

Efectos Toxicológicos: Arsénico.

Beyond the word in the criminal evaluation.

Fecha de presentación: 22 septiembre 2018
Fecha de aceptación: 20 octubre 2018

Paola Monserrat De la Rosa Hernández
Colegio Libre de Estudios Universitarios Campus León.

36

*“Toxicología forense
estudia los métodos de
investigación médico-
legal en los casos de
envenenamiento y muerte”*

Resumen

La presencia del arsénico en la naturaleza, ha traído cosas favorables, respecto a su uso, como cosas negativas. Prueba de ello, es que en múltiples ocasiones se ha utilizado para causar daños a la salud de terceros. Por tal motivo, ha tomado relevancia como objeto de estudio en materia de las Ciencias Forenses, como lo es la Criminalística y la Toxicología.

En el presente artículo se hace mención del arsénico, desde su composición natural, sus usos, y en materia que nos compete, sus efectos toxicológicos en el organismo del ser humano. Por lo que se proporciona datos como la clasificación a la que pertenece, dentro de los tóxicos. Las dosis efectiva, tóxica y letal, los efectos que se presentan cuando se consume, los síntomas que manifiesta, el mecanismo de acción con el que actúa, hasta el procedimiento que sigue en cuanto a la Toxicocinética.

Palabras Clave

Dosis tóxica, efectos por consumo, sintomatología, diagnóstico, tratamiento, ADME.

Abstract

The presence of arsenic in nature, has brought favorable things, regarding its use, as negative things. Proof of this is that it has been used on multiple occasions to cause damage to the health of third parties. For this reason, it has taken relevance as an object of study in the field of Forensic Sciences, such as Criminalistics and Toxicology.

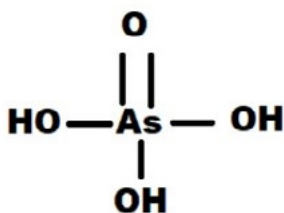
In the present article mention is made of arsenic, from its natural composition, its uses, and in matter that concerns us, its toxicological effects in the organism of the human being. So it provides data such as the classification to which it belongs, within the toxic. The effective, toxic and lethal doses, the effects that occur when consumed, the symptoms that it manifests, the mechanism of action with which it acts, until the procedure that follows in regards to Toxicokinetics.

Keywords

Toxic dose, effects for consumption toxisis toxic, symptomatology, diagnosis, treatment, ADME.

INTRODUCCIÓN.

El arsénico es común en la vida diaria. Al ser el ingrediente activo de muchos plaguicidas, existe en una forma trivalente, llamada arsenito (As_2O_3 , AsIII, As^{3+}), y un pentavalente, llamada arsenato (As_2O_5 , AsV, As^{5+}); ambas formas son tóxicas. La arsina (AsH_3) es un gas tóxico, inodoro, no irritante, que despiden las aleaciones de metales que contienen arsénico expuestas a condiciones ácidas durante la fundición de varios minerales.



Composición química del arsénico.

CONTENIDO.

El arsénico está presente en el aire, en el agua y en diversos alimentos, en estos últimos, en particular en mariscos, se presenta de manera predominante bajo la forma de compuestos orgánicos no tóxicos (arsenobetaina y arsenocolina). Los arsenicales orgánicos contienen arsénico trivalente o pentavalente, unidos a un átomo de carbono por un enlace covalente.

Como fuentes contaminantes de origen laboral se encuentran en los colorantes (vidrio y cerámica), metalurgia (aleación con otros metales, impureza de diversos metales), fabricación y utilización de algunos insecticidas, herbicidas y fungicidas.

Arsénico y su relación con las ciencias forenses.

El arsénico fue descubierto por Alberto Magno (1206-1280) en el siglo XIII. Es una sustancia que se puede extraer de depósitos naturales de azufre y desde la antigüedad fue utilizado como un potente veneno. Su coloración es grisácea y tiene un aspecto metálico blando, se disuelve fácilmente con las bebidas y a causa de que es insaboro no es detectado cuando se mezcla con la comida. Las pequeñas dosis van mermando la fortaleza del individuo, y la sintomatología es la de un malestar general similar a la de numerosas enfermedades, lo que hace difícil su diagnóstico. Los síntomas dependen de si el envenenamiento se produjo rápidamente o con dosis pequeñas. El vómito, la diarrea y los problemas hepáticos confundían a los médicos hasta hace poco,

porque pensaban que estaban ante un caso de úlceras gástricas o enfermedades hepáticas.

En 1775 Karl Schelle (1742-1786) describió un proceso para aislar el arsénico y el médico francés Valentín Rose (1762-1807) lo aplicó para detectar arsénico en el cuerpo pero no consiguió un procedimiento completamente exacto como para ser aceptado por la comunidad científica.

En 1832 un granjero inglés llamado George Bodle fue hallado muerto. Antes de su deceso presentaba debilidad general, vómitos y diarrea; parecía evidente que lo habían envenenado con arsénico y las sospechas recaían sobre su hijo, pero el jurado lo absolvió de todo cargo porque no se encontraron pruebas del supuesto envenenamiento.

Uno de los médicos litigantes del caso James Marsh, se propuso descubrir un método para hacer visible el arsénico en el cuerpo de la víctima. Cuatro años después lo encontró, mismo que en su honor fue llamado: "la prueba de Marsh".

La prueba constaba de varias etapas. La primera consistía en extraer una muestra de tejido, preferiblemente del hígado, al ser el órgano donde hay gran concentración de las sustancias químicas ingeridas por el organismo. Esta muestra se colocaba en una pipeta a la que se inyectaba gas hidrógeno; de hallarse presente el arsénico este se mezclaba con el gas convirtiéndose en arsina (AsH_3). Se dejaba que le flujo de hidrógeno siguiera su recorrido y pasara por un tubo de vidrio precalentado, el calor hacía disgregar las moléculas de arsina y el arsénico metálico se depositaba en el tubo mostrándose como unas pequeñas manchas perfectamente apreciables.

La química detrás de este proceso fue probada en laboratorio y se ajustaba al conocimiento que se tenía sobre las reacciones químicas, de modo que fue avalado por un gran número de especialistas. Incluso era un método tan preciso que se podían descubrir rastros de apenas 0,1 mg de arsénico en el organismo. Pruebas patológicas demostraron que ningún tejido del cuerpo humano presentaba un nivel de arsénico siquiera de una centésima parte del que la prueba era capaz de detectar, de modo que su presencia era una evidencia tangible de envenenamiento. Los jueces aceptaron esta prueba, sin embargo, no pudieron hacer nada en el caso de Bodle, pues la prueba toxicológica no indicaba quien había sido la persona causante del envenenamiento, eso debería descubrirse mediante otras técnicas más propias de la criminalística que de la química.

Para 1840 los estudios de Marsh se extendieron por Europa, al realizarlo el prestigioso profesor español Mateo Orfila (1787-1853), quien extrajo parte de las vísceras de una posible víctima de envenenamiento y las analizó con la técnica de Marsh. La conclusión fue evidente: la víctima fue envenenada y el material probatorio demostró que la culpable era la misma esposa de la víctima, quien fue condenada.

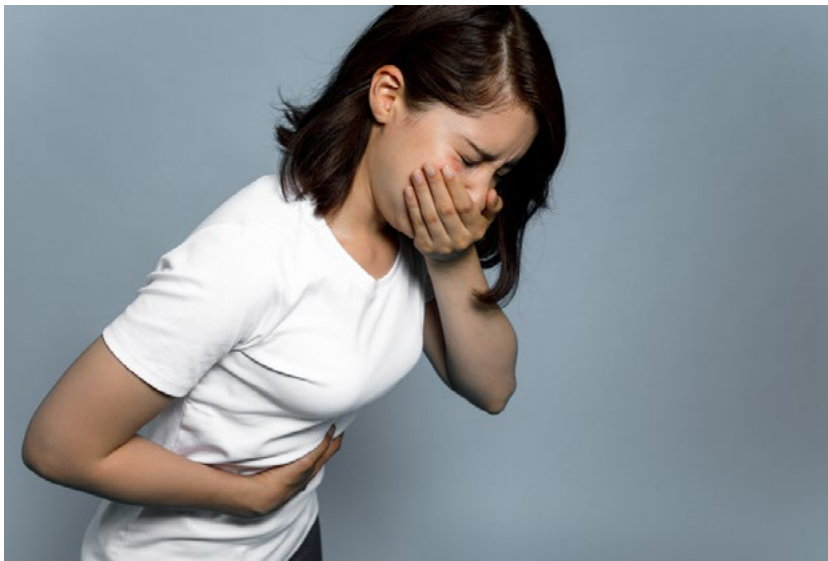
A partir de aquí en varios países europeos adoptaron esta téc-

"La muerte de Napoleon Bonaparte"

nica forense como válida en casos de presuntos envenenamientos con arsénico.

Pero el caso más conocido por envenenamiento con arsénico, es el de Napoleón Bonaparte (1769-1821). Luego de su caída en la batalla de Waterloo (1815), quedó recluido por los británicos en la isla Elba, donde pasó sus últimos años de vida hasta su muerte, donde ocurrida esta, el cirujano que lo atendió, plasmó en el informe de muerte, su fallecimiento a causa de cáncer en el estómago.

En las siguientes décadas la idea del envenenamiento persistió en historiadores y médicos, los cuales dudaban de la misma, pero no tenían evidencia de como demostrar lo contrario, a pesar de las técnicas existentes en esos años y las que posterior se fueron desarrollando.



En 1960, Hamilton Smith quien fuera médico del Departamento de Medicina Forense de la Universidad de Glasgow, Escocia, desarrolló un método para detectar el arsénico en el cabello. El cual consistía en un bombardeo de la muestra problema, con neutrones para obtener un rastro exacto de los compuestos químicos presentes en ella. Para ello, Smith logró conseguir un cabello de Napoleón, gracias a una joven que era allegada a Napoleón y él mismo se lo regaló en 1818, así como de un mechón que le cortó su peluquero el día anterior a su muerte. Estos cabellos fueron la muestra problema a las que se les realizó un estudio, donde los resultados fueron la confirmación de la presencia de arsénico en una cantidad tres veces superior al que era considerado normal, lo que daba indicios para decir que la dosis que se le había administrado era lenta, cada quince días, coincidiendo con las recaídas de salud que en los documentos de historia se habían cotejado.

La pregunta era una, ¿Quién había sido el asesino?

Debía tratarse de una persona allegada al emperador, y una vez más, las evidencias históricas señalaron al conde Montholon, quien fuera uno de sus mejores amigos y compañero de batallas, quien también lo acompañó hasta sus últimos días de muerte.

Estudios posteriores confirmaron esta teoría, aunque en un principio no era aceptada por varios historiadores franceses, quienes defendían la versión de que este envenenamiento se debió a los británicos, argumentando que el arsénico provenía del papel con el que se tapizó la residencia del emperador, ya que estaba pintado con arsénito de cobre, misma hipótesis que luego se descartó por los especialistas en la materia.

Es así que hasta hoy día, el método propuesto por Smith, sigue siendo utilizado para comprobar una intoxicación con arsénico, al ser tan preciso, ya que solo le es necesario 7 miligramos de muestra problema, mientras que otros procedimientos requieren como mínimo una cantidad de 1 gramo de muestra problema.

La Toxicología se enlista dentro de las Ciencias Forenses:

A pesar de los estudios y avances para detectar arsénico como provocador de intoxicación, todavía quedaba una amplia lista de venenos vegetales que podía usarse para el mismo fin. Por lo que la tarea de los investigadores forenses aún era bastante. Se fueron presentando diferentes casos en los que esta situación quedaba clara, pero, con la ayuda de la Medicina y la Química Forense, el científico forense se vio apoyado de las mismas y con opción de demostrar lo sucedido en estos casos en particular.

Es necesario resaltar el importante trabajo aportado para esta área por Mateo José Buenaventura Orfila (1787-1853), químico y

médico español, con sus estudios sobre sustancias venenosas, que tenían aplicación para fines forenses, recopilados en su obra "Découvert Du Pricomel Dans les Calculs Biliaires de l'homme" (París, 1812), y "Traité des Poisons Tirés des Trois Regnes ou Toxicologie Générale" (París, 1815), libros que fueron traducidos en múltiples idiomas, y además, fueron la base para que la Toxicología se desarrollará como ciencia auxiliar en apoyo a las investigaciones criminales. Es así como Orfila se vuelve parte esencial en las investigaciones criminales, haciendo el papel de perito en Toxicología, descubriendo culpables a partir del estudio riguroso del cuerpo de la víctima.

Es así como la Toxicología, se vuelve una ciencia forense de primer orden, que se apoya de otras áreas y las técnicas que en ellas se emplean, como lo son la Química y la Biología, cuyos resultados son plenamente aceptados en juicios que lo ameriten.

El arsénico se encuentra clasificado como un tóxico mineral, debido a sus propiedades. Como se muestra en la siguiente tabla que enlista las clasificaciones de los diferentes tóxicos y su origen.

Tipo de tóxico	Origen	
Nicotina	Vegetal	
Morfina, atropina, alcoholes, alcaloides		
Hongos		
Alimentos		
Veneno de arañas, serpientes, epinefrina	Animal	
Alimentos		
Arsénico	Mineral	
Plomo		
Mercurio		
Fósforo		
Cadmio		
Manganeso		
Cromo		
Niquel		
Berilio		
Talio		
Vanadio		
Salicilatos		Medicamentos
Benzodiazepinas		
Barbitúricos		
Insecticidas organoclorados	Plaguicidas	
Insecticidas órgano fosforados		
Carbamatos		
Herbicidas		
Alcohol	Drogas	
Opiáceos		
Inhalantes		
Anfetaminas		
Otros estimulantes (cafeína)		
Derivados de Cannabis sativa		
Cocaína		
Alucinógenos		
Hipnóticos		

Tabla 1. Clasificación de los tóxicos por su origen.

Usos en la actualidad.

Hoy en día, pese a sus propiedades tóxicas, el arsénico se sigue empleando en la manufactura de rodenticidas, herbicidas, y otros productos agrícolas. Así como en la industria de la fundición, por lo que la exposición a este metal pesado, es por humos y polvos.

Etiología.

Con este metal, la más común es la forma accidental. Seguida la ocupacional, la yatrógena (por medicamentos que contenga el metal) y la endémica (presentada, por ejemplo, en regiones como el norte de Argentina, donde las aguas arrastran el arsénico de la tierra, provocando una ingestión diaria que ocasiona una intoxicación crónica, regional endémica).

Ya no es tan común la forma homicida, debido a los avances en cuanto a técnicas de identificación toxicológicas en un cuerpo.

Dosis.

La forma orgánica es la menos tóxica, que la forma inorgánica. Las sales insolubles de arsénico y los arkanos arsenatos orgánicos poseen propiedades menos tóxicas que los compuestos inorgánicos solubles. La forma más tóxica es el gas de arsina.

Dosis media o dosis efectiva (DM o DE50): es aquella que produce un efecto determinado en el 50% de la población; en el arsénico equivale a una cantidad de:

DM= 40-60 mg/kg.

Dosis tóxica 50 (DT50): es aquella en la que la cantidad de tóxico ocasiona la aparición de efectos tóxicos en 50% de los pacientes; en el arsénico equivale a una cantidad de:

DT50= 61- 119 mg/kg.

Dosis Letal 50 (DL50): es aquella en donde la cantidad del fármaco produce la muerte del paciente. En el arsénico, esta cantidad equivale a:

DL50= 120-200mg/kg.

*Concentración de arsina en el aire:

15ppm causan muerte inmediata.

Efectos por consumo.

Todos aquellos efectos provocados en un paciente, al consumir una dosis específica del tóxico. Con el arsénico, se presentan los siguientes:

Sistema cardiovascular: se presenta una vasodilatación inicial, que por la trasudación de líquido conduce a una vasoconstricción refleja. Hay depresión cardíaca por contractibilidad disminuida.

Sistema digestivo: la dilatación de vasos espláncicos origina la formación de vesículas en la submucosa, que al romperse hay heces líquidas reciformes y sangrado.

Riñón: hay necrosis tubular aguda.

Piel: hay eritema palmar, hiperqueratosis, hiperpigmentación, atrofia y en ocasiones cáncer (carcinoma epidermoide).

Sistema nervioso: hay resorción de mielina y destrucción de cilindroejes.

Hígado: puede observarse esteatosis, necrosis perilobulillar y cirrosis.

Uñas: se forman líneas blancas horizontales, llamadas líneas de Mee.

Pelo: puede haber alopecia tardía.

Sintomatología de intoxicación: existen cuatro formas clínicas para la intoxicación con arsénico, que son:

- 1) Intoxicación sobreaguda o comatosa; que evoluciona en un lapso de horas.
- 2) Intoxicación aguda; que puede ser gastrointestinal, cardíaca o polineurítica, y que evoluciona en semanas.
- 3) Intoxicación subaguda; que evoluciona en semanas.
- 4) Intoxicación crónica, polineurítica o cutánea; que puede tener una evolución de meses y aun de años.

Dentro de esta clasificación, son más destacables:

Intoxicación aguda: las manifestaciones aparecen entre 30 minutos y 24 horas. Esto se debe a que el mecanismo de acción es reflejo. Estas manifestaciones consisten en:

- Vómito abundante.
- Diarrea líquida, a veces sanguinolenta.
- Dolor abdominal severo.
- Sensación de quemadura en esófago.
- Olor alíáceo en aliento y saliva.
- Cefalea, debilidad y vértigo.

Si el paciente no es hidratado, sobreviene e colapso y la muerte en 36 horas.

Cuando el paciente sobrevive, puede ocurrir daño renal, hepático y cardíaco, de naturaleza degenerativa.

En la exposición a gas de arsina, hay un periodo de latencia hasta de 24 horas, al que le siguen dolor abdominal, hemólisis e insuficiencia renal. Pero, si la exposición es prologada a bajas dosis se presenta ronquera, perforación del tabique nasal, anemia y trastornos digestivos.

Intoxicación crónica: esta es debida a la ingestión prolongada de pequeñas cantidades del tóxico, con las siguientes manifestaciones:

- Trastornos digestivos y nutricionales: consistente en

adelgazamiento, fatiga, inapetencia, náuseas, vómito y diarrea bronquial.

“la toxicocinética conjunto de fenómenos que experimenta el tóxico desde su entrada a un organismo hasta su eliminación”

- Trastornos catarrales: secreción nasal, cefalea y secreción bronquial.

- Trastornos de la piel: tonalidad bronceada con puntos blanquecinos (melanodermia en “gotas de lluvia”), luego aparece hiperqueratosis palmar y plantar, que puede evolucionar en carcinoma epidermoide. En las uñas aparecen líneas blancas (líneas de Mee).

- Trastornos neurológicos: presencia de los signos de “mano en garra” y “pie caído”.

Diagnóstico y pronóstico.

Pista diagnóstica: dan sugerencia de intoxicación agua por arsénico las siguientes manifestaciones clínicas: dolor abdominal intenso, diarrea acuosa o sanguinolenta, albuminuria y olor a ajo, especialmente en el aliento y sudor.

Mientras que dan sugerencia a la intoxicación crónica por arsénico las siguientes manifestaciones clínicas: coriza, parestesias, transpiración con olor a ajo, hiperpigmentación, queratosis, pérdida del cabello, líneas de Mee y anemia.

Laboratorio.

Muestras para toxicología analítica:

Las más viables para estudio de intoxicación con arsénico, se pueden realizar en orina, pelo y uñas.

Los niveles de orina son los más útiles, debido a la corta vida del arsénico en la sangre.

Niveles de valor toxicológico:

100-200 µg/L = sospechoso de intoxicación.

Más de 200µg/L = intoxicación aguda.

En cabello, los niveles de arsénico son los siguientes:

1-3mg/100 gramos = intoxicación aguda.

0.1-0.5mg/100 gramos = intoxicación crónica.

Toma de muestras toxicológicas.

En caso de cabello, la cantidad de pelo debe ser la suficiente, de al menos 200mg, que equivalen a un mechón del grosor de un lápiz. Las muestras ideales provienen de la región posterior de la cabeza, porque el 85% del cabello de esa región está en fase de crecimiento activo y una mayor cantidad de tóxicos podrían fijarse allí, y ha de ser cortado tan al ras del cuero cabelludo como se pueda. Si las muestras están mojadas se dejan secar a temperatura ambiental y finalmente se embalan en sobre de aluminio o de papel para evitar su contaminación.

En caso de orina, tomar una muestra considerable y depositarla en recipiente de plástico o vidrio, y dejar en temperatura ambiente.

Tratamiento.

- Intoxicación aguda:

Se realiza una descontaminación mediante la administración de ipeca o lavado gástrico con hidróxido de magnesio al 10%, carbón activado o suspensión de leche en polvo. Esto solo tendrá utilidad cuando se actúa dentro de las primeras 6 horas posteriores a la ingesta.

También la piel expuesta debe ser descontaminada.

Antídotos: un nivel urinario por encima de 200µg/L, es una indicación para proceder a la quelación.

- Intoxicación crónica: para este tipo de intoxicación, el tratamiento consistirá en:

- a. Alejar al paciente de la exposición.
- b. BAL.
- c. Terapéutica sintomática.

Pronóstico.

- Intoxicación aguda: una supervivencia mayor de una semana que suele ser seguida de recuperación completa.
- Intoxicación crónica: hay una recuperación completa que requiere de seis meses a un año.



BAL (British anti lewisite): indicado en toda exposición aguda al arsénico, pero no para gas de arsina. Pero un esquema de tratamiento puede ser el siguiente:

- 1° y 2° día= 3-5mg/kg, intramuscular cada 4 horas.
- 3° día= 3mg/kg, intramuscular, cada 6 horas.
- 4° a 10° días= 3mg/kg, intramuscular, cada 12 horas.

Esto hasta que los síntomas mejoren y el nivel de arsénico en orina descienda por debajo de 50µg/24horas.

Tratamiento soporte: que consiste en los siguientes aspectos;

- a. Cuidar el equilibrio hidroelectrolítico.
- b. Monitorear el ritmo cardíaco.
- c. Vigilar las funciones renal y hepática.

Mecanismo de acción.

- Intoxicación aguda: solamente hay signos de irritación del tracto digestivo, como enrojecimiento de la mucosa gástrica (“terciopelo rojo”), y a veces, una espesa capa de moco y gránulos del tóxico. Los intestinos usualmente son de aspecto normal.

Una anomalía frecuente en el corazón es la hemorragia subendocárdica en el lado izquierdo del septum intraventricular.

- Intoxicación crónica: presencia de melanodermia, especialmente en pliegues de flexión, en la frente y en el cuello. En el estómago e intestino delgado con frecuencia se observa enrojecimiento de la mucosa. El hígado puede mostrar esteatosis y, en ocasiones, necrosis perilobulillar.

En el riñón puede ocurrir necrosis tubular, y en el miocardio daño fibrilar, infiltrados celulares intersticiales y, a veces, degeneración grasa.

Toxicocinética.

Este proceso ha de componerse de cuatro fases, la absorción, distribución, metabolismo o biotransformación y la eliminación; en cada uno ocurren procesos diferentes que cada sustancia, o en su caso tóxico, pasan desde que son ingeridos.

Absorción: Los compuestos arsenicales se absorben a través de las vías digestivas, respiratorias y cutáneas. Los compuestos orgánicos de arsénico se absorben mejor que los inorgánicos y los pentavalentes más que los trivalentes.

- Forma pentavalente: a través del intestino delgado.
- Forma trivalente: al ser liposoluble, es a través de la piel.
- La inhalación puede ser por exposición crónica.

Estos compuestos se absorben parentalmente en 24 horas.

Distribución: inicialmente se localiza en la sangre, unido a una globulina. Dentro de las 24 horas se distribuye al hígado, pared intestinal y bazo, donde se une a los grupos sulfhidrilos de las proteínas tisulares. En las 30 horas posteriores a la ingesta, se deposita en el pelo.

Metabolismo o biotransformación: se realiza principalmente en el hígado y, aunque su mecanismo no está bien establecido, se propone que en el intervienen dos procesos: 1) reacciones de reducción que convierten el As (V) en As (III), y; 2) reacciones de metilación oxidativa que transforman al As (III) en especies metiladas. La medición del As que se ha propuesto requiere, primero, una reducción del AS (V) a As (III); enseguida, la adición del primer grupo medio para obtener ácido monometil-arsónico (MMA); se postula que esta es seguida por una segunda reducción de MMA (V) a MMA (III) previa a la segunda metilación, lo que produce el ácido dimetil-arsínico (DMA). Se ha propuesto a la S-adenosilmetionina como donador de los grupos metilo y al glutatión reducido (GSH) como principal agente reductor y transportador de As.

Eliminación: por el riñón se excreta casi todo el arsénico en el término de cuatro días. Aparece en la orina aún 10 días después.

Los túbulos renales pueden convertir el arsenato en la forma más tóxica de arsenito.

Prevención:

El arsénico se debe de almacenar de forma segura. Observar en todo momento el límite de exposición de la arsina en el aire. Para el tratamiento ácido de metales o la dilución de las aguas residuales del ácido, se realiza con el control adecuado de los gases.

Arsénico

Número atómico

33

Símbolo

As
Arsénico

Clasificación:
elemento
semimetálico

Estado estándar:

Elemento semimetálico sólido

Disponibilidad

Este elemento natural de la corteza terrestre está ampliamente distribuido en todo el medio ambiente: aire, agua y tierra. En su forma inorgánica es muy tóxico, aunque es un elemento esencial para la vida. Es llevado al ambiente en:



Procesos naturales
como el escurrimiento de agua y emisiones volcánicas.



Acción del hombre: procesos mineros, producción de combustibles fósiles o elaboración de pesticidas.

Se le encuentra asociado a minerales de cobre, plomo, zinc y oro. Actualmente existen restricciones al comercio de concentrados de cobre con alto contenido de arsénico. China penaliza los minerales que superan el 0,5% de arsénico contenido.



Producción mundial:



Fuente: OIEC

China fue el principal productor mundial de arsénico metálico y suministró cerca del

90%

de las importaciones de EE.UU. en 2017.



Chile y Perú producen el **70%**

de los concentrados de cobre con altos contenidos de arsénico a nivel mundial.

Las mayores reservas de arsénico se encuentran en China, Filipinas, Perú y Chile.

CONCLUSIÓN.

Aunque en la actualidad, las intoxicaciones con arsénico ya no sean tan comunes, su estudio sigue siendo de importancia para las Ciencias Forenses, en especial para aquellas como la Toxicología Forense, Medicina Legal y Criminalística; ya que pese a este detalle, no deben descartarse la futura presencia de un caso donde la causa de muerte sea por una intoxicación por la simple razón que sigue existiendo en la naturaleza, por lo tanto, estando al alcance de las personas con un uso vigente.

Su estudio puede parecer insignificante, pero dentro de las ciencias antes mencionadas, toma un gran peso, ya que más que eso, representan vías de investigación sobre las cuales el perito Criminalista se apoyará para la resolución de hecho presuntamente delictivo, y finalmente, para la correcta participación de justicia.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Verdadero, B., (2002). Manual de Toxicología Clínica de Dreisbach (7ª ed.). México DF: El manual moderno.
2. Vargas, E. (2012). Medicina Legal (4ª ed., Pp. 405-409). México: Trillas.
3. Agudelo, H. (2010). Enciclopedia CCI (1ª ed.). Bogotá: Sigma Editores.
4. Agudelo, H. (2011). Enciclopedia CCI (1ª ed.). Bogotá: Sigma Editores.
5. Waldman, S. (2010). Farmacología y Terapéutica: Principios para la Práctica (2ª ed., Pp. 1216-1220). México: Manual Moderno.