

EDUCACION CONTINUADA

SELENIO – VITAMINA E

Estudio recapitulativo*

John B. Herrick, D.V.M.

INTRODUCCION

El propósito de éste artículo es familiarizar al profesional pecuario con algunas de las funciones y usos del selenio-tocoferol. Ningún otro elemento traza importante en nutrición ha experimentado tan dramática transformación en su condición como el selenio. Hace varios años, se le consideraba simplemente como un tóxico y solo sus efectos de tal eran conocidos.

Simultáneamente con éste aumento de interés y conocimiento del papel que juega el selenio en la alimentación humana y animal, se abrieron otras áreas de investigación, particularmente en el desarrollo de mejores técnicas para el diagnóstico de las deficiencias de éste mineral.

* Publicado por cortesía de Burns Biotech Laboratories inc. Version al español: Jorge E. Ossa

Solo recientemente, una prueba sanguínea rápida para enfermedades que responden al selenio ha sido descrita por investigadores de California. La prueba utiliza sangre entera, es económica y fácil de realizar. Con nuevas pruebas como ésta será posible, en unos pocos años, conocer más acerca del papel del selenio en la salud.

En la actualidad, al selenio se le considera como una parte esencial de la dieta. Al mismo tiempo, se ha hecho útil en la tecnología moderna: se utiliza en fotocélulas, radio, televisión, radares, técnicas de grabación del sonido y en fotocopias.

INFORMACION GENERAL

En los últimos años se ha hecho mucho más fácil hablar del uso del selenio en la práctica veterinaria. Recientemente se ha mostrado mucho interés en su uso terapéutico en programas de salud en ganado vacuno y en cerdos, además del interés en su uso para equinos y en pequeños animales.

En el pasado, nuestras facultades de Medicina Veterinaria, no enseñaban acerca de los usos clínicos del selenio y el tocoferol; sino que, por el contrario, trataban de impresionar nuestras mentes con los efectos tóxicos del mismo. Hasta hace muy poco tiempo, siempre que la palabra selenio era mencionada, la toxicidad era lo único que venía a nuestras mentes. Inmediatamente nos imaginábamos al caballo perdiendo sus cascos, el pelo largo de su cola y, eventualmente, al animal tembloroso que finalmente entraría en coma y moría.

En los últimos 10 a 15 años se ha hecho investigación considerable sobre el uso del selenio en la práctica veterinaria, y ahora sabemos que el selenio y el tocoferol juegan un papel importante en procesos fisioterapéuticos y que definitivamente tiene un papel vital en la prevención y tratamiento de muchas enfermedades.

Durante muchos años los Médicos Veterinarios vieron casos clínicos y leyeron reportes de degeneración muscular primaria en animales de abasto y en equinos. Durante los años de 1950 y 1960, se hizo un importante hallazgo acerca de la etiología de éstas enfermedades: se encontró que ellas eran causadas por una deficiencia en la dieta bien fuera de alfa tocoferol, de selenio o de ambos. Desde entonces, se han encontrado numerosas manifestaciones clínicas de la enfermedad del músculo blanco y de otras que responden al selenio o se presentan por deficiencias de selenio - alfa tocoferol.

El selenio es conocido como el más escaso, pero, cuando no se le controla, como el más tóxico de los elementos traza; aunque tiene un margen adecuado de se-

guridad cuando se le usa adecuadamente. Tomado en exceso, en ciertas formas (Sales, selenio elemental, selenio-aminoácidos) y bajo ciertas condiciones (tipo de dieta, deficiencias, etc.), las manifestaciones clínicas de la intoxicación pueden variar desde un desorden gastrointestinal hasta la muerte. El almacenamiento tisular del selenio puede encontrarse principalmente en el hígado, el bazo, los riñones, el páncreas y los testículos. El exceso de selenio es eliminado de los tejidos por la orina, heces y por el tracto respiratorio. No parece existir un efecto sistémico de larga duración por acumulación en los tejidos.

El selenio elemental es relativamente no tóxico y la forma inorgánica comúnmente utilizada, selenito de sodio, es relativamente de baja toxicidad. En general, se puede decir que los animales pueden tolerar hasta diez veces la dosis terapéutica de selenito de sodio.

Varios investigadores han demostrado que existe una estrecha relación entre las actividades fisiológicas y terapéuticas del selenio y el alfa tocoferol; existe definitivamente un efecto sinérgico cuando los dos se utilizan simultáneamente. También sabemos que el alfa-tocoferol reduce la toxicidad del selenio desde cuatro hasta doscientas veces. El selenio, por su parte, potencia el efecto de la vitamina E hasta más de seis (6) veces y puede aumentar su almacenamiento en los tejidos hasta seiscientos veces. Debido al efecto sinérgico del selenio y el alfa-tocoferol, comúnmente nos referimos a éstos dos nutrientes esenciales en forma conjunta (Se-T), más que en forma individual.

La deficiencia de selenio-tocoferol es un síndrome de condiciones metabólicas

e inflamatorias que se manifiesta en muchas formas y en grados variables. Este síndrome puede afectar cualquier sistema del organismo: digestivo, reproductor, respiratorio, músculo esquelético, hígado, etc.

Se ha demostrado que las deficiencias del Se-T se presentan en todos los Estados Unidos y en la mayoría de los demás países.

FUNCIONES DEL SELENIO Y EL TOCOFEROL

Como se mencionó anteriormente, cuando estamos hablando del selenio y el tocoferol, es apropiado hablar de ellos en forma conjunta. Desde el descubrimiento del selenio, siempre hemos dependido de los conocimientos acumulados acerca del alfa-tocoferol para tratar de entender cómo funciona el selenio. Como Médicos Veterinarios, hemos visto la respuesta al selenio en casos tales como la enfermedad del músculo blanco de las ovejas y el ganado vacuno, la esteatosis o enfermedad de la grasa amarilla de los visones y los gatos e igualmente en las varias deficiencias de vitamina E en las aves.

La vitamina E se presenta naturalmente en varias proporciones como una mezcla de las formas alfa, gamma, beta, delta, siendo alfa tocoferol la forma más potente de todas. Todos los investigadores están de acuerdo ahora en que una de las principales acciones fisiológicas de la vitamina E es la de antioxidante biológico: previene la peroxidación lipídica de los ácidos grasos poli-insaturados. La peroxidación y las peroxidasas producidas pueden causar daño a nivel molecular y celular. Al mismo tiempo éstas pueden reac-

cionar con las proteínas y dañarlas. En muchos casos, los rasgos de daño causados a las células o a la proteína son similares al causado por la radiación ionizante. Se ha documentado bien el hecho de que el tocoferol inhibe la peroxidación e impide la formación de éstos radicales libres (peroxidasas). El tocoferol se requiere en forma proporcional a la cantidad de lípidos poli-insaturados consumidos. Las grasas poli-insaturadas colocan a los animales en una condición de estrés que debe ser contrabalanceada por antioxidantes.

La vitamina E. también sirve como un antioxidante para la vitamina A. Previendo la oxidación de ésta vitamina esencial, podemos reducir sus requerimientos en la dieta, y, al mismo tiempo, estar más seguros de que el animal está recibiendo cantidades adecuadas de vitamina A.

El selenio, cuando se inyecta, se distribuye ampliamente por todo el cuerpo del animal. Los investigadores han demostrado que el selenio cuando se inyecta como selenito sigue el camino bioquímico del azufre, incorporándose en los dos aminoácidos azufrados cisteína y metionina (esenciales a la mayoría de los animales). Cuando se inyecta, el selenio se distribuye por todos los tejidos del animal, particularmente en el hígado, riñón, corazón y tejido muscular.

Los compuestos de selenio pueden actuar como antioxidantes lipídicos primarios, con un mecanismo muy similar al del tocoferol. Basicamente, el tocoferol ayuda a prevenir la formación de radicales libres (peroxidasas). El selenio no solamente ayuda a prevenir la formación de estos radicales libres, sino que, al mismo tiempo, puede atrapar y convertir muchos

de éstos radicales en compuestos estables, que no son nocivos para los tejidos. El selenio es un elemento esencial de la enzima glutation-peroxidasa, la cual destruye éstos radicales libres. El selenio también actúa como un antioxidante de los aminoácidos azufrados metionina y cisteína.

Otra función del selenio es la del transporte de la vitamina E. Tal como se mencionó antes, el selenio es transportado a los tejidos principales y también tiene la habilidad de cruzar la barrera placentaria. Mientras el selenio es distribuido en los diferentes tejidos, lleva consigo la vitamina E. Al mismo tiempo, el selenio potencia la acción de la vitamina E por lo menos seis veces y aumenta el almacenamiento de la misma hasta seiscientos (600) veces.

El selenio se incorpora a varias enzimas que son esenciales para el funcionamiento normal del organismo. Su papel en la glutation-peroxidasa ya ha sido mencionado. Cada molécula de glutation-peroxidasa contiene cuatro moléculas de selenio; de tal suerte que para asegurar que el organismo tenga suficiente cantidad de la enzima, el selenio debe estar disponible para su formación. El selenio también es importante para la coenzima A, que juega un papel importante en el ciclo de Krebs y en el ciclo de los ácidos tricarbónicos. Esto ha sido documentado por los trabajos de R.E. Olson y sus colaboradores; quienes encontraron que ratas alimentadas con cantidades trazas de selenio tenían niveles mayores de coenzima A en el hígado. Otros investigadores han confirmado estos hallazgos, al igual que el hecho de que la L-cisteína y la vitamina E también aumentan los niveles de coenzima A en el hígado. La interpretación de éstos

resultados todavía no es clara. Sin embargo, esto demuestra claramente la existencia de una interrelación entre la acción del selenio, los aminoácidos azufrados y la vitamina E.

Ubiquinona

En los años más recientes se ha obtenido información considerable relacionada con la enzima ubiquinona, también llamada Co-enzima Q. Se ha demostrado que la ubiquinona juega un papel importante en el transporte de electrones. Algunos investigadores creen que la síntesis de ubiquinona está relacionada significativamente con la vitamina E. Recientemente algunos investigadores han demostrado que el selenio también es importante en la biosíntesis de la ubiquinona. En presencia de niveles adecuados de selenio, la deficiencia de vitamina E no tuvo efectos aparentes en los niveles de ubiquinona en los tejidos. El valor de la ubiquinona en la prevención y tratamiento de enfermedades cardíacas e hipertensión experimental en ratas y perros sugiere la consideración del selenio y la vitamina E en medicina humana.

Selenio como un catalizador

El selenio juega un papel importante como catalizador en muchos procesos biológicos:

1. Actúa con el tocoferol para proteger, del daño por oxidación, a la célula y las membranas de los organelos.
2. Facilita la unión entre oxígeno e hidrógeno al final de la cadena metabólica y ayuda en el transporte de iones a través de las membranas.

3. Sirve como un catalizador en la síntesis de proteínas en eritrocitos y en organelos del hígado.
4. En la síntesis de inmunoglobulinas.
5. En la síntesis de ubiquinona.

Selenio-Tocoferol y el corazón

Además de las relaciones entre el selenio y la vitamina E con la ubiquinona y el corazón, existe evidencia de que tanto la vitamina E como el selenio tienen una acción en la distribución del oxígeno. Se ha demostrado que cuando los animales son colocados en un medio ambiente sin oxígeno, el tiempo de sobrevivencia de aquellos con niveles adecuados de Se-T fué mucho mayor. Durante la deficiencia de Se-T, el consumo celular de oxígeno aumenta dos a cuatro veces lo normal.

También se ha encontrado que el selenio sólo aumenta las contracciones del miocardio en el corazón privado de oxígeno, y al mismo tiempo aumenta su tolerancia a sustancias cardiotóxicas.

Acción anti-inflamatoria

Los efectos farmacodinámicos de la combinación de selenio y tocoferol han sido efectivamente demostrados por métodos de laboratorio comunmente utilizados para medir la acción anti-inflamatoria de las drogas. Las técnicas utilizadas fueron: la poliarteritis experimental en ratas, testículos de rata tratados con cadmio y la técnica del bolsillo de Selye.

Tanto los corticoides como el Se-T parece que bloquean la acción de sustancias

endógenas y exógenas que son nocivas para la célula y que pueden causar y perpetuar la inflamación. El mecanismo exacto como el Se-T actúa sobre la inflamación no se conoce; pero se cree que hay tres funciones básicas involucradas.

- 1) El selenio esencial para la formación de la glutatión peroxidasa; una enzima antioxidante cuya acción principal es inhibir y destruir el peróxido. Los peróxidos son un subproducto metabólico de la célula, pero pueden hacerse excesivos y nocivos cuando está ocurriendo la destrucción celular, lo que conlleva a una mayor destrucción de glóbulos rojos, de proteínas y otros tipos de daño celular.
- 2) El selenio y el tocoferol son ambos factores importantes en el mantenimiento de la integridad de las membranas lisosomales y celulares. Los lisosomas contienen enzimas hidrolíticas necesarias para el metabolismo intracelular; pero extracelularmente, éstas enzimas son muy destructivas. Se ha descubierto recientemente que el cortisol y otros agentes anti-inflamatorios como el Se-T estabilizan las membranas de los lisosomas, de tal suerte que hacen difícil su ruptura.
- 3) El tercer efecto anti-inflamatorio que comparten el Se-T y el cortisol es la habilidad para reducir y prevenir la formación de edema tisular disminuyendo la permeabilidad capilar. El mecanismo de acción está parcialmente relacionado con la estabilización de los lisosomas, previniendo la liberación de la enzima proteolítica Kalikreína en la célula. La Kalikreína actúa sobre una alfa-globulina que

produce bradikinina y ésta es una sustancia con poderosa acción vasodilatadora que causa una distensión de la membrana capilar, dando lugar a la salida de proteínas a los tejidos inflamados.

En efecto, el Se-T en dosis terapéuticas ayuda a la normalización de las células y aumenta su resistencia al daño por la inflamación. La terapia con Se-T puede producir una respuesta más lenta en ciertos tipos de inflamación; pero, por otro lado, los efectos colaterales indeseables del uso prolongado de los corticoides no se presentan.

Protección por anticuerpos

Se ha demostrado que el selenio, conjuntamente con la vitamina E, aumenta la producción de anticuerpos. Potenciación de la respuesta inmunitaria mediante inyecciones de vitamina E fué demostrada en cobayos, al ser inoculados con el virus de la encefalomiелitis equina venezolana por la vía intramuscular; no se obtuvo respuesta cuando el tocoferol fué administrado por vía oral. En California, los investigadores han demostrado hasta un 100% de aumento en los títulos de anticuerpos contra *Leptospira* en terneros que recibieron inyecciones de Se-T.

Deficiencias de Selenio

En los animales domésticos pueden ocurrir dos formas de deficiencia. Una, es la dietética, que se presenta por la deficiencia del selenio en la dieta; la otra es una deficiencia funcional. En éste último tipo, la dieta puede contener cantidades suficientes de Se, pero, debido a situaciones específicas, el animal es incapaz de utilizarlo.

Deficiencias Dietéticas

Aproximadamente el 50% de los suelos de los Estados Unidos son marginales o deficientes en selenio. Obviamente, los alimentos producidos en cualquier suelo deficiente tendrán muy poco selenio. Además, deficiencias dietéticas de éste elemento también pueden ocurrir a partir de alimentos provenientes de suelos no deficientes en selenio, debido a varios factores; entre los cuales resaltan los siguientes:

- 1) El PH del suelo: Las plantas tienden a tomar menos selenio del suelo cuando el pH baja de 7,8 a 5,4.
- 2) El consumo de leguminosas: Estas plantas, en general, poseen una baja capacidad para absorber selenio del suelo, y, aunque el suelo contenga cantidades suficientes, las plantas son deficientes.
- 3) Condiciones estacionales: En estaciones lluviosas ocurre un lavado del selenio hacia las partes más profundas del suelo quedando poco a disposición de la planta. Otro factor estacional es el hecho de que en la primavera ocurre un crecimiento más rápido de tréboles en comparación con otros pastos. El trébol, por ser una leguminosa, adquiere poco selenio del suelo.
- 4) Fertilización fuerte: La fertilización interfiere con el selenio de dos maneras:
 - a.— La mayoría de los fertilizantes contienen altas cantidades de $PO_4^{=}$, $SO_4^{=}$ y NO_3^{-} , y cada uno de és-

tos compite con el selenio por su absorción en la planta.

b.— La aplicación de fertilizantes generalmente disminuye el pH del suelo interfiriendo en la habilidad de la planta para absorber el selenio del suelo.

- 5) Cosecha temprana y secado de los granos: Al momento de cosechar los granos, éstos presentan en muchos casos niveles adecuados de vitamina E; sin embargo, debido a la alta humedad con que generalmente se cosechan (18% - 25%), pueden presentarse pérdidas de vitamina E por secamiento tardío o por secamiento a temperaturas altas con el fin de reducir rápidamente la humedad del grano a un 15% o menos. Por otra parte, la manipulación de granos cosechados muy temprano provoca una pérdida de la vitamina E al ocasionar daños en el gluten.
- 6) El consumo de grasas poli-insaturadas: Cuando se utilizan cantidades altas de harina de soya y harina de pescado, ricas en grasa poli-insaturadas, es necesario aumentar la vitamina E en la ración para prevenir la pérdida por oxidación.
- 7) Suelos con alto contenido de hierro: La mejor comprensión de las deficiencias de selenio exige del conocimiento del ciclo biológico seguido por éste mineral manteniendo presente la importancia de su solubilidad y disponibilidad. En general la vida vegetal requiere de selenoaminoácidos orgánicos solubles, los cuales son procesados por la planta para convertir-

los en subproductos inorgánicos. Los animales, sin embargo, pueden utilizar tanto las formas orgánicas como las inorgánicas y en la mayoría de los casos las formas orgánicas son descartadas del tracto digestivo. Esta forma orgánica es luego reciclada por las plantas y el ciclo se continúa. Si la forma orgánica es combinada con FeO_2 , se forma un compuesto de selenio insoluble que no es utilizado por la planta ni por el animal, y así resulta que la planta será deficiente en selenio, aunque éste se encuentre en cantidades normales en el suelo.

8. Otro punto para considerar en deficiencias nutricionales es que, aunque la explotación se encuentre en un suelo rico en selenio, muy a menudo el forraje puede provenir de pequeñas áreas deficientes en selenio. Con la comercialización y movimiento amplio de los productos alimenticios, realmente no tenemos idea acerca del lugar donde éstos fueron producidos.

Deficiencias funcionales

Es importante distinguir entre las deficiencias dietéticas y las deficiencias funcionales. Existen muchas fuentes de selenio en la naturaleza, y sin embargo, aunque la dieta contenga selenio, vitamina E o ambos, pueden existir deficiencias funcionales a nivel metabólico (celular). En muchos casos, el selenio puede no ser absorbido en el tracto intestinal. La absorción intestinal depende de varios factores:

- 1) La habilidad de la especie;
- 2) La forma o tipo de selenio en la dieta;

- 3) La presencia de varios elementos, tales como el azufre, que compite con el selenio a nivel de la absorción;
- 4) La posibilidad de que el selenio pueda ser quelado o combinado con otros compuestos de la dieta;
- 5) En rumiantes el selenio puede ser cambiado a una forma insoluble por procesos fermentativos.

Algunos factores medioambientales también pueden jugar un papel en la inducción a la deficiencia funcional. Por ejemplo, nadie esperaría que se presente una deficiencia de selenio en el estado de Dakota del Norte, cuyo suelo se considera que tiene niveles adecuados o muy altos de selenio, el cual está también presente en los alimentos. Varias fincas han denunciado crecientes problemas de terneros nacidos muertos y terneros débiles. Los terneros muertos han mostrado miopatía esquelética al examen post-mortem macro y microscópico. Esta miopatía está asociada con una deficiencia metabólica de selenio. Las fincas con éste problema estaban en un radio de seis (6) millas alrededor de plantas termoeléctricas y refineries de petróleo. Las plantas termoeléctricas que consumen carbón y las refineries producen grandes cantidades de dióxido sulfuroso que la alfalfa en crecimiento es capaz de absorber a través de sus hojas. Por tanto, aunque la planta contenga niveles adecuados de selenio no van a ser utilizados por el rumiante, debido al alto contenido de azufre en la planta. El problema de terneros débiles en ésta zona fué reversible en las siguientes 24 a 48 horas después de la inyección de Se-T.

Usos del Selenio y el Tocoferol en el Bovino

En los últimos años, los investigadores han encontrado que muchas enfermedades del bovino pueden ser tratadas o prevenidas mediante el uso de Se-T.

Enfermedad del músculo blanco

La deficiencia de selenio en los bovinos se conoce comunmente con el nombre de "enfermedad del músculo blanco" y se caracteriza por la coloración blanquecina o, mejor, por la decoloración del músculo esquelético y cardíaco. Otra forma de enfermedad del músculo blanco que se presenta en terneros es la forma miocárdica. Esta puede verse en animales con edades desde dos (2) semanas hasta seis (6) meses; la mayoría de los casos ocurren después de factores estresantes como el simple manipuleo o la vacunación, el movimiento de potrero a potrero o cualquier factor medioambiental adverso. Los síntomas clínicos de ésta forma son la debilidad progresiva, disnea y tos; en los casos avanzados puede presentarse ascitis. Si los animales sobreviven, a menudo desarrollan diarreas que son secundarias a la neumonía que se presenta en ésta forma de la enfermedad. Generalmente las diarreas no responden a tratamientos rutinarios. Una buena respuesta se obtiene en las 24 horas siguientes a la aplicación de Se-T.

Al examen pos-mortem se encuentra, generalmente, miodegeneración en las masas musculares mayores. El daño del músculo cardíaco es el más consistente, particularmente en el ventrículo izquierdo. Igualmente, se encontraron lesiones

debidas al daño cardíaco progresivo, como es la congestión pulmonar y exceso de líquidos pleural y peritoneal. En muchos casos es común una bronconeumonía secundaria.

Durante las deficiencias de Se-T, el consumo de oxígeno a nivel celular aumenta entre dos y cuatro veces lo normal. Con éste consumo aumenta de oxígeno ocurren daños a las proteínas de la célula muscular. Las proteínas sarcoplásmicas se coagulan, produciendo la coloración opaca del tejido (necrosis de Zenker). La fibra muscular dañada es necrosa, es fagocitada y luego reemplazada por sales de calcio y fósforo. El tejido miopático afectado contiene doble cantidad de fósforo y hasta 20 veces la cantidad normal de calcio. Si la coagulación de las proteínas protoplasmáticas cesa antes del daño nuclear, la célula afectada puede regenerarse.

Existen varias formas de músculo blanco en el bovino. Las vacas alimentadas con raciones de baja calidad, pobres en su contenido de proteína, TDN y presentarán la forma neonatal de la enfermedad. Los terneros de éstas vacas llegan a término, pero son débiles y si no son atendidos oportunamente mueren en la primera 24 a 72 horas. Los animales así afectados tratan de mamar, pero debido al daño en los músculos de la lengua, son incapaces de succionar. Exámenes post-mortem revelan deshidratación severa, bronconeumonía y degeneración de los músculos de la base de la lengua.

Las lesiones son más frecuentes en el animal joven, pero pueden encontrarse también en animales mayores en forma de miodegeneración. Recientemente se re-

portó miodegeneración de dos novillas preñadas después del transporte; el análisis de laboratorio demostró bajo niveles de Se en el hígado. Los hallazgos macro y microscópicos fueron características de la deficiencia de Se-T. Los animales habían estado sometidos a una dieta consistente principalmente en ensilaje de maíz. Algunos investigadores han encontrado que el ensilaje de maíz es más pobre en selenio que otros forrajes y granos cultivados en los mismos suelos.

Retención de la Placenta

Los Médicos Veterinarios y los ganaderos han notado que conjuntamente con la enfermedad del músculo blanco en los neonatos, se presentaba un aumento en la retención de las membranas. Se notó que cuando éstas vacas eran tratadas con Se-T inyectable antes del parto para prevenir la enfermedad del músculo blanco, la incidencia de retención placentaria también disminuía. En años recientes, muchas universidades han hecho investigaciones con Se-T para la retención de placenta.

En Ohio, se obtuvo la reducción de la retención de placenta de un 38% a un 0% en vacas que habían recibido inyecciones de Se-T. La última investigación se centró en el uso de 10 ml de Se-T (5 mg. de selenio y 50 mg. de alfa-tocoferol por ml.) en forma intramuscular y 20 días antes del parto. Esto resultó en una incidencia de retención de placenta de 8.8% en los animales tratados y un 51.2% en los controles. Resultados similares se obtuvieron en la Universidad de Pensylvania.

Esto muestra que el selenio está definitivamente relacionado con la normalidad

del útero y es necesario en las vacas adultas. La acción del selenio en ésta investigación, no resultó relacionada con la presencia de la vitamina E.

Reproducción

Los investigadores de Ohio también demostraron que mediante la adición directa de selenio al diluyente del semen para la inseminación artificial, se obtiene un aumento en la movilidad hasta un grado mayor que el del semen fresco. Debido al aumento de la movilidad, se pudo disminuir el número de espermatozoides por ampolla y se aumentó la rata de concepción. Quizá se deba considerar la posibilidad de administrar Se-T a los animales en edad reproductiva y durante la estación de monta. Puesto que el testículo es uno de los tejidos que tiene la habilidad para acumular grandes cantidades de selenio, parece lógico pensar que si se mantiene un nivel alto de selenio en la sangre y los tejidos, el semen producido por el animal deberá contener una cantidad alta de selenio con la cual se espera un efecto similar al de agregar selenio al semen colectado; si ésto es cierto, seremos capaces de aumentar las ratas de concepción con ésta práctica cuando se esté utilizando un sistema de monta natural.

Desmedro

Esta condición se encuentra más comúnmente en animales de un año, que pastan en potreros muy bien irrigados y que son deficientes en selenio. La exagerada irrigación tiene la tendencia a lavar el selenio del suelo, lo que provoca la deficiencia de selenio en las plantas. El problema se caracteriza por animales que no adelantan (poco crecimiento, poco pelo),

rígidez muscular y muy a menudo los animales desarrollan diarrea.

La mayoría de estos casos no responden al mejor manejo ni al tratamiento con antibióticos, pero muestran un mejoramiento dramático cuando se inicia el tratamiento con Se-T.

Otras condiciones que responden a la terapia con Se-T en el Bovino

- a) Vacas caídas: Muchos médicos veterinarios han reportado que numerosos casos de vacas caídas que están alerta, responden favorablemente al Se-T. También se han reportado buenos efectos cuando se tratan novillos caídos al momento de la entrada al lote de engorde, debido a una pobre función muscular por el estrés del transporte y la manipulación.
- b) Investigadores de la Universidad de Missouri han reportado éxito con el uso del Se-T para el tratamiento de la poliencéfalomalacia resistente al tratamiento con tiamina.
- c) Aumento de la ganancia: En varias áreas de los Estados Unidos se ha notado un 30-40% de ganancia de peso cuando se inyecta Se-T a intervalos de 28 días hasta el día 84. Al sacrificio, estos animales han mostrado una disminución en la incidencia de abscesos hepáticos, lo cual se atribuyó a una pared ruminal más sana. El rumen presentaba un mejor color y unas papilas más largas. La respuesta puede atribuirse al efecto antioxidante del Se-T y a la habilidad de la glutatión-peroxidasa para destruir las nocivas peroxidadas.

- d) Reducción en el número de terneros prematuros, débiles o muertos: en áreas donde la enfermedad del músculo blanco es un problema, también se presenta una alta incidencia de terneros prematuros, débiles y muertos. Los fetos y las madres fueron probados contra rinotraquitis infecciosa bovina, diarrea viral bovina, leptospirosis, brucelosis y deficiencia de vitamina A. Todas estas pruebas fueron negativas. Como último recurso, se administró Se-T en el último tercio de la gestación, lo que resultó en una disminución significativa del problema.

Usos del Selenio-Tocoferol en el Ovino

- 1) Enfermedad del músculo blanco: Las mismas consideraciones que para terneros.
- 2) Reducción de la incidencia de mortinatos, corderos débiles y aborto: las mismas consideraciones que para el ganado.
- 3) Otras condiciones que mejoran con el tratamiento de Se-T.
 - A) Aumento en la producción de lana;
 - B) Mas partos múltiples;
 - C) Algunos investigadores han reportado una mayor fertilidad.

Uso del Selenio-Tocoferol en los Cerdos

La deficiencia del selenio-tocoferol en los cerdos se caracteriza por varios síndromes. Estos disturbios son agudos, tienen

pocos síntomas clínicos y en muchas ocasiones son fatales. En algunos casos la aparición de los síntomas es estimulada por prácticas de manejo que conllevan al ejercicio de los animales y se presentan como rigidez, apatía y depresión antes de la muerte. Las lesiones presentes en la deficiencia de selenio-tocoferol pueden involucrar varios sistemas del cuerpo:

1. La lesión característica y más prominente es la necrosis hemorrágica aguda del hígado. El hígado aparece pálido, edematoso y necrótico.
2. Una degeneración muscular de tipo nutricional o enfermedad del músculo blanco está presente a menudo con la aparición de la decoloración del músculo que en algunos casos aparece edematoso. Se pueden presentar también depósitos de calcio.
3. Enfermedad del corazón de fresa: El miocardio es un músculo y las arterias están encerradas en una suave capa muscular. Si un cerdo es alimentado con una dieta deficiente en selenio-tocoferol por un período de tiempo o si su dieta normal es calentada en la preparación, el cerdo puede enfermar. Su corazón y otros músculos se deforman. En medicina veterinaria este tipo de cardiopatía se conoce con el nombre de microangiopatía dietética o muerte cardíaca súbita. En esta condición, las lesiones cardíacas son prominentes. El miocardio está congestionado y hemorrágico. Sangre y un transudado están presentes en la cavidad pericárdica. En las paredes y en la luz de los vasos pequeños se acumula una masa llamada "masa amorfa", se encuentra dis-

trofia pericárdica y en los estados más avanzados se puede encontrar una verdadera calcificación. Frecuentemente no hay síntomas premonitorios del problema y el único síntoma es la muerte súbita, particularmente cuando el animal ha sido sometido a condiciones del estrés.

4. El selenio-tocoferol ha demostrado su valor para aumentar el tono muscular en cerdas que han sido confinadas a la paridera por largos períodos, para ayudar a prevenir fracturas de la región lumbar y hernias de los discos vertebrales. Con éste confinamiento y sin ejercicio, ocurre una atrofia muscular como también la pérdida de tono. La mayoría de las cerdas muestran estro entre los tres y los cinco días posteriores al destete. Naturalmente asociado con el estro se presenta la monta por parte de otras hembras; lo que algunas veces conlleva a fracturas y hernias discales en la región lumbar. Accidentes de este tipo pueden ocurrir debido a varios factores:

- a) Agotamiento del calcio en los huesos por una alta producción de leche durante la lactancia.
- b) Debilidad muscular debida al confinamiento y al poco ejercicio: debido a la falta de tono muscular, ocurre una falta de soporte de la zona lumbar; lo cual puede conducir al daño de las vértebras o de los discos vertebrales en el momento de la monta. La administración de selenio-tocoferol 10 a 14 días antes de sacar los animales del confina-

miento mejora el tono muscular y previene el problema.

5. **Úlceras gástricas:** La ulceración del estómago asociada con hepatosis dietética puede prevenirse en cerdos entre las tres y las quince semanas mediante la adición de alfa-tocoferol y los aminoácidos cisteína y metionina en la dieta. Aunque el selenio no sea agregado directamente a la dieta, puede agregarse indirectamente, debido a la habilidad del selenio para combinarse con los aminoácidos asulfurados. La prevención de las úlceras en éste caso puede ser debida a la acción sinérgica del alfa-tocoferol y el selenio en forma de selenocisteína o selenometionina. Muchas de las úlceras estomacales de los cerdos se producen cuando éstos están sometidos a dietas con un alto contenido de grasas insaturadas. Se cree que éstas grasas destruyen la vitamina E que es antioxidante; con la oxidación de los ácidos grasos insaturados ocurre un aumento de peroxidasa, que es dañina a la mucosa gástrica. Esta condición se hizo común en Finlandia durante 1950-1960. Los investigadores finlandeses creen que el problema se debió al aumento en el uso de fertilizantes comerciales que contienen grandes cantidades de azufre, el cual compite con el selenio a nivel de absorción por la planta.
6. **Diarrea no específica:** Varios Médicos Veterinarios han reportado excelentes resultados, particularmente en ganado vacuno, con el uso de selenio-tocoferol en el tratamiento de diarreas que no respondieron al tratamiento con antibióticos. La razón

para explicar éste efecto se desconoce.

Recientemente, investigadores noruegos informaron que cerdos alimentados con raciones adicionadas con selenio tuvieron una disminución en la incidencia y en la severidad de la disentería porcina causada por el *Treponema Hyodysentiae*. De siete cerdos alimentados con niveles adecuados de selenio — vitamina E, solamente uno tuvo heces anormales, en comparación con la totalidad de cinco que fueron sometidos a una dieta deficiente. A la necropsia, los animales alimentados con la dieta deficiente tenían enteritis catarral, mientras que los animales experimentales tenían membranas pseudomembranosas en el colon. Los investigadores creen que la resistencia de éstos cerdos a la disentería es similar a la que presenta en el caso de *Escherichia Coli* con la adición de selenio-vitamina E. Parece que las pseudomembranas que se forman dan protección a las capas más profundas del intestino. Está podría ser la explicación para la buena respuesta al selenio-tocoferol en el tratamiento de diarreas.

7. Otras condiciones que se previenen o se mejoran con selenio-tocoferol:

- a) Síndrome del cerdo "Patiabierito";
- b) Mastitis-Metritis-Agalactia;
- c) Cerdos débiles al nacimiento: Se informa de cerdos que nacen aparentemente normales, pero son incapaces de pararse. A la

necropsia, éstos animales presentan lesiones como en la enfermedad del corazón de fresa, una distrofia muscular. El selenio pasa fácilmente la placenta y si las cerdas se inyectan con selenio-tocoferol antes del parto, se puede lograr una mejoría, debido a los niveles más altos de selenio con que nace el lechón.

- d) Aumento del tamaño de las camadas.

Uso del Selenio-Tocoferol en el Equino

Varios problemas musculoesqueléticos han sido prevenidos o tratados exitosamente con el uso de selenio-tocoferol en los equinos:

Azoturia (enfermedad de los lunes)

Esta condición se encuentra generalmente en caballos que son mantenidos en un sistema de alimentación completa, mientras están descansando. Existen varias teorías acerca de la etiología de la enfermedad. Una de ellas dice que durante el descanso se acumulan grandes cantidades de glicógeno en los músculos. Cuando el animal se ejercita nuevamente, el glicógeno se metaboliza muy rápidamente y se acumulan cantidades exageradas de ácido láctico en los tejidos. El ácido láctico causa daño a la célula muscular y ocurre liberación de mioglobina que se excreta por la orina. Otra teoría dice que el daño muscular ya ha ocurrido y que, cuando el animal se pone en ejercicio, el daño se hace mayor. Aquí, como en cualquier otra condición que implique daño celular, se liberan lisozimas que siguen causando daño al tejido sano. El tratamiento con

selenio está indicado, definitivamente, para estabilizar las membranas lisosomales y destruir los peróxidos. Si la azoturia es debida a la acumulación de ácido láctico en los tejidos, la acción oxigente del selenio ayuda a remover más rápidamente este ácido láctico, mediante su conversión a ácido pirúvico, que posteriormente se convierte en dióxido de carbono y agua a través del ciclo de Krebs.

Miositis (Engarrotamiento)

La mayoría de los clínicos creen que la miositis es una forma leve de azoturia. En éste caso el ácido láctico se acumula lentamente y no hace daño al músculo mismo. Nuevamente se debe considerar que por la inadecuada oxigenación de éstas áreas, éste ácido no se convierte rápidamente en ácido pirúvico, causando espasmos musculares. Esto produce dolor e interfiere con el movimiento. La terapia sería la misma que para la azoturia, con la misma razón para justificarla. Para éste problema, que es debido a trabajo intenso, la prevención mediante la inyección de selenio-tocoferol rutinariamente antes de jornadas de trabajo muy fuertes sería lo mejor.

Otras condiciones miodegenerativas

a) Poliomiocitis

Esta condición ocurre en caballos jóvenes, mal nutridos y estabulados, alimentándose de pastos con pobre contenido de selenio. El problema difiere de la azoturia y la miositis en que el ejercicio no es necesario para precipitarlo. La aparición súbita de los síntomas es comparable con el caso de la azoturia y la miositis. Muchos de los animales pueden mostrar mio-

globinuria pasajera. Todos los casos reportados se han asociado con una causa común: una ración con bajo contenido de selenio.

b) Miositis maxilar

Puede encontrarse en potros recién nacidos y hasta los 10 días de edad. El problema tiene similitudes con la enfermedad del músculo blanco de los rumiantes jóvenes. Muchos de los animales afectados tienen dificultades para pararse y para mamar por el daño en los músculos de la lengua. El corazón puede estar involucrado. Se pueden presentar muertes de neumonía por aspiración, debido a la parálisis de los músculos faríngeos. Al examen post-mortem, los hallazgos macro y microscópicos son muy similares a los de la enfermedad del músculo blanco. El problema se ha encontrado únicamente en potros de yeguas alimentadas con dietas deficientes en selenio. Para asegurarnos de que el potro nazca con niveles normales de selenio debemos inyectar selenio-tocoferol a la madre en las dos últimas semanas de gestación. El selenio-tocoferol rápidamente pasa a la placenta, de tal suerte que el potro adquiere el selenio necesario para la normal función muscular.

c) Cólico post-azoturia

En agosto 15 de 1977, el JAVMA publicó un artículo en el que se describe una miodegeneración distrófica asociada con cólico en los caballos. Los animales mostraron dolor muscular y espasmo de los músculos del lomo. Más tarde los animales excretaron orina de color oscuro, debido al daño muscular. Los animales habían sido mantenidos en una dieta deficiente en selenio. En casos de cólicos, se

debería pensar en la administración de selenio-tocoferol conjuntamente con la droga utilizada para la terapia de rutina.

d) Miositis post-cirugía

La justificación en este caso es que cuando se mantiene a caballos muy musculosos en posición relajada durante un largo período de cirugía, debemos preocuparnos por el daño muscular. Este daño resulta del flujo de sangre disminuido, debido a la presión sobre los vasos sanguíneos, por la relajación muscular. Con la disminución del flujo sanguíneo, ocurre un déficit de oxígeno lo que conlleva a la acumulación del ácido láctico que no está siendo convertido en pirúvico a una rata adecuada.

Otras condiciones que responden a la terapia con Selenio-Tocoferol

- 1) "Downer horses";
- 2) Infertilidad
- 3) Laminitis.

USO DEL SELENIO-TOCOFEROL EN CANINOS Y FELINOS

Problemas de discos vertebrales (Síndrome de Dach)

En la práctica de la medicina de pequeños animales, se presentan muchos casos de problemas de discos vertebrales. Para su tratamiento se ha utilizado la cirugía, drogas anti-inflamatorias y relajantes musculares. La patología de éstos casos es muy similar al problema de los discos vertebrales en los cerdos. La misma justificación enunciada para el uso del selenio-

tocoferol en aquellos casos puede ser enunciada para éstos en caninos y felinos.

Recientemente, se ha demostrado que cuando se toman muestras de pelo de los perros con enfermedad de discos y se comparan con muestras de animales sanos, las de los primeros contienen hasta 150/o más plomo que los animales sanos. Esto sugiere que el plomo o cualquier otro metal pesado sea un factor predisponente de la enfermedad. Si tal es el caso, los efectos favorables de la terapia con selenio-tocoferol podrían deberse a la habilidad de ésta para servir de quelante de metales pesados, como también, por la acción anti-inflamatoria.

Dislocación del Femur

El selenio-tocoferol tiene valor en estos casos por dos razones:

- a. Anti-inflamatorio;
- b. Mejorando el tono muscular en esta área; reduciendo así el movimiento anormal de la articulación.

Engarrotamiento en Grey-Hounds

Esta condición es muy similar a la miositis y al "engarrotamiento" de los equinos. En los equinos esto se debe a la carencia de oxígeno para la conversión del ácido láctico en pirúvico.

Problemas de la piel

Muchos clínicos han reportado buenos resultados en el tratamiento de la dermatitis del perro y el gato con productos de selenio-tocoferol. La acción se debe muy posiblemente al efecto anti-inflamatorio,

con la ventaja de que se evitan los efectos colaterales indeseables de los corticoides.

Otras condiciones que responden a la terapia con Selenio-Tocoferol

- A) Degeneración muscular de origen nutricional. El problema se reporta en perreras con dieta deficiente en selenio vitamina E. La enfermedad es muy similar a la enfermedad del músculo blanco en los rumiantes jóvenes. Cuando los alimentos que contienen grandes cantidades de grasas insaturadas se almacenan por largo tiempo, se pierde mucha de la vitamina E, y, en la misma forma, si hay grandes cantidades de grasas insaturadas en la dieta, los requerimientos de vitamina E y selenio también aumentan.
- B) Cualquier condición que curse con atrofia y trauma musculares.
- C) Atonía de la vejiga en felinos: En estos casos el selenio-tocoferol ayuda a mejorar el tono muscular de la vejiga, que se ha perdido debido a la distensión por la inhabilidad del animal para orinar cuando el problema es un cálculo urinario.
- D) En esteatitits

TOXICIDAD

Como se mencionó anteriormente, el selenio es uno de los elementos más tóxicos que se conocen si se usa incorrecta-

mente. Sin embargo, como todos los demás químicos y drogas utilizados en los animales domésticos, los productos de selenio son seguros si se les usa siguiendo las instrucciones indicadas.

Debido a los varios factores y condiciones que alteran los efectos del selenio en los animales domésticos, ha sido difícil diseñar experimentos tendientes a determinar los niveles tóxicos. Factores tales como la *vida* de aplicación, la duración del tratamiento o la especie involucrada son importantes de considerar en relación con la toxicidad. En general, los ovinos son más resistentes que los bovinos.

El tipo de sistema digestivo (monogástrico o rumiante) es otro factor que tiene que ver con la toxicidad. Conjuntamente con lo anterior debemos considerar la forma química del selenio en el momento de la administración. La edad también es importante, siendo los jóvenes más susceptibles. Investigaciones realizadas en la Universidad del Estado de Colorado han demostrado una amplia variación en la susceptibilidad entre individuos de la misma especie. Los signos de intoxicación suelen aparecer solamente cuando los niveles sanguíneos alcanza 3 ppm.

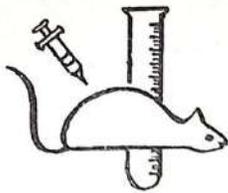
Los signos de intoxicación pueden variar entre las diferentes especies, pero más frecuentemente incluyen depresión, ataxia, disnea, diarrea, micción frecuente, olor del aliento a cebolla, taquicardia y taquipnea. Los signos terminales pueden ir desde convulsiones hasta una aparente anestesia completa.

REFERENCIAS

(Transcripción textual del original en Inglés)

- Adams, O.R.: Lameness in Horses.
Blood and Henderson: Veterinary Medicine, Fourth Edition.
Jensen, Rue: Diseases of Sheep.
Jones, Booth, McDonald: Veterinary Pharmacology and Therapeutics, Fourth Edition.
Jubb and Kennedy: Pathology of Domestic Animals, Second Edition.
Acute Cobalt and Isoproterenol Cardiotoxicity in Swine: JAVMA, July 1977
Antioxidant Action of Selenium-Tocopherol: H. C. Burns Symposium.
A Report on the Use of Mu-Se for Feeder Cattle: Dr. Powell, Arizona, Aug. 22, 1973.
A Review of Some Aspects of Vitamin E-Selenium Responsive Diseases with a Note on Their Possible Incidence in Alberta: Can. Vet. Journal, March 1976.
Clinical Experiences with White Muscle Disease: Proceedings AABP, 1976.
Control of Selenium-Vitamin E Deficiency in Growing Swine by Parenteral Administration of Selenium-Vitamin E Preparations to Baby Pigs or to Pregnant Sows and Their Baby Pigs: JAVMA, Sept. 1, 1973.
Dairy Calves Helped by Dietary Selenium: Prairie Farmer, Aug. 5, 1978.
Dystrophic Myodegeneration in Adult Horses: JAVMA, Aug. 15, 1977.
Effects of Intramuscular Injections of Selenium and Vitamin E on Selenium-Vitamin E Deficiency in Young Pigs: JAVMA, Oct. 1977.
Efficacy of Supplements in Prevention of Selenium-Vitamin E Deficiency in Swine: JAVMA, Sept. 1977.
For Prevention of Tying Up: Blood Horse Magazine, April 27, 1963.
Hepatitis Dietetica and Mulberry Heart Disease Associated with Selenium Deficiency in Indiana Swine: JAVMA, Nov. 1, 1970.
Inorganic Selenium Supplementation for Sows: Feedstuffs, Jan. 9, 1978.
Myodegeneration and Suspected Selenium-Vitamin E Deficiency in Horses: JAVMA, July 15, 1976
Myodegeneration Associated with Selenium-Vitamin E Deficiency in a Pregnant Heifer: JAVMA, Sept. 1, 1977.
Non-Specific Diarrhea in White Muscle Disease Areas - Probable Cause and Treatment: California Veterinarian, Sept. - Oct., 1960.
Ohio Research Uses Selenium in A.I.: Hoard's Dairyman, 1977.
Recovery of Injected Selenium in Milk of Dairy Cows: Ohio Agricultural Research and Development Center.
Selenium Content of Some Feed Ingredients Available in Canada: Can J. Animal Sci. 51: 71-74, April 1971.
Selenium Deficiency Associated with Energy Conversion Facilities: JAVMA, Vol. 171 No. 7.
Influence of Diet on Experimental Swine Dysentery: Acta Vet. Scand. 18: 384-396, 1977.
The Influence of Vitamin E and Selenium on Gastric Ulcers in Swine: Swine Research Report 343, MSU Exp. Sta.: 39-41, April 1977
Selenium for Beef Cattle in Shasta Country: University of California Cooperativa Extension Program.

- Selenium in Biology: Forst and Lish, 1975.
- Selenium Responsive Disease: Animal Nutrition and Health, May 1976.
- Selenium-Tocopherol May Prevent Retained Placentas: Animal Nutrition and Health, April 1978.
- Selenium-Tocopherol in Veterinary Medicine: VM/SAC, Dec. 1975.
- Selenium-Tocopherol Therapy: VM/SAC, Aug. 1966.
- Selenium Updated: Burns-Biotec Laboratories, Sept. 17, 1974.
- Selenium Requirements of Cattle and Means fo Meeting Them: Proccedings, AABP, 1976.
- Selenium-What's Good (and legal) About this Mystery Element: Dairy Herd Management, Sept. 1978.
- Supplemental Vitamin E, Selenium Effects Studied: Feedstuffs, 1977.
- The Health of Finnish Diet: 1977.
- Vitamin E-Selenium Deficiency in Swine, Differential Diagnosis and Nature of Field Problem: Aug. 1, 1970.
- Vitamin E and Selenium for Swine: Feedstuffs, 1977.
- Vitamin E and Selenium Responsive Myocardial Degeneration in Dogs: Can. Vet. Journal, Vol. 18, No. 10, Oct. 1977.
- Vitamin E Enhancement of Venezuelan Equine Encephalomyelitis Antibody Response in Guinea Pigs: JAVMA, June 1977.
- White Muscle Disease, A Selenium Responsive Myopathy: JAVMA, Feb. 1, 1963.



LAVETA

LABORATORIO DE DIAGNOSTICO VETERINARIO
Con Aprobación del ICA para todo tipo de Diagnóstico

Más de tres años contribuyendo al diagnóstico de los problemas Patológicos que afectan la Producción Pecuaria del país. Contamos con las últimas Técnicas para el Diagnóstico Veterinario.

Patología Aviar
Microbiología
Hematología

Patología de otras especies
Parasitología
Serología

Análisis Bacteriológico de Aguas y Alimentos. Diagnóstico de BRUCELOSIS, Anemia Infecciosa Equina, Newcastle, Trichomoniasis y todo tipo de Análisis.

Dirección: Carrera 53 No. 62-36
(Cundinamarca x Urabá)
Teléfono: 44 09 96



LABORIOS NOCAR

ANHISTAN Antihistaminico para uso Veterinario. Coadyuvante en el cólico de los equinos, peste candela, parálisis y timpanismo de la panza, mastitis, metritis y en general enfermedades alérgicas.

DIAGNOSTICO MASTITIS NOCAR

Presentación: 300 cc
1.000 cc

Utilizar 5 cc de producto con 5 cc de leche de cada cuarto en la BANDEJA PLASTICA, si se presenta coágulo el cuarto es positivo a mastitis, verificar diagnóstico del hato cada 15 días.

CONSULTE A SU MEDICO VETERINARIO

Tels.: 34 37 66, 34 75 21
Apartado Aéreo 50521
Medellín, Colombia

Tel.: 2 69 69 18
Transv. 40 43 43
Bogotá, Colombia