

INGESTION CRITICA DE METALES PESADOS EN DIVERSAS ESPECIES ANIMALES¹

Critical ingestion of heavy metals in different animal species

Enrique Bergqvist A.², Roberto Parada N.³ y Iván Palavicino H.⁴

SUMMARY

A bibliography revision was done in order to establish the critical ingestion of heavy metals (Cu, Mo, Zn, Cd, Pb) and metaloids in different animal species (sheep, cattle, equids, swine and poultry).

Through the information gathered, it can be deduced that animals are susceptible to metal excess in their diets, being even possible to cause death if the ingestion is too high.

However, not all animals exhibit a similar response to excessive metal ingestion and not all metallic elements are similarly toxic.

The relative susceptibility scale for different species, in decreasing order is the following: sheep, cattle, equids, swine and poultry.

Key words: heavy metals, metaloids, critical ingestion, relative susceptibility scale.

INTRODUCCION

Los metales pesados son descargados al ambiente, principalmente, por las actividades mineras. El impacto que produce este tipo de actividades es el de producir toxicidad en plantas o animales, si sus concentraciones exceden determinados valores, llamados niveles críticos.

El enfoque clásico para estudiar la toxicidad de estos elementos en los animales domésticos consiste en establecer relaciones dosis-respuesta, investigando los nexos entre la ingestión del elemento, su acumulación en el organismo (particularmente en órganos determinados) y el desarrollo de síntomas y lesiones.

Sin embargo, como señala Bremner (1979), tal enfoque no considera en forma satisfactoria a los múltiples factores fisiológicos y nutricionales que modifican la susceptibilidad de los animales a las intoxicaciones por metales y metaloides. La especie, sexo, edad y estado reproductivo de los animales, así como la dosis, forma química y tiempo de ingestión

de un elemento dado, son factores a considerar en tal sentido; de igual manera, en años recientes, se ha obtenido importantes evidencias experimentales y empíricas sobre el rol, a menudo decisivo, de las interacciones biológicas de diversos metales en la aparición de intoxicaciones en el ganado (Davies, 1974; Miller, 1975).

Estas pueden adoptar formas agudas y crónicas, siendo las crónicas las de mayor trascendencia para la explotación pecuaria.

La presente revisión bibliográfica intenta establecer los niveles máximos inocuos (o bien niveles permisibles), del elemento en los alimentos y el agua de bebida, de diversas especies animales.

Cobre

Los ovinos son altamente susceptibles a la intoxicación por cobre, afección que ocurre bajo condiciones de moderada ingestión del metal cuando no existe un significativo aporte dietético de cadmio, molibdeno, azufre o cinc, elementos que interfieren la acumulación orgánica de cobre (Hidiroglou, Heaney y Hartin, 1984). En condiciones naturales, Todd (1969) ha señalado casos de intoxicación crónica en ovinos con valores de dieta de 20 mg/kg de m.s.; valores equivalentes a la mitad de éste, han provocado significativa acumulación hepática del metal en condiciones experimentales, aunque sin desencadenar la sintomatología del problema (Hogan, Money y Blayney, 1968). Por otra parte, la intoxicación ha ocurrido

¹Recepción de originales: 1 de febrero de 1991.

Parte del proyecto "Fuentes de Contaminación con Residuos de Plaguicidas Organoclorados y Metales pesados en sectores agrícolas, Regiones IV a XI". Registro FIA N° 1/86.

²Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

³Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Mayor, Avenida Vespucio Sur 357, Santiago, Chile.

⁴Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Casilla 2, Correo 15, Santiago.

naturalmente por ingestión prolongada de 10 a 15 mg Cu/kg de dieta (trébol subterráneo), facilitándose la acumulación orgánica del metal por el bajo nivel de molibdeno (0,1 a 0,2 mg/kg) en el pasto (Auza, 1983). Los corderos son más susceptibles que los adultos a la intoxicación, postulándose en 15 mg/kg de dieta, el límite de toxicidad del cobre para los primeros (Auza, 1983).

Los bovinos son más resistentes que los ovinos a la intoxicación por cobre, siendo particularmente escasas las referencias a este problema en dicha especie. Altos valores de cobre en hígado y riñón, de novillos que consumieran pastos naturales con niveles mínimos del metal del orden de 37 mg/kg de m.s., han sido descritos en nuestro país (Parada y otros, 1985), aunque se incluye la participación de otros contaminantes metálicos en la situación estudiada.

Los cerdos son muy resistentes al envenenamiento por cobre, metal que corrientemente se adiciona a la ración de estos animales, por actuar en ellos como promotor de crecimiento (en dosis de 150 a 250 mg/kg); los casos extraños de intoxicación crónica por cobre en cerdos, han sido causados por errores en la dosificación del metal (Higgins, 1981).

Los equinos también, son altamente resistentes al problema; experiencia de Smith, Jordan y Nelson (1975), señala que el consumo prolongado de hasta 300 mg de Cu por kg de m.s. consumida, no ha causado trastornos manifiestos en ponies.

Si bien la intoxicación puede producirse a través del agua de bebida, este aspecto del problema no ha sido aún suficientemente estudiado; un reciente trabajo de Clegg, Casey y Keen (1986), no permite obtener mayores antecedentes al respecto.

Molibdeno

La intoxicación por molibdeno (molibdenosis), sólo ocurre naturalmente en los animales rumiantes y, entre éstos afecta casi exclusivamente a los vacunos (Ward, 1978). En terrenos naturalmente ricos en molibdeno, Barshad (1948), ha señalado la estrecha asociación de la enfermedad a valores del metal en suelo iguales o mayores que 0,8 ppm en extracto de saturación, encontrándose, en pastos, niveles de orden de 8 a 20 mg/kg de m.s. Sin embargo, es riesgoso postular niveles críticos de molibdeno en la dieta, sin considerar paralelamente los valores de cobre y azufre (especialmente como sulfato), en el alimento, dada la interacción de estos elementos a nivel gastrointestinal y celular (Huisinigh, Gómez y Matrone, 1973); por cuanto los síntomas de molibdenosis, derivan, casi en su totalidad, de una deficiencia orgánica de cobre condicionada por el molibdeno (Penumarthy y Oehme,

1978); se ha señalado que la molibdenosis sólo ocurre si la relación Cu:Mo es de 2:1, o menor (Miltimore y Mason, 1971). Por otra parte, no existe suficientes antecedentes respecto a la toxicidad del molibdeno en el agua de bebida; Kincaid (1980), obtuvo hipocuprosis en terneros a los que se administró 50 ppm del metal en el agua, efecto que no se observó al administrar 10 ppm.

Cinc

El cinc ha sido considerado como un elemento prácticamente atóxico para el ganado, pues la mayoría de los animales exhibe una amplia tolerancia a una elevada ingestión del metal (Underwood, 1977). Sin embargo, los modernos usos del cinc en el tratamiento y prevención de afecciones diversas han redundado en la presentación de cuadros agudos y crónicos de intoxicación por este elemento, aunque aún escasos e insuficientemente conocidos en su intimidad bioquímica. Experiencias de Allen y otros (1983), en un número limitado de animales, señalan que la dosis tóxica de cinc para terneros, corderos y ovejas se encuentra comprendida en dietas del rango de 500 a 1.000 mg/kg de m.s., en tanto que investigaciones de Ellis, Masters y Mayberry (1984), también en un número escaso de animales, restringen el nivel tóxico a 730 mg/kg de dieta. Por otra parte, Schryver y Hintz (1982), señalan manifestaciones de toxicidad al incluir al metal en dosis de 5.400 mg/kg (0,54%) en la ración de equinos. El elemento interactúa negativamente con el calcio, cadmio, cobre y hierro (Miller, 1971); este aspecto del problema no se ha tenido en cuenta en las investigaciones señaladas.

Cadmio

Como otros metales pesados, el cadmio es un tóxico acumulativo, el cual inhibe las funciones metabólicas del cobre, hierro y cinc en algunas especies cuando se le administra en cantidades relativamente pequeñas (Doyle y Spaulding, 1978). Por más que sus efectos tóxicos para los seres humanos se encuentren ampliamente documentados, son particularmente escasas las referencias a los niveles tóxicos de cadmio para el ganado, necesiándose mayores informaciones al respecto (Godfrain, Burgat-Sacaze y Rico, 1977); al decir de Neathery y Miller (1975), la toxicidad del cadmio en animales se ha investigado mediante dosis relativamente altas administradas durante corto tiempo.

Arsénico

Este metaloide es uno de los tóxicos más y mejor estudiados tanto en medicina humana como veterinaria y, según Ammerman y otros (1977), mundialmente, se le considera como una causal frecuente de intoxicación en los animales domésticos. Si bien

muchos de los usos del arsénico han perdido vigencia, posee aún múltiples usos industriales y médicos, encontrándosele, además, en insecticidas y herbicidas; también se le utiliza como estimulante del crecimiento en aves y cerdos (Doyle y Spaulding, 1978). Si bien el arsénico elemental no es tóxico, sí lo son sus sales inorgánicas y diversas formas orgánicas del elemento, siendo más venenosas las formas trivalentes que las pentavalentes.

Las dosis tóxicas (mg/kg de peso corporal) de arseniato de sodio son: caballos 6,5; vacunos 7,5; ovejas 11; cerdos y aves 11. Las dosis tóxicas de arsénico trivalente son: 7,5 a 11 mg/kg para cerdos y 33 a 55 mg/kg para caballos, vacunos y ovejas. La escala de sensibilidad para arsénico es totalmente diferente a la de los metales pesados (Clarke y Clarke, 1977).

Se afirma que los rumiantes desarrollan un apetito selectivo por el arsénico, consumiendo de preferencia los pastos contaminados por emanaciones ricas en el metaloide (Clarke y Clarke, 1977); ello es de interés en Chile, dado que el elemento es contaminante frecuente de minerales de cobre.

Plomo

Este metal se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, siendo acompañante corriente del cinc. El elemento posee múltiples usos industriales y es vertido al ambiente por efluentes de refinería, fundiciones, fábricas, etc., debiendo recordarse además su uso en gasolinas y en pesticidas (como arseniato). En los animales domésticos predominan las formas agudas de intoxicación por este elemento, las que afectan de preferencia al bovino y luego a equinos, aves y cerdos

(Neathery y Miller, 1975); los animales jóvenes son más susceptibles que los adultos (Blakley, 1984).

Casi todas las investigaciones sobre la toxicología del plomo en animales, se han realizado mediante administración (por diversas vías), de sales inorgánicas del elemento, particularmente aquellas que, como el acetato de plomo, son altamente solubles. En algunos casos, cantidades tan pequeñas como 6 mg Pb/kg de peso corporal diario (o 300 ppm en la ración total), han causado muerte en vacunos al ser consumido durante 60 días (Hammond y Aronson, 1964). Por otra parte, en terneros de hasta 4 meses de edad, 200 a 400 mg Pb/kg de peso, ingeridos durante 24 horas, han causado la muerte, tanto en forma de acetato como de carbonato básico y óxido de plomo (Allcroft, 1951), mientras que animales adultos han tolerado dosis dobles a ésta (Buck, 1970). La menor susceptibilidad de las aves a la intoxicación, ha sido demostrada por Damron, Simpson y Harms (1969), al señalar que pollos broiler sólo mostraron depresión de crecimiento al ingerir 1.000 ppm de plomo en la ración. La ingestión diaria de 6 a 7 mg/kg de peso corporal parece ser la dosis tóxica mínima para equinos (Buck, Osweiler y Van Gelder, 1982).

La mayor parte de las sales de plomo que se encuentran en el ambiente, son relativamente poco solubles. Sin embargo, se ha señalado que depósitos del metal provenientes de fundiciones y refinerías, en forma de PbS, PbSO₄, PbO.PbSO₄ o Pb elemental, resultan de dos a siete veces más solubles en los ácidos orgánicos del follaje en descomposición que en el agua (Ammerman y otros, 1977), lo que abre interrogantes sobre la importancia de este factor para la determinación de dosis críticas del elemento en condiciones naturales.

RESUMEN

Se presenta una revisión bibliográfica con el objeto de establecer la ingestión crítica de metales pesados (Cu, Mo, Zn, Cd, Pb) y metaloides en diversas especies animales (ovinos, bovinos, equinos, cerdos y aves).

De la información recolectada, se desprende que los animales son sensibles a excesos de metales pesados en la dieta alimenticia, llegando a producirse la muerte si esta ingesta llega a ser extremadamente elevada.

Sin embargo, no todos los animales presentan una respuesta similar frente al consumo excesivo de metales, ni todos los elementos metálicos son igualmente tóxicos.

La escala de sensibilidad relativa, para las diferentes especies animales, en general, es la siguiente, en orden decreciente: ovinos, bovinos, equinos, cerdos y aves.

Palabras claves: metales pesados, metaloides, ingestión crítica, escala de sensibilidad relativa.

LITERATURA CITADA

- ALLCROFT, R., 1951. Lead poisoning in cattle and sheep. *Vet. Rec.* 63: 583.
- ALLEN, J.G., MASTER, H.G., PEET, R.L., MULLINS, K.R., LEWIS, R.D., ZKINOW, S.Z. and FRY, J., 1983. Zinc toxicity in ruminants. *J. Comp. Pathol.* 93: 363-377.
- AMMERMAN, C.B., MILLER, S.M., FICK, K.R. and HANSARD, S., 1977. Contaminating elements in mineral supplements and their potential toxicity: A review. *J. Anim. Sci.* 44(3): 485-508.
- AUZA, N., 1983. Le cuivre chez les ruminants. Une revue. *Ann Rech. Vet.* 14: 21-37.
- BARSHAD, I., 1948. Molybdenum content of pasture plants in relation to toxicity of cattle. *Soil Sci.* 66: 187-195.
- BLAKLEY, B.B., 1984. A retrospective study of lead poisoning cattle. *Vet. Hum. Toxicol.* 26(6): 505-507.
- BREMNER, I., 1979. The toxicity of cadmium, zinc and molybdenum and their effects on copper metabolism. *Proc. Nutr. Soc.* 38: 235-242.
- BUCK, W.B., 1970. Lead and organic pesticide poisoning in cattle. *JAVMA* 156: 1.468-1.472.
- BUCK, W.B., OSWEILER, G.D. and VAN GELDER, G.A., 1982. Clinical and diagnostic veterinary toxicology. 2^a ed. Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuke. p.: 319-332.
- CLARKE, E.G. and CLARKE, M.L., 1977. Garner's veterinary toxicology, 2^a ed. The Williams & Wilkins Company, Baltimore. p.: 447.
- CLEGG, M.S., CASEY, S. and KEEN, C.L., 1986. Waterborne copper toxicity in sheep. *Agric. Practice* 7(1): 19-22.
- DAMRON, B.L., SIMPSON, C.F. and HARMS, R.H., 1969. The effect of feeding various levels of lead on the performance of broilers. *Poult. Sci.* 48: 1.507-1.509.
- DAVIES, N.T., 1974. Recent studies of antagonistic interactions in the aetiology of trace element deficiency and excess. *Proc. Nutr. Soc.* 33: 293-298.
- DOYLE, J.J. and SPAULDING, J.E., 1978. Toxic and essential trace elements in meat. A review. *J. Anim. Sci.* 47(2): 398-419.
- ELLIS, T.M., MASTERS, H.G. and MAYBERRY, C., 1984. Examination of the susceptibility of different breeds of sheep to zinc intoxication. *Aust. Vet. J.* 61: 296-298.
- GODFRAIN, J.C., BURGAT-SACAZE, V. and RICO, A.G., 1977. Aspects actuels de la pollution par le cadmium. *Rev. Méd. Vet.* 128: 441.
- HAMMOND, P.B. and ARONSON, A.L., 1964. Lead poisoning in cattle and horses in the vicinity of a smelter. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 111: 595.
- HIDIROGLOU, M., HEANEY, D.P. and HARTIN, K.F., 1984. Copper poisoning a flock of sheep. Copper excretion pattern after treatments with molybdenum and sulfur or penicillamine. *Can. Vet. J.* 25(10): 377-382.
- HIGGINS, R.J., 1981. Chronic copper poisoning pigs. *Vet. Rec.* 109: 134-135.
- HOGAN, K.G., MONEY, D.F. and BLAYNEY, 1968. The effects of molybdate and sulphate supplement on the accumulation of copper in the livers of penned sheep. *N.Z. Agric. Res.* 11: 435-444.
- HUISINGH, J., GOMEZ, G.G. and MATRONE, G., 1973. Interactions of copper, molybdenum, and sulfate in ruminant nutrition. *Fed. Proc.* 32(8): 1.921-1.924.
- KINCAID, R.L., 1980. Toxicity of ammonium molybdate added to drinking water of calves. *J. Dairy Sci.* 63(4): 608-610.
- MILLER, W.J., 1975. New concepts and developments in metabolism and homeostasis of inorganic elements in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 58: 1.549-1.560.
- MILLER, W.J., 1971. Zinc metabolism in farm animals. In: Mineral studies with isotopes in domestic animals (International Atomic Energy Agency, ed.). Viena. p.: 23-41.
- MILTIMORE, J.E. and MASON, J.L., 1971. Copper to molybdenum ratio and molybdenum and copper concentrations in ruminants feeds. *Can. J. Anim. Sci.* 51: 193-200.
- NEATHERY, M.W. and MILLER, W.J., 1975. Metabolism and toxicity of cadmium, mercury and lead in animals: A review. *J. Dairy Sci.* 58(12): 1.767-1.781.
- PARADA N., ROBERTO, BERGQVIST A., ENRIQUE y GONZALEZ M., SERGIO, 1985. Intoxicación crónica por cobre de origen industrial en bovinos de carne, *Arch. Méd. Vet.* 17(1): 53-59.
- PENUMARTHY, L. and OEHME, F.W., 1978. Molybdenum toxicosis in cattle. *Vet. Hum. Toxicol.* 20: 11-12.
- SCHRYVER, H.F. and HINTZ, H.F., 1982. Trace elements in horse nutritions. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 4: 534-541.
- SMITH, J.F., JORDAN, R. and NELSON, M.L., 1975. Tolerance of ponies to high levels of dietary copper. *J. Anim. Sci.* 41: 1.645-1.649.
- TODD, J.R., 1969. Chronic copper toxicity of ruminants. *Proc. Nutr. Soc.* 28: 189-198.
- UNDERWOOD, E.J., 1977. Trace elements in human and animals nutrition. 4^a ed. Academic Press. New York. p.: 196-242.
- WARD, G.M., 1978. Molybdenum toxicity and hypocuprosis in ruminants: A review. *J. Anim. Sci.* 46(4): 1.078-1.085.