

Las armas químicas a través de la historia

Juan Méndez Vivar*

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa,
Depto. de Química. A. P. 55-534 México, D. F. 09340.

Recibido: 19 de enero de 2011

Aceptado: 07 de febrero de 2011

Abstract

Chemical warfare is a topic of interest currently. Although the main purpose of chemistry researchers is to discover or synthesize new chemical compounds that can be used to improve the living conditions of humanity, some of those exhibit properties that can be exploited as weapons. In this manuscript there are mentioned some of the chemical compounds that have been used in war historically. Efforts have been made to eliminate chemical weapons worldwide and hopefully it will occur soon.

Resumen

Las armas químicas son un tema de interés actual. A pesar de que el principal propósito de los químicos investigadores es el descubrimiento o síntesis de nuevos compuestos que mejoren las condiciones de vida de la humanidad, algunas sustancias tienen características que permite su uso como armas. En este artículo se mencionan algunos compuestos químicos que históricamente se han usado en la guerra. Se han hecho esfuerzos para eliminar las armas químicas a nivel mundial y es muy deseable que ocurra pronto.

Palabras clave: armas químicas, guerra, clasificación, agentes químicos, evolución histórica

Introducción

En la naturaleza existe un gran número de compuestos químicos. Adicionalmente los investigadores sintetizan todos los días compuestos nuevos. La intención generalizada de la actividad de síntesis es la búsqueda de compuestos que puedan emplearse en diferentes campos tales como el de la salud, contando con productos farmacéuticos nuevos y efectivos en la cura de enfermedades. En general, la intención es mejorar las condiciones de vida del ser humano.

A través de la historia los compuestos químicos también se han empleado en algunos casos como armas. Se tiene información proveniente de textos históricos griegos y romanos de que alrededor del año 590 antes de Cristo (A. C.) se usaron deliberadamente plantas venenosas del género *Helleborus* para contaminar los suministros de agua de la ciudad de Kirra, en la región central de Grecia durante los conflictos de la Primera Guerra Sagrada [1]. De entonces a la fecha se han descubierto nuevos compuestos que cumplen con la función de un arma en tiempos de guerra, en cuanto que sirven para inutilizar al enemigo, y en casos extremos causar la muerte.

En este artículo se recopila información relativa al uso de compuestos químicos como armas a lo largo del siglo XX y el presente. Es importante señalar que en la mayoría de los países la producción de estos compuestos y sus precursores está restringida y estrictamente controlada, por razones de seguridad. Aunque la información que aparece en el presente artículo no pretende ser exhaustiva, se incluye lo que a juicio del autor es la información relevante sobre el tema.

¿Qué son las armas químicas?

Son un conjunto de compuestos químicos cuyas propiedades tóxicas se emplean como un arma. Se trata de un grupo de aproximadamente 70 compuestos sólidos, líquidos y gases. Forman parte del grupo de armas no convencionales al que se denomina “armas de destrucción masiva”, al cual también pertenecen las armas nucleares y las biológicas. En inglés se usa el acrónimo NBC (*Nuclear, Biological and Chemical*) para identificar a estos tres grupos de agentes. Cabe mencionar que en algunos casos los agentes no tienen la finalidad de exterminar, sino simplemente intimidar, como es el caso de los llamados agentes de control de motines, que tienen efectos tóxicos que podrían considerarse “ligeros”.

*jmv@xanum.uam.mx

Existen numerosas clasificaciones para las armas químicas. En un caso se consideran cinco categorías: agentes tóxicos, agentes de control de motines, agentes inflamables, agentes incendiarios y humos o agentes encubridores [2]. En otro caso, se consideran siete categorías: hostigantes, sofocantes, hemogases, vesicantes, neurotóxicos, psicogases y defoliantes [3]. También se pueden clasificar de acuerdo a su persistencia en el medio ambiente o a la manera en que afectan a los seres vivos, divididos en letales o incapacitantes. En este artículo la clasificación que se adopta está basada en una revisión de las mencionadas anteriormente, haciendo referencia específicamente a los efectos de tales compuestos químicos en el organismo humano. Se eliminaron los anglicismos tales como "agentes vesicantes" (agentes que producen ampollas en la piel) para una mejor comprensión del lector.

Agentes irritantes de la piel

Se emplean para alcanzar objetivos con fines militares produciendo víctimas, incapacitándolas o en un caso extremo, aniquilándolas. Su uso se ha documentado a partir del ataque del ejército francés en el otoño de 1914 contra el ejército alemán empleando cartuchos que contenían etilbromoacetato ($\text{CH}_2\text{BrCOOC}_2\text{H}_5$). El otro caso fue un ataque con gas cloro (Cl_2) el 22 de abril de 1915 cerca de Ypres, Bélgica, por el ejército alemán durante la Primera Guerra Mundial, ver figura 1, contra las tropas de Francia, Canadá y Algeria. Otros compuestos que pertenecen a este grupo son el fosgeno (COCl_2), el



Figura 1. Tropas británicas protegidas con máscaras de gas antifosgeno en el frente Somme; julio de 1916.

dióxido de azufre (SO_2) y los cloruros de azufre. El procedimiento consistía en esperar que el viento soplara en dirección del enemigo para abrir recipientes que contenían el gas irritante (ver Fig. 2).



Figura 2. Ataque por emisión de gases tóxicos durante la Primera Guerra Mundial.

Históricamente el compuesto de este grupo que más se ha empleado y se sigue utilizando en los campos de batalla es el gas mostaza de azufre (sulfuro de bis(2-cloroetilo); $\text{Cl}(\text{CH}_2)_2\text{S}(\text{CH}_2)_2\text{Cl}$). Se trata de un líquido aceitoso incoloro con olor característico similar al ajo que se puede dispersar como aerosol cuando se usa como ingrediente en granadas o bombas. Su efecto consiste en la formación de ampollas en la epidermis, con lo cual se incapacita a los oponentes o disminuye su movilidad. Se considera el gas por excelencia para ser empleado en tiempos de guerra porque es más volátil que cualquier otro de los compuestos análogos. Su presencia se puede detectar cuantitativamente empleando el compuesto *p*-nitrobencilpiridina; cuando el producto se hace reaccionar con una base se detecta un color azul, con lo que se puede detectar hasta $0.1 \mu\text{g}$ de gas mostaza. La primera noticia documentada que se tiene del uso de este gas ocurrió en el verano de 1917 durante un ataque alemán al poblado francés de Armentieres, ver figura 3.

Agentes lacrimógenos

Son agentes que afectan principalmente a la piel y las mucosas, cuyos efectos son reversibles e incapacitantes por períodos de tiempo breves (minutos). Los efectos fisiológicos son principalmente irritación de los ojos y provocación de tos, así como escurrimiento nasal. En concentraciones elevadas pueden producir náusea y vómito. Los siguientes compuestos son algunos ejemplos: Cianuro de α -bromobencilo, ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBrCN}$), cloruro de fernarsazina o adamsita ($\text{C}_{12}\text{H}_9\text{AsClN}$), ω -cloroacetofenona ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_2\text{Cl}$) y *o*-cloroben-



Figura 3. Soldados alemanes protegidos contra los efectos del gas mostaza.

zalmalonitrilo ($C_{10}H_5ClN_2$), ver figura 4.

Agentes neurotóxicos

Tienen un modo de acción en el organismo humano que consiste en desactivar la enzima acetilcolinesterasa, evitando así la ruptura del neurotransmisor acetilcolina y alterando en consecuencia los procesos de sinapsis neuronales. Entre los compuestos pertenecientes a este grupo están el ácido metilfosfonofluorhídrico ($C_4H_{10}FO_2P$), llamado también Sarin. Otros compuestos son el ácido metilfosfonofluorhídrico ($C_7H_{16}FO_2P$) conocido también con el nombre de Soman y el etil N-dimetilfosforoamidocianato ($C_5H_{11}N_2O_2P$) llamado Tabun. Son tóxicos no sólo por inhalación sino también por absorción a través de la piel y los ojos. Los síntomas consisten en la contracción de las pupilas, visión borrosa, dolor de cabeza, sudoración excesiva, convulsiones, pérdida de la conciencia y en un caso extremo, la muerte.

Agentes asfixiantes o sofocantes

Representan un peligro al ser inhalados; es decir, su acción es inmediata. Entre ellos se encuentran el trihidruro de arsina, llamado también arsina (AsH_3); se trata de un gas incoloro muy venenoso. Se puede absorber en soluciones de permanganato de pota-



Figura 4. Policías Preventivos Municipales equipados para disolver motines durante la Cumbre Mundial contra el cambio climático de la ONU, (Cancún, Q. Roo del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010).

sio. Los síntomas después de la inhalación son dolor de cabeza, náusea, vómito, dolor abdominal y escalofríos. Entre estos agentes también se encuentra el cianuro de hidrógeno, ácido cianhídrico o ácido prúsico (HCN). Es un ácido débil muy venenoso, miscible con agua. Puede causar parálisis y pérdida del conocimiento. El gas comprimido se usa en muchos casos para exterminar roedores e insectos o plagas en árboles. El cloruro de cianógeno (CNCl) también forma parte de este grupo. Los vapores que se desprenden del líquido son irritantes y venenosos. Sus efectos tóxicos son similares a los del ácido cianhídrico. Otro agente perteneciente a este grupo es el monóxido de carbono (CO).

Agentes que afectan al sistema pulmonar

A este grupo pertenecen el gas cloro (Cl_2), el cloruro de hidrógeno (HCl) y los óxidos de nitrógeno. Tienen una acción similar a los agentes irritantes de la piel; sin embargo su acción es más pronunciada en el sistema respiratorio, provocando sofocación. Las personas afectadas por estos agentes frecuentemente padecen de problemas crónicos del sistema respiratorio. Entre los principales síntomas están: tos, resaca e irritación de la garganta.

Agentes incapacitantes

Uno de los principales compuestos de este grupo se deriva del 3-quinuclidinol ($C_7H_{13}NO$). Se trata del éster bencilato de dicho compuesto ($C_{21}H_{23}NO_3$). También conocido como agente BZ. Produce efectos en el sistema nervioso periférico que se manifiesta como falta de coordinación, comportamiento erráti-

co, confusión y alucinaciones, dilatación de las pupilas, boca seca y resequedad en la piel. La duración aproximada promedio de sus efectos varía, siendo de 30 minutos a 2 horas por inhalación o hasta de 72 horas en la piel. Es muy persistente en el suelo y el agua, así como en las superficies con las que entra en contacto, las cuales representan un peligro.

Agentes citotóxicos

En este caso se trata de compuestos como la ricina y la abrina. Ambas son proteínas tóxicas de origen vegetal que inhiben la síntesis de proteínas en los ribosomas de las células. En el caso de la ricina, se obtiene a partir de la semilla del ricino, y es uno de los compuestos tóxicos más potentes conocidos [4]. A pesar de que se utilizó inicialmente como un arma química, en años recientes la ricina también se ha empleado en quimioterapia porque existe evidencia de que esta proteína es más tóxica para las células cancerígenas que para las células normales [5].

Evolución de las armas químicas a través de la historia

Los primeros compuestos utilizados como armas químicas no tenían la característica primordial de ser tóxicos; más bien se pretendía que afectaran específicamente la piel y la ropa. En la primera década del siglo XX se emplearon el gas cloro, el fosgeno y el gas mostaza. Posteriormente se usó el dicloro(2-clorovinil)arsina ($C_2H_2AsCl_3$) también llamado Lewisita. En la década 1930 se utilizaron los compuestos que se mencionaron en la sección de agentes neurotóxicos; específicamente, los pertenecientes a la serie denominada G entre ellos el Tabun (GA) el Sarin (GB), el Soman (GD) y el ciclosarin (GF). En la década 1950 se empleó la artillería química, utilizando cohetes y bombas como medio para lanzar los compuestos. Durante la década 1960 se utilizaron nuevos agentes neurotóxicos de una serie denominada V. A partir de la década 1980 se emplean los agentes binarios, una combinación de dos compuestos que se mezclan justo antes de lanzarlos (p. ej. cianuro de hidrógeno y cloruro de cianógeno). A partir de 1990 se empezaron a utilizar los denominados agentes neurotóxicos Novichok.

En cuanto a los dispositivos inicialmente empleados como protección estos fueron las máscaras antigases (ver figura 5), así como la impregnación de los uniformes con aceite de rosina (derivado del ácido abiético $C_{20}H_{30}O_2$). Durante la Segunda Guerra Mundial se empezaron a usar ungüentos pro-



Figura 5. Una de las primeras máscaras antigases.

ectores de la piel y el papel tornasol para detectar la presencia de agentes irritantes de la piel. A partir de la década 1980 se empezaron a utilizar máscaras antigases mejoradas, así como vestimenta de protección más cómoda. También a partir de esta década se empezó a usar la tecnología laser para detectar algunos agentes químicos.

Entre los países que han declarado contar con arsenales de armas químicas en la actualidad están Albania, Libia, Rusia, Estados Unidos y la India. Según los acuerdos firmados por estos países a través de la Convención de Armas Químicas de 1993, se espera eliminarlas en el año 2012, supuestamente. Existen una serie de compuestos empleados con fines militares que no están incluidos en la Convención de Armas Químicas (Chemical Weapons Convention, CWC) y que por lo tanto no están controladas por los tratados de dicha Convención. Entre ellos se encuentran:

Agentes defoliantes

Son aquellos que destruyen la vegetación pero no tienen efecto tóxico inmediato en el ser humano. Entre ellos se encuentra el denominado Agente Naranja, empleado por el ejército de los Estados Unidos en la guerra de Vietnam. El agente naranja consiste en una mezcla de ácido 2,4-diclorofenoxiacético y ácido 2,4,5-tricloroacético [6]. Se sabe que algunos lotes de este material contenían “dioxina” (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina, $C_{12}H_4Cl_4O_2$) como subproducto o impureza en cantidades muy pequeñas (ver figu-

ra 6); aproximadamente 10 ppm (partes por millón,

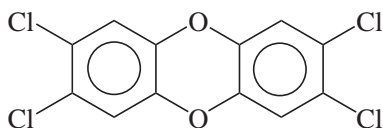


Figura 6. Estructura de la Dioxina (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina).

o miligramos por litro). La “dioxina” es tan tóxica que aún en tan pequeñas cantidades tiene efectos a largo plazo causando cáncer y daño genético que produce deformaciones congénitas.

Se han realizado estudios periódicos en los cuales se exponen imágenes desgarradoras de habitantes en la región de Vietnam que están sufriendo por los efectos de dicho compuesto.

Compuestos incendiarios o explosivos

Entre ellos se encuentra el *Napalm*, también empleado en Vietnam. Se trata de un coprecipitado de ácidos nafténicos y los ácidos grasos de aceite de coco, en forma de jabón de aluminio. Sirve para preparar geles de gasolina empleados como agentes incendiarios. El nombre se deriva de los ácidos nafténico y palmítico, sus principales componentes. No se considera un arma química porque su efecto destructor primario no es la acción química.

Virus, bacterias y otros organismos

Su uso se considera dentro de las armas biológicas. Resulta interesante que las toxinas producidas por organismos vivos sí se consideran armas químicas, pero están incluidas en la Convención de Armas Biológicas.

Muchos de los recipientes que contienen armas químicas empleadas en la Primera y Segunda Guerras Mundiales todavía se encuentran enterradas en las zonas de batalla y representan una amenaza para la población. Esto ocurre principalmente en el Mar del Norte, el Mar Báltico y las costas de Francia y Bélgica (ver figura 7).

La Comisión para la Protección del Medio Ambiente Marino en el Mar Báltico, con sede en Helsinki (Finlandia) estima que en esa zona se desecharon 40 mil toneladas de bombas químicas al término de la Segunda Guerra Mundial. La corrosión debida al agua de mar es el principal agente que degrada los recipientes metálicos que yacen sumergidos y ha ocasionado la fuga de gas mostaza, produ-



Figura 7. Mapa de Europa que muestra las zonas donde se encuentran enterradas armas convencionales y químicas empleadas durante la Segunda Guerra Mundial.

ciendo residuos sólidos que eventualmente son transportados a las costas. Aún en esta forma sólida, el ingrediente activo del gas mostaza produce quemaduras severas al contacto con la piel.

Comentarios finales

El uso de armas químicas sigue siendo una amenaza para la sociedad actual. Así, los habitantes de Corea del Sur realizaron un simulacro durante el mes de diciembre de 2010, usando máscaras antiguas y refugios públicos ante la posibilidad de sufrir un ataque proveniente de Corea del Norte (ver figura 8).

El cuidado del medio ambiente y el respeto a la vida es una responsabilidad que compete a todos los individuos. En el caso del uso de los compuestos químicos como armas, la responsabilidad recae principalmente en los líderes políticos en el momento de involucrarse en un conflicto bélico. Se debe tener presente que la misión fundamental de la Química como ciencia es el estudio de la materia y sus transformaciones. Como tal, su actividad seguirá vigente mientras exista la necesidad de realizar investigación para satisfacer un conjunto de necesidades.



Figura 8. Habitantes de Corea del Sur usando máscaras antigas durante un simulacro realizado en diciembre de 2010.

Bibliografía

1. A. Mayor. *Greek Fire, Poison, Arrows & Scorpion Bombs: Biological and Chemical Warfare in the Ancient World*. Ed. Overlook-Duckworth, 2008.
2. Kirk-Othmer. *Encyclopedia of Chemical Technology*. John Wiley & Sons. Vol. 5, p.814, 2010.
3. B. Ruiz Loyola. Armas químicas. *Ciencia*, Vol. 56, no. 2, 2005 p.27-32.
4. S. Budavari, Ed. *The Merck Index*. Merck & Co., Inc. 11th ed. USA 1989.
5. A. L. Lehninger. *Bioquímica*. Ediciones Omega, Madrid, España 1990.
6. C. Baird. *Química Ambiental*. Ed. Reverté, Barcelona, España 2001.

cs