



Revista de Toxicología

ISSN: 0212-7113

revista@aetox.es

Asociación Española de Toxicología  
España

Soler Rodríguez, F; Hernández Moreno, D; Oropesa Jiménez, AL; Pérez López, M  
Riesgos de los residuos de minería: intoxicación intencional en vacuno por arsénico inorgánico  
Revista de Toxicología, vol. 29, núm. 1, 2012, pp. 36-39  
Asociación Española de Toxicología  
Pamplona, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91925068008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Riesgos de los residuos de minería: intoxicación intencional en vacuno por arsénico inorgánico

Soler Rodríguez F\*, Hernández Moreno D, Oropesa Jiménez AL y Pérez López M.

Área de Toxicología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura. Avda. de la Universidad s/n 10003-Cáceres.

Recibido 4 de mayo de 2012 / Aceptado 3 de diciembre de 2012

**Resumen:** Las intoxicaciones por arsénico en los animales domésticos han sido una de las principales causas de intoxicación, especialmente en el ganado vacuno, aunque han ido disminuyendo desde la prohibición de muchos de sus compuestos y actualmente son anecdóticas. En este trabajo se presenta un caso de intoxicación intencional en ganado vacuno ocurrido en una explotación de Barruecopardo (Salamanca). Siete vacas nodrizas se vieron afectadas, muriendo cuatro de ellas, con un cuadro caracterizado por apatía, postración, pérdida de apetito, intensas diarreas, normotermia y disnea. En la necropsia se observaron fenómenos congestivos y equimosis en corazón y aparato digestivo, y úlceras perforantes en la pared del abomaso. Ante la sospecha de una posible intoxicación por arsénico, se analizaron muestras de hígado y riñón encontrando unos niveles de 13,57 y 8,65 mg/kg respectivamente, que confirmaron el diagnóstico clínico inicial. Un polvo grisáceo, insoluble en agua, que contenía arsénico en una proporción del 65,24 % ( $652,4 \times 10^3$  mg/kg) había sido depositado intencionadamente en el suelo donde se colocaba el alimento para el ganado. En el mismo cercado se produjo la muerte de 15 ovejas con un cuadro clínico similar. Este artículo resulta especialmente interesante debido a la ausencia de casos intencionados confirmados de intoxicación por arsénico en rumiantes. Se incide en la importancia del peligro de los residuos abandonados de minería cuando el arsénico es uno de los subproductos comerciales obtenidos.

**Palabras clave:** intoxicación, vacuno, arsénico, residuos, minería

**Abstract: Risks of mining residues: intentional inorganic arsenic poisoning in cattle.** Arsenic has been a major cause of poisoning in domestic animals, especially in cattle, though it has been declining since the ban of many of its compounds. Incidents are anecdotal today. This paper reports a case of intentional poisoning in cattle occurred in a farm in Barruecopardo (Salamanca). Seven adult cows were affected. Four died, with a condition characterized by apathy, prostration, loss of appetite, severe diarrhea, normothermia and dyspnea. At necropsy, congestion and ecchymosis in heart and the digestive system and perforating ulcers in the abomasal mucosa were observed. Arsenic poisoning was suspected and liver and kidney samples were analyzed. High arsenic levels (13.57 and 8.65 mg/kg, respectively) were detected, thus confirming the clinical diagnosis. A grey powder, insoluble in water, and containing arsenic in a proportion of 65.24% ( $652.4 \times 10^3$  mg/kg), had been intentionally poured in the field where cattle were routinely fed. Fifteen sheep died in the same enclosure showing similar symptoms. This article is especially relevant due to the gap of confirmed intentional cases of arsenic poisoning in ruminants. The risk due to residue mining with high content of arsenic is highlighted.

**Keywords:** poisoning, cattle, arsenic, residues, mining

### Introducción

El arsénico es un metaloide o semimetal muy abundante en la corteza terrestre, donde está presente en diversos minerales (menas). Su presencia en las rocas naturales hace que en la fundición de los minerales, tras su extracción minera, se forme sobre todo arsénico elemental y trióxido de arsénico [1-4].

El hombre ha utilizado a lo largo de la historia distintos compuestos de arsénico, sobre todo los óxidos, arsenatos y arsenitos, con diversos fines como insecticidas, herbicidas/defoliantes, conservantes de madera, en baños insecticidas para el ganado, en cebos contra las hormigas o roedores, e incluso con fines medicinales y como aditivos en piensos animales [1-3,5].

Se trata de un elemento de conocida toxicidad desde muy antiguo y que es responsable de intoxicaciones en personas y animales, tanto grandes como pequeños [2,6]. Los casos más frecuentes en animales están relacionados con la exposición accidental a antiguos sacos de plaguicidas arsenicales (fungicidas, herbicidas, insecticidas, rodenticidas), a suelos o aguas contaminados por actividades antropogénicas (pozos de sondeo, minería, plaguicidas, semiconductores, aleaciones, industrias del vidrio, química, etc.), por baños antiparasitarios e incluso por la ingestión de cebos envenenados [3,6-9].

El síndrome tóxico que se presenta varía en función de la forma química del arsénico, de la duración y dosis de exposición. Los arsenicales inorgánicos y trivalentes orgánicos originan un síndrome caracterizado por un grave efecto gastrointestinal (dolor abdominal, atonía y diarrea) y sobre los capilares, con debilidad, ataxia, decúbito y shock, mientras que los arsenicales orgánicos pentavalentes suelen originar un síndrome neurológico [2,8-10].

Esta intoxicación ha sido una de las más frecuentes en los animales, especialmente en vacuno [2,8,11], únicamente superada por el plomo [5], aunque actualmente es rara [4,12-14] debido al descenso del uso de estos compuestos, sobre todo en sus diversas variantes como plaguicidas, que han sido prohibidos por su peligrosidad directa y su persistencia en el medio ambiente. Por ello, es interesante el conocimiento de casos actuales, y en zonas concretas de España que posiblemente puedan originar otros casos con posterioridad.

En este trabajo presentamos un caso clínico diagnosticado de intoxicación intencional por arsénico inorgánico en vacuno, relacionada con la colocación en la zona de alimentación de los animales de residuos de minería incontrolados con un alto contenido en arsénico.

\*e-mail: solertox/unex.es

## Caso clínico

El caso clínico ocurrió en un cercado de una explotación bovina del término municipal de Barruecopardo (Salamanca) en septiembre de 2008, en el que estaban alojadas 15 vacas, la mayoría en distintos estadios de gestación. En ese momento los animales se alimentaban del pasto y recibían una suplementación a base de forraje que era depositado a mano en una zona concreta más compactada del cercado. Una mañana, el propietario halla muertas a 4 vacas, y otras 3 estaban afectadas mostrando como síntomas más evidentes apatía, postración, pérdida de apetito, intensas diarreas, normotermia en fase terminal y ligera disnea. Tras el aviso a un veterinario clínico, éste inició el tratamiento de los tres animales afectados, ante la sospecha de una posible intoxicación, con la administración i.m. de betaina glucuronato y etanolamida glucoronato (Norepar®), indicado como hepatoprotector y en las intoxicaciones al favorecer la glucuronidación de compuestos tóxicos. Igualmente les administró el antibacteriano marbofloxacino (Marbocyl BovinoS®) ante la posibilidad de tratarse de un proceso infeccioso o en prevención de posibles infecciones. La necropsia de las vacas fallecidas se realizó en el propio cercado observando la presencia de fenómenos congestivos generalizados, ligero edema pulmonar, hemorragias en sábanas y equimosis en corazón y aparato digestivo, entre otros órganos, y zonas de necrosis en la pared del abomaso con el desarrollo incluso de úlceras perforantes. Durante la necropsia el veterinario actuante tomó muestras de hígado y riñón únicamente de uno de los animales muertos, ante la posibilidad de enviarlas para análisis toxicológico. Tras las necropsias, los cadáveres fueron retirados por un servicio autorizado de retirada de cadáveres de acuerdo a lo establecido en la legislación vigente sobre eliminación y transformación de animales muertos en explotaciones ganaderas y sobre subproductos animales no destinados al consumo humano (SANDACH). Ello eliminó la posibilidad de ampliar el número de muestras para análisis químico. Las muestras de hígado y riñón se mantuvieron en congelación hasta su remisión al laboratorio.

Al día siguiente de la retirada de los cadáveres se introdujo en el cercado un rebaño de ovejas, de las cuales 15 aparecieron muertas a la mañana siguiente.

Ante estos hallazgos se hizo una exploración detallada del cercado observando la presencia de un reguero de polvo grisáceo en la zona donde se les suministraba el forraje, lo que evidenciaba que había sido colocado de forma intencionada. Ante este hallazgo los animales presentes en ese momento se sacaron del cercado y, por tanto, de la exposición al polvo sospechoso, lo que produjo una recuperación completa de los animales afectados. A pesar de que la mayoría de las vacas estaban gestantes no se produjeron abortos, aunque los terneros nacidos tras el episodio tuvieron cierto retraso en el crecimiento.

El cuadro clínico observado, la presencia del polvo sospechoso y la proximidad del cercado a una mina abandonada de wolframio, hicieron sospechar de una posible intoxicación por arsénico, ya que era conocido en la zona que este elemento se había comercializado como subproducto de la mina.

Ante esta sospecha, se contactó con el Laboratorio de Toxicología de la Facultad de Veterinaria de Cáceres, donde se remitieron, mantenidas en congelación, las muestras de hígado y riñón tomadas de una de las vacas, así como del polvo grisáceo hallado en la zona de alimentación de los animales, solicitando el correspondiente análisis toxicológico.

Las muestras se analizaron cuantitativamente mediante digestión

ácida de una cantidad aproximada de 1 g de muestra en vasos de teflón TFM de 60 ml en un horno microondas, con control de presión y temperatura en cada uno de los vasos. A cada muestra se añadieron 5 ml de ácido nítrico al 69% de calidad, 10 ml de agua Milli-Q y 2 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 30% y se sometieron a digestiones en distintas fases a temperaturas de 100, 140, 160 y 200°C. Tras la digestión se evaporaron los extractos, se reconstituyeron en ácido nítrico al 4% hasta 20 ml y se analizó el arsénico en un equipo ICP-AES Perkin-Elmer Optima 5300-DV dotado de un sistema de generación de hidruros. Las condiciones analíticas principales controladas en el ICP fueron el caudal de muestra (205 ml/min), caudal de argón de arrastre (0,8 ml/min), caudal de argón auxiliar (0,5 ml/min), caudal de argón de plasma (15 ml/min), potencia de radiofrecuencia (1300 W) y longitud de onda (188,979 nm).

Los resultados obtenidos fueron de 8,65 mg/kg de arsénico en la muestra de riñón, 13,57 mg/kg en la de hígado y 652,4 x 10<sup>3</sup> mg/kg (equivalente al 65,24 % en peso) en el polvo grisáceo.

## Discusión

Los resultados analíticos obtenidos en hígado y riñón confirmaron plenamente la sospecha de intoxicación por arsénico en el animal analizado y la altísima proporción del mismo (65,24 %) en el polvo grisáceo identificó el origen de la misma.

El diagnóstico inicial de esta intoxicación se basa en la historia clínica y los síntomas, siendo de ayuda los hallazgos de necropsia, lo que debe confirmarse mediante el análisis químico de arsénico en fluidos o tejidos corporales, además de localizar la posible fuente (agua, alimento, suelos, cenizas...) [3-5,10].

En animales muertos tras intoxicación arsenical los mejores tejidos para analizar son el hígado y el riñón, donde los niveles diagnósticos se sitúan por encima de 8-10 mg/kg [3,5,7], aunque si han pasado varios días desde la exposición hasta la muerte pueden estar entre 2-4 mg/kg [2,5]. El hígado y riñón de animales sanos raramente contienen más de 1 mg/kg de arsénico [15], estando la toxicidad asociada a valores superiores a 3 mg/kg [16,17]. En el animal estudiado, tanto hígado como riñón superaron ampliamente estos valores diagnósticos.

En el caso descrito, la intoxicación fue de carácter agudo con manifestaciones clínicas de tipo digestivo (diarreas) en los enfermos, e intensa irritación sobre la mucosa digestiva y fenómenos vasculares en los cadáveres, lo que concuerda con el cuadro clínico propio de la intoxicación por arsenicales inorgánicos descrito en la bibliografía [2,3,6,10,16]. Los síntomas de las intoxicaciones por arsenicales trivalentes y pentavalentes inorgánicos son similares, estando relacionados con unos importantes efectos sobre el tracto gastrointestinal y el sistema cardiovascular, pudiendo tener desde un carácter sobreagudo (con muerte rápida en cuestión de minutos a pocas horas) a uno más dilatado en el tiempo (pocos días), siendo infrecuentes las intoxicaciones crónicas en los animales domésticos [1-3,5-9,16]. En el caso estudiado la mayoría de los animales estaban gestantes, si bien no se produjo ningún aborto, lo que sí se ha señalado en los casos crónicos [6].

Como demostró el resultado del análisis del polvo grisáceo, la colocación del mismo en la zona de depósito del forraje y su posterior ingestión, con el alimento o por confusión con sales minerales, fue la causante de la muerte por envenenamiento de las vacas, y seguramente de las ovejas afectadas. De hecho, informaciones

confidenciales posteriores al veterinario clínico que trató el caso indicaban la sospecha de que el polvo tóxico procediera de unos barriles abandonados en la mina, que contenían un producto con alto contenido en arsénico, y de que la población local tenía conocimiento, no sólo de la existencia de dicho producto en la mina, sino también de la toxicidad del mismo.

El yacimiento de Barruecopardo, situado en la zona noroeste de la provincia de Salamanca, es una importante mina de wolframio a cielo abierto, cerrada desde 1982, aunque está previsto el reinicio de su actividad en un futuro próximo. Las minas de la zona son abundantes en los siguientes minerales: scheelita (mena principal de wolframio), arsenopirita, wolframita y pirita. El proceso metalúrgico comenzaba con una fragmentación y posterior concentración gravimétrica mediante cribas y mesas de sacudidas. Posteriormente, se separaban los óxidos de hierro magnéticamente y el arsénico, en forma de óxido, se recuperaba por tostación del sulfuro (arsenopirita). Durante unos años esta mina representó la mayor producción nacional de wolframio y también se dedicaba a la comercialización del arsénico. Cuando cesó su actividad, parte de las instalaciones fueron demolidas y el acceso de personas a las mismas, y a los restos de productos que quedaron en ellas, ha sido libre. Con mucha probabilidad, el polvo grisáceo utilizado para el envenenamiento de los animales procedía de algunos barriles abandonados que hubieran contenido ese trióxido de arsénico obtenido por tostación de la arsenopirita.

No aparecen en la bibliografía casos confirmados de intoxicaciones intencionadas por arsénico en rumiantes, por lo que el caso aquí presentado tiene un alto interés. El hecho de la aparición del reguero de polvo en el interior del cercado con animales, distante varios metros del vallado, y justo en la zona de esparcimiento del alimento, indican claramente la intencionalidad de la acción. Se ha descrito un precedente bastante similar en Canadá en el que murieron dos terneros y una vaca [18]. En esa ocasión se encontró un pequeño montón de polvo blanco parecido a cal hidratada cerca de una de las líneas de la valla del cercado donde se encontraban los animales, así como restos de un saco de papel que contenía cierta cantidad. El análisis resultó positivo a arsénico y desde el momento que se eliminó el material tóxico del pasto no volvieron a aparecer más casos. La causa de la aparición de ese material pulverulento no se conocía, aunque se apuntó la posibilidad de haber sido colocado allí bien por descuido o de forma maliciosa.

Los humos de las fundiciones o el polvo de las minas puede contener grandes cantidades de arsénico y contaminar los pastizales adyacentes y los suministros de agua potable, por lo que los alrededores de las minas y las fundiciones pueden representar un peligro no intencionado para el ganado que pastorea [1,3,4,6].

La causa más común de intoxicación ha estado representada por la ingestión de líquidos antiparasitarios utilizados para bañar y rociar a los animales [4-6]. Incluso el suelo y los antiguos corrales cercanos a antiguas cubas/piscinas de baños antiparasitarios para animales son aún fuentes de intoxicación por arsénico [2,4]. Otras causas menos frecuentes han sido el consumo accidental de pastos, o hierba segada, tratados con herbicidas arsenicales o las pulverizaciones de insecticidas en los cultivos [1,3,4,6], la incorporación accidental de arseniato cálcico a los concentrados [4], e incluso la ingestión de productos arsenicales que estaban almacenados en el establo desde muy antiguo [19] o desechos tirados en basureros [12,20]. Otro caso estuvo relacionado con la ingestión de una antigua partida de molusquicida en forma de pellets, que estaba almacenado en un establo desde hacía más de 20 años, y que estaba compuesto a base de

metaldehído y arsénico [19]. Entre los casos más recientes confirmados en vacuno hay que destacar un caso en Bélgica en el que tres vacas murieron tras el consumo de cenizas de viejos recipientes de herbicidas arsenicales que habían sido quemados en un prado [21]. Otra causa a tener en cuenta es la exposición a cenizas de madera tratada con arseniato de cobre cromado como conservante de la madera [11]. El vacuno, especialmente si está carente de sales, ingiere rápidamente estas cenizas debido a su sabor salado [6,10,17]. No hay que descartar la posibilidad de que los animales que padecieron la intoxicación en el caso estudiado estuvieran sufriendo una carencia de sales minerales, probablemente por estar la mayoría en gestación, lo que les pudo hacer lamer el polvo arsenical y por tanto padecer la intoxicación.

Hay que tener en cuenta que son muchos los factores que influyen en la toxicidad del arsénico, incluyendo el tamaño de partícula en el caso de materiales sólidos. En el caso que nos ocupa el origen de la intoxicación era material de alta riqueza en arsénico, finamente molido, en forma de polvo, de pequeño tamaño de partícula, lo que favorece la absorción digestiva o cutánea del arsénico [2,3,5].

En el caso descrito no se llegó a realizar tratamiento específico contra la intoxicación por arsénico ya que los animales se sacaron rápidamente de la parcela problema, evitando el consumo de más polvo gris, lo que produjo la recuperación de los tres animales enfermos. Tras el diagnóstico analítico definitivo se retiró completamente el polvo grisáceo de la parcela, que se volvió a ocupar con los animales, a partir de entonces sin problemas.

El tratamiento farmacológico efectuado (hepatoprotectores, antibacterianos) se encuadra en medidas de carácter general y preventivo, lo cual inicialmente es correcto al no disponer en un primer momento de un diagnóstico definitivo. De hecho, en los rumiantes, el tratamiento de los animales afectados por intoxicación por arsénico es principalmente sintomático y de soporte, con una atención especial a la terapia de fluidos y al apoyo cardiovascular para corregir el desequilibrio electrolítico y la deshidratación [10].

Además del hecho de la intencionalidad de la intoxicación, hay que destacar en este trabajo el enorme peligro potencial y la necesidad de medidas de seguridad respecto a los residuos de las minas una vez finalizada su explotación. Particularmente en aquellas en las que se obtuviera un subproducto muy rico en arsénico, que fuera vendido como fuente adicional de ingresos. Tampoco conviene despreciar las posibles repercusiones para la salud pública del consumo de alimentos animales procedentes de áreas próximas a fundiciones o minas que contaminan los pastos de los alrededores con arsénico [4,22]. Si bien la carne de animales supervivientes se ha indicado que es segura para el consumo humano [3], se han encontrado niveles de arsénico superiores a los niveles permisibles en carne y vísceras de vacunos que habían recibido a través del aire cenizas procedentes de centrales termoeléctricas [4].

## Conclusiones

Se describe un caso clínico de intoxicación intencionada por arsénico inorgánico en vacuno, por consumo de residuos de minería, de gran interés debido a la inexistencia en la bibliografía de casos confirmados de intoxicaciones intencionadas por arsénico en rumiantes.

La existencia de residuos de minería abandonados con altos contenidos en arsénico es un hecho que puede ocurrir en

explotaciones mineras abandonadas, lo que supone un grave riesgo para los animales que los pueden ingerir, y también para el medio ambiente cercano, pudiendo pasar al agua y otros alimentos creando un problema de salud pública.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ensley S (2004) Arsenic. En: Plumlee HK (ed) *Clinical Veterinary Toxicology*. Mosby Inc. St Louis. pp 193-195.
2. Garland T (2007). Arsenic. En: Gupta RC (ed) *Veterinary Toxicology. Basic and clinical principles*. Elsevier Inc, St Louis. 418-421.
3. Hatch RC (1988) Poisons causing abdominal distress or liver or kidney damage. En: Booth NH, McDonald LE (ed) *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. Iowa State Univ Press, Ames. 1102-1107.
4. Humpreys DJ (1990). *Toxicología veterinaria*. 3ª edición. Interamericana-McGraw-Hill, Madrid. 21-27.
5. Buck WB, Osweiler G y Van Gelder GA (1981) *Toxicología veterinaria clínica y diagnóstica*. Editorial Acribia, Zaragoza. 347-358.
6. Blood DC, Radostits OM (1992) *Medicina veterinaria. Libro de texto de las enfermedades del Ganado Vacuno, Ovino, Porcino, Caprino y Equino*. 7ª Edición, Volumen II. Editorial McGraw-Hill-Interamericana. 1346-1350.
7. Pouliquen H (2004) *Toxicologie clinique des ruminants*. Éditions du Point Vétérinaire. Maisons-Alfort. 170-171.
8. McGuirk SM, Semrad SD (2005) Toxicologic emergencies in cattle. *Vet Clin Food Anim* 21:729-749.
9. Osweiler GD (1996) *Toxicology*. Lippincott Williams & Wilkins, Media. 181-185.
10. Poppenga RH (2011) Commercial and industrial chemical hazards for ruminants. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 27: 373-387.
11. Hullinger G, Sangster L, Colvin B, Frazier K (1998) Bovine arsenic toxicosis from ingestion of ashed copper-chrome-arsenate treated timber. *Vet Hum Toxicol*. 40:147-148.
12. Faires MC (2004) Inorganic arsenic toxicosis in a beef herd. *Can Vet J* 45:329-331.
13. Guitart R, Croubels S, Caloni F, Sachana M, Davanzo F, Vandenbroucke V, Berny P (2010) Animal poisoning in Europe. Part 1: Farm livestock and poultry. *Vet J*. 183:249-254.
14. McLean MK, Hansen SR (2012) An overview of trends in animal poisoning cases in the United States: 2002-2010. *Vet Clin Small Anim* 42:219-228.
15. M. López Alonso, M. Miranda, C. Castillo, J. Hernández, J. L. Benedito (2002). Interacción entre metales tóxicos y esenciales en ganado vacuno de Galicia. *Rev Toxicol* 19:69-72.
16. *Manual Merck de Veterinaria* (2007). Ed. Océano-Centrum, Barcelona. 2305-2308.
17. Staples ELJ (1965). Ash from arsenic-treated (tanalised) timber a danger to stock. *New Z Vet J* 13: 65-67.
18. Davey DC (1941) Arsenic poisoning in cattle. *Can Vet J* 5: 268-269.
19. Valentine BA, Rumbelha WK, Hensley TS, Halse RR (2007) Arsenic and metaldehyde toxicosis in a beef herd. *J Vet Diagn Invest* 19:212-215.
20. Neiger R, Nelson N, Miskimins D, Caster J, Caster L (2004) Bovine arsenic toxicosis *J Vet Diagn Invest* 16:436-438.
21. Vandenbroucke V, Van Pelt H, De Backer P, Croubels S (2010) Animal poisonings in Belgium: a review of the past decade. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 79:259-268.
22. Bruce SL, Noller BN, Grigg AH, Mullen BF, Mulligan DR, Ritchie PJ, Currey N, Ng JC (2003) A field study conducted at Kidston Gold Mine, to evaluate the impact of arsenic and zinc from mine tailing to grazing cattle. *Toxicology Letters* 137:23-34.