

Capítulo primero

Historia del uso malintencionado de agentes biológicos

*Javier Vicente Sánchez
Domingo Marquina Díaz*

Resumen

El uso malintencionado de los agentes biológicos por parte del ser humano se conoce desde la antigüedad. Los primeros textos documentados sobre estos hechos se remontan al siglo VI a.C., empleando de forma empírica, plantas, toxinas extraídas de las mismas o incluso empleando cadáveres contaminados con microorganismos altamente patógenos. Tanto en la Edad Media como en la llegada a América por los europeos se utilizaron estos agentes, conociendo claramente los efectos que podrían tener sobre la población. El descubrimiento de los microorganismos en el siglo XVII por A. van Leewenhoek y posteriormente, los grandes descubrimientos que hacen la microbiología y la bioquímica en el siglo XIX abre nuevas posibilidades al empleo de los microorganismos y las toxinas con fines bélicos. El comienzo de la Primera Guerra Mundial supuso un punto de inflexión en la investigación por parte de los países de la Triple Alianza en el desarrollo y uso de microorganismos con fines bélicos. El periodo entre guerras y la Segunda Guerra Mundial hacen que investigadores tanto japoneses como norteamericanos, ingleses y rusos desarrollen a nivel nacional sus programas de desarrollo de armas biológicas. El Protocolo de Ginebra de 1925 puso las bases sobre la no proliferación

del armamento biológico por los países beligerantes, que más tarde se vería refrendado por la Convención sobre Armas Biológicas (CAB) de 1972, que entró en vigor en 1975, refrendado actualmente por más de 160 países del mundo. El gran reto actual radica en la lucha contra el bioterrorismo por parte de las instituciones internacionales.

Palabras clave

Agente biológico, microorganismo, virus, toxina, patogenicidad, virulencia, bioterrorismo.

History of malicious use of biological agents

Abstract

The malicious use of biological agents by humans has been known since ancient times. The first documented texts on these events date from the 6th century BC, empirically using plants, toxins extracted from them or even using corpses contaminated with highly pathogenic microorganisms. Both in the Middle Ages and when Europeans arrived in America, these agents were used, clearly knowing the effects they could have on the population. The discovery of microorganisms in the 17th century by A. van Leewenhoek and later, the great discoveries made by Microbiology and Biochemistry in the 19th century, opened new possibilities for the use of microorganisms and toxins for war purposes. The beginning of the First World War was a turning point in research by the countries of the Triple Alliance in the development and use of microorganisms for war purposes. The period between the wars and the Second World War was used by Japanese, American, English and Russian researchers to carry out their Biological Weapons Development Programs at the national level. The Geneva Protocol of 1925 laid the foundations for the non-proliferation of biological weapons by belligerent countries, which would later be endorsed by the Biological Weapons Convention (CAB) in 1972, which entered into force in 1975, that is currently endorsed by more than 160 countries of the world. The current great challenge lies in the fight against bioterrorism by international institutions.

Keywords

Biological agent, microorganism, virus, toxin, pathogenicity, virulence, bioterrorism.

1. Empleo de los agentes biológicos para causar daño en la antigüedad

El uso malintencionado de agentes biológicos se conoce desde la antigüedad. La ley brahmánica, del siglo VI a.C. exigía al guerrero: «Al librar una batalla, no se matará al enemigo con armas ocultas, provistas de púas ni untadas con veneno». De la misma forma, los juristas romanos hacían público este pensamiento: «Armis bella non venenis geri» (la guerra se libra con armas y no con venenos).

No obstante, estas buenas intenciones se quedan solo en eso, y el ser humano ha venido empleando cualquier producto, organismo o veneno para causar graves daños al enemigo con el fin de exterminarle.

Existe una relación directa entre las enfermedades infecciosas y la guerra, por lo que, en muchas ocasiones, los humanos llegaron al conocimiento empírico de que el uso de animales, plantas o incluso cadáveres podían ser utilizados para ocasionar daños al enemigo. Esta lucha incluía la contaminación de pozos que suministraban agua a las ciudades, envenenamiento de las armas o incluso utilizando cadáveres como objetos arrojados frente a las murallas de las poblaciones sitiadas (Eitzen y Takafuji, 1997).

Hasta el desarrollo del método científico en el siglo XIX que dio lugar entre otras a ciencias como la microbiología, la bioquímica y la genética, los microorganismos y/o toxinas de origen biológico, solo se empleaban de forma empírica para causar daño, desconociendo el agente causal de la enfermedad que ocasionaban. Por ello, las referencias históricas que contamos sobre tales acciones están poco documentadas y en muchas ocasiones, solo se pueden tener indicios de cuales fueron los agentes empleados (Christopher, 1997).

Las primeras referencias históricas sobre el empleo de agentes biológicos con fines bélicos datan del siglo VI a.C. en el que los ejércitos asirios envenenaban los pozos de sus enemigos con cornezuelo del centeno (producido por el hongo filamentoso *Claviceps purpurea* que genera alcaloides del grupo de la ergotina), que ocasiona la enfermedad denominada ergotismo, caracterizada por alucinaciones, vasoconstricción, convulsiones e incluso gangrena en las extremidades. También en el siglo VI, durante la primera guerra sagrada entre la liga de Delfos y Cirra, el legislador griego Solón envenenó los depósitos de agua de la

ciudad de Krissa empleando col mofeta (*Symplocarpus foetidus*). Pero, uno de los hechos mejor documentados históricamente, fue el ocurrido en el año 190 a.C. cuando el general cartaginense Anibal Barca, durante la batalla de Eurimedonte, ordenó a la flota del rey Prusias I de Bitinia (antiguo reino localizado al noroeste de Asia Menor y al suroeste del mar Negro) preparar vasijas de barro llenas de serpientes venenosas y lanzarlas sobre los barcos de Eumenes II de Pérgamo, causando el caos que condujo a su derrota.

El siguiente episodio documentado de un ataque biológico en la antigüedad, aparece en el año 1155. El ejército del emperador Federico I Barbarroja, contamina los pozos de agua de la ciudad de Tortona en el Piamonte italiano arrojando sobre ella cadáveres humanos en proceso de descomposición. Pero una de las más terribles consecuencias de un ataque biológico producido en la historia antigua, sucedió en el 1346 durante el sitio de Kaffa (actual Feodosia, en Crimea), (Sotelo, 2012). El ejército tártaro atacante sufrió una epidemia de peste y, aprovechando esta situación, lanzaron con catapultas los cadáveres de sus propios compañeros sobre la ciudad, causando una epidemia y la salida de los genoveses de la misma, lo que ocasionó la expansión de la enfermedad por toda Europa y originando la mayor pandemia conocida hasta ese momento. La pandemia duró tres años y supuso la reducción de un tercio de la población del mundo conocido (murieron 30 millones de personas) (De Mussis, 1966). En el año 1710, durante las guerras ruso-suecas, los ejércitos rusos que sitiaban Tallín (actual capital de Estonia), lanzaron también cadáveres de apestados sobre la ciudad aunque con unos resultados menos graves que en el caso anterior.

Aunque no ligados a un acto intencionado, ya en los primeros atisbos de globalización se produjeron diferentes epidemias originadas por el movimiento de personas. La conquista de América dejó varios ejemplos claros. Las enfermedades infecciosas transmitidas por los occidentales en su expansión hacia América redujeron las poblaciones de muchas etnias locales, permitiendo la expansión en aquellos territorios. Si bien estas enfermedades no se emplearon inicialmente con fines bélicos, sirvieron para el desarrollo de estrategias posteriores con este fin (Newson, 1991).

En 1518, un navío portugués (La Hispaniola) atracó en el puerto de Santo Domingo con esclavos africanos dispuestos a ser vendidos en las colonias. Los esclavos estaban infectados con viruela, y al contacto con la tripulación, los dominicanos se contagiaron

y murieron. La epidemia se extendió rápidamente a Puerto Rico, Santo Domingo y las Antillas.

En 1520, la viruela pasó a México a través de la expedición capitaneada por Pánfilo Narváez, pasando a Guatemala y de ahí a todo Centroamérica. En 1526 y 1527, Bartolomé Ruíz y Francisco Pizarro exploraron las costas de Ecuador y Perú, llegando hasta el río Santa (Del Campillo, 2001). Fueron estos exploradores los que transportaron el virus de la viruela en sus ropas y enseres que compartieron con los incas ocasionando la primera gran pandemia conocida en Iberoamérica (Newson, 1991).

Entre 1530 y 1531, el sarampión se propagó por las islas del Caribe provocando la muerte de las dos terceras partes de su población. La pandemia se extendió a México y Perú, afectando sobre todo a niños, aunque no causó tantos muertos como en el caso de la viruela (García de los Ríos y Jiménez Gómez, 2007: 10)

Entre los siglos XVII y XIX se libraron en el norte de América (Estados Unidos y Canadá) las denominadas «guerras indias». En el primer periodo (época colonial 1622-1774) se libraron numerosos combates entre los antiguos pobladores y las potencias colonizadoras (Inglaterra y Francia). Entre 1763 y 1766 se produjo la llamada «rebelión de Pontiac». La guerra comenzó en mayo de 1763, cuando los indígenas abrumados ante las exigencias del general inglés Jeffrey Amhers atacaron ocho fuertes matando a cientos de colonos [7] (Cole, 1988). La respuesta del ejército inglés consistió en que un grupo de oficiales de Fort Pitt, bajo el mando del general Amhers, ofrecieron mantas infectadas con el virus de la viruela a los indios Delawere. En una carta dirigida al coronel Bouquet, el general Hamhers indica que el método empleado sirve para «eliminar a esa execrable raza». Con esta acción premeditada se da comienzo al uso de agentes biológicos con fines bélicos en la era moderna (Middleton, 2003), (d'Errico, 2010).

Durante el asedio de Mantua (1796-1797) por las tropas francesas, el general Bonaparte, tras haber asediado la ciudad, consideró que la mejor forma de presionar a ejército italiano y austriaco era anegar las llanuras mantovanas. Mantua en el siglo XVIII era una ciudad notoriamente insalubre en los meses cálidos. Las marismas y lagos cercanos eran un caldo de cultivo ideal para los mosquitos portadores de malaria, aunque nadie lo entendió en ese momento. Al anegar las llanuras, los mosquitos portadores de *Plasmodium spp* (microorganismo productor de la

malaria) que estaban presentes en toda la ciudad, causaron por su picadura numerosas bajas entre los civiles y los 30.000 soldados de la guarnición que la custodiaba (Rothenberg, 1980).

2. El descubrimiento de los microorganismos y los virus como posibles agentes etiológicos causantes de enfermedades

No fue hasta el siglo XVII en el que se desarrollaron sistemas ópticos sencillos con los que fue posible observar qué sucedía a nivel microscópico. Con la invención del microscopio simple desarrollado por Antonie van Leewenhoek en 1674 comenzó la era de la microbiología. Las observaciones de Leewenhoek permitieron determinar la existencia de seres vivos de un tamaño minúsculo capaces de moverse y reproducirse, a estos seres los denominó «animáculos» o pequeñas criaturas. Estos descubrimientos fueron publicados a través de cartas en la Royal Society of London. Leewenhoek nunca vendió ni explicó cómo fabricó sus microscopios, lo que unido a que en la época los intereses científicos iban más de la mano de las matemáticas y la física, hizo que no tuvieran un gran interés (Martín, 2019).

Los descubrimientos llevados a cabo por la microbiología a finales del siglo XIX y del XX han hecho que esta época se denomine la «edad de oro de la microbiología». Durante este periodo se comprobó que los microorganismos eran los responsables de las enfermedades infecciosas, estableciendo métodos para su diagnóstico y tratamiento. Louis Pasteur (1822-1895), considerado como uno de los padres de la microbiología, entre sus innumerables descubrimientos, determinó la falsedad de la teoría de la generación espontánea, y que los procesos de putrefacción y fermentación eran producidos por microorganismos. Creó las primeras vacunas antibacterianas: cólera en gallinas, erisipela en el cerdo y algunas antivíricas como la vacuna antirábica. Junto con Robert Koch y otros científicos estableció la etiología de muchas enfermedades infecciosas. Fue Robert Koch (1843-1910) trabajando con *Bacillus anthracis* (bacteria productora del carbunco y del ántrax) quien descubrió el papel de los microorganismos como agentes causales de las infecciones y estableció sus famosos postulados, claves para establecer la relación entre un microorganismo y la enfermedad que puede ocasionar (Willey, 2009).

Junto a la microbiología, la virología es la ciencia que estudia los virus como microorganismos que carecen de organización celular. Su origen fue más tardío que el de la microbiología debido a las

dificultades técnicas que exige el estudio de los mismos, por su pequeño tamaño y por su naturaleza de parásitos estrictos intracelulares carentes de actividad metabólica propia. A finales del siglo XIX, Adolf Mayer, Dimitri Ivanovsky y Martinus W. Beijerinck descubren el primer virus vegetal. Más tarde, Friederich Loeffler y Paul Ehrlich descubren el primer virus animal. Desde entonces hasta la actualidad, con el desarrollo de las técnicas de cultivos de células animales y vegetales, ha sido posible descubrir numerosos virus, partículas subvéricas y priones, muchos de ellos patógenos para los animales, el ser humano y las plantas. A partir de los conocimientos desarrollados por estas y otras ciencias afines, como la bioquímica y la fisiología ha sido posible caracterizar numerosos agentes biológicos, determinar su potencial patogénico y desarrollar métodos para la prevención de las enfermedades que pueden causar y sus posibles tratamientos (Martín, 2019).

3. La Gran Guerra (1914-1918) o el comienzo sistemático del empleo de los agentes biológicos como armas de destrucción

Los primeros avances de la microbiología supusieron un punto de inflexión desde el punto de vista estratégico en el uso de los agentes biológicos con fines ofensivos. El conocimiento de la posibilidad de transmisión de determinadas enfermedades, bien por contacto directo persona-persona o mediante objetos, pusieron en mano de los países y de determinados grupos de presión la posibilidad de disponer de armas silenciosas, baratas y muy eficaces.

A lo largo de la Primera Guerra Mundial (1914-1918), las potencias beligerantes, tanto la Triple Entente (Francia, Reino Unido y Rusia), como la Triple Alianza (Alemania, Italia y el Imperio austro-húngaro), hicieron caso omiso a las declaraciones de Bruselas y La Haya de finales del siglo XIX sobre el empleo de microorganismos con fines bélicos. Diversos informes de la inteligencia militar sugirieron que los científicos alemanes contaminaban con *Bacillus anthracis* y con *Burkholderia mallei* (agente productor de la fiebre Q o muermo) a caballos, burros y ganado en general que se iba a enviar al frente por los aliados. Anton Casimir Dilger (1884-1918) fue uno de los ejecutores materiales del «Programa biológico alemán». Médico norteamericano de ascendencia alemana, fue educado en Alemania desde su infancia, estudiando la carrera médica en Heidelberg y Múnich. En 1915 (ya iniciada la guerra), Dilger vuelve a Estados Unidos con cepas de *B. anthracis*

y de *B. mallei* y envía a los estibadores de Baltimore frascos con cultivos líquidos de Agente Q, con la consigna de impregnar las fosas nasales del ganado equino que se iba a enviar a Europa para ayudar a franceses, ingleses y rusos. John Grant fue uno de esos estibadores, encargado de revisar los animales que iban a ser embarcados hacia Europa. En una noche de noviembre de ese año, Grant clavó agujas empapadas en la suspensión bacteriana «a tantas mulas como pudo alcanzar» según comenta en sus memorias. «Tras pinchar a tantos caballos de dos corrales como pude, vertí el resto del contenido de los frascos en los comederos y los bebederos de los animales, y arrojé las agujas y jeringuillas al río». De esta forma el Ministerio de Guerra Imperial Prusiano intentaba evitar la llegada de suministros animales que permitirían el desplazamiento de material de artillería (Pfeiffer, 2019).

4. Los agentes biológicos empleados en y entre guerras (Primera y Segunda Guerra Mundial)

En 1924 la comisión mixta de un comité asociado a la Liga de las Naciones, tras una investigación exhaustiva, estimó que no existían pruebas fehacientes de que el gobierno prusiano hubiera empleado agentes biológicos con fines ofensivos.

Entre los años 1937 a 1945 (coincidiendo en parte con la Segunda Guerra Mundial), se produce la segunda guerra chino-japonesa. Durante este periodo el gobierno japonés ordena al médico y microbiólogo Shiro Ishii (1892-1959) desarrollar un programa para la investigación y el desarrollo de armas biológicas, (Segel, MD. 2002). Shiro Ishii estudió medicina en la Universidad Imperial de Kioto y en 1922 fue asignado al hospital del Primer Ejército y la Escuela Médica Militar de Tokio. En 1928 realizó varias visitas a Occidente donde realizó investigaciones sobre los efectos de los agentes biológicos con fines bélicos desarrollados durante la Primera Guerra Mundial. En 1932 comenzó a estudiar los efectos de distintos microorganismos sobre los seres humanos con un proyecto secreto para el Ejército Imperial Japonés en la fortaleza Zhongma. A partir de los resultados obtenidos en este proyecto, y con el mecenazgo de Sadao Araki, ministro de Guerra del Japón, en 1936 obtuvo los fondos para construir las instalaciones del Escuadrón 731. El 9 de febrero de 1939, Ishii dio una conferencia sobre «guerra biológica» en el que uno de los asistentes fue el príncipe Yasuhito Chichibu, hermano del emperador Hirohito.

En 1940 fue nombrado jefe de la Sección de Guerra Biológica del Ejército de Kwantung (Gómez Acevedo, 2021), (Byrd, 2005).

Este microbiólogo japonés llegó a poner en marcha 25 laboratorios que llegaron a contar con más de 5.000 trabajadores. El más importante fue el «Escuadrón 731» localizado en Pingfan, Manchuko (actual Manchuria). Otras de las distintas unidades creadas con una importancia menor en el desarrollo táctico de agentes biológicos fueron: el Escuadrón 516 (Qiqihar), el Escuadrón 543 (Hailar), el Escuadrón 773 (Songo), el Escuadrón 100 (Changchun), el Escuadrón 1644 (Nankín), el Escuadrón 1855 (Pekín), el Escuadrón 8604 (Cantón), el Escuadrón 200 (Manchuria) y el Escuadrón 9420 (Singapur) (Heirbaut, y van Bronswijk, 2002).

Inicialmente, el Escuadrón 731, se constituyó como un complejo con 150 edificios en 6 kilómetros cuadrados que se camufló como un módulo de purificación de aguas situado en el distrito de Pingfang, al noreste de la ciudad china de Harbin, con el nombre de «Departamento de purificación de aguas y prevención de epidemias». Posteriormente fue conocido por el ejército japonés como «Laboratorio de investigación y prevención epidémica del Ministerio Político Kempeitai». Estaba constituido por ocho divisiones coordinadas y encargadas de diversos fines:

- **División I:** encargada de realizar investigaciones sobre el efecto de microorganismos patógenos en el ser humano (*Yersinia pestis*, *Brucella abortus*, *Vivrio cholerae*, *Bacillus anthracis*, *Micobacterium tuberculosis*), llegando a estudiar más de 20 agentes patógenos distintos (Greaves, y Hunt, 2010).
- **División II:** encargada de probar los agentes biológicos. Diseño y desarrollo de sistemas de propagación.
- **División III:** encargada de producir proyectiles para la transmisión de agentes biológicos a larga distancia.
- **División IV:** preparación de materiales y medios para producir los agentes biológicos (bioreactores, medios de cultivo, sistemas de extracción, etc.).
- **División V:** reclutamiento de personal.
- **División VI:** Unidad de Intendencia.
- **División VII:** Unidad Médica.
- **División VIII:** Unidad Administrativa.

De todos los centros de investigación sobre agentes biológicos, el Escuadrón 731 fue el responsable de los más terribles crímenes

de guerra cometidos en la época moderna. En las cárceles del Escuadrón 731 se encerraron a más de 10.000 prisioneros de guerra de origen chino, coreano, mongol, ruso y norteamericano que fueron sometidos a distintos experimentos con agentes biológicos y químicos. Al margen de esto, el arsenal de agentes biológicos y químicos dispersados entre la población china supuso la muerte de más de doscientas mil personas (Harris, 2003).

En el Escuadrón 731 también se realizaron experimentos de diseminación de agentes biológicos sobre la población civil, contaminando con agentes biológicos provisiones, ropa, alimentos, agua e incluso parásitos para transmitir enfermedades como el anthrax, disentería, fiebres tifoideas, peste bubónica o el cólera. El resultado de estos ensayos produjo cerca de cuatrocientos mil muertos entre la población china. Los ensayos más estremecedores fueron los realizados con bombas de pulgas criadas e infectadas en los Escuadrones 731 y 1644 con *Yersinia pestis* y lanzadas durante la Segunda Guerra Mundial en las poblaciones de Ningbo en 1940 y la ciudad de Changde en 1941 (Carus, 2017).

Los ensayos sobre humanos continuaron hasta el final de la Segunda Guerra Mundial en el Pacífico (año 1945). Los responsables de confianza de Ishii en cada centro fueron los responsables de la destrucción de pruebas y dinamitar los laboratorios donde se realizaban los ensayos. La estructura de los laboratorios y centros de reclusión era tan sólida que permitieron mantenerse en pie hasta la actualidad, dando testimonio de lo allí ocurrido (Vanderbrook, 2013).

Ishii y otros científicos fueron arrestados por el ejército ruso, que pretendía juzgarles por crímenes de guerra. El juicio de los responsables japoneses que fueron capturados por el ejército ruso se llevó a cabo en la ciudad de Jabárovsk, en el Extremo Oriente ruso, cerca de la frontera con China nororiental, en diciembre de 1949. Las transcripciones de los interrogatorios y de los juicios fueron publicados posteriormente en edición rusa e inglesa bajo el nombre de: «Materials on the Trial of Former Servicemen of the Japanese Army Charged with Manufacturing and Employing Bacteriological Weapons» (Moscow: Foreign Languages Publishing House, 1950). Este libro sigue siendo en la actualidad un documento clave para entender las actividades japonesas en aquella época y su intento para generar una guerra biológica.

En 1949, obtienen la inmunidad ante el Tribunal de Tokio (Tribunal Penal Militar Internacional para el Lejano Oriente) a cambio de

transferir a las fuerzas aliadas toda la información sobre los experimentos con agentes biológicos realizados sobre seres humanos (Nie, 2006).

Uno de los miembros de este tribunal, el doctor Edwin Hill (director de Fort Detrick en Estados Unidos), consideró que la cantidad de información y el bajo coste para obtenerla era de importancia incalculable para los Estados Unidos y que en Occidente nunca hubieran podido obtener «información altamente sensible de inteligencia» y no podría ser empleada como evidencias de crímenes de guerra (Carpintero, 2020).

Otras potencias beligerantes durante la Primera y la Segunda Guerras Mundiales decidieron comenzar a desarrollar sus programas biológicos, tal es el caso de Alemania, Estados Unidos, la antigua Unión Soviética y Gran Bretaña.

Los experimentos realizados con humanos por el Escuadrón 731 se parecían notablemente a los realizados por Josef Mengele en el campo de exterminio de Auschwitz desde el año 1943 (Halioua y Marmor, 2020), hasta su cierre, en enero de 1945. Entre ellos se realizaron experimentos de vivisección sin anestesia en prisioneros infectados con distintos agentes biológicos (hombres, niños y mujeres embarazadas, con la extracción posterior o no del feto para comprobar sus efectos teratogénicos). En numerosas ocasiones, los prisioneros eran inoculados con suspensiones de agentes biológicos que simulaban ser vacunas para estudiar sus efectos. También se hicieron ensayos del uso de vectores para la transmisión de agentes biológicos para ser empleados en ataques masivos sobre la población. En estos casos se emplearon pulgas infectadas con cepas muy virulentas de *Yersinia pestis*, para comprobar su viabilidad y transmisibilidad en el caso de ser empleadas en un ataque biológico (Hickey, *et al*, 2016).

El interés de los Estados Unidos por el desarrollo de un programa biológico propio se produce al final de la «Gran Guerra». El único agente biológico ensayado por los norteamericanos durante este periodo fue la toxina extraída del arbusto del ricino. Se ensayaron diversos métodos para su propagación, y el que mejores resultados obtuvo consistía en impregnar la metralla lanzada por las bombas con la toxina de forma que al estallar, la metralla tóxica matara a personas o animales que la recibían y acababan intoxicados, al margen del daño físico causado por la misma. A principios de los años 20 del siglo pasado, el Servicio de Guerra Química determinó la escasa utilidad del desarrollo

de un programa biológico, hasta que las fuerzas aliadas tuvieron noticias de los trabajos de Shiro Ishii y el Escuadrón 731 en Manchuria. En este momento, Estados Unidos plantea la posibilidad de que sus futuros aliados y enemigos desarrollen ese tipo de programas. Es en el otoño de 1941, cuando el secretario de Guerra de los Estados Unidos, Henry L. Stimson, solicitó que la Academia Nacional de Ciencias (NAS) considerara la posibilidad de desarrollar un «programa biológico» por parte de los Estados Unidos. El texto enviado al Dr. Frank B. Jewett, entonces presidente de la NAS dice así:

«Debido a los peligros que podría enfrentar este país por los enemigos potenciales que emplean lo que puede describirse ampliamente como guerra biológica, parece aconsejable que se inicien investigaciones para estudiar la situación actual y las posibilidades futuras. Por lo tanto, le pregunto si se compromete a designar un comité apropiado para examinar todas las fases de este asunto. Su organización ya tiene ante sí una solicitud por parte de esta entidad para el nombramiento de un comité por parte de la División de Ciencias Médicas del Consejo Nacional de Investigación para examinar el asunto».

La Academia Nacional de Ciencias formó un comité, el *War Bureau of Consultants* (WBC) que emitió un informe en febrero de 1942 en el que, entre otros puntos, se recomendaba la investigación y el desarrollo de un programa ofensivo de armas biológicas (Academia Nacional de Ciencias USA, 2010).

Su alianza con Reino Unido, así como el informe realizado por el WBC, sirvieron para comenzar con la investigación y el desarrollo de armas biológicas y, en noviembre de 1942, el presidente estadounidense Franklin Delano Roosevelt aprobó oficialmente el programa estadounidense de armas biológicas. En respuesta a la información proporcionada por el WBC, Roosevelt ordenó a Stimson que organizarse el Servicio de Investigación de Guerra (WRS). Formando parte de la Agencia Federal de Seguridad, el objetivo prioritario del WRS era promover «la seguridad y la salud públicas», pero, en realidad, el WRS tenía la tarea de coordinar y supervisar el programa de guerra biológica de Estados Unidos. En la primavera de 1943 los laboratorios de guerra biológica del Ejército de los Estados Unidos, se establecieron en Fort (entonces Camp) Detrick, en Frederick, Maryland (Barnaby 2002, caps. 5 y 6)

A finales de 1943 se terminaron las obras de las instalaciones de Fort Detrick. Además, se construyeron otras tres instalaciones en

distintos puntos del país: una planta de producción de agentes biológicos en el condado de Vigo, cerca de Terre Haute, Indiana; un centro de pruebas de campo en Horn Island, Mississippi; y otro cerca de Granite Peak, Utah. Tanto el nivel de seguridad desarrollado en esas instalaciones, como el nivel de camuflaje (disimulados como centros de oficinas y gestión del gobierno) fue tal que, únicamente en enero de 1946 la opinión pública tubo noticias de la finalidad de esos centros destinados al desarrollo de armas biológicas (Clendenin, 1968), (Smart, 1997).

El ejército británico, también desarrolló un programa biológico propio durante la Segunda Guerra Mundial. En 1942, los científicos militares del Departamento de Biología de Porton Down estudiaron la posibilidad de crear un ataque biológico empleando esporas de *B. anthracis*. Ante la posibilidad de la persistencia prolongada de la contaminación por este agente biológico, se buscó para los ensayos una zona remota en el norte de Escocia, la isla de Gruinard, que fue expropiada a sus dueños. Sir Oliver Graham, meteorólogo de Porton Down, estuvo al cargo de un equipo formado por cincuenta personas para llevar a cabo los ensayos. La cepa de *B. anthracis* seleccionada para el ensayo fue la *Vollum 14578*, de extrema virulencia. La isla fue completamente desalojada y se trasladaron 80 ovejas que fueron encerradas en cajones y distribuidas a lo largo de toda la isla. Se lanzaron varias bombas a favor de viento cargadas con esporas de la bacteria y se analizaron los resultados estudiando la mortalidad y morbilidad del ganado infectado, que comenzó a enfermar y morir a los pocos días. Este estudio permitió determinar que la dispersión de este agente biológico sobre diversas poblaciones alemanas las haría inhabitables durante décadas (Toner, 2001; Buchanan, 2002).

El ganado infectado o muerto fue incinerado, y la isla quedó confinada debido a la contaminación del suelo y las aguas. La corona británica adquirió la isla hasta su posterior descontaminación, que comenzó en el año 1986. En esta operación se extrajeron más de 280 TM de suelo, empleando 2.000 TM de agua de mar con agentes neutralizantes para empapar la tierra contaminada, y se incineraron miles de toneladas de tierra en el continente. El 24 de abril de 1990, el secretario de Defensa británico, Michael Neupert, daba por finalizado el proceso de descontaminación. El 1 de mayo de 1990, la isla volvió a ser adquirida por los herederos del propietario de entonces por 500 libras.

5. Los agentes biológicos en la Guerra Fría hasta la actualidad

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial (1945), se produce un enfrentamiento político, económico y social entre el bloque de los aliados occidentales, liderado por EE. UU., y el bloque del este liderado por la Unión Soviética, la llamada «Guerra Fría» (1947 a 1991). Durante un primer periodo de 1947 a 1969 es cuando el programa de investigación y producción de agentes biológicos tiene su máxima expansión. A partir de 1950, en Fort Detrick se realizaron importantes investigaciones sobre la patogenicidad y dispersión de agentes biológicos, así como ensayos de campo en diferentes áreas ligadas a este complejo de investigación: Pine Bluff, Arkansas y Dugway Proving Ground, Utah. En 1954, en las instalaciones de Pine Bluff, se comenzó la producción de agentes biológicos a nivel estratégico (Pittman, 2005). Entre 1952 y 1954, el Cuerpo Químico mantuvo una instalación de investigación y desarrollo de armas biológicas en Fort Terry, Plum Island, Nueva York. Desde el final de la Segunda Guerra Mundial hasta la guerra de Corea, el Ejército de los Estados Unidos, el Cuerpo Químico y la Fuerza Aérea de los Estados Unidos desarrollaron significativamente sus programas de guerra biológica, especialmente en lo que respecta a los sistemas de preparación y entrega de armamento. Durante la Guerra Fría, Estados Unidos y la Unión Soviética produjeron el armamento biológico suficiente como para erradicar toda la vida en la Tierra.

Hasta este momento, el desconocimiento de la población civil del desarrollo de armamento biológico y armamento de destrucción masiva era absoluto. En 1949, Theodor Rosebury, exdirector de Camp Detrick, hizo público su punto de vista sobre la prohibición de la producción de armas biológicas por potencias mundiales. La población norteamericana desconocía la creación de nuevas plantas de producción de *B. anthracis*, *Brucella abortus*, agentes exfoliantes y anticultivos, así como el desarrollo de bombas de racimo con los mismos. Tampoco conocía los estudios al aire libre sobre población civil que se venían realizando. El más controvertido se llevó a cabo en 1951, cuando un número desproporcionado de afroamericanos fueron expuestos a las esporas del hongo filamentoso *Aspergillus fumigatus*, para comprobar si eran susceptibles a la infección pulmonar. En el mismo año, los trabajadores del Norfolk Supply Center en Norfolk, Virginia, también fueron expuestos sin saberlo a las esporas de *A. fumigatus*.

En el año 1961, autorizado por el secretario de Defensa Robert McNamara durante el mandato de los presidentes J. F. Kennedy y L. B. Johnson se inicia el «Proyecto 112» (refiriéndose al número de miembros que intervinieron en el proceso de revisión). El objetivo oficial del proyecto era determinar los efectos de las armas biológicas y químicas en el personal de servicio del Centro de Pruebas de Deseret y Deseret Chemical Depot en el área de Fort Douglas, naturalmente, desconociendo la presencia de estos agentes en las áreas de trabajo. Además de esto, otras personas fueron expuestas sin saberlo a toxinas en buques de guerra estadounidenses. Hasta mayo del año 2000 los oficiales militares negaron categóricamente la existencia de dicho plan de armamento y experimentación, así como del Proyecto Shad relacionado con el mismo. En esta fecha, la *CBS Evening News* envió un informe de investigación preparado con imágenes y documentos que demostraban la existencia del programa, destacando los efectos producidos durante los años de experimentación. El informe provocó que las instancias superiores del Departamento de Defensa y el Departamento de Asuntos de Veteranos de los Estados Unidos, iniciasen una investigación exhaustiva sobre el Proyecto 112, revelando, también, al personal del servicio en esos años su exposición en el pasado a toxinas y agentes químicos (Mole, 1998).

En 2008, la Oficina General de Rendición de Cuentas (GAO) publicó un informe sobre los esfuerzos del ejército para rastrear a las víctimas involuntarias de este proyecto, indicando los escasos intentos de los funcionarios en advertir a las personas afectadas sobre los posibles efectos producidos por la exposición a más de veinte agentes biológicos. Según los documentos preparados por la GAO, la búsqueda de las víctimas terminó definitivamente en 2003, cuando los militares norteamericanos decidieron abandonarlas arbitrariamente. Según el informe, cientos de personas serían las que sufrirían daños y enfermedades debido a la exposición continuada a agentes químicos y biológicos (Moreno, 2000).

Las pruebas de campo de armas biológicas se completaron de manera encubierta y con éxito empleando simuladores y agentes dispersos en áreas amplias abiertas. La primera prueba estadounidense de vulnerabilidad a aerosoles a gran escala se realizó en el Área de la Bahía de San Francisco en septiembre de 1950, utilizando dos tipos de bacterias (*Bacillus globigii* y *Serratia marcescens*) junto con partículas fluorescentes. Se eligieron especies del género *Bacillus* en estas pruebas debido a su capacidad de

formación de esporas y sus características similares a las de *B. anthracis*. También se utilizó *S. marcescens* por ser un microorganismo fácilmente identificable por su característico pigmento rojo. En 1966, en el metro de la ciudad de Nueva York se dispersó una cepa de *B. globigii* para simular la propagación del ántrax en una gran población urbana. Se realizaron más pruebas de campo con especies patógenas en Dugway Proving Ground, Utah, y se llevaron a cabo estudios empleando animales en Eglin Air Force Base, Florida (Anderson, 2003).

Otro caso de investigación con humanos fue el programa de investigación médica de biodefensa, «Operación Whitecoat». Este experimento que se extendió durante una década con militares voluntarios de la Iglesia Adventista del Séptimo Día consistió en exponerlos a la bacteria *Francisella tularensis* (agente productor de la tularemia) mediante la emisión de aerosoles. Los infectados, posteriormente recibieron tratamiento con antibióticos. El objetivo del experimento (desconocido para los voluntarios), era estandarizar el contenido de bombas con *F. tularensis* para ataques contra poblaciones civiles (Mole, 1998).

Durante la década de los años 60, se cambió el enfoque del uso de los agentes biológicos, pasando de aquellos destinados a matar a los que producen incapacitación. En 1964, los programas de investigación se centraron en el uso de enterotoxina B, causante de intoxicación alimentaria que se manifiesta clínicamente de diversas maneras. También se estudiaron los agentes patógenos causantes de una gran variedad de enfermedades como ántrax, muermo, brucelosis, melioidosis, encefalitis equina venezolana, fiebre Q, coccidioidomicosis así como otros patógenos de plantas y animales.

La guerra de Vietnam provocó de nuevo que la opinión pública fuera conocedora del programa de armas biológicas de Estados Unidos. Se descubrieron programas de investigación con humanos muy controvertidos y experimentos al aire libre. Jeanne Guillemin, esposa del biólogo Matthew Meselson, resumió la controversia empleando las siguientes palabras (Guillermin, 2006).

«Todo el legado experimental que hemos conocido es desolador, desde cientos de monos muertos en Fort Detrick hasta los soldados adventistas del séptimo día voluntarios vacunados en el Proyecto Whitecoat, que fueron atados a sillas en medio de jaulas de animales y expuestos al sol de Utah mientras se les rociaban con aerosoles de la fiebre Q».

El presidente Richard M. Nixon, ante la presión social, emitió su «Declaración sobre políticas y programas de defensa química y biológica» el 25 de noviembre de 1969 en un discurso desde Fort Detrick. La declaración puso fin, incondicionalmente, a todos los programas de armas biológicas ofensivas de Estados Unidos. Nixon señaló que las armas biológicas no eran fiables y afirmó que: «Estados Unidos renunciará al uso de armas y agentes biológicos letales y a todos los demás métodos de guerra biológica. Estados Unidos limitará su investigación biológica a medidas defensivas como inmunización y medidas de seguridad». En 1972 firmó la Convención sobre armas biológicas y tóxicas (Guillermin, 2006: 112-121).

Desde el inicio del programa de armas biológicas de EE. UU. en 1943 hasta el final de la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos gastó 400 millones de dólares en armas biológicas, principalmente en investigación y desarrollo. La declaración de Nixon limitó toda la investigación de armas biológicas a la defensiva y ordenó la destrucción del arsenal biológico existente de EE. UU. Se emprendió un plan de eliminación de los agentes biológicos antipersonal almacenados Pine Bluff por valor de 12 millones de dólares de la época que se completó en mayo de 1972 e incluyó la descontaminación de las instalaciones en Pine Bluff. Otros agentes, incluidos los agentes anticultivos como la «roya del tallo del trigo», se almacenaron en la Base de la Fuerza Aérea de Beale y en el Arsenal de las Montañas Rocosas. Estos agentes anticultivos, junto con los agentes en Fort Detrick utilizados con fines de investigación fueron finalmente destruidos en marzo de 1973.

De la misma forma, el desarrollo de armas biológicas por el Reino Unido continuó después de la Segunda Guerra Mundial. Durante la década de 1950 se realizaron diferentes ensayos con *Yersinia pestis*, *Brucella abortus*, *Francisella tularensis* y el virus de la «vacina» (como simulacro frente a un ataque con virus de la viruela). En concreto se desarrollaron cinco programas distintos:

- **Operación Harness-Antigua** en el año 1948-1949.
- **Operación Cauldron-Stornoway** en 1952. Durante estas pruebas, el arrastrero Carella navegó accidentalmente a través de una nube aerosolizada de peste neumónica con células de *Yersinia pestis*. El buque se mantuvo en observación encubierta hasta que el periodo de incubación transcurrió, pero ningún miembro de la tripulación enfermó.
- **Operación Hesperus-Stornoway** en 1953.

- **Operación Ozone-Nassau** en 1954.
- **Operación Negation-Nassau** en 1954-1955.

El Programa Biológico Británico quedó cancelado en 1956, renunciando al uso de agentes biológicos y químicos y firmando la convención sobre armas biológicas en marzo de 1975 (Guillermin, 2006: 40-45).

Si bien parece claro que el Programa Biológico Soviético se desarrolló durante y después de la Segunda Guerra Mundial y posteriormente durante la Guerra Fría, el hermetismo de los distintos gobiernos del país, no permitió conocer el desarrollo de este programa hasta el año 1973 en el que se funda la agencia de guerra biológica Biopreparat, dirigida inicialmente por Yuri Kalinin y posteriormente por Ken Alibek hasta 1992 (Alibek, 1999). Se trataba de una empresa de perfil biotecnológico civil distribuida por varias ciudades de la URSS (18 en total) que dio trabajo a más de 50.000 personas. El complejo de institutos y centros de investigación ligados a Biopreparat era llamativo por su amplitud, las principales instalaciones fueron las siguientes:

- Instituto de Microbiología en Stepnogorsk, al norte de Kazajistán.
- Instituto de Preparaciones Bioquímicas Ultrapuras en Leningrado (militarización de la peste).
- Centro Estatal para la Investigación de Virología y Biotecnología (Instituto VECTOR) en Koltsovo (militarización de la viruela).
- Instituto de Bioquímica Aplicada, en Omutninsk.
- Instalación para la producción de armas biológicas en Kírov.
- Instalación para la producción de la viruela en Zagorsk.
- Instalación para la producción de armas biológicas en Berdsk.
- Instalación para la producción de armas biológicas en Sverdlovsk (militarización del ántrax).
- Centro de pruebas de armas biológicas en la isla Vozrozhdeniya, en el mar de Aral.

Dentro de sus objetivos estaban la modificación genética de microorganismos para incrementar su virulencia, la adaptación de microorganismos a ambientes extremos y el desarrollo de sistemas de dispersión o la creación de quimeras víricas.

En las instalaciones de Biopreparat se llegaron a producir 30 TM de esporas de *B. anthracis* y 20 TM virus de la viruela. La violación del Tratado de No Proliferación de Armamento Biológico quedó patente con el accidente de Sverldlovsk (Yekaterimburg) en abril de 1979.

El Complejo Militar 19-34 fue el ambiguo nombre con el que la empresa Biopreparat designó a una de las tres bases que producirían armas biológicas con *B. anthracis* en la Unión Soviética. El último viernes de marzo de 1979, uno de los técnicos encargados en esa planta escribió en una breve nota: «Filtro obstruido. Lo he quitado. Es necesario reemplazarlo».

En la planta se estaba construyendo una instalación especial de secado de esporas de *B. anthracis*, y para ello, el trabajo se dividió en tres turnos diarios. En cada uno de ellos, las máquinas debían detenerse para hacer diversas comprobaciones de seguridad, pero en ese fatal cambio de turno el filtro no fue sustituido. Ese fue el primer problema. Por otra parte, las órdenes militares en la planta de producción eran muy estrictas y se hacía especial hincapié en que cada anotación se hiciese en una especie de cuaderno de bitácora donde cada anomalía o comentario quedase registrado. Sin embargo, el técnico obvió este detalle y escribió la nota en un pequeño papel, por lo que la cadena de despropósitos fue ya imparable. El encargado del turno siguiente, al no ver nada anotado en la agenda, dio por controlada la situación cuando el desastre ya se estaba gestando en la fría noche de los Urales. Cuando se quisieron dar cuenta del error ya habían pasado varias horas. El supervisor correspondiente detuvo las máquinas y restituyó el filtro dañado, pero nadie informó a las cadenas superiores de mando.

En la misma semana del escape, varios trabajadores de la zona cayeron enfermos y fallecieron a las pocas horas. Los hospitales de la ciudad se vieron repletos de personas aquejadas de los mismos síntomas y todos ellos trabajaban o vivían en zonas próximas a la planta donde se produjo la fuga de *B. anthracis*. Este accidente ha sido definido como el «Chernobil biológico», por algunos especialistas en la materia (Rimington, 2021: 87-131).

Cuando el diario alemán *Bild Zeitung* publicó una noticia sobre el accidente, Moscú describió las acusaciones de que la epidemia fue ocasionada por un accidente en una instalación de armas biológicas como «propaganda calumniosa», e insistió en que el brote de ántrax había sido causado por alimentos en mal estado

contaminados. En 1989 Vladimir Pasechnik, especialista en armas biológicas, desertó de la URSS y desveló a Occidente la existencia de un programa clandestino de armas biológicas en la URSS.

En 1989 el presidente norteamericano G. Bush y el premier británico J. Major solicitaron a su homólogo soviético, Mijaíl Gorbachov, permitir que observadores internacionales accedieran a las instalaciones de Biopreparat. En 1991, una comisión internacional visitó las instalaciones de Sverdlovsk (Yekaterimburg) comprobando que los contenedores donde se supone se conservaban los agentes biológicos estaban vacíos y estériles. Desde 1992, tras la caída del régimen soviético, Biopreparat se mantiene como empresa dedicada a la biotecnología con fines pacíficos (Rimington, 2021: 133-152).

En 1999, con la deserción del coronel Kanatjan Alibekov, conocido en occidente como Kenneth Alibek (antiguo director de Biopreparat), se confirmó que Biopreparat seguía en esa fecha dedicándose a la fabricación de agentes biológicos modificados genéticamente para el desarrollo de «super armas biológicas».

El gobierno de Sadam Hussein (1979-2003) en Irak, desarrolló un amplio programa de producción de agentes biológicos con fines bélicos a pesar de haber firmado (aunque no ratificado hasta 1991) la Convención de Armas Biológicas (BWC) de 1972. Estos hechos fueron constatados al final de la guerra del Golfo (1990-1991), cuando observadores internacionales de la Comisión Especial de Naciones Unidas (UNSCOM) visitaron los centros de producción donde se llegaron a producir cinco cepas bacterianas de gran virulencia, una cepa fúngica, cinco tipos de virus y cuatro toxinas biológicas. De todos ellos, tres (*B. anthracis*, *C. botulinum* y diferentes aflatoxinas) habían sido cargadas en armamento para su despliegue (inspector de armas de la ONU en Irak en 2002).

El comienzo del Programa Biológico Iraquí, comenzó en la década de 1980, cuando cinco empresas alemanas comenzaron el envío de los suministros necesarios para la fabricación de micotoxinas y toxina botulínica a Irak. La Compañía Estatal de Producción de Plaguicidas Iraquí (SEPP) encargó a la empresa alemana Water Engineering Trading (WETCO) los medios de cultivo y los biorreactores para la producción de los distintos agentes biológicos que pretendían desarrollar. Las cepas de microorganismos altamente virulentos se obtuvieron de Francia, de la ATCC (American Type Culture Collection) y del CDC de Atlanta, con

la justificación de ser necesarias para investigaciones médicas. Entre los agentes solicitados se incluían cepas de *B. anthracis*, *C. botulinum*, *C. perfringens* y *Brucella melitensis*, así como del virus del Nilo Occidental. Según Thomas Monath, director del laboratorio del CDC, entregar las diferentes cepas solicitadas según la solicitud llevada a cabo por las instituciones iraquíes era de obligado cumplimiento en base a los tratados de la OMS y la ONU (Coma, 2003).

El principal centro de investigación para el desarrollo de armas biológicas estaba situado en Salman Pak (Bagdad) mientras que la principal instalación de producción de armas biológicas se situó en el centro denominado *Al Hakum* (el Juez), al noroeste de Bagdad. La producción de microorganismos y el Centro de investigación para el desarrollo de agentes víricos se situaban en Al Manal (centro donde se desarrolló el agente productor de la fiebre aftosa).

La instalación de *Al Hakum* comenzó la producción de *B. anthracis* apto para ser utilizado en armas en 1989, y finalmente produjo 8.000 litros o más (8.000 litros según las cantidades declaradas) con cargas superiores a 10^8 - 10^9 esporas por mililitro. En 1995 Iraq reconoció oficialmente que había trabajado con varias especies de bacterias y virus patógenos, incluidos *B. anthracis*, *C. botulinum* y *C. perfringens* (agente causal de la gangrena gaseosa) así como varios virus (incluidos enterovirus), toxinas como la botulínica, la ricina y las aflatoxinas. Durante todo este tiempo, en total, Iraq había producido 19.000 litros de toxina botulínica concentrada (cargando 10.000 litros en municiones), 8.500 litros de esporas de *B. anthracis* concentradas (6.500 litros cargados en municiones) y 2.200 litros de aflatoxinas (1.580 litros cargados en municiones). En total, el programa produjo medio millón de litros de agentes biológicos (Pita, 2018).

Durante las inspecciones realizadas por los observadores internacionales de la Comisión Especial de Naciones Unidas, se constató que se habían realizado ensayos de armamentos biológico sobre prisioneros, comenzando en la década de 1980 durante la guerra irano-iraquí causando centenares de muertos.

Cuando en 2003, el gobierno estadounidense justificó la invasión y posterior guerra con Iraq debido al mantenimiento y fabricación de agentes biológicos y químicos inofensivos, el programa biológico iraquí, ya no existía, todo se basó en una información falsa de un miembro del MI6 británico.

En la versión no clasificada del informe realizado por el Congreso de Estados Unidos que hace la comunidad de inteligencia sobre la adquisición de tecnología relacionada con la producción y desarrollo de armamento biológico de 2008, se indica que Corea del Norte afirma tener infraestructura biotecnológica para producir distintos agentes biológicos aplicados a la guerra. Algo parecido sucede con Siria, aunque su capacidad para incluir agentes biológicos en armamento parece muy limitado. También parece que China realizó actividades de «doble uso» con agentes biológicos entre los años 2004 y 2008, aunque no parece que violaran el CABT (Pita, 2012).

6. Bioterrorismo o el uso no gubernamental de los agentes biológicos con fines armamentísticos

Otro aspecto para tener en cuenta en el uso malintencionado de agentes biológicos es su utilización en ataques por grupos terroristas. A lo largo del siglo XX y lo que llevamos del siglo XXI distintos grupos paragubernamentales han buscado la capacidad de producir y diseminar distintos tipos de agentes biológicos con fines terroristas. En 1972, la policía de Chicago arrestó a Allen Schwander y Stephen Pera, estudiantes que intentaron contaminar las aguas de la ciudad con *Salmonella typhi*. Este primer ataque terrorista no tuvo ninguna importancia, pues la cepa empleada no era virulenta. También en la ciudad de The Dalles (Oregón) en 1984, se produjo un ataque bioterrorista por seguidores del «Movimiento Osho». La finalidad del ataque era incapacitar a la población local para controlar unas elecciones contaminando ensaladas de 11 restaurantes con *Salmonella typhimurium*. El ataque produjo 721 enfermos graves.

El programa biológico más ambicioso desarrollado por un grupo terrorista ha sido el de la secta japonesa *Aum Shinrikyo*. El interés de esta secta por desarrollar armamento biológico surge de las informaciones sobre los programas de armamento biológico del gobierno iraquí en el año 1991. Seiichi Endo, seguidor de la secta, virólogo y genetista molecular de la Universidad de Kioto, abandona la institución para convertirse en el responsable del programa biológico de la secta. El primer agente que intentaron desarrollar fue la producción de toxina botulínica. Los trabajos para la obtención de esta se realizaron en 1990. A partir de muestras de suelo, pretendieron aislar cepas de *C. botulinum* y producir la toxina en su cuartel general de Kamikuishiki, inten-

tando dispersarla sobre la base norteamericana de Yokosuka y en el Palacio Imperial de Tokio. Todos los ataques resultaron fallidos ante la incapacidad de aislar cepas virulentas de *C. botulinum*. Su programa para la producción de *B. anthracis* comenzó en 1992 y se extendió hasta el año 2000. En 1993 la secta lanzó una suspensión de *B. anthracis* desde un edificio de Tokio sin ningún resultado. En el año 2000 se analizaron muestras de la cepa lanzada en 1993 y se comprobó que se trataba de una cepa vacunal inocua, la cepa «Sterne 34F». Hasta la fecha no se han detectado otros intentos con resultados positivos por parte de la secta, aunque se intentaron obtener cepas del virus del Ébola y de la bacteria *Coxiella burnetti* sin ningún resultado.

Otro grupo terrorista que se interesó por el uso de agentes biológicos fue el encabezado por Osama bin Laden, que desde 1998 tomó la decisión de adquirir o producir armas biológicas. Es posible que su interés pudiera radicar más en el efecto psicológico de la utilización de estas armas que en su capacidad de adquisición, fabricación y lanzamiento, causando en la población una sensación de miedo y pánico generalizado ante un posible ataque. Aunque en 1993 Al Qaeda disponía de una Comisión de Armas de Destrucción Masiva, solo a partir de 1996, con la desertión de Jamal Ahmed Al Fadl, se conocieron las intenciones de este grupo. Tras el comienzo de la guerra de Afganistán con Estados Unidos en 2001, el periodista Alan Cullison, del *Wall Street Journal* en Kabul, se hizo con dos ordenadores de segunda mano con información de Al Qaeda sobre el desarrollo de un programa biológico denominado Al Zabadi. En este programa biológico se planteaba la posibilidad de realizar ataques indiscriminados con *B. anthracis*, basados en la escasa capacidad de detección de estos ataques y sobre todo lo difícil que resulta la defensa frente a ataques con este tipo de armas.

El Departamento de Defensa de Estados Unidos informó de haber encontrado una centrífuga y un horno como parte del equipo que se utilizaría en un posible laboratorio para la producción de esporas de *B. anthracis* en Kandahar, aunque la única cepa encontrada fue la cepa Sterne. La agencia France-Presse informó en 2007 que el portavoz talibán Muhammad Hanif disponía de varios paquetes llenos de polvo con *B. anthracis*. Al Qaeda centró su programa biológico en la búsqueda de microbiólogos capaces de aislar, cultivar y producir tanto *B. anthracis*, como vacunas contra el citado agente, centrando sus intentos en personal afgano. En este sentido, en un laboratorio en construcción cerca de Kandahar y en un campo de entrenamiento de Al Qaeda próximo también a esta ciudad, se encontraron notas

dirigidas a Al Zawahiri (médico, mentor y mano derecha de Osama bin Laden) del microbiólogo paquistaní Dr. Abdul Rauf. El microbiólogo, que trabajaba en el Consejo de Investigación Científica e Industrial en Lahore (Paquistán) y era miembro de la Sociedad para la Microbiología Aplicada del Reino Unido, indicaba diferentes procedimientos para el cultivo y manipulación de *B. anthracis*, incluyendo diagramas básicos del diseño de un laboratorio de biocontención para la producción de armas biológicas. En sus escritos Rauf indica la incapacidad para obtener cepas virulentas de *B. anthracis* y los escasos medios económicos disponibles para el desarrollo del programa biológico. Otro activista de Al Qaeda, Khalid Sheikh Mohammad, cerebro de los atentados del 11S, declaró ante uno de los tribunales de Guantánamo, haber participado en un programa de armas biológicas que estaba desarrollando Al Qaeda. Con respecto al programa de desarrollo de agentes toxigénicos, este se estaba llevando a cabo en el campo de Abu Khabab en Darunta, donde se encontraron procedimientos básicos para la extracción y purificación de ricina. No obstante, estos procedimientos de producción de toxina, provenían de los llamados *cookbooks* de Internet, y eran muy rudimentarios y no permitían obtener una concentración lo suficientemente peligrosa de la toxina para causar ningún daño sobre la población. Hoy en día hay discrepancias sobre la posibilidad de que Al Qaeda disponga de un laboratorio donde se puedan llevar a cabo los procesos de producción y estabilización de agentes biológicos. En enero de 2009, el periódico *The Sun* publicó que cuarenta miembros de Al Qaeda habrían muerto por peste en un campo de entrenamiento de Tizi Ouzou (Argelia). Dicho campo se cerró y fue necesario evacuar a todo el personal que se encontraba allí. Se especuló sobre la posibilidad de que el accidente se hubiera producido por una mala manipulación durante el proceso de producción del agente productor de la peste. Estos hechos plantean la posibilidad de que un terrorista suicida active explosivos contaminados con *Y. pestis* pudiendo provocar peste neumónica sobre la población civil.

En un artículo publicado en *American Journal of Emergency Medicine*, Derrick Tin, Pardis Sabeti y Gregory R. Ciottone plantean que la pandemia de COVID-19 ha reavivado los debates y las discusiones a nivel internacional sobre la vulnerabilidad de la bioseguridad en los sistemas de atención médica y ha puesto de relieve la posible utilización de agentes biológicos como armas. Grupos terroristas y extremistas violentos ya han intentado incitar la propagación intencional de COVID-19 y utilizarlo como una forma improvisada de arma biológica (U.N. News, 2020).

El rápido progreso de los procesos biotecnológicos, los avances en la edición génica, la comercialización de kits para la aplicación de la tecnología CRISPR-Cas y la interconectividad de datos generalizada así como el acceso a bancos de datos génicos gratuitos en todo el mundo representa una importante amenaza de bioterrorismo mundial (Coyne, 2021).

D. Tin, a través de una búsqueda exhaustiva empleando la plataforma «Global Terrorism Database» (GTD) ha podido obtener una relación de los principales actos terroristas empleando agentes biológicos sucedidos entre los años 1970 y 2019 (los datos de los dos últimos años aún no están disponibles) (Global Terrorism Database, 2021). Esta plataforma es abierta y utiliza inteligencia artificial que identifica posibles eventos terroristas de los medios de comunicación de todo el mundo y los confirma mediante un examen humano realizado por el «National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism» (START.umd.edu, 2021).

Los criterios que debe cumplir un acto bioterrorista para ser considerado como tal por la GTD son:

1. El acto bioterrorista debe estar encaminado a lograr un objetivo político, social, económico o religioso.
2. Debe existir una clara evidencia de coaccionar, intimidar o transmitir algún otro mensaje a una audiencia (o audiencias) más grande que las víctimas inmediatas.
3. La acción realizada debe estar al margen de las legítimas actividades bélicas (estar fuera de los parámetros establecidos dentro del derecho internacional humanitario, en particular sobre ataques a civiles y no combatientes).

En base a estas premisas, a lo largo del periodo estudiado se han producido en el mundo 33 ataques bioterroristas, con 9 fallecidos y 806 heridos de diversa consideración. 21 de esas acciones ocurrieron en territorio norteamericano, tres en Kenia, dos en el Reino Unido y Paquistán respectivamente, y una en Japón, Israel, Colombia, Rusia y Túnez. En función del tipo de objetivo, el mayor número de ellos corresponde al ámbito gubernamental, con trece incidentes, seis en periódicos y medios de comunicación, cuatro en empresas y ciudadanos particulares, dos en actividades varias (pero siempre relacionadas con la política y la comunicación) y una en aeropuertos, instituciones educativas, turistas y no asignados respectivamente (tabla 1).

Respecto a los agentes empleados, el mayor número de ellos, veinte, se realizaron con *B. anthracis*; de ellos, diez se realizaron

en territorio norteamericano y se relacionaron de manera no concluyente con el Dr. Bruce Ivins, investigador norteamericano del Servicio Médico del Ejército de EE. UU., que desarrollaba su actividad profesional en el Instituto de Investigación de Enfermedades Infecciosas (USAMRIID), en Fort Detrick. El resto de ataques han empleado diferentes agentes: *Salmonella* sp. (cinco), ricina (tres), material fecal (dos), toxina botulínica (uno), HIV (uno) y ricina junto a *B. anthracis* (uno). Según el libro de códigos de la GTD, se entiende que, si los incidentes suceden en la misma zona geográfica y en el mismo punto temporal, se consideran el mismo. Pero si el tiempo en el que suceden los incidentes, y sus ubicaciones son discontinuas, los eventos se consideran como sucesos diferentes (Tin, 2022).

Agente biológico	Fecha acción	Lugar/País	Objetivos	Daños Muertos/heridos	Grupo terrorista
<i>Bacillus anthracis</i> (Anthrax)	01/10/2011	Islamabad/Pakistan	Gobierno	0/0	Desconocido
	14/3/2005	Arlington/EE. UU.	Gobierno/Ciudadanos	0/0	Desconocido
	14/11/2001	Oxford/EE.UU.	Desconocido	1/0	Desconocido
	23/10/2001	Karachi/Pakistan	Periodistas/Medios	0/0	Desconocido
	29/10/2001	NY/EE. UU.	Negocio	0/0	Desconocido
	26/10/2001	Washington/EE.UU.	Gobierno	1/0	Desconocido
	19/10/2001	NY/EE. UU.	Periodistas/Medios	0/0	Desconocido
	18/10/2001	NY/EE. UU.	Periodistas/Medios	0/0	Desconocido
	17/10/2001	NY/EE. UU.	Gobierno	0/0	Desconocido
	15/10/2001	Reno/EE. UU.	Negocio	0/0	Desconocido
	15/10/2001	NY/EE. UU.	Periodistas/Medios	0/1	Desconocido
	15/10/2001	Washington/EE. UU.	Gobierno	2/6	Desconocido
	10/12/2001	NY/EE. UU.	Periodistas/Medios	0/6	Desconocido
	14/10/2001	Nyeri/Kenia	Ciudadanos	0/0	Desconocido
	11/10/2001	Nairobi/Kenia	Ciudadanos/Propiedades	0/5	Desconocido
	09/10/2001	Washington/EE. UU.	Gobierno	2/1	Desconocido
	10/2/2001	Boca Ratón/EE. UU.	Periodistas	1/5	Desconocido
	01/7/1995	Kameido/Tokio	Ciudadanos	0/0	Aum Shinrikyo
	14/10/1981	Reino Unido	Gobierno	0/0	Dark Harvest
10/10/1981	Reino Unido	Gobierno	0/0	Dark Harvest	

Agente biológico	Fecha acción	Lugar/País	Objetivos	Daños Muertos/heridos	Grupo terrorista
Ricina/ <i>B. anthracis</i>	28/2/2019	Túnez/Túnez	Gobierno/Periodistas/ Medios de comunicación	0/0	Extremistas islámicos
Ricina	02/02/2004	Washington/EE. UU.	Gobierno	0/0	Desconocido
	12/11/2003	Washington/EE. UU.	Gobierno	0/0	Desconocido
	15/10/2003	Greenville/EE. UU.	Gobierno	0/0	Desconocido
Materia fecal	08/9/2018	Moscú/Rusia	Ciudadanos/Propiedades privadas	0/1	Grupo SERB Grupo de liberación de Rusia
	04/1/2014	Juntas de Birmania/Colombia	Desconocido	0/0	FARS Colombia
<i>Salmonella typhi</i>	23/5/2000	Israel	Turistas	2/0	Desconocido
<i>Salmonella spp</i>	20/9/1984	The Dalles/EE. UU.	Negocios/Ciudadanos	0/721	Rajneesheres
	09/9/1984	The Dalles/EE. UU.	Negocios/Ciudadanos	0/25	Rajneesheres
	29/8/1984	Washington/EE. UU.	Gobierno	0/2	Rajneesheres

Tabla 1. Lista de actos terroristas ocurridos en los últimos años, indicando el agente biológico, el país y el grupo terrorista

La reciente pandemia de COVID-19 ha mostrado los significativos fallos en la biocontención, detección y vigilancia de enfermedades, la movilización de personal, equipos de protección, capacidades de emergencia médica y contramedidas de vacunas para amenazas biológicas. También ha revelado la complejidad en el liderazgo para abordar situaciones de crisis, junto a la escasa educación pública, como lo demuestra la inconsistencia para la implementación y cumplimiento de intervenciones no farmacéuticas (NPI), además de la vacilación y las desigualdades mundiales en materia de vacunas. Todo ello podría ser utilizado de cara a la planificación de un ataque bioterrorista. El origen del virus SARS-CoV-2 sigue sin aclararse, lo que ha planteado un debate en torno al uso de tecnología moderna para manipular agentes existentes o crear nuevas amenazas biológicas en el futuro (Ma, 2020).

7. El futuro de las armas biológicas

Algunos especialistas plantean la semejanza entre los agentes biológicos recombinantes utilizados con fines bélicos y las armas nucleares. Los dos tienen un amplio radio de alcance, aunque las armas biológicas podrían tener un efecto más amplio. Ambas pueden contaminar una zona durante varias décadas y conllevan un alto riesgo en su manipulación y producción. Sin embargo, la utilización de armas biológicas tiene una clara ventaja: pueden destruir al enemigo, pero no las infraestructuras de la zona afectada a pesar de que la contaminación microbiológica permanezca latente durante mucho tiempo. Además, tal como hemos visto, su uso no está controlado por procedimientos legales internacionales como los que se aplican a las armas nucleares.

El desarrollo de las técnicas de ingeniería genética, la secuenciación de genomas y en especial el del ser humano, así como los avances en biología sintética, abren poderosas y a la vez peligrosas perspectivas en el desarrollo de nuevos agentes biológicos capaces de integrar su material genético en el del ser humano (Cameron, 2014; Shapira, 2017), permanecer en este de forma críptica durante un tiempo indeterminado y comenzar a desarrollar sus efectos frente a un estímulo ambiental o inducido. Los nuevos avances en ingeniería genética como la tecnología CRISPR-Cas, han impulsado significativamente el crecimiento de la biología sintética (Heidari, 2017). La capacidad para editar casi de forma instantánea secuencias génicas sin necesidad de herramientas altamente sofisticadas empleando equipos muy asequibles desde el punto de vista económico, genera preocupación respecto al *biohacking*, un movimiento biotecnológico pujante, en el que las personas pueden experimentar y crear genomas desde cero (incluidos los de patógenos letales) con poca o ninguna supervisión de seguridad. En la actualidad es posible adquirir kits para desarrollar la tecnología CRISPR-Cas a través de Internet de una forma sencilla, rápida y con un muy bajo coste económico.

La Convención sobre las armas biológicas (CAB o BWC), que entró en vigor en 1975, ha sido suscrita hasta la actualidad por 180 estados, seis más la han firmado, pero no ratificado, restan once estados que no la han firmado ni ratificado aún. En dicha convención se prohíbe de manera efectiva el desarrollo, producción, adquisición, transferencia, almacenamiento y uso de las armas biológicas y tóxicas, siendo un elemento fundamental para los

esfuerzos de la comunidad internacional a la hora de abordar la proliferación de las armas de destrucción masiva.

En la actualidad se desconoce el arsenal de agentes biológicos que disponen los distintos países, no obstante centros de investigación como el CDC de Atlanta y el Instituto Vector de Rusia disponen para investigación de cepas de extrema virulencia.

En el artículo 1 de la citada convención se indica que: «Las partes firmantes de la Convención se comprometen a nunca ni en ninguna forma desarrollar, producir, almacenar ni adquirir o conseguir por cualquier medio agentes microbianos, otros agentes biológicos o toxinas que no estén justificados para fines sanitarios, de protección u otros de fin pacífico».

Es responsabilidad de los países firmantes y de los investigadores de estos adquirir un compromiso ético para cumplir y hacer cumplir todos y cada uno de los artículos de esta declaración para el desarrollo de la paz y el bienestar de la humanidad.

8. Bibliografía

- Academia Nacional de Ciencias. (2010). https://hmong.es/wiki/US_biological_warfare_program
- Alibek, K. y Handelman, S. (2000). *Biohazard: The Chilling True Story of the Largest Covert Biological Weapons Program in the World - Told from Inside by the Man Who Ran it*. Delta ISBN 0-385-33496-6.
- Anderson, M. D. y Arthur, O. (2003). A brief history of military contributions to ethical standards for research involving human subjects. <http://www.geocities.com/artnsience/jm4-primr.html>
- Amherst and the conquest of Canada. (2003). Selected papers from the correspondence of Major-General Jeffrey Amherst while Commander-in-Chief in North America from September 1758 to December 1760 edited by Richard Middleton. Stroud, Sutton Publishing for the Army Records Society. ISBN 0-7509-3142-6.
- Barnaby, W. (2002). *Fabricantes de epidemias. El mundo secreto de la guerra Biológica*. Madrid, Siglo XXI.
- Buchanan, P. (2002). Who gave mankind the gift of WMD? - World Net Daily. <http://www.wnd.com/index.php>

- Byrd, G. D. (2005). General Ishii Shiro: His Legacy is That of Genius and Madman. Digital Commons @ East Tennessee State University.
- Christopher, G. W.; Cieslak, T. J.; Pavlin, J. A. y Eitzen, E. M. (1997). Biological warfare. A historical perspective. *JAMA*. 1997 Aug 6; 278 (5):412-7. PMID: 9244333.
- Cameron, D. E.; Bashor, C. J. y Collins, J. J. (2014). A brief history of synthetic biology. *Nature Reviews Microbiology*. 12:381–90.
- Carus, W. S. (2017). *A Short History of Biological Warfare: From Pre-History to the 21 st Century*. United States Department of Defense.
- Carpintero García, G. (2020). El proceso de Tokio: el Tribunal Penal Militar Internacional para el Lejano Oriente (1946-1948). *Revista Dignitas*. (3), 104-127.
- Clendenin, R. M. (1968). *Science and Technology at Fort Detrick 1943–1968*. Washington, DC, U.S. Army.
- Cole, L. A. (1988). *Clouds of Secrecy: The Army's Germ Warfare Tests Over Populated Areas*. Totowa, NJ, Rowman and Littlefield.
- Coma, M. (2003). Tras las armas de Sadam: el informe Kay y los motivos de la guerra. Area: Defensa y Seguridad. *ARI*. N.º 123/2003. Real Instituto Elcano de Estudios Internacionales y Estratégicos.
- Cordero del Campillo, M. (2001). Las grandes epidemias en la América colonial. *Archivos de Zootecnia*. 50: 597-612.
- Coyne, J. A. (2017). New gene-editing tool could cure disease. Or customize kids. Or aid bioterrorism. *Washington Post*.
- Derbes, V. J. (1966). De Mussis and the great plague of 1348: A forgotten episode of bacteriological warfare. *JAMA*. 196 (1):179-182.
- Eitzen, E. M. y Takafuji, E. T. (1997). Perspectiva histórica de la guerra biológica. En: *Textbook of Military Medicine, Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare*. EE. UU., Publicado por la Oficina del Cirujano General, Departamento del Ejército.
- García de los Ríos, J. E. y Jiménez Gómez, P. A. (2007). *Hablemos de bioterrorismo*. Madrid, Pearson Alhambra.
- Global Terrorism Database (GTD) | START.umd.edu. <https://www.start.umd.edu/data-tools/global-terrorism-databasegtd>

- Guillermin, J. (2006). *Biological Weapons: From the Invention of State-Sponsored Programs to Contemporary Bioterrorism*. Columbia University Press.
- Gómez Acevedo, J. C. (2020). *Unidad 731: La guerra Biológica del Imperio del Japón*. Trabajo de fin de grado en Estudios en Asia Oriental. Universidad de Sevilla.
- Greaves, I, y Hunt, P. (2010). Biological Agents. En: Churchill Livingstone (ed.). *Responding to Terrorism. A Medical Handbook*. Pp. 133–231. doi:10.1016/b978-0-08-
- Halioua, B. y Marmor, M. F. (2020). The eyes of the angel of death: Ophthalmic experiments of Josef Mengele. *Survey of Ophthalmology*. 65(6), 744– 748. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2020.04.007>
- Harris, S. H. (2003). Japanese Biomedical Experimentation During the World War II Era. En: *Textbooks of Military Medicine. Military Medical Ethics*. Volume 2, pp. 463 – 506.
- Heidari, R.; Shaw, D. M. y Elger, B. S. (2017). CRISPR and the rebirth of synthetic biology. *Science and Engineering Ethics*. Apr 1;23(2):351–63.
- Heirbaut, J. M. F. y van Bronswijk, J. E. M. H. (2002). *Unit 731. Technische Universiteit Eindhoven* [Trabajo de Investigación, Universidad Técnica de Eindhoven]. <https://research.tue.nl/en/publications/unit-731>
- Hickey, D., et al. (2016). Unit 731 and moral repair. *Journal of Medical Ethics*. 43(4), 270–276.
- Inspector de armas de la ONU en Irak en 2002. https://hmong.es/wiki/Iraqi_biological_weapons_program#title
- Ma, H., et al. (2020). Hospital biosecurity capacitation: analysis and recommendations for the prevention and control of COVID-19. *Journal of Biosafety and Biosecurity*. 2(1):5–9.
- Martín, A., et al. (2019). Microbiología esencial. *Introducción a la microbiología: aspectos históricos*. Madrid, Ed. Interamericana. Pp. 3-15.
- Mole, R.L. y Mole, D. M. (1998). *For God and Country: Operation Whitecoat: 1954 –1973*. Brushton, NY, Reach Services.
- Moreno, J. D. (2000). *Undue Risk: Secret State Experiments on Humans*. New York, NY, W.H. Freeman and Co.
- Newson, L. A. (1991). Old World Epidemics in Early Colonial Ecuador. En: *Secret Judgments of God George Lovell. Old World Disease in Colonial Spanish America*. Noble David Cook

- (ed.), University of Oklahoma Press, The Civilization of the American Indian Series: 84-112.
- Nie, J. B. (2006). The United States cover-up of Japanese war-time medical atrocities: complicity committed in the national interest and two proposals for contemporary action. *The American journal of bioethics*. 6(3), 21-33. <https://doi.org/10.1080/15265160600686356>
- Peter d'Errico. (2010). http://www.umass.edu/legal/derrico/amherst/lord_jeff.html
- Pita, R. (2012). Análisis de la amenaza biológica en Siria. *Documento de Opinión*. IEEE. IEEE\LIBRO GUERRA BIOLÓGICA\bibliografia\Dialnet-AnalisisDeLaAmenazaQuimicaYBiologicaDeSiria-7453901.pdf
- Pita, R. y Gunaratna, R. (2018). El agente etiológico del anthrax maligno como arma biológica y su posible uso en atentados terroristas: a propósito de la crisis del *Ametithrax* del 2001. *Athena Intelligence Journal*. Vol 3, n.º 3, pp. 21-55.
- Pittman, P. R., et al. (2005). An Assessment of Health Status among Medical Research Volunteers Who Served in the Project Hitecoat Program at Fort Detrick. Maryland. *Military Medicine*. 170, 3:183.
- Pfeiffer, D. (2017). Germ Warfare in WWI Used on Horses in the U.S. «Tony's Lab». Vol. 49, No. 3. [Consulta: 18 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.archives.gov/publications/prologue/2017/fall/tonys-lab>
- Rimington, A. (2021). *The Soviet Union's Invisible Weapons of Mass Destruction. Biopreparat's Covert Biological Warfare Programme*. Springer Ed.
- Rothenberg, G. E. (1980). *El arte de la guerra en la era de Napoleón*. Bloomington, Indiana, Indiana University Press. ISBN 0-253-31076-8.
- Shapira, P.; Kwon, S. y Youtie, J. (2017). Tracking the emergence of synthetic biology. *Scientometrics*. 112(3):1439-69.
- Segel, M. D. (2002). Unit 731. Medical madness in the «other» holocaust. *The Canadian Journal of Diagnosis*. Pp. 55-59.
- Smart, J. K. (1997). History of chemical and biological warfare: an American perspective. En: Sidell, F.R.; Takafuji, E. T. y Franz, D.R. (eds.) *Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare*. Washington, DC, Borden Institute, Walter Reed Army Medical Center. Pp. 9 -85.

- START.umd.edu | Disponible en: <https://www.start.umd.edu/>
- Sotelo, J. (2012). Las armas biológicas en tiempos de guerra. *Revista Anexos*. 415: 94-97.
- Tin, D.; Sabeti, P. y Ciotto, G. R. (2022). Bioterrorism: An analysis of biological agents used in terrorist events. *American Journal of Emergency Medicine*. 54, pp. 117-121.
- Toner, E. (2001). Anthrax: An Old Scare. *The Washington Post*. <http://www.washingtonpost.com/>
- U.N. News. (2020). Extortion, bio-warfare, and terrorism: Extremists are exploiting the pandemic, says UN report. <https://news.un.org/en/story/2020/11/1077932>
- Vanderbrook, A. (2013). *Imperial Japan's Human Experiments Before and During World War Two* [Tesis de Maestría]. Universidad de Florida Central. <https://stars.library.ucf.edu/etd/>
- Willey, J. M., et al. (2009). *Microbiología*. Ed. Mc Graw Hill. Pp. 8-10.