontraron menores tasas de parición y prolongados períodos de anestro donde había signos clínicos de deficiencia de P (por ejemplo, osteoporosis, osteomalacia, osteofagia, caquexia, anorexia). Desafortunadamente, no había certeza si estos hallazgos eran un efecto exclusivo de una deficiencia de P, o había combinación con otras deficiencias nutricionales (Lopez et al., 2004). Lopez et al. (2004) concluyeron que los productores que brindan niveles de P en la dieta por encima de las recomendaciones del NRC (0.37% vs 0.57% P en base seca) no gana nada en producción o reproducción. Por el contrario, están agravando un serio problema de daño ambiental (eutrofización de aguas superficiales), como también aumentando los costos de alimentación de forma innecesaria.

### B) CALCIO

EL ganado necesita Ca para el desarrollo óseo y producción de leche. Desde la mitad al final de la gestación, los requerimientos de Ca de una vaca aumentan un 22%, y después del parto un 40% adicional. La deficiencia de Ca puede llevar a fiebre de leche alrededor del parto especialmente en razas de alta producción. También se presenta mayor incidencia de distocias, placentas retenidas, y prolapso uterinos.

En consecuencia, una precaución general en la alimentación de vacas secas son las provisiones adecuadas de Ca y P para disminuir la presentación de fiebre de leche. En un estudio de 33 hatos en el estado de NY, las vacas que desarrollaron signos clínicos de fiebre de leche fueron 4.2 veces más susceptibles de necesitar asistencia al parto, 2 veces más susceptibles de tener placenta retenida y 1.6 más veces susceptibles de ser tratadas por metritis. Ya que todos estos desordenes se asociaron con bajo desempeño reproductivo, la prevención de la fiebre de leche es una consideración importante para maximizar la eficiencia reproductiva.

### C) POTASIO

El potasio es crítico en el balance ácido-básico, presión osmótica y en la cantidad de agua retenida en el cuerpo. Altos niveles de K pueden inhibir la absorción de Mg y causar problemas metabólicos, especialmente en sistemas de pastoreo. Otros estudios también reportan menor fertilidad en vacas alimentadas con altos niveles de K o en dietas en las que la relación K-Na es muy amplia.



## D) SODIO Y CLORO

El sodio y el cloro son muy importantes en el balance de electrolitos. Además, el Na afecta la absorción de azúcares y proteínas en el tracto digestivo. Las deficiencias de sal pueden afectar la eficiencia de la digestión e indirectamente el desempeño reproductivo en hembras bovinas.

## RESUMEN

El suplementar minerales traza es un reto por las pequeñas cantidades requeridas, estado fisiológico del animal, nivel de absorción del mineral, fuente del mineral utilizada, y deficiencias marginales que pueden pasar inadvertidas. Los minerales traza parecen ser más efectivos cuando van unidos a fuentes orgánicas (amino ácidos) debido a una mejor absorción. Los minerales traza son críticos en las funciones orgánicas y en la fertilidad. Las deficiencias minerales afectan el desempeño animal en poco tiempo, pero pueden pasar varios meses antes de observarse signos clínicos. Reducir o eliminar la mezcla mineral en la dieta de las vacas lecheras es una bomba de tiempo que lo llevara a una falla productiva y reproductiva.

## REFERENCIAS

Ahola J. K., D. S. Baker, P. D. Burns, R. G. Mortimer, R. M. Enns, J. C. Whittier, T. W. Geary, and T. E. Engle. 2004. Effect of copper, zinc, and Mn supplementation and source on reproduction, mineral status, and performance in grazing beef cattle over a two-year period. *J Anim Sci.* 82:2375-2383.

Smith R.D. and Dr. L.E. Chase. IRM 14. Dairy Integrated Reproductive Management. Cornell University. <http://www.wvu.edu/~exten/infores/pubs/livepoul/dirm14.pdf>

Lopez H., F. D. Kanitz, V. R. Moreira, L. D. Satter, and M. C. Wiltbank. 2004. Reproductive Performance of Dairy Cows Fed Two Concentrations of Phosphorus. *J. Dairy Sci.* 87:146-157

Larson C. K. 2005. Role of Trace Minerals in Animal Reproduction. Nutrition Conference - Extension and University Professional and Personal development. Dept Animal Sciences. University of Tennessee.

Schroeder J.W. 2004. AS1271. Use if Minerals in Dairy Cattle, North Dakota State University-Extension. <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1271.pdf>

Kreplin C., and B. Yaremco. 2000. Effects of Nutrition on Beef Cow Reproduction. Government of Alberta - Agriculture and rural development. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex3527](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex3527)

Nutrient Requirements of Dairy Cattle 2001. Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council. Seventh Revised Edition. Pages 105-150.

Siciliano-Jones J. L., M. T. Socha, D. J. Tomlinson, and J. M. DeFrain. 2008. Effect of Trace Mineral Source on Lactation Performance, Claw Integrity, and Fertility of Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 91:1985-1995

Campbell, M.H., J.K. Miller and F.N. Schrick. 1999. Effect of additional cobalt, copper, manganese, and zinc on reproduction and milk yield of lactating dairy cows receiving bovine somatotropin. *J. Dairy Sci.* 82:1019-1025.

Fletcher, M.P., B.E. Gershwin, C.L. Keen and L. Hurley. 1988. Trace element deficiencies and immune responsiveness in human and animal models. *Nutrition and Immunology.* R.K. Chandra, ed. Alan R. Liss, Inc., New York, NY. pp 215-239.

Engle, T.E., C.F. Nockels, C.V. Kimberling, D.L. Weaver and A.B. Johnson. 1997. Zinc repletion with organic or inorganic forms of zinc and protein turnover in marginally zinc deficient calves. *J. Anim. Sci.* 75:3074-3081.

Genglebach, G.P., J.D. Ward and J.W. Spears. 1997. Effects of copper deficiency and copper deficiency coupled with high dietary iron or molybdenum on phagocytic cell function and response of calves to a respiratory disease challenge. *J. Anim. Sci.* 75:1112-1118.

Naylor, J.M., T.R. Kasari, and B.R. Blakely. 1989. Diagnosis of copper deficiency and effects of supplementation in beef cows. *Can. J. Vet. Res.* 53:343-348.

Nockels, C.F., J. DeBonis and J. Torrent. 1993. Stress induction affects copper and zinc balance in calves fed organic and inorganic copper and zinc sources. *J. Anim. Sci.* 71:2539-2545.

Maas, J. 1987. Relationship between nutrition and reproduction in beef cattle. *Vet. Clin. N. Amer. Food Anim. Pract.* 3:633-646.1

Accelerated Genetics • 800.451.9275 • 608.356.8357 • [info@accelgen.com](mailto:info@accelgen.com) • [www.accelgen.com](http://www.accelgen.com)



PRSR STD  
U.S. POSTAGE  
PAID  
MADISON, WI  
PERMIT NO. 1949

Accelerated Genetics  
E10890 Penny Lane, Baraboo, WI 53913-9408  
Address Service Requested