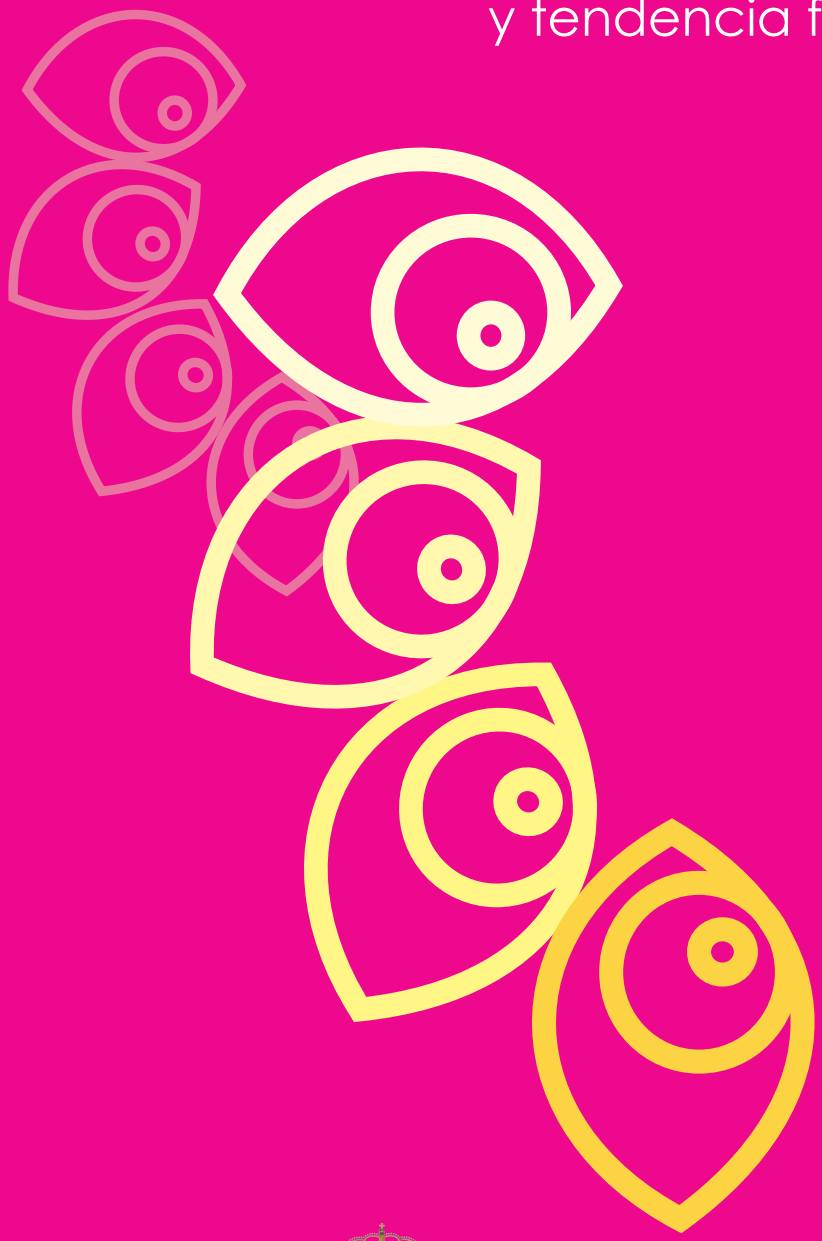
06

Monografías del SOPT

Detección e identificación de agentes de guerra biológica. Estado del arte y tendencia futura



MINISTERIO DE DEFENSA

06 Monografías del SOPT

Detección e identificación de agentes de guerra biológica. Estado del arte y tendencia futura

SOPT
SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

http://www.mde.es/areasTematicas/investigacionDesarrollo/sistemas
observatecno@oc.mde.es

MINISTERIO DE DEFENSA

Edita:

MINISTERIO DE DEFENSA
DIRECCIÓN GENERAL DE RELACIONES INSTITUCIONALES

NIPO: 076-10-228-4 (edición en papel)
Depósito Legal: M-41818-2010
Imprime: Imprenta del Ministerio de Defensa
Tirada: 300 ejemplares
Fecha de edición: diciembre, 2010

NIPO: 076-10-229-x (edición en línea)

administración electrónica

En esta edición se ha utilizado papel reciclado libre de cloro obtenido a partir de bosques gestionados de forma sostenible certificada.

DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE AGENTES DE GUERRA BIOLÓGICA. ESTADO DEL ARTE Y TENDENCIA FUTURA

SUMARIO

PRÓLOGO 7

MOTIVACIÓN 9

1. HISTORIA DEL USO DE ARMAS BIOLÓGICAS 11

2. CONVENCIÓN DE ARMAS BIOLÓGICAS 17

3. AMENAZA DE LAS ARMAS BIOLÓGICAS 23

4. ARMAS BIOLÓGICAS / AGENTES BIOLÓGICOS. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN 27

4.1. Vías de dispersión de agentes biológicos 34
4.2. Vías de entrada de los agentes biológicos 35
4.3. Características de los agentes biológicos 35
4.4. Descripción de agentes biológicos 36

4.4.1. Bacterias 36
4.4.2. Virus 46
4.4.3. Toxinas 51

5. TECNOLOGÍAS Y EQUIPOS DE DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE AGENTES DE GUERRA BIOLÓGICA 57

5.1. Sistemas de Detección Puntuales o in situ 61
5.2. Sistemas de Detección a distancia o *stand-off* 103

5.2.1. Detección pasiva a distancia 104
5.2.1. Detección activa a distancia 105

6. SITUACIÓN ACTUAL 109

6.1. Capacidad de detección, identificación y monitorización biológica en la UE 114

7. TENDENCIAS TECNOLÓGICAS FUTURAS 119

8. LISTADO DE ACRÓNIMOS 127

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 133

PRÓLOGO

La presente Monografía ha sido realizada por el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT) de la Subdirección General de Tecnología y Centros (SDG TECEN) de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM).

Quiero felicitar a todos los que han hecho posible esta Monografía, y en concreto al técnico del Observatorio Tecnológico de Defensa Nuclear, Biológica y Química (NBQ), Angélica Acuña Benito, perteneciente a la Gerencia de Planeamiento y Tecnología de ISDEFE, por su dedicación y esfuerzo. También, extender este agradecimiento al resto de colaboradores del Observatorio Tecnológico NBQ, en especial a Inmaculada Bueno, además de al resto de miembros del SOPT, que han contribuido a que podamos tener hoy este trabajo en nuestras manos.

C.F. Ing. José María Riola Rodríguez
Jefe del SOPT
Subdirección General de Tecnología y Centros
Dirección General de Armamento y Material

MOTIVACIÓN

Este documento pretende ser una guía de consulta sobre las tecnologías utilizadas actualmente en el desarrollo de los sistemas de detección e identificación de agentes de guerra biológica, las especificaciones técnicas de los principales equipos que incorporan dichas tecnologías y que actualmente están en uso, así como la situación actual y las tendencias tecnológicas futuras en el sector.

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

1. HISTORIA DEL USO DE ARMAS BIOLÓGICAS

1. HISTORIA DEL USO DE ARMAS BIOLÓGICAS

Aunque puede parecer que la amenaza de uso de armas biológicas es relativamente reciente, la historia está llena de ejemplos de la utilización de agresivos de esta naturaleza con fines militares. Las tentativas de utilizar agentes de guerra biológica datan de la antigüedad, así por ejemplo, los arqueros egipcios infectaban sus flechas sumergiéndolas en cuerpos descompuestos o en sangre contaminada en el año 400 a.c. La literatura persa, griega y romana también muestra ejemplos del uso de animales muertos para contaminar pozos y fuentes de agua de los enemigos en sus campañas militares, a partir del año 300 a.c. También se relatan más casos, respecto a otras campañas, como es el caso de la guerra civil americana.

La gran epidemia de peste que asoló Europa en el siglo XIV, produciendo la muerte de la cuarta parte de la población tuvo su origen en el sitio de Caffa (Crimea), en 1.346. Durante el asedio de la ciudad, los tártaros sufrieron una epidemia de peste natural, pero culparon de ella a los genoveses por lo que, antes de su retirada, catapultaron algunos cadáveres con peste sobre la ciudad, provocando un brote entre los sitiados quienes, al huir, introdujeron la enfermedad en Europa.

Hernán Cortes expuso al pueblo azteca a la viruela en 1518 y los exploradores españoles diseminaron otra epidemia de viruela sobre las tribus Incas en 1530. Dos siglos después, los rusos catapultaron cadáveres infectados de peste cuando sitiaban las fuerzas suecas de Reval, en Estonia en 1710. Y fue en esta misma época cuando las fuerzas británicas repartieron mantas infectadas con viruela a los americanos nativos con objeto de extender dicha enfermedad.

Sin embargo, la guerra biológica no alcanzó su sofisticación hasta el siglo XX, y en concreto hasta la Primera Guerra Mundial, cuando el ejército alemán desarrolló ántrax, peste bubónica y cólera para su uso específico como armas biológicas, extendiendo una plaga en San Petersburgo, Rusia.

En 1925, 108 naciones, incluyendo los cinco miembros permanentes del Consejo de Seguridad de ONU, firmaron el Protocolo de Ginebra, constituyéndose el primer acuerdo multilateral que ampliaba la prohibición de agentes químicos a los agentes biológicos, pero sin embargo no se acordó ningún método para verificar la conformidad de dicho acuerdo.

Años más tarde, durante la Segunda Guerra Mundial, las fuerzas japonesas crearon un cuerpo de investigación de guerra biológica secreto, unidad 731, que realizó múltiples experimentos en presos. Expusieron a más de 3.000 víctimas a la peste, ántrax, sífilis y a otros agentes, en una tentativa de desarrollar y observar la evolución de la enfermedad. También, llevaron a cabo autopsias para obtener un mayor conocimiento de los efectos de estas enfermedades en el cuerpo humano.

En 1942, Estados Unidos formó el Servicio de Investigación de Guerra, iniciando investigaciones con ántrax y toxina botulínica para su posible uso como armas biológicas. Antes de junio de 1944 ya habían almacenado suficiente cantidad de estos agentes como para poder responder en caso de una ofensiva de las fuerzas alemanas con agentes biológicos. En esta misma época, Gran Bretaña inició pruebas con bombas de ántrax en la isla de Gruinard, en la costa noroeste de Escocia, y no fue hasta 12 años después que lograron la descontaminación total de la isla.

Entre 1950 y 1966 el ejército de los EE.UU. utilizó *S. marcescens* (enterobacteria oportunista) en estudios para determinar la vulnerabilidad de la población civil ante un eventual ataque bacteriológico. Los cultivos de *serratia* fueron aerosolizados sobre una población que desconocía en absoluto el experimento al que estaba siendo sometida. Esto ocurrió en el Metro de Nueva York, Alabama, Florida y, en el caso más conocido, en la bahía de San Francisco.

Durante la guerra de Vietnam, las guerrillas de Vietcong utilizaron palillos de punta fina sumergidos en heces para causar infecciones severas tras apuñalar a los soldados estadounidenses.

Uno de los casos más notorios de agresión con ricina se produjo en 1978, cuando un disidente búlgaro fue envenenado con la punta de un paraguas en una parada de autobús en Londres, falleciendo tres días después. Un año después, la URSS fue acusada de atacar Laos con tricoteceno, una micotoxina que da lugar a una enfermedad conocida como «lluvia amarilla». En ese mismo año, en la ciudad de Sverdlovsk (hoy llamada Ekaterimburgo), en la entonces Unión Soviética, se declaró

un brote epidémico por *bacillus anthracis*, que las autoridades soviéticas atribuyeron al consumo de carne contaminada y que según se ha conocido posteriormente se trató de un brote producido por la eliminación accidental de esporas de ántrax de unas instalaciones militares. La epidemia ocasionó al menos 96 víctimas mortales y 200 personas afectadas.

Un ejemplo de uso de agentes biológicos como acto terrorista es el que se produjo en 1984, en Oregón, por los miembros del culto Rajneeshee, que contaminaron deliberadamente con *salmonella typhimurium* las ensaladas de una cadena de restaurantes (en total fueron 10 restaurantes), provocando enfermedades gastrointestinales que afectaron a 750 personas, aunque no llego a haber ningún caso mortal. Un año después, Irak comenzó un programa de armas biológicas, amenazando con su uso durante la operación Tormenta del Desierto. Después de la Guerra del Golfo, Irak divulgó que tenía armas biológicas (toxina botulínica, ántrax y aflatoxina).

En 1994, una secta japonesa, seguidora de Aum Shinrikyo lanzó ántrax, en forma de aerosol, desde lo alto de unos edificios, en Tokio, y en 1995, condenaron a 2 miembros de un grupo militante de Minnesota por la posesión de ricina, producida por ellos mismos con objeto de usarla en venganza contra oficiales del gobierno local.

En el 2001, tras el atentado a las torres gemelas de Nueva York, el 11 de septiembre, se envió ántrax, a través del correo, a los medios y oficinas gubernamentales de EE.UU. Posteriormente, en diciembre de 2002, arrestaron a 6 terroristas sospechosos en Manchester, Inglaterra, por estar utilizando su apartamento como laboratorio para producir ricina. Unos días después, el 5 de enero de 2003, un policía británico registró 2 residencias, en las afueras de Londres, y encontró rastros de ricina. La investigación condujo a un grupo separatista checheno que pretendía atacar la embajada rusa.

España también se vió afectada por la crisis de ántrax del 2001, recibiendo hasta 800 sobres sospechosos de contener ántrax y otras sustancias biológicas, lo que causó una gran alarma psicológica en la población.

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

2. CONVENCIÓN DE ARMAS BIOLÓGICAS

2. CONVENCIÓN DE ARMAS BIOLÓGICAS

Como consecuencia del esfuerzo continuado en la lucha contra el empleo de armas biológicas, realizado desde la firma del Protocolo de Ginebra en 1925, el 10 de abril de 1972 se abrió a firma la «Convención sobre la prohibición del Desarrollo, Producción y el Almacenamiento de las Armas Bacteriológicas (biológicas) y Toxínicas y sobre su Destrucción» o como comúnmente se conoce «Convención de Armas Biológicas» (CAB). Sin embargo, la Convención no entró en vigor hasta el 26 de marzo de 1975, convirtiéndose en el primer tratado de desarme multilateral que prohíbe la producción y el empleo de una categoría entera de armas. El 1 de enero de 1997, 140 Estados se adhirieron a la Convención, incluidos todos los miembros permanentes del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas.

La CAB prohíbe desarrollar, producir, almacenar o, de otra forma, adquirir o retener agentes microbianos u otros agentes biológicos o toxinas, así como armas, equipos o vectores destinados a utilizar esos agentes o toxinas con fines hostiles o en conflictos armados (artículo I). Desde su firma, no han surgido polémicas con respecto a la definición de agentes biológicos o toxinas, sin embargo si se han llevado a cabo múltiples discusiones en la definición de los términos «armas, equipos o vectores».

El principal objetivo de la CAB es eliminar la posibilidad de que los avances científicos y tecnológicos, que modificaban las condiciones de producción, de almacenamiento o de empleo de las armas biológicas, despertaran el interés por esas armas, desde el punto de vista militar. Es una realidad que los avances de la biotecnología hacen posible «perfeccionar» los agentes biológicos conocidos, de forma que organismos que normalmente son inocuos puedan ser modificados genéticamente a organismos muy tóxicos y causantes de enfermedades sin tratamiento conocido. No obstante, la CAB tiene en cuenta a los agentes biológicos que pudiesen resultar de procesos de la ingeniería genética.

En la tercera conferencia sobre el Examen de la CAB que se celebró en 1991, se creo un grupo de expertos gubernamentales con objeto de identificar y examinar las posibles medidas de verificación desde el punto de vista científico y técnico. Y en 1994, se acordó el establecimiento de un grupo ad-hoc entre los estados parte firmantes para la negociación y elaboración de un régimen jurídicamente vinculante para la Convención.

En la Cuarta Conferencia sobre el Examen de la CAB, celebrada en 1996, se discutió el trabajo realizado por el grupo ad-hoc y se concluyó que se había realizado un gran progreso en el desarrollo de un Protocolo de Verificación de la Convención, acordando la continuidad del grupo hasta la finalización del mismo, que se fijó para el 2001, fecha en la que se celebraría la Quinta Conferencia de Examen. Hasta agosto de ese mismo año se realizaron 24 Períodos de Sesiones del grupo ad-hoc.

Durante la celebración de la V Conferencia de Examen (V) que tuvo lugar en Ginebra del 19 de noviembre al 7 de diciembre de 2001, así como en su sesión del 11 al 22 de noviembre de 2002 no fue posible llegar a un acuerdo sobre la adopción del Protocolo, a pesar de que una abrumadora mayoría de países la apoyaba, ya que EE.UU. se opuso al Protocolo de Fortalecimiento de la Convención. De 2003 a 2005 se han celebrado reuniones anuales de expertos para tratar algunos temas de la Convención. En esta Conferencia de Examen, EE.UU. acusó directamente de incumplimiento a Irak y luego a Irán, Libia, Siria, Sudán y a la República Popular Democrática de Corea, aunque sin presentar ninguna prueba.

El 27 de febrero de 2006, la Unión Europea aprobó una Acción Común en apoyo de la Convención (EUJA). Se trataba de un proyecto de duración limitada (dieciocho meses, hasta septiembre de 2007) que exigía que los Estados miembros de la UE movilicen recursos humanos y financieros, conocimientos especializados y material para conseguir determinados objetivos, en este caso apoyar la Convención sobre las armas biológicas.

Del 26 al 28 de abril de 2006 se llevó a cabo el Comité Preparatorio de la VI Conferencia de Examen, que tuvo lugar en Ginebra del 20 de noviembre al 8 de diciembre de ese mismo año. Durante el Comité Preparatorio únicamente se trataron cuestiones de procedimiento entre las cuales se acordó recomendar un proyecto de agenda para la Conferencia de Examen.

En la cuarta Reunión de Expertos en Ginebra en diciembre de 2007 se evaluaron los medios y formas de mejorar la aplicación nacional, en par-

ticular el cumplimiento de la legislación nacional, el fortalecimiento de las instituciones nacionales y la coordinación entre las instituciones nacionales encargadas de hacer cumplir la ley.

Actualmente no hay conocimiento de que EE.UU. haya cambiado su postura y se espera que las partes en la Convención apliquen las medidas que generen la confianza necesaria de que se está cumpliendo lo establecido en la Convención y que fueron acordadas en las Conferencias de Examen. Las decisiones más importantes son las tomadas para lograr una mayor transparencia de las actividades relacionadas con los agentes biológicos y las toxinas, incluyendo el intercambio de información sobre instalaciones y programas de investigación relacionados con la Convención sobre la producción de vacunas y brotes de enfermedades graves y poco comunes.

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

3. AMENAZA DE LAS ARMAS BIOLÓGICAS

3. AMENAZA DE LAS ARMAS BIOLÓGICAS

Durante los últimos 25 años, la biotecnología ha cambiado marcadamente el impacto cualitativo y cuantitativo que la guerra biológica o amenaza de tal guerra, ha podido tener en las fuerzas militares y en la población civil. Esta nueva tecnología proporciona la capacidad potencial de desarrollar agentes biológicos con mayor virulencia y estabilidad tras el despliegue; producir, por modificación genética, organismos patógenos que proceden de cepas no patógenas con objeto de dificultar la detección del agente biológico; modificar el sistema de respuesta inmune de la población para aumentar o disminuir la susceptibilidad a los patógenos, etc.

Las nuevas tecnologías relacionadas con la guerra biológica están emergiendo rápidamente. La producción monoclonal de anticuerpos existe desde 1975, mientras que la ingeniería genética lleva usándose desde los años 80. Por otra parte, la tecnología para la secuenciación genómica de organismos ha cambiado tan drásticamente que el índice de secuenciación ha aumentado en varias órdenes de magnitud desde 1994.

Aunque el uso potencial de agentes de guerra biológica está prohibido por la Convención de Armas Biológicas, continúa siendo una amenaza significativa para las fuerzas armadas militares desplegadas. Su uso no solo es causa de gran cantidad de bajas, sino que también afectan a la eficacia y a la moral de las tropas en campo, a causa de los efectos psicológicos y al estrés causado por tener que llevar el equipo de protección durante largos periodos de tiempo.

La amenaza del uso de agentes de guerra biológica ha irrumpido como uno de los principales cambios de la seguridad de hoy, debido a un incremento en la disponibilidad y sofisticación de la tecnología de armas biológicas, a la proliferación extendida de balística y misiles de crucero que pueden utilizarse como vectores de dispersión de dichos agentes, al ambiente global cambiante frente a la letalidad de los agentes biológicos y al aumento del terrorismo internacional.

Como consecuencia de esta amenaza creciente, los países se han visto obligados a aumentar recursos en investigación, diseño y desarrollo de nuevas tecnologías, tanto de laboratorio como de campo, para la detección e identificación de los agentes biológicos.

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

4. ARMAS BIOLÓGICAS / AGENTES BIOLÓGICOS. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

4. ARMAS BIOLÓGICAS / AGENTES BIOLÓGICOS. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Según la definición de la OTAN, un **arma biológica** es «un artículo de material que proyecta, dispersa o disemina un agente biológico, incluyendo vectores artrópodos». Las armas biológicas se caracterizan por su baja visibilidad, alta potencia, alta accesibilidad y su fácil liberación. Los indicadores epidemiológicos que permiten detectar la posibilidad de una agresión con un arma biológica son:

1. Incremento de casos con síntomas o enfermedades parecidas.
2. Aumento de enfermedades o muertes de forma inexplicable.
3. Presencia de una enfermedad que sea causada por un agente poco común.
4. Coexistencia, sin explicación, de múltiples síntomas no definidos en el mismo paciente.
5. Aumento inexplicable de enfermedades endémicas.
6. Identificación de agentes inusuales, atípicos, genéticamente modificados.
7. Existencia de fallos en el tratamiento habitual de una enfermedad común.
8. Existencia de trasmisión atípica por aerosol, alimentos o agua.
9. Muerte o enfermedad entre animales, que precede o acompaña a muerte o enfermedad en humanos.
10. Presencia de enfermos entre gente que vive cerca de instalaciones con sistemas de ventilación.

Según el Real Decreto RD 664/1997, de 12 de mayo, los agentes biológicos se definen como: «microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad». Por otro lado, una agente biológico es definido, según el manual de la OTAN «Aspectos médicos para operaciones de defensa NBQ» (AmedP-6(B)), como «cualquier microorganismo o toxina derivada de él, que causa enfermedad en el hombre, plantas o animales o que causa deterioro del material».

Según este mismo Real Decreto, los agentes biológicos pueden clasificarse, en función del riesgo de infección, en cuatro grupos:

- **Agente biológico del grupo 1:** aquel que resulta poco probable que cause una enfermedad en el hombre.

- **Agente biológico del grupo 2:** aquel que puede causar una enfermedad en el hombre y puede suponer un peligro para los trabajadores, siendo poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente profilaxis o tratamiento eficaz.

- **Agente biológico del grupo 3:** aquel que puede causar una enfermedad grave en el hombre y presenta un serio peligro para los trabajadores, con riesgo de que se propague a la colectividad y existiendo generalmente una profilaxis o tratamiento eficaz.

- **Agente biológico del grupo 4:** aquel que causando una enfermedad grave en el hombre supone un serio peligro para los trabajadores, con muchas probabilidades de que se propague a la colectividad y sin que exista generalmente una profilaxis o un tratamiento eficaz.

Existen diferentes tipos de agentes biológicos, pero de entre todos ellos los que tienen mayor probabilidad de ser usados como arma biológica son:

- **Bacterias**: microorganismos unicelulares que carecen de núcleo diferenciado y se reproducen por división celular sencilla. Su tamaño varía entre 1 y 10 micras por lo que son visibles en el microscopio óptico. En su mayoría viven en un ambiente externo sin producir enfermedad al hombre, solo unas pocas al lograr multiplicarse en el organismo humano producen la infección.

- **Rikettsias**: género de bacterias con tamaño intermedio entre virus y bacterias, se trata de parásitos intracelulares obligados de mamíferos y artrópodos (pulgas, garrapatas, piojos, etc.). La vía de infección en el hombre es a través de las picaduras de estos artrópodos o por contacto con alimentos o materiales contaminados.
- **Virus**: organismos biológicos submicroscópicos que requieren la maquinaria de biosíntesis y de generación de energía de células vivas para replicarse, por tanto son parásitos intracelulares de células vegetales, animales o microbianas. Su tamaño está entre 10-200 nanómetros, por lo que escapan al alcance del microscopio óptico, y se requiere un microscopio electrónico para poder verlos.
- **Toxinas**: sustancias tóxicas producidas por la actividad metabólica de algunos seres vivos (animales, plantas o bacterias) cuya utilidad como arma viene limitada por su baja toxicidad, requiriendo su uso en grandes cantidades para ser eficaz como arma biológica.

La alta contagiosidad, fácil difusión y la cantidad mínima de organismos requeridos para causar enfermedad y/o muerte hacen a estos agentes unos firmes candidatos a ser usados como potenciales armas biológicas. La mayoría de ellos son difíciles de cultivar y mantener. Muchos se descomponen rápidamente cuando están expuestos a la luz solar y a otros factores del medio ambiente, mientras que otros, como las esporas de ántrax, tienen una larga vida.

Por tanto, desde el punto de vista militar, para que un agente biológico pueda ser usado como arma debe cumplir una serie de características:

- Capacidad de infectar o intoxicar con pequeñas dosis, cuando se dispersa en forma de aerosol.
- Alta virulencia o letalidad. (Ver tabla 1 con la dosis mínima infectante de los principales agentes biológicos).
- Corto periodo de incubación.
- Aparición rápida de los primeros síntomas.
- Inmunidad no generalizada.
- Resistente a los tratamientos con medicinas comunes.

- Necesidad de ser producidos en cantidades suficientemente grandes para ser utilizados en ataques militares.
- Fácil de almacenar, transportar y diseminar.
- Capacidad de sobrevivir en condiciones ambientales extremas.
- Necesidad de una pequeña infraestructura de laboratorio para su producción.
- Posibilidad de ser perfeccionadas mediante ingeniería genética.

AGENTE	DOSIS (aerosol)
Bacillus anthracis	8.000 a 50.000 esporas
Brucella spp.	10 a 100 organismos
Yersinia pestis	100 a 500 organismos
Francisella tularensis	10 a 50 organismos
Smallpox o virus de la viruela	10 a 100 organismos
Clostridium botulinum	0.001µg de toxina Tipo A
Vibrio Cholerae	10-500 organismos

Tabla1. Dosis infectiva mínima de los principales agentes biológicos utilizados como armas biológicas

El Centro de Enfermedades Infecciosas, CDC, clasifica a los agentes biológicos en tres categorías en función de la vía de diseminación, vía de entrada al organismo e impacto en la salud pública, tasa de morbilidad y mortalidad.

- **Categoría A**: para aquellos agentes de alta prioridad que ponen en riesgo la seguridad nacional debido a que:
  - Son fácilmente transmitidos de persona a persona.
  - Causan una alta mortalidad.
  - Causan pánico en la comunidad.
  - Requieren una acción especial para la preparación de una respuesta.

En este grupo se incluyen:

- *Smallpox* o virus de la viruela.
- *Bacillus anthracis.*
- *Yersinia pestis.*
- *Clostridium botulinum.*
- *Francisella tularensis.*
- Filovirus (Ébola).
- Arenavirus (fiebre de Lassa).
- *Junin* (fiebre argentina hemorrágica).

- **Categoría B**: incluye a los agentes de segunda prioridad que se caracterizan por:

  – Diseminación moderada.
  – Moderada morbilidad y baja mortalidad.
  – Requieren un diagnóstico y vigilancia especial.

  Los agentes incluidos en esta categoría son:

  - *Coxiella burnetii.*
  - *Brucella spp.*
  - *Yersinia pestis.*
  - *Burkholderia mallei* (Muermo).
  - Alphavirus (Encefalitis equina del este, del oeste y venezolana).
  - Ricina.
  - Toxina del Epsilon (*Clostridium perfingerns*).
  - Enterotoxina B de *staphyloccus*.
  - *Salmonella spp*.
  - *Shigella dysenteriae*.
  - *Escherichia coli* O157:H7.
  - *Vibrio cholerae.*
  - *Cryptosporidium parvum.*

- **Categoría C**: incluye a patógenos emergentes que pueden ser manipulados genéticamente para aumentar su capacidad de diseminación. Las características de estos patógenos son:

  – Alta disponibilidad.
  – Facilidad de producción y diseminación.
  – Alta morbilidad y, por tanto, mayor impacto en la salud.

Los agentes incluidos en esta categoría son:

- Virus Nipah.
- Virus Hanta.
- Virus Tickborne (fiebre hemorrágica y encefalitis).
- Agente causante de la fiebre amarilla.
- Agente causante de la tuberculosis multiresistente.

4.1. Vías de dispersión de agentes biológicos

Según el AMeP6, la dispersión de un agente biológico es el proceso por el que los agentes biológicos son diseminados con el fin de producir una infección o intoxicación. Por tanto, las vías de dispersión de estos agentes pueden realizarse principalmente a través de aerosoles, vectores, alimentos y agua y el hombre:

- **Aerosoles**: Suspensión de partículas ultramicroscópicas de sólidos o líquidos en el aire u otro gas. Los bioaerosoles están formados por partículas de origen biológico y son la vía de dispersión de armas biológicas de mayor interés desde el punto de vista militar. Existen dos tipos de bioaerosoles, los primarios, que se forman un minuto después de su dispersión, y los secundarios, que es la reaerosolización de una partícula infecciosa.
- **Vectores**: Algunas enfermedades se propagan por medio de insectos u otros seres vivos como pulgas, ratas, moscas y mosquitos. Los vectores son los principales vía de dispersión de parásitos intracelulares como los virus.
- **Alimentos y agua**: Algunos organismos y toxinas pueden persistir en suministros de agua y alimentos, de forma que al ser ingeridos pasan al hombre desarrollando la enfermedad.
- **Hombre**: El hombre también puede ser considerado una fuente de diseminación al transferir de forma inconsciente el agente biológico.

4.2. Vías de entrada de los agentes biológicos

Las vías de entrada de estos agentes en el organismo humano pueden ser tres:

- **Vía respiratoria** (inhalación): A través de las fosas nasales, cuando el agente es transportado en forma de vapor o aerosol.
- **Vía digestiva** (ingestión): Por la ingestión de alimentos o bebidas contaminadas con el agente biológico.
- **Vía cutánea** (percutánea): A través de heridas, pequeñas grietas o lesiones de la piel y de las mucosas, aún siendo ellas, en sí mismas, barreras efectivas contra la entrada de agentes biológicos en el organismo.

4.3. Características de los agentes biológicos

Entre las características intrínsecas de los agentes biológicos que influyen en su uso potencial como arma se incluyen la infectividad, virulencia, toxicidad, patogenicidad, periodo de incubación, transmisibilidad, letalidad y estabilidad.

- **Infectividad**: refleja la facilidad relativa con que los microorganismos se establecen en su hospedador o anfitrion. Los patógenos con alta infectividad causan enfermedades con un número relativamente bajo de organismos, mientras que con baja infectividad se requiere un número elevado de microorganismos. La alta infectividad no significa necesariamente que los síntomas de la enfermedad aparecen más rápidamente, ni que la enfermedad sea más severa. El número de microorganismos o la cantidad de toxina que debe penetrar en el organismo para iniciar la infección o la intoxicación se denomina dosis infecciosa o de intoxicación.
- **Virulencia**: la virulencia de los agentes refleja el grado relativo de gravedad de la enfermedad producida por el organismo. Diferentes microorganismos y diferentes cepas de un mismo microorganismo pueden causar enfermedades con diferente nivel de gravedad.
- **Toxicidad**: la toxicidad de un agente refleja la gravedad relativa de la enfermedad o incapacidad producida por una toxina.
- **Patogenicidad**: refleja la capacidad de un agente infeccioso para causar una enfermedad en un anfitrión susceptible.

- **Periodo de incubación**: el tiempo que transcurre desde la exposición hasta que aparecen los primeros síntomas se denomina periodo de incubación. Este tiempo dependerá de múltiples factores como por ejemplo de la dosis, la virulencia, la vía de entrada, la fase inicial de replicación, los factores inmunológicos del anfitrión, etc.
- **Transmisibilidad**: la facilidad relativa con que un agente se trasmite de una persona a persona es la transmisibilidad, que constituye una de las principales preocupaciones en la gestión de un incidente con agentes biológicos. Algunos agentes biológicos pueden ser transmitidos directamente de persona a persona. La transmisión indirecta, a través de vectores artrópodos, puede ser también una medida significativa de difusión.
- **Letalidad**: refleja la facilidad relativa con que un agente causa la muerte en una población susceptible.
- **Estabilidad**: La viabilidad de un agente se ve afectado por varios factores medioambientales, incluyendo la temperatura, la humedad relativa, la contaminación atmosférica, la luz del sol, etc. Una medida cuantitativa de la estabilidad es la tasa de descomposición del agente.

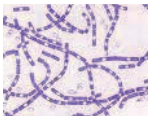
Otros factores adicionales, que influyen en la idoneidad de un microorganismo o toxina como arma biológica, son la facilidad de producción, estabilidad durante el almacenamiento y transporte y facilidad de diseminación.

4.4. Descripción de agentes biológicos

A continuación, se describen los principales agentes biológicos susceptibles de ser usados, por las características descritas en el punto 4, como armas biológicas.

4.4.1. Bacterias

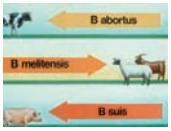
Las bacterias que más probablemente puedan ser usadas como arma son las causantes del ántrax, tularemia, botulismo, cólera, brucelosis, peste y shigelosis.

BACILLUS ANTHRACIS		
Descripción	Agente causante del ÁNTRAX o CARBUNCO. Bacilo gram positivo encapsulado, no móvil y aeróbico, formador de esporas. Presenta tres factores de virulencia que son: una toxina edémica, una toxina letal y un antígeno capsular antifagocítico.	 www.ntic.uson.mx
Infección	Por contacto con lana, pieles, cuero u otros productos de pelo de animales infectados, por inhalación de esporas o por ingestión de alimentos poco cocinados e infectados con la bacteria. La mayoría de las infecciones (casi el 95%) son por contacto.	
Síntomas	Normalmente se presentan en los primeros 7 días. Las toxinas son las responsables de las primeras manifestaciones clínicas de hemorragia, edema y necrosis. La sintomatología difiere en función de la vía de infección. – Cutánea: La infección de piel empieza como una protuberancia similar a la de una picadura de un insecto pero que en 1 a 2 días se convierte en una vesícula llena de líquido y después en una úlcera sin dolor, con una característica área necrótica en el centro. Las glándulas linfáticas adyacentes a esta área se pueden hinchar. Aproximadamente un 20% de los casos que no reciben tratamiento médico contra el ántrax cutáneo provocan la muerte. – Respiratoria: Al principio, los síntomas pueden confundirse con los de un catarro común. Después de varios días, pueden empeorar y convertirse en problemas graves de respiración y de shock. Generalmente es fatal. – Digestiva: Los primeros síntomas de nausea, pérdida de apetito, vómito, y fiebre son seguidos por dolor abdominal, vómito de sangre y diarrea grave. El resultado final en el 25%-60% de los casos es la muerte.	 www.nitc.uson.mx www.clarian.org www.mdconsult.com
Diagnóstico	En todos los casos hay que realizar un cultivo de muestras de esputo, líquido pleural, vómitos, heces y sangre, en medios habituales. También se podrá diagnosticar por Técnicas de Inmunoensayo (ELISA) y Biología Molecular (PCR).	
Profilaxis	Existe una vacuna, BioThrax, que sólo se recomienda a la población con alto riesgo de exposición (soldados desplazados a zona de operaciones, investigadores de laboratorio y personas que trabajan en los mataderos). Se trata de una vacuna filtrada que no contiene ni células vivas ni muertas.	
Tratamiento	El tratamiento es antibiótico, con ciprofloxacina o doxiciclina. Su administración debe ser lo más rápida posible.	
Descontaminación	Las células vegetativas son sensibles al calor (se destruyen cuando se les somete a temperatura de ebullición durante 30 minutos) y al uso de desinfectantes comunes o cloro. Las esporas sólo son eliminadas cuando son sometidas a temperaturas superiores a 140 ºC durante varias horas.	
Potencialidad	Su utilidad como arma viene definida por su alta letalidad, elevada persistencia, gran estabilidad y resistencia de sus esporas (que permanecen viables en el suelo por periodos superiores a 40 años) la capacidad de dispersión de las esporas en forma de aerosol.	

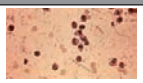
FRANCISELLA TULARENSIS		
Descripción	Agente causante de la TULAREMIA. Coco-bacilo pequeño, no móvil, aerobio y gram negativo. Ha sido dividida en 2 subespecies: tipo A que puede ser altamente virulenta en seres humanos y animales y tipo B, que es relativamente avirulenta. La tularemia fue descrita por primera vez en 1911 como una enfermedad de roedores y al poco tiempo se reconoció como una enfermedad potencialmente severa y mortal en humanos. Se cree que en Europa y Asia, la tularemia humana es causada por el tipo más suave.	 www.hgsc.bcm.tmc.edu.
Infección	La transmisión se produce a través de piel y mucosas, por ingestión o por inhalación.	
Síntomas	El inicio de la tularemia es generalmente precipitado, con fiebre (38°C-40°C), dolor de cabeza, frío, rigidez, dolores generalizados del cuerpo (a menudo muy fuertes en la región posterior) y garganta dolorida. La tos seca y el dolor o tirantez leve ocurren con frecuencia, así como el esputo purulento, disnea, taquipnea, dolor pleurítico o hemoptisis. La náusea, vómito y diarrea ocurren a veces. El sudor, fiebre, frialdad, debilidad progresiva, malestar, anorexia y la pérdida de peso caracterizan la continuidad de la enfermedad. Estudios en voluntarios han demostrado que las exposiciones a aerosoles de *F. tularensis* pueden incapacitar a algunas personas en los primeros 1 ó 2 días de la enfermedad, y la debilidad significativa en la ejecución de tareas puede continuar días después de que se haya iniciado el tratamiento antibiótico. Si no se trata, los síntomas persisten a menudo durante semanas e incluso durante meses, generalmente con debilidad progresiva.	 www.madridmasd.org www.wikimedia.org
Diagnóstico	El diagnóstico de laboratorio se puede establecer retrospectivamente por serología. El diagnóstico diferencial es difícil, una pista de su uso sería la presentación, agrupada en el tiempo, de un gran número de pacientes con la misma enfermedad sistémica, una parte de los cuales presentarían síntomas de neumonía no productiva.	
Profilaxis	Existe una vacuna atenuada viva que protege parcialmente contra problemas respiratorios e intra-cutáneos frente a la cepa virulenta SCHU S-4 de *F. Tularensis*. Esta vacuna se recomienda a las personas con alto riesgo (tramperos, cazadores y personal de laboratorio que trabaja con este organismo).	
Tratamiento	El tratamiento es preventivo, mediante antibióticos como la estreptomicina, gentamicina, tetraciclinas, y cloranfenicol.	
Descontaminación	La célula bacteriana es sensible al calor, por lo que muere cuando se la somete a 55 ºC durante 10 minutos. El uso de desinfectantes estándares también es efectivo.	
Potencialidad	Su posible uso como arma se debe a que se trata de una de las bacterias patógenas más infecciosas conocidas, ya que se requiere únicamente la inoculación o inhalación de 10-50 organismos para causar la enfermedad. Y aunque la letalidad es moderada si no se trata la enfermedad a tiempo, puede persistir en suelo húmedo y otros medios durante meses, además de poder dispersarse en forma de aerosol.	

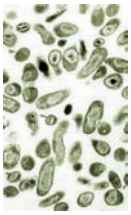
CLOSTRIDIUM BOTULINUM		
Descripción	Agente causante del BOTULISMO. Bacteria gram positiva, con forma de varilla y formadora de esporas, que se encuentra generalmente en la tierra y se desarrolla mejor en condiciones de baja concentración de oxígeno. Hay siete tipos de toxinas botulínicas, designadas por las letras A hasta la G, pero sólo los tipos A, B, E y F pueden causar enfermedad en los seres humanos.	 www.student.ccbcmd.edu
Infección	Hay tres clases principales de botulismo. El botulismo alimentario transmitido por la ingestión de alimentos contaminados con la toxina del botulismo. El botulismo transmitido por contacto, a través de una herida infectada con Clostridium botulinum. Y por último, el botulismo infantil, causado por la ingestión de alimentos contaminados por esporas, que posteriormente crecen en el intestino y liberan la toxina. Todas las formas de botulismo pueden ser mortales y se consideran emergencias médicas. El botulismo transmitido por los alimentos puede ser especialmente peligroso.	
Síntomas	El periodo de incubación es de 12-36 horas y los síntomas clásicos son la visión doble, borrosa, párpados caídos, dificultad para hablar y tragar, sensación de sequedad en la boca y debilidad muscular. Si estos síntomas no se tratan, pueden causar parálisis en los brazos, piernas, músculos principales y respiratorios. Los síntomas del botulismo alimentario pueden aparecer en 6 horas o incluso a los 10 días de haber ingerido el alimento contaminado.	
Diagnóstico	Requiere pruebas específicas que excluyan otras alteraciones con sintomatología similar. Las pruebas que se realizan son exploraciones cerebrales, examen del líquido espinal, prueba de conducción de nervios y la prueba de tensilon para la miastenia gravis. El modo más rápido para llegar al diagnóstico es encontrar la toxina en el suero o en las heces.	
Profilaxis	Existe una vacuna.	
Tratamiento	Si el diagnóstico es temprano, el botulismo alimentario y el botulismo cutáneo pueden ser tratados con una antitoxina que bloquea la acción de la toxina que esta circulando en la sangre. Esto suele impedir que el paciente empeore, pero la recuperación es lenta. En algunos casos, pueden hacerse lavados gástricos y enemas para evitar la absorción de las toxinas que han quedado en el aparato digestivo.	
Descontaminación	Las células bacterianas son susceptibles a muchos desinfectantes, incluyendo el hipoclorito y el etanol. La toxina se inactiva por 0.1 N NaOH y se destruye a temperatura de ebullición durante 10 minutos. La espora se destruye por calor húmedo a 120ºC durante 15 minutos.	
Potencialidad	Su posible uso como arma es debido a su alta tasa de letalidad, elevada persistencia de la toxina en agua y alimentos y a que puede ser dispersado en forma de aerosol o mediante contaminación intencionada de los alimentos y el agua.	

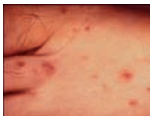
VIBRIO CHOLERA		
Descripción	Agente causante del CÓLERA. Bacilo aerobio, gram negativo, con un sólo flagelo polar que le da gran movilidad. El cólera es una enfermedad aguda, diarreica, provocada por la infección intestinal del serogrupo O1 u O139 que produce la toxina del cólera. *Vibrio cholerae* 01 incluye dos clases de biotipos: el clásico y la variante TOR. Estos dos biotipos que se encuentran separados en dos serotipos principales: el Ogawa y el Inaba, y en ocasiones puede aparecer un tercer serotipo, conocido como Hikojima. Estos serotipos pueden cambiar durante las epidemias. Todos los serotipos producen enterotoxinas similares y su cuadro clínico es muy semejante.	 www.student.ccbcmd.edu
Infección	La infección es a través de la ingestión de agua o comida contaminada con la bacteria.	
Síntomas	Generalmente, la enfermedad es benigna o asintomática pero, a veces, puede ser grave. El periodo de incubación es de 2 a 5 días y está caracterizada por diarrea acuosa profusa («agua de arroz»), vómitos, dolor abdominal y entumecimiento de las piernas. En estas personas, la pérdida rápida de líquidos corporales lleva a la deshidratación y a la postración. Sin tratamiento adecuado, puede provocar la muerte en cuestión de algunas horas por colapso circulatorio y shock en un 60% de los casos.	 www.newsimg.bbc.co.uk
Diagnóstico	Se realiza mediante análisis clínicos de sangre y heces.	
Profilaxis	Actualmente se están probando vacunas orales mejoradas. La vacunación actual está compuesta de la bacteria muerta y proporciona alrededor del 50% de protección durante 6 meses. Inicialmente se aplican dos inyecciones con un intervalo de por lo menos una semana más una dosis de recuerdo cada 6 meses.	
Tratamiento	El tratamiento es antibiótico, con tetraciclina, doxiciclina, ciprofloxacina, norfloxacina o eritromicina. Se lleva a cabo una rehidratación oral durante el periodo de perdida de fluidos.	
Descontaminación	Por calor seco, hervido, desinfectantes comunes, cloración o ionización del agua.	
Potencialidad	Su posible uso como arma es debido a su baja dosis de infección mínima (10-500 organismos), moderada o elevada tasa de letalidad si no se trata al paciente, persistencia del organismo y capacidad de dispersión del agente en forma de aerosol o por sabotaje del agua y los alimentos.	

BRUCELLA SPP		
Descripción	Agente causante de la BRUCELOSIS. Microorganismos gram negativos, aerobios, no motiles y no formadores de esporas. La brucelosis es una enfermedad sistémica zoonótica producida por cualquiera de cuatro especies de bacteria: *brucella melitensis, B. abortus, B. suis y B. Cani*, cuya virulencia decrece en el hombre en el mismo orden dado. Es una enfermedad típica de animales domésticos como vacas, cerdos, ovejas y cabras.	 www.madridmasd.org
Infección	La enfermedad se transmite al hombre por dos mecanismos claramente definidos: por contagio directo, mediante contacto, inoculación o inhalación, o por vía indirecta, a través de la ingestión de productos lácteos contaminados. El contacto con materiales infectados derivados de los animales es probablemente el mecanismo principal. La ingestión de leche o productos lácteos no pasteurizados de procedencia casera supone todavía un mecanismo importante de contagio en algunas zonas de nuestro país.	
Síntomas	En seres humanos son similares a la gripe, con síntomas de fiebre, sudor, dolores de cabeza, dolores de espalda y debilidad física. La brucelosis también causa síntomas de larga duración o crónicos como fiebres recurrentes, dolor común y fatiga.	 www.madridmasd.org
Diagnóstico	Mediante serología por aglutinación o ELISA se puede sugerir el diagnóstico, pero el diagnóstico definitivo se establece por el cultivo de sangre o de médula ósea, que puede dar positivo en un 70% y 90% de los casos respectivamente.	
Profilaxis	Hay vacunas disponibles de organismos muertos y vivos atenuados en varios países, pero su eficacia no está probada. No se dispone de información del uso de antibióticos para profilaxis contra la brucelosis.	
Tratamiento	El tratamiento antibiótico recomendado es doxiciclina y rifampicina. Otro tratamiento alternativo efectivo consiste en doxiciclina más estreptomicina. En el 5-10% de los casos puede haber recaída o fallo del tratamiento.	
Descontaminación	A altas temperaturas y luz solar. Los objetos contaminados pueden esterilizarse o desinfectarse rápidamente con fenol o formaldehido.	
Potencialidad	Su utilidad como arma reside en su alta dosis infectiva (10-100 organismos), su elevada persistencia y resistencia a bajas temperaturas y su capacidad de dispersión en forma de aerosol.	

YERSINIA PESTIS		
Descripción	Agente causante de la PESTE. Coco-bacilo gram negativo aerobio perteneciente a la familia de las enterobacterias. Se diferencia de *yersinia enterocolítica* en que es inmóvil a temperatura ambiente.	 www.mediavida.com
Infección	La peste es una zoonosis, donde el reservorio natural de la enfermedad incluye roedores salvajes, conejos, liebres, carnívoros salvajes y gatos domésticos. La transmisión al hombre es a través de pulgas de ratas infectadas o de persona a persona.	
Síntomas	Existen distintas formas clínicas, siendo la peste bubónica la más común. Otras menos comunes son la neumónica, septicémica y meníngea. La peste bubónica presenta un período de incubación de hasta una semana, tras la cual comienza un cuadro febril, acompañado de escalofríos, cansancio y dolores de cabeza. Posteriormente, aparece el denominado bubón, con hinchazón y un intenso dolor en la región corporal afectada y ganglios linfáticos palpables (sobre todo de la ingle, axila y cuello). Estas lesiones son ovaladas, de varios centímetros de diámetro, sobreelevadas y de color rojizo. La *peste septicémica* se caracteriza por presentar, además de los bubones, una invasión de los microorganismos en el torrente sanguíneo afectando notablemente al estado general. Cuando *yersinia pestis* pasa del torrente sanguíneo a los pulmones se produce la *peste neumónica*, que produce una de las complicaciones más serias de la peste, la neumonía secundaria.	 www.losarchivos-delatierra.com www.monografias.com
Diagnóstico	El diagnóstico de sospecha, en cualquiera de sus formas, es clínico y se realizará a todo paciente febril con antecedentes de exposición a roedores u otros mamíferos en un área endémica. El diagnóstico de confirmación se realiza mediante el aislamiento de yersinia en sangre, exudado de bubón, liquido cefalorraquídeo o esputo. Para este tipo de diagnóstico se pueden realizar diferentes pruebas: frotis y cultivos, test de anticuerpos fluorescentes, serología y título de anticuerpos.	
Profilaxis	Actualmente, existe una vacuna administrada a personas que viajen a zonas endémicas de esta bacteria. Cuando hay sospecha de que se ha utilizado como arma biológica se administra doxiciclina como prevención ante riesgo de exposición.	
Tratamiento	El tratamiento precoz es vital para evitar la muerte en pocos días y consiste en el uso de antibióticos como la gentamicina o estreptomicina. Cuando se usa como arma biológica se administra doxiciclina, y también puede usarse la ciprofloxacina.	
Descontaminación	Mediante hervido, calor seco, vapor de calor, o desinfectantes como el Lysol o hipoclorito cálcico. La bacteria puede ser eliminada con calor a 55ºC durante 15 minutos o exponiéndola a luz solar durante 3-5 horas.	
Potencialidad	Su utilidad como arma se debe a su alta frecuencia de transmisión de la enfermedad de persona a persona, alta dosis infectiva (100-500 organismos), su elevada tasa de letalidad (100% si no es tratada en las primeras 12-24 horas), capacidad de dispersión en forma de aerosol (causando el tipo neumónico) y su persistencia durante semanas en aguas, harinas y granos húmedos.	

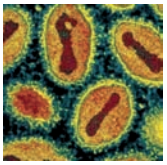
SHIGELLA SPP.		
Descripción	Agente causante de la SHIGELOSIS. Familia de bacterias gram negativas, no formadoras de esporas. Inmóvil a temperatura ambiente.	 www.monografias.com
Infección	Transmisión por ingestión de agua y alimentos contaminados.	
Síntomas	Periodo de incubación en 1 ó 2 días, tras los que aparece diarrea, fiebre y calambres estomacales. La diarrea es a menudo sanguinolenta y la enfermedad, normalmente, se resuelve en 5 ó 7 días. En niños de corta edad y ancianos, la diarrea puede ser tan grave que el paciente necesite ser hospitalizado. La recuperación es normalmente completa, aunque un 3% de las personas infectadas con *shigella flexneri* presentan posteriormente dolores en las articulaciones y al orinar e irritación en los ojos, que es lo que se conoce como síndrome de Reiter. Este síndrome puede durar meses o años, e incluso originar una artritis crónica de difícil tratamiento.	 www.rehydrate.org www.rehydrate.org
Diagnóstico	Se basa en la búsqueda de la bacteria en las heces de la persona infectada.	
Profilaxis	No hay una vacuna para prevenir la shigelosis, si bien puede evitarse con medidas higiénicas adecuadas.	
Tratamiento	El tratamiento es antibiótico, normalmente se utiliza ampicilina, trimetoprim-sulfametoxazol, fluoroquinonas (ciprofloxacina) o tetraciclinas (doxiciclinas).	
Descontaminación	Con desinfectantes como el hipoclorito sódico (1%), etanol (70%), glutaraldehido (2%), etc. *S.dysenteriae* es sensible al calor húmedo (121ºC durante al menos 15 minutos) y al calor seco (160-170 ºC durante al menos 1 hora).	
Potencialidad	Su utilidad como arma biológica se debe a su alta infectividad y a la capacidad de dispersión a través de agua y alimentos contaminados intencionadamente.	

COXIELLA BURNETTI		
Descripción	Agente causante de la FIEBRE Q. Pequeños bacilos móviles con forma lanceolada que crecen intracelularmente y con dos fases antigénicas: la fase I aparece en la naturaleza y la fase II se origina tras múltiples transmisiones de laboratorio en cultivos celulares. Los principales reservorios de esta enfermedad son el ganado vacuno, ovino y caprino, gatos y garrapatas.	 National Institutes of Health. United States Department of Health and Human Services. www.vigilanciasanitaria.es
Infección	La transmisión al hombre se realiza a través de la inhalación del microorganismo disperso en el aire o por contacto directo con animales infectados o materiales contaminados (lana, paja, fertilizantes, etc.).	
Síntomas	Se caracteriza por estados febriles agudos, que se pueden presentar repentinamente con escalofríos, cefalalgia, debilidad, malestar general y sudoración profusa. En otros casos, se presenta una neumonitis con tos, expectoración escasa, dolor torácico y signos físicos mínimos. La infección puede ser asintomática en el 50% de los casos y el período de incubación es de 10 a 16 días.	 www.img.freebase.com
Diagnóstico	Es difícil hacer un diagnóstico certero sin realizar tests de laboratorio apropiados, para lo cual se requieren tests serológicos. El método que más se utiliza es el Ensayo de Inmunofluorescencia Indirecta (IFA). La diferencia antigénica de *coxiella* es importante para el diagnóstico, ya que el nivel de anticuerpos es diferente en las dos fases, siendo mayor en la fase II. Generalmente, la detección se realiza durante la segunda semana de la enfermedad. También, se requiere un diagnóstico diferencial con otras fiebres de origen desconocido.	
Profilaxis	Existe una vacuna de células inactivadas, IND610, que está disponible pero que sólo se aconseja a las personas que se dedican al manipulado de carne.	
Tratamiento	Es antibiótico: la doxyciclina es el más eficaz cuando se administra en los 3 primeros días de la enfermedad. También es eficaz la tetraciclina y la eritromicina en combinación con Rifampicina.	
Descontaminación	Se trata de un microorganismo muy resistente. Se puede utilizar hipoclorito sódico, etanol, glutaraldehido y formaldehído gaseoso. También es útil el calor a 130 ºC durante 60 minutos y radiación gamma.	
Potencialidad	Su utilidad como arma biológica se debe a su alta tasa de infectividad, basta una sola inhalación de apenas 10 microorganismos (incluso 1 microorganismo según algunos autores) para iniciar la infección, permaneciendo infectantes durantes meses o años. Su uso también se debe a su alta persistencia en el medio y a su capacidad de dispersión en forma de aerosol.	

RICKETTSIA PROWAZAKII		
Descripción	Agente causante del TIFUS EPIDÉMICO. *Rickettsia prowazekii* es un parásito intracelular. Coco o bacilo muy pequeño y no móvil.	 www.wikipedia.es
Infección	La transmisión de la enfermedad es a través de picaduras de piojos. El patógeno se encuentra en las heces del piojo y penetra en los tejidos al rascar la zona de la picadura.	
Síntomas	Tras un período de incubación de 10 días a 2 semanas comienzan los síntomas característicos que son fiebre alta, escalofríos y mialgias acompañadas de cefalea y malestar intenso. A los 4 ó 7 días aparece la erupción en el tronco que, posteriormente, pasa a las extremidades. La erupción es maculopapular, no afecta ni a la cara, palmas o plantas de los pies. Los cambios en el estado psicológico pueden ser frecuentes, pudiendo haber delirio o coma. Cuando la enfermedad es grave, pueden darse insuficiencias renales o de miocardio.	 www.ntic.uson.mx www.who.int
Diagnóstico	El diagnóstico puede ser serológico, mediante tests de aglutinación o inmunoensayos. La identificación de Rrickettsias a nivel de especies sólo es posible mediante técnicas moleculares como las Técnicas de Biología Molecular (PCR), seguida de secuenciación genética de genes específicos.	
Profilaxis	Existen vacunas de protección eficaz que modifican el curso de la enfermedad y disminuyen la mortalidad. Es necesaria la repetición de la inmunización cada 4 meses.	
Tratamiento	El tratamiento presenta dos líneas de acción: a) administración de antibióticos y b) tratamiento de sostén, que controla y disminuye la sintomatología. En el primer caso, las Tetraciclinas o el cloranfenicol reducen el curso de la enfermedad y la severidad de los síntomas. En el segundo caso, se pueden llevar a cabo cambios de posición frecuente para evitar la presión sobre los huesos y neumonías, higiene bucal para evitar infecciones en la boca y tratamientos de hipotensión.	
Descontaminación	El microorganismo se destruye con calor (a 45°C) durante 15-30 minutos y las superficies pueden se descontaminadas con formaldehído (0.1%), glutaraldehido o fenol (0.5%).	
Potencialidad	Su posible uso como arma biológica se debe a su alta tasa de letalidad y a que es un microorganismo altamente infectivo para el que no existe vacuna.	

4.4.2. Virus

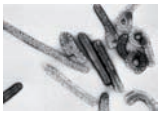
A continuación se describen los principales virus susceptibles de ser utilizados como arma biológica.

SMALLPOX		
Descripción	Agente causante de la VIRUELA. Se trata de un orthopoxvirus altamente contagioso, relativamente estable y con una dosis infectiva mínima pequeña. La viruela tiene dos formas de presentación: la *viruela mayor* o *clásica*, con una alta letalidad en poblaciones no vacunadas (20 a 40%), y la *viruela menor* (*alastrim*), con una tasa de letalidad de aproximadamente un 1%. Hasta antes de su erradicación, estas dos formas se podían diferenciar sólo en situación de brote por sus características clínicas, pero hoy día es posible su diferenciación virológica.	 www.textbookof-bacteriology.net
Infección	Se trasmite de persona a persona, a través de la vía respiratoria. También se puede propagar por medio de ropas que han estado en contacto con enfermos. La transmisión requiere contacto directo y se produce desde que la persona presenta las primeras lesiones hasta que se desprenden todas las costras, lo que comprende aproximadamente tres semanas.	
Síntomas	El período de incubación es de 12 a 19 días, por lo que los primeros síntomas no aparecen hasta que transcurren 2 semanas tras la infección. En la *viruela mayor*, tras el período de incubación, el paciente experimenta fiebre alta, malestar general, postración, dolor de cabeza y de cuello. Luego aparece una erupción maculopapular, primero en la mucosa de la boca y faringe, luego en la cara y en los brazos, para extenderse posteriormente al tronco y a las piernas. En uno o dos días, la erupción se convierte en vesículas y pústulas. Las pústulas son característicamente redondas, tensas y profundamente introducidas en la dermis, por lo que suelen dejar marca. Las costras se forman al octavo o noveno día, y cuando se despegan a la tercera o cuarta semana, la piel bajo ella se encuentra despigmentada. Los casos de viruela menor presentan reacciones menos intensas, aunque con erupción similar a la de la viruela mayor clásica. La letalidad, en cambio, alcanza sólo a un 1% de los casos, aunque no estén vacunados. Existe una forma llamada viruela negra o Hemorrágica que es muy dañina, más que la forma común. La aparición de hemorragias cutáneas desde el comienzo de los síntomas nos advierte de su presencia. Estas hemorragias se hacen extensivas a las mucosas de todo el cuerpo y también a los órganos internos. Esta forma de enfermedad es siempre mortal.	 www.whatdoyo-uknow.com www.whatdoy-ouknow.com www.whatdoyouk-now.com

Diagnóstico	El cuadro clínico y la epidemia en que se presenta nos indica claramente el diagnóstico, aún así, para su comprobación se puede aislar el virus con pruebas *in vitro*.
Profilaxis	La vacunación no es inocua por lo que sólo se aconseja para aquellas personas que han mantenido contacto estrecho con el paciente o para personal en situación de riesgo (soldados, etc.), y además se deben mantener bajo observación. La vacunación dentro de los siguientes 4 días a la exposición ha demostrado conferir cierta protección contra la adquisición de la infección y previene el riesgo de muerte.
Tratamiento	No hay tratamiento específico, sólo se puede administrar terapia de soporte y antibióticos en caso de infecciones bacterianas secundarias. No hay evidencia de la eficacia de los agentes antivirales en viruela.
Descontaminación	Se usan solventes polares lipofílicos, como el cloroformo y también hipoclorito o amonio cuaternario. Los objetos pequeños se descontaminan en autoclave.
Potencialidad	Su utilidad como arma se debe a su alta transmisión de persona a persona, letalidad e infectividad (sólo se requisen de 1-100 organismos para causar la enfermedad), estabilidad elevada y la capacidad de dispersarse en el aire.

VIRUS DE LA EEV		
Descripción	Agente causante de la ENCEFALITIS EQUINA VENEZOLANA. El virus de la EEV pertenece a la familia Togaviridae y al género de los Alfavirus, y es endémico de Suramérica, Trinidad, América Central, México y el Norte de la Florida. Hay ocho virus serológicos distintos que pertenecen al complejo EEV y se han asociado a enfermedad humana; los dos más importantes son el subtipo I y las variantes A/B y C.	 www.telmeds.org
Infección	El reservorio natural de estos virus son los artrópodos. En humanos la infección se produce a través de la picadura de mosquitos infectados con el virus.	
Síntomas	Enfermedad aguda, de corta duración, que afecta al sistema nervioso central, y que tras un período de incubación de 1 a 5 días, el inicio es generalmente repentino, con malestar generalizado, fiebre, dolor de cabeza severo, fotofobia y mialgias en las piernas y el área sacro-lumbar. Puede continuar con náuseas, vómitos, tos, garganta dolorida, y diarrea. Esta fase aguda dura 24-72 horas. A continuación, puede darse un período prolongado de astenia y letargo, recuperando la salud y actividad completa después de 1-2 semanas.	 www.infozoonosisuap.blogspot.com
Diagnóstico	Por recuento de células blancas en sangre que evidencia una leucopenia o linfopenia llamativas. La detección puede realizarse por técnicas de inmunoensayo durante la fase aguda de la enfermedad. También se pueden realizar cultivos celulares con suero o especimenes de la garganta. El diagnóstico presuntivo puede realizarse a partir de una muestra de suero tomada a los 5 a 7 días, tras el inicio de la enfermedad.	
Profilaxis	Existen dos vacunas atenuadas vivas, una conocida como TC-83 (una única dosis subcutánea de 0.5 ml) utilizada para prevenir infecciones de laboratorio y TC-84, obtenida por inactivación de la cepa TC-83 con formaldehído y probada en seres humanos. La vacuna TC-84 se utiliza para aumentar la respuesta a la TC-83.	
Tratamiento	No existe un tratamiento específico, salvo el tratamiento sintomático con analgésicos y anticonvulsivos.	
Descontaminación	Desinfectantes comunes y calor seco. Los virus pueden sobrevivir en sangre seca y otras secreciones por lo que es necesario descontaminar las superficies.	
Potencialidad	Su utilidad como arma es debido a su alta infectividad (sólo 1-10 organismos para causar la enfermedad), su rápida frecuencia de actuación y su capacidad de dispersión por el aire.	

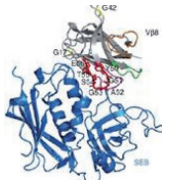
VIRUS WEEV		
Descripción	Agente causante de la ENCEFALITIS EQUINA DEL OESTE. Este virus, al igual que el anterior, pertenece a la familia Togaviridae y al género de los Alfavirus. Se trata de virus endémicos de Estados unidos.	 www.agroregion.com
Infección	El reservorio natural de este virus son las aves o las serpientes (reservorio secundario). La transmisión de la enfermedad al hombre es a través de la picadura de mosquitos del género Culex.	
Síntomas	Tras un período de incubación de 4-10 días aparecen síntomas similares a una gripe leve, fiebre, dolor de cabeza, malestar general, mialgias (dolores musculares) y nauseas.	 www.wikipedia.es
Diagnóstico	El diagnóstico se realiza a través de los signos clínicos de la enfermedad (encefalitis). El diagnóstico microbiológico se lleva a cabo por aislamiento del virus o por pruebas serológicas típicas.	
Profilaxis	No existe vacuna para humanos.	
Tratamiento	El tratamiento presenta dos líneas de acción: a) administración de antibióticos y b) tratamiento de sostén, que controla y disminuye la sintomatología. En el primer caso, las Tetraciclinas o cloranfenicol reducen el curso de la enfermedad y la severidad de los síntomas. En el segundo caso, se pueden llevar a cabo cambios de posición frecuente para evitar la presión sobre los huesos y neumonías, e higiene bucal para evitar infecciones en la boca y tratamientos de hipotensión.	
Descontaminación	El microorganismo se destruye con calor (a 45°C) durante 15-30 minutos y las superficies pueden se descontaminadas con formaldehído (0.1%), glutaraldehido o fenol (0.5%).	
Potencialidad	Su posible uso como arma biológica se debe a su alta tasa de letalidad y a que es un microorganismo altamente infectivo para el que no existe vacuna.	

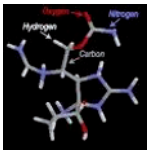
VIRUS CAUSANTES DE LAS FHV		
Descripción	La FIEBRES HEMORRAGICAS VIRALES, FHV (o VHF en inglés), son un grupo de enfermedades causadas por varias familias distintas de virus: Filovirus (Ébola, Marburg), Arenavirus (fiebre de Lassa, Junin, Manchupo, Guanaito, Sabia), Bunyavirus (Hanta, Crimea-Congo, Valle de Rift), y los Flavivirus (fiebre amarilla, Dengüe). Se trata de virus que están distribuidos por todo el mundo y cuyos reservorios son roedores y artrópodos. Algunos roedores son portadores del virus Lassa, Junin, Machupo, Guanarito, Crmiea-Congo, y Rift Valley, los mosquitos, garrapatas y animales como roedores, zorros, liebres y pájaros son portadores de los Bunyavirus.	 www.wikimedia.org  www.wikimedia.org
Infección	El modo de transmisión en cualquier brote es animal, garrapata o mosquito a ser humano. Una vez que un ser humano se ha infectado, es posible la transmisión persona a persona.	
Síntomas	Los síntomas de la enfermedad dependen del tipo de agente y de cada persona. Los síntomas iniciales a menudo incluyen fiebre marcada, fatiga, mareos, dolor muscular, pérdida de fuerza o cansancio. Los pacientes con casos severos a menudo muestran signos de hemorragia bajo la piel, en órganos internos o en orificios del cuerpo, tales como la boca, los ojos o los oídos. Los pacientes severamente enfermos también pueden experimentar shock, convulsiones, fallo del sistema nervioso, coma y delirio. Algunas formas de la enfermedad de la fiebre hemorrágica viral están asociadas con insuficiencia de los riñones.	 ntic.uson.xp/wikisalud/i
Diagnóstico	El diagnóstico de laboratorio se realiza a través de Técnicas de Biología Molecular (PCR) e inmunoensayo. Los virus se recuperan normalmente de la sangre, secreciones faríngeas, orina, piel, hígado o bazo.	
Profilaxis	No existen vacunas que puedan prevenir estas enfermedades (con excepción de la fiebre amarilla y la fiebre hemorrágica argentina). Para el caso del Ébola existe una vacuna experimental pero no se aconseja su administración.	
Tratamiento	No hay tratamiento específico, pero los pacientes reciben un tratamiento de apoyo. El medicamento antiviral, ha sido eficaz en el tratamiento de algunas personas con la fiebre de Lassa y la fiebre hemorrágica con síndrome renal.	
Descontaminación	Los virus son eliminados con desinfectantes comunes (hipoclorito cálcico, lejía), solventes, calor seco (56°C durante 30 minutos) o luz ultravioleta. Los vectores también tienen que ser controlados con acaricidas, y los reservorios tienen que ser monitorizados de forma continua.	
Potencialidad	Su uso como arma se debe a su alta tasa de letalidad y de infectividad, rápida frecuencia de actuación, capacidad de transmitirse de persona a persona y de poder dispersarse en el aire.	

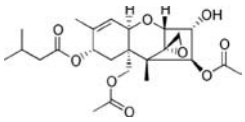
4.4.3. Toxinas

Las principales toxinas que han sido o pueden ser utilizadas como arma biológica son:

RICINA		
Descripción	La ricina es una proteína natural altamente toxica derivada de las semillas de la planta de Ricino (*Ricinus communis)* que puede encontrarse en forma de talco, vapor o grano, o bien disolverse en agua o en un ácido débil. La ricina pertenece a la familia de proteínas conocidas como proteínas inactivantes de los ribosomas, que se unen de forma irreversible a ellos impidiendo la síntesis proteica.	 www.wikimedia.org
Infección	Por inhalación, ingestión o inoculación.	
Síntomas	Los efectos específicos del envenenamiento por ricina dependen de si es inhalada, ingerida o inoculada: En el caso de *inhalación*, se puede producir la muerte entre 36 a 48 horas como consecuencia de un fallo en los sistemas circulatorio y respiratorio. Los síntomas más probables son tos, presión en el pecho, dificultad para respirar, náusea y dolor en los músculos. Pocas horas después, los pulmones se inflaman severamente, y acumulan exceso de líquido, por lo que cada vez es más difícil respirar y la piel puede tornarse azul. Si la muerte no se produce en 3 a 5 días, la víctima normalmente se recupera. Por *contacto*, la cantidad absorbida no es suficientemente grande como para causar problemas, para ello debe de ser añadida a un solvente fuerte y los síntomas resultantes dependen del tipo de solvente usado y el tiempo de contacto. Por otro lado, la *inoculación* de ricina causa la muerte instantánea por fallo de los órganos vitales. Una semilla es suficiente para matar a un niño si se mastica o se rompe. Si se traga entera, lo más probable es que pase sin problemas por el tracto digestivo. Los niños son más sensibles que los adultos debido a que son más propensos a la diarrea y a la deshidratación.	
Diagnóstico	El diagnóstico clínico se lleva a cabo a través de inmunoensayos tipo ELISA para la detección e identificación de ricina en secreciones, suero y tejidos.	
Profilaxis	No existe antídoto frente a la ricina.	
Tratamiento	El único tratamiento consiste en facilitar a la víctima la atención médica necesaria para minimizar los efectos del envenenamiento. Entre estos se incluyen la ayuda respiratoria y el suministro de líquidos intravenosos y medicamentos para tratar la inflamación.	
Inactivación	Con lejía diluida o jabón y agua.	
Potencialidad	Su uso como arma biológica se debe a que es una de las toxinas más potentes conocidas, basta un miligramo para matar a una persona adulta. Otras razones por la que puede usarse como arma biológica es su alta letalidad, su gran persistencia en el medio, así como la capacidad de ser dispersada en forma de aerosol.	

ENTEROTOXINA B		
Descripción	Toxina producida por *staphylococcus aureus*, coco gram positivo que produce una toxiinfección alimentaria. Un ataque biológico con este agente produce una morbilidad (proporción de individuos enfermos) e incluso la muerte.	 www.wikimedia.org
Infección	Por inhalación o ingestión.	
Síntomas	Tras un período de incubación de 1-6 horas tras la inhalación aparece fiebre, escalofríos, dolor de cabeza, mialgias y tos no productiva. Algunos pacientes pueden desarrollar dolor torácico. La fiebre puede durar de 2-5 días y la tos hasta 4 semanas. Los pacientes también pueden presentar nauseas, vómitos y diarreas. En el caso de altas exposiciones, se puede llegar al shock séptico e incluso a la muerte.	
Diagnóstico	El diagnóstico diferencial es difícil porque los síntomas podrían corresponder a cualquier infección producida por cualquier agente patógeno respiratorio o con brotes naturales de fiebre Q y tularemia. No obstante, se dispone de pruebas de laboratorio específicas para detectar el SEB, y la muestra de suero debe ser recogida lo antes posible tras la exposición de pacientes que todavía no hayan mostrado evidencia de enfermedad clínica.	
Profilaxis	Actualmente no hay profilaxis. La inmunización experimental ha protegido a monos, pero de momento no se dispone de vacuna para el hombre.	
Tratamiento	El único tratamiento existente es de soporte. En casos muy graves, es necesario el uso de ventilación artificial y control de balance de fluidos.	
Inactivación	Con jabón y agua o hipoclorito al 0.5% durante 10-15 minutos.	
Potencialidad	El posible uso de esta toxina como arma biológica se debe a su gran estabilidad en el medio y la posibilidad de utilizarla para contaminar alimentos y agua de forma intencionada o dispersada en forma de aerosol. Esta toxina no es letal pero puede provocar incapacidad al 80% del personal en el área de ataque.	

SAXITOXINA		
Descripción	Toxina neuromuscular que actúa directamente sobre el sistema nervioso periférico y músculo esquelético. Afecta a la actividad de la membrana celular por bloqueo selectivo del transporte de sodio. Son producidas de forma natural por dinoflagelados marinos y también se han aislado de algas verdes y cangrejos.	 www.bigelow.com
Infección	El efecto en humanos se conoce como Envenenamiento Paralítico de Crustáceos (las siglas en ingles son PSP), principalmente causado por ingestión de moluscos bivalvos contaminados con estos dinoflagelados.	
Síntomas	La intoxicación comienza a los 5 - 20 minutos tras la ingestión, con una sensación de cosquilleo y adormecimiento de la boca, región peribucal, encías y lengua, irradiándose luego a cuello y hombros. En casos moderados y severos, los síntomas continúan con cefalea, mareos, náuseas, insensibilidad de brazos, piernas y cuello, dificultad para hablar y tragar, rigidez e incoordinación de extremidades, sensación de flotación, dificultad respiratoria y taquicardia. En los casos de mayor gravedad, que depende de la cantidad de toxina ingerida, puede llevar a la parálisis de los músculos de las piernas y brazos y finalmente a la muerte por parálisis respiratoria en un lapso de 2 a 10 horas.	
Diagnóstico	El diagnóstico se confirma por la detección de la toxina en alimentos, agua, contenido gástrico o muestras ambientales. La Saxitoxina, Neosaxitoxina y otros derivados varios pueden ser detectados por ELISA o por inoculación biológica en ratones. Las toxinas específicas pueden ser diferenciadas por (HPLC).	
Profilaxis	No se dispone de antídotos específicos.	
Tratamiento	Debe practicarse lavado gástrico, ingestión de gran cantidad de agua, administración de diuréticos y respiración artificial cuando corresponda. La toxina se elimina rápidamente por la orina y la recuperación es completa. La dosis letal mínima para el hombre se estima en 0.5 mg.	
Inactivación	Por álcalis fuertes.	
Potencialidad	Su uso como arma biológica se debe a la rapidez con la que aparecen los primeros síntomas, que provocan incapacidad en poco tiempo.	

MICOTOXINA T2		
Descripción	Las micotoxinas del grupo de los tricotecenos constituyen un grupo diverso de más de 40 compuestos producidos por hongos. Son potentes inhibidores de la síntesis de proteínas. La toxina T2 produce lo que se conoce como micotoxicosis cuando el hombre o los animales inhalan o consumen alimentos contaminados por la toxina.	 www.wikimedia.com
Infección	Por inhalación o ingestión de alimentos contaminados por la toxina.	
Síntomas	El consumo de esta micotoxina produce pérdida de peso, vómitos, inflamación de la piel, diarrea sanguinolenta, hemorragia difusa y posiblemente muerte. El inicio de la enfermedad tras una exposición aguda de T2 se produce en horas, apareciendo rápidamente un shock circulatorio caracterizado por un débito cardíaco reducido, hipotensión arterial, acidosis láctica y muerte en 12 horas.	
Diagnóstico	El diagnóstico se confirma al detectar la toxina en la orina y sangre mediante cromatografía de gases (GC) y la cromatografía líquida de alta afinidad (HPLC). Debido a su larga vida media, los metabolitos de la toxina pueden ser detectados hasta 28 días tras la exposición. Entre el 50-75% de la toxina original y sus metabolitos se eliminan por la orina y heces en un plazo de 24 horas. También se dispone de anticuerpos policlonales y monoclonales para tricotecenos que se utilizan para la detección en muestras líquidas o sólidas tras la extracción mediante solventes.	
Profilaxis	De momento no se dispone de antitoxina para su utilización humana.	
Tratamiento	El único tratamiento consiste en facilitar a la víctima de la atención médica necesaria para minimizar los efectos del envenenamiento. Entre estos se incluyen la ayuda respiratoria y el suministro de líquidos intravenosos y medicamentos para tratar la inflamación.	
Inactivación	Con agua y jabón.	
Potencialidad	El posible uso como arma biológica se debe a una alta tasa de letalidad, persistencia durante años, posibilidad de ser lanzada en forma de aerosol o utilizarla para contaminar intencionadamente agua y comida y a que no existe vacuna.	

AFLATOXINA		
Descripción	Las aflatoxinas pertenecen al grupo de las Micotoxinas. Su nombre procede de la toxina de *Aspergillus flavus*, y son un grupo de metabolitos tóxicos que contaminan el cereal almacenado, sobre todo cuando éstos están en un área de humedad excesiva durante un periodo de tiempo largo.	www.thesgc.org
Infección	Principalmente por ingestión de alimentos contaminados, pero también hay casos en los que la transmisión se produce por contacto cutáneo o por inhalación	
Síntomas	La duración de la enfermedad es de varias semanas y la sintomatología varia de unos individuos a otros aunque suele estar caracterizado por molestias abdominales, fiebre, vómitos, anorexia, ictericia, enema en las extremidades inferiores, hígado palpable y en los casos más graves se producen hemorragias gastrointestinales.	
Diagnóstico	No hay ensayos de diagnóstico rápido disponibles para envenenamiento por aflatoxinas.	
Profilaxis	Uso de inductores de algunos Citocromos P450, como el Indol-3-carbinol, para proporcionar protección.	
Tratamiento	No hay un tratamiento específico para curar este tipo de intoxicaciones. Lo único que se puede hacer es administrar una terapia de soporte a base de vitaminas, aminoácidos, minerales, etc., y suministrar, vía oral, carbón activo para que impida la absorción intestinal de las toxinas presentes en la comida.	
Inactivación	Las aflatoxinas son inactivadas por una amplia gama de reactivos. Hay estudios sobre el uso de amonio concentrado y bisulfito de sodio.	
Potencialidad	Su uso como arma biológica se debe por tanto a su capacidad de ser liberada en forma de aerosol, a su capacidad de producir una incapacitación de forma rápida y a la falta de vacuna o tratamiento específico.	

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

5. TECNOLOGÍAS Y EQUIPOS DE DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE AGENTES DE GUERRA BIOLÓGICA

5. TECNOLOGÍAS Y EQUIPOS DE DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE AGENTES DE GUERRA BIOLÓGICA

La mejor defensa ante un incidente con agentes de guerra biológica consistiría en evitar la exposición, lo que implicaría la necesidad, al menos, de una detección cercana al tiempo real de los niveles de agentes durante el ataque y la provisión de esa información al mando y control, de forma que disponga de una buena base que le permita predecir una reducción del peligro y gestionar una respuesta a la crisis.

Según el AEP-66, existen tres niveles de detección:

- **Detección Provisional:** Aquella en la que se obtiene una Respuesta Positiva a métodos de identificación basados en inmunología, genética o bioquímica. Es decir, cuando sólo se lleva a cabo la identificación por un único ensayo.
- **Detección Confirmada:** Requiere la ejecución de 2 ensayos diferentes para obtener una Respuesta Positiva. Ejemplo: inmunología y Genética, Inmunología y Bioquímica o Genética y Bioquímica.
- **Detección Inequívoca:** Para alcanzar la identificación inequívoca es necesario que se lleven a cabo al menos tres ensayos diferentes para la obtención de una Respuesta Positiva, y además se hará una inoculación.

Las características principales que se deben tener en cuenta en el diseño, desarrollo y/o selección de un sistema de detección e identificación son las siguientes:

- **Selectividad**: La selectividad es la habilidad que tiene un sistema de detección para discriminar entre los agentes de guerra biológica de otros agentes biológicos y no biológicos presentes de forma natural en el medioambiente. El grado en el que la selectividad de un sistema se ve afectado por interferentes depende del tipo de medida. Generalmente, los sistemas más selectivos requieren un mayor procesamiento

de la muestra y del uso de detectores múltiples. Actualmente, no existe en el mercado ningún sistema de detección de agentes biológicos que presente una alta selectividad, los sistemas desarrollados para uso militar están limitados a la detección de un pequeño número de agentes y son muy caros.

– **Sensibilidad**: Es la menor cantidad de agente blanco que produce una respuesta reproducible por encima del ruido del sistema de detección. En un sistema de detección perfecto, la sensibilidad define la cantidad mínima de agente a partir de la cual puede ser detectado. Las interferencias causan la disminución de la sensibilidad porque el sistema necesita más agente blanco para poder distinguirlo de los interferentes.

– **Eficacia:** Viene dada por las dos características anteriores, selectividad y sensibilidad, de forma que cuanto mayor sea la sensibilidad y la selectividad del equipo, mayor será su eficacia.

– **Especificidad:** Es la probabilidad de detectar la presencia de un agente de guerra biológico cuando éste no se encuentra en la muestra recogida. Por tanto, la especificidad nos da el porcentaje de falsos positivos.

– **Seguridad / Confianza:** La seguridad viene determinada por el valor predictivo de un resultado positivo o negativo. Es decir, se trata del grado de seguridad con que se predecirá la presencia o ausencia de un agente, y ante un resultado positivo, la probabilidad que existe de que este resultado indique presencia del agente, y por tanto que no se trate de un falso positivo.

Desde un punto de vista operacional, los sistemas de detección se pueden clasificar en:

– **Detectores in situ** o **puntuales**: Aquellos que permiten la monitorización in situ de material y de personas o en puntos específicos para la determinación de la presencia de los agentes biológicos.

– **Detectores standoff** o **a distancia**: Aquellos que permiten la detección a distancia (desde cientos de metros hasta kilómetros) de nubes contaminadas con agentes de guerra biológica, y por tanto permiten advertir a la unidad de su proximidad y de esta forma se tendrá tiempo de adoptar medidas de protección.

– **Detectores remotos**: Detectores puntuales o standoff que se manejan de forma remota, evitando de este modo que el usuario del equipo esté en contacto con la contaminación.

La revisión del estado de arte de los equipos de detección de agentes biológicos ha mostrado que actualmente existen muchas tecnologías en estado de investigación para determinar su potencial en la detección de este tipo de agentes. El número de detectores disponibles comercialmente es escaso, tienen una utilidad limitada puesto que responden a un número reducido de agentes, ofrecen un número elevado de falsas alarmas y generalmente tienen un coste muy alto.

5.1. Sistemas de Detección Puntuales o in situ

Los sistemas de detección de aerosoles biológicos requieren de una sensibilidad elevada, puesto que en muchos casos la infección se produce a dosis bajas, y una gran especificidad, consecuencia de la gran variedad de fondo biológico presente en el medioambiente. Estos requisitos obligan al uso de sistemas complejos compuestos de varias subunidades o elementos que permitan de forma eficaz una recogida y una concentración de la muestra y una detección e identificación con elevadas especificidad y sensibilidad.

La configuración estándar de un sistema de detección puntual de bioaerosoles sería la compuesta por los siguientes elementos:

- **Trigger**: Es el primer elemento de detección que permite la monitorización de cualquier cambio en el fondo ambiental. Existen dos tipos de *triggers*, los simples, que únicamente responden ante un incremento de la concentración de partículas en el fondo ambiental, de forma que cuando se supera un umbral pre-establecido emite una alarma. El segundo tipo de trigger, son los inteligentes, que proporcionan al operador información adicional, permitiendo una discriminación genérica entre partículas biológicas y no biológicas, evitando la activación innecesaria del resto de elementos del sistema y por tanto reduciendo el número de falsos positivos y negativos. Este segundo tipo de trigger permitiría llevar a cabo la función de «detectar para alertar» de forma que se disponga «a tiempo» de información para la adopción de las medidas de protección oportunas.

- **Colector**: Cuando se dispara la alarma por la detección de un aumento de la concentración de partículas del fondo ambiental, es necesario emplear sistemas de recogida y concentración de las partículas para su posterior análisis.
- **Detector**: Una vez que las partículas se han recogido y concentrado, se debe determinar si su origen es biológico o inorgánico. Para ello, la muestra se hace pasar por un componente de detección genérica que analiza las partículas de aerosoles. Este componente podría también clasificar la partícula (bacteria, virus, toxinas, esporas). Si la partícula exhibe características de una partícula biológica, se pasa al siguiente elemento, al de análisis e identificación.
- **Identificador**: El último elemento permite la identificación específica del tipo de agente biológico. Este componente se limita a la identificación de un conjunto preseleccionado de agentes. Los identificadores son el elemento más crítico de un sistema de detección, los resultados que se obtienen son empleados para determinar los requisitos de protección.

A la combinación del trigger y colector también se le conoce como muestreador de aerosoles biológicos. Estos elementos pueden encontrarse integrados en un mismo sistema, usándose de forma complementaria o independiente.

Como sistema de alarma o primera respuesta, la evaluación del aumento del contenido microbiano en caso de sospecha de un ataque podría ser suficiente para alertar al personal del peligro y para tomar las medidas de protección adecuadas, sin importar si el patógeno puede ser o no identificado a posteriori.

A continuación se describen las tecnologías más empleadas para cada uno de estos elementos.

- **Trigger**:
  - **APS** *(Aerodynamic Particle Sizer):* Se trata de una tecnología empleada en los trigger simples que permite la obtención del promedio del número de partículas en unos rangos específicos de tamaño. El principio es hacer pasar un flujo de aire cargado de partículas al sistema, a través de una boquilla, produciendo un chorro controlado de aerosol a alta velocidad. La velocidad del aire se mantiene constante en cualquier punto del flujo

durante el periodo de medición. Las partículas se aceleran a diferentes velocidades en el chorro, en base a su tamaño. Por tanto, la velocidad de las partículas en cualquier punto dado es inversamente proporcional al tamaño aerodinámico de las partículas, de forma que las partículas más pequeñas aceleran más rápidamente que las grandes. Cuando se emplea un rayo láser para medir el tiempo de vuelo de las partículas, el haz se divide en dos haces paralelos, y cuando las partículas pasan a través de ellos, se generan pulso eléctricos que son recogidos y medidos con un tubo fotomultiplicador. A continuación, se cuenta el número de partículas y se determina el tamaño aerodinámico de las mismas (a través de una curva de calibración previamente almacenada), y los resultados se muestran en un histograma en el que se enfrenta el diámetro aerodinámico frente al número de partículas.

– **FPS** *(Fluorescence Particle Sizer):* Es un ejemplo de tecnología empleada en un trigger inteligente, que combina la tecnología APS con tecnología de fluorescencia. Se trata de una APS modificado que además de determinar el tamaño aerodinámico de las partículas, incluye un láser adicional (azul o UV) para detectar la fluorescencia intrínseca de las partículas biológicas. El FPS examina la fluorescencia biológica de una muestra concentrada de aerosoles y compara esta respuesta con las características de tamaño de las partículas del fondo ambiental. La principal diferencia entre un FPS y un APS, es que el primero tiene la habilidad de discriminar entre aerosoles biológicos de los no biológicos.

– **Citometría de Flujo:** Se trata de una tecnología optoelectrónica que permite la caracterización de agentes biológicos dentro de una mezcla heterogénea de material orgánico e inorgánico. El fundamento de la citometría de flujo se basa en el paso de una suspensión de partículas, alineadas y de una en una, por delante de un haz de láser focalizado. Cuando las partículas entran en contacto con el haz de luz, se producen señales que corresponden a diferentes características o parámetros físicos y químicos de la partícula y que son recogidas por distintos detectores. Estos convierten dichas señales en señales electrónicas que posteriormente serán digitalizadas para permitir la medida simultánea de varios parámetros en una misma partícula.

Los parámetros que se miden son:

- Parámetros relacionados con características intrínsecas: Tamaño, forma, fluorescencia intrínseca, complejidad de su núcleo y citoplasma, etc.
- Parámetros relacionados con características antigénicas (inmunofenotipo).

Por lo tanto, la citometría de flujo es capaz de detectar una partícula por medio de sus características antigénicas y/o por sus características morfológicas de tamaño, forma, complejidad, etc.

Las señales producidas por la interacción de las células con el haz de luz son de dos tipos:

- Señales de dispersión: La dispersión resulta de la interacción de la luz con una partícula que produce un cambio de dirección (no de la longitud de onda) en todas las direcciones del espacio. Las características morfológicas que determinan la dispersión de la luz son fundamentalmente el tamaño y forma celular, la membrana, el núcleo y el material granular del interior de la célula.
- Señales de fluorescencia: Los citómetros de flujo permiten detectar señales de fluorescencia procedentes de complejos antígeno/anticuerpo marcados con un fluorocromo y situados en una célula o partícula, siendo la cantidad de señal de fluorescencia emitida igual a la proporción de la cantidad de componentes fluorescentes de la partícula. Por otro lado, las señales de fluorescencia también pueden proceder de la excitación, a determinadas longitudes de onda, de marcadores naturales presentes en todas las partículas vivas.

Los elementos que componen un citómetro de flujo son tres: hidráulico (controles neumáticos y fluídicos necesarios para establecer un flujo laminar que permita a la suspensión celular al atravesar la cámara de flujo de forma estable e individualizada), óptico (láser, filtros, lentes) y electrónico (fotomultiplicadores que convierten la luz dispersa (fotones) en señales eléctricas (voltaje), que después de varios procesos de amplificación y conversión, serán digitalizadas para visualizarlos en el ordenador).

Las técnicas de reconocimiento de patrones, basadas en el tamaño, forma y fluorescencia de la partícula, se utilizan para distinguir las bacterias de otros materiales biológicos de origen natural aerotrans-

portados, como el polen y esporas. Este tipo de sistemas permite la detección no específica a través del recuento del número relativo de partículas en rangos de tamaño específico (normalmente entre 0.5-30 µm).

Las ventajas del uso de los citómetros de flujo residen principalmente en una preparación y análisis de muestras rápidos y en la obtención de resultados fácilmente cuantificables. Así mismo, su funcionamiento es sencillo y la instrumentación es resistente y compacta.

– **Colector**: Las tecnologías que se están incorporando en los equipos actuales son principalmente ciclones e impactadores virtuales.

- **Tecnología del ciclón**: Un ciclón es un dispositivo de inercia comúnmente utilizado en aplicaciones industriales para recoger partículas de flujos de aire. Los ciclones son equipos sin partes móviles que utilizan la fuerza centrífuga para separar las partículas de una corriente gaseosa. Están equipados de una sección de entrada del gas, un cuerpo cilíndrico, una sección cónica desde el cuerpo hasta la salida del mismo para la recogida de partículas, una salida axial para el gas limpio y un depósito colector de partículas. La técnica consiste en hacer pasar una corriente de aire cargada de partículas por el cuerpo del ciclón, formándose una espiral externa que se mueve hacia abajo, hacia el fondo del ciclón. Las partículas más grandes se recogen en la pared externa debido a la fuerza centrífuga y las partículas más pequeñas siguen la corriente aérea que forma la inercia de la espiral y salen a través del tubo de salida. A continuación, las paredes externas se pulverizan con agua para facilitar la recogida y preservación de las partículas. Las principales características de un ciclón son que el principio físico de separación es bien conocido, su diseño es simple, cabe la posibilidad de usarlo como una unidad simple o en paralelo (multiciclones) y el coste de operación es bajo.
- **Tecnología de impacto**: Un impactador convencional generalmente está constituido de múltiples placas, cada una de las cuales contiene una serie de orificios o aperturas con un diámetro distinto. Funciona recogiendo una corriente de aire cargada de partículas y dirigiéndolas, a través de un inyector, a la placa de impacto que se encuentra a una distancia fija de éste. El flujo de aire cuando entra en el equipo se dirige hacia las superficies de recogida a través

de las aperturas. Las partículas más grandes no pueden seguir las líneas aerodinámicas del fluido debido a su elevada inercia, pero sí lo hacen las de menor tamaño, que salen del muestreador y son recogidas en un tubo, en una placa petri, etc., para una detección y una identificación posteriores.

Otro tipo de impactador, más utilizado en los sistemas de detección actuales, *es el* impactador virtual, similar al convencional, pero con una superficie de impacto diferente. La placa plana del impactador convencional es sustituida por una sonda de recogida. Controlando correctamente la circulación de aire en el impactador, es posible recoger partículas de una gama específica de tamaño. Además, en la etapa final la corriente de partículas se puede dirigir a un medio líquido, obteniendo una muestra líquida altamente concentrada.

– **Detector**. Las tecnologías incorporadas en los equipos en uso son principalmente:

- **Luminiscencia:** Consiste en la emisión de radiación lumínica provocada en condiciones de temperatura normal o baja. Existen diferentes variedades de luminiscencia en función de la energía responsable del fenómeno, pero son tres las que se utilizan principalmente para el análisis cualitativo y cuantitativo de agentes biológicos:
  - Fluorescencia: Es una variedad de luminiscencia que aprovecha la excitación de los compuestos moleculares del material con la luz en la región ultravioleta del espectro. El componente excitado revierte espontáneamente a un estado desexcitado seguido por la emisión de luz a diferentes longitudes de onda. Se puede utilizar este fenómeno en la detección de material biológico (biofluorescencia) gracias a que el espectro de emisión de luz es específico del componente molecular, que es irradiado a la longitud de onda a la que es excitado. Las técnicas basadas en biofluorescencia generan datos de algunos componentes moleculares del material biológico, lo que le permite ser una herramienta para la detección no específica de agentes, ya que proporciona un espectro de emisión de un material común al agente cuando una muestra desconocida es irradiada. Hay dos tipos de medidas de biofluorescencia: primaria y secundaria. En la biofluorescencia primaria, se miden algunos componentes fluorescentes naturales y comunes de los biomateriales, tales como el triptófano (ami-

noácido constituyente de las proteínas). Sin embargo, la biofluorescencia secundaria implica la introducción de un fluoróforo especial (como por ejemplo, un fluorocromo) a la muestra antes de la irradiación UV. Los métodos secundarios requieren tiempos de medida grandes y añade complejidad al proceso de medida.

- Quimioluminiscencia**:** Se trata de un fenómeno de emisión de radiación electromagnética, ultravioleta o visible, que se observa cuando una especie electrónicamente excitada, mediante una reacción química a temperatura ambiente, regresa a su estado fundamental. El uso de la quimioluminiscencia representa una alternativa simple y barata, que debido a su alta sensibilidad, selectividad y bajos límites de detección, supone una herramienta analítica de gran utilidad.
- Bioluminiscencia**:** Es una forma de quimioluminiscencia basada en la detección de la presencia de ATP (AdenosinTri Fosfato) en la muestra. El ATP es el compuesto que almacena la energía de todas las células vivas (microbianas y no microbianas), y cuando se utiliza el complejo enzimático denominado luciferin-luciferasa, éste convierte la energía química del ATP en luz a través de una reacción de óxido-reducción. La cantidad de luz generada mediante la reacción es directamente proporcional a la cantidad de ATP presente en la muestra que se pretende evaluar. La luz emitida es posteriormente cuantificada usando un aparato llamado luminómetro, que expresa el resultado medido en unidades relativas de luz (URL).

- **Fotometría de llama:** La fotometría de llama es una tecnología estándar de laboratorio para la identificación de productos químicos, que se ha utilizado fundamentalmente para la determinación de trazas de iones de metal en solución. Se trata de una técnica analítica rápida, simple y sensible que analiza la composición química de cada partícula y mide el contenido relativo de potasio, sodio, y otros elementos. El principio físico consiste en la transmisión de los electrones del estado fundamental a un estado excitado mediante el calentamiento de la muestra a altas temperaturas con gas hidrógeno. Durante este proceso cada elemento emite un espectro de líneas con longitudes de onda características, siendo para la mayoría de los elementos en el rango de la luz visible. La intensidad de la radiación resultante es proporcional a la concentración del elemento,

que en la mayoría de los casos está caracterizada por una temperatura de excitación muy alta, que se establece por medio de una llama de gas y oxígeno. Una excepción son los metales alcalinos, cuya temperatura de excitación relativamente baja se produce por una llama de gas y aire.

Su uso como tecnología de detección biológica se basa en el contenido de fósforo del material biológico, que es visible a los sensores de la fotometría de llama. Aplicando la fotometría de llama se pueden determinar las concentraciones de aproximadamente 40 elementos, (principalmente metálicos, sodio, potasio, calcio, rubidio, cesio, cobre, y bario), con concentraciones variadas entre 100ppm, que se excitan fácilmente a los niveles de energía superiores a la temperatura de la llama. Los no metales no producen generalmente átomos neutrales aislados en llama, por tanto no son convenientes para la determinación por espectroscopia de emisión de llama.

– **Identificador:** Las principales tecnologías que se emplean en los equipos de identificación son técnicas espectrométricas (espectrometría de masas), técnicas inmunoanalíticas o Técnicas de Biología Molecular (PCR).

  • **Espectrometría de Masas:** Es una técnica analítica que permite obtener información cualitativa y cuantitativa acerca de la composición atómica y molecular de materias orgánicas e inorgánicas, mediante la separación de los iones gaseosos en campos eléctricos o magnéticos. También permite determinar el peso molecular y la estructura de una sustancia disponiendo de una cantidad mínima de la misma (10^{-6} - 10^{-12} gramos). Todos los espectrómetros de masas constan de cuatro elementos esenciales: la fuente, en la que se generan los iones gaseosos del analito (ionización), el analizador de masas que diferencia los iones gaseosos en función de su relación masa / carga, el detector que es el que recibe a los iones diferenciados por el analizador, y un cuarto elemento fundamental del equipo son las bombas de vacío, que regulan los valores absolutos y el gradiente de vacío entre las partes mencionadas. Por tanto, para determinar la masa molecular es necesario ionizar la molécula, y los iones formados son acelerados hacia el analizador que los separa en función de su relación masa - carga (m/z) y son recogidos en un colector o en el detector, que registra la señal producida. Esta señal es digitalizada y enviada a un orde-

nador, donde puede ser manipulada. La aplicación de la espectrometría de masas al estudio de mezclas de varios compuestos presenta una dificultad, ya que no solo se obtienen los fragmentos correspondientes a una sustancia, sino que se mezclan con los de todas las sustancias que componen la mezcla. Este inconveniente puede resolverse si se separan previamente los componentes de la mezcla antes de introducirlos en el espectrómetro de masas, tarea que desempeña eficazmente, por ejemplo, o bien un cromatógrafo de gases o bien otro espectrómetro de masas, de forma que sólo lleguen sustancias puras.

La espectrometría de masas con trampa **iónica** es una variedad de esta tecnología en la que los iones gaseosos pueden ser generados y confinados durante largos periodos de tiempo por la acción de campos eléctricos y/o magnéticos. Dentro de una trampa de iones, estos se mueven en órbitas circulares. Aquellos que tienen órbitas estables pueden permanecer largo tiempo en su interior, mientras que el resto se estrellan contra las paredes. Su principal ventaja es su capacidad para conservar los iones y eliminarlos posteriormente de forma selectiva.

La identificación y clasificación de microorganismos utilizando un espectrómetro de masas MALDI (*matrix assisted laser desorption/ ionization* ó ionización/ desorción láser asistida por matriz) al que se le asocia un analizador por tiempo de vuelo, TOF, permite detectar moléculas en un amplio rango de masas moleculares. La técnica consiste en mezclar la muestra a analizar con una matriz de naturaleza orgánica, de forma que la luz del láser es absorbida de forma más eficiente y los espectros tienen una mayor intensidad con apenas fragmentación. La mezcla de la muestra con la matriz en exceso se realiza sobre una superficie de metal de tal forma que ambas co-cristalizan cuando se evapora el solvente. Esta preparación es sometida a pulsos cortos de láser en alto vacío lo que provoca que la absorción de energía por parte de la matriz sea convertida en energía de excitación y en transferencia de H^+ a la muestra (ionización) dando lugar, normalmente, a especies mono-cargadas. El área irradiada, de unas pocas micras, se calienta dando lugar a la desorción de los iones de fase sólida a fase gaseosa.

- **Técnicas inmunoanalíticas**: Como su nombre indica, las técnicas inmunoanalíticas tienen como base una reacción inmunológica, en

la que interactúan los antígenos (sustancias de interés) y sus correspondientes anticuerpos (ligadores con especificidad estructural frente al antígeno), a través de fuerzas reversibles no covalentes. La introducción de los inmunoensayos, a partir de los años 50, causó gran impacto en muchas áreas de la Medicina debido a que su sensibilidad y especificidad permitió la cuantificación exacta de una amplia variedad de compuestos biológicamente importantes. En las últimas décadas los inmunoensayos han adquirido un papel protagonista en el laboratorio clínico y cada día son más frecuentes los sistemas automatizados que se incorporan para realizar este tipo de ensayos. Podemos dividir las técnicas de inmunoensayo en dos bloques:

- **Inmunoensayos no isotópicos,** que dependiendo del tipo de marcador podrán ser:
  - Enzimoinmunoanálisis (EIA): Para que una enzima sea apta para ser usada como marcador debe reunir una serie de condiciones: elevada actividad específica, fácil y barata de obtener, gran estabilidad, poseer grupos reactivos a través de los cuales puede ligarse a otra molécula sin perder su actividad enzimática ni influir en la reacción antígeno-anticuerpo, y, por último, la reacción enzimática debe ser simple y fácilmente medible.

    Existen dos tipos de enzimoinmunoanálisis: homogéneos y heterogéneos.

    - Homogéneos (EMIT): Su principio esta basado en la activación o inhibición de la actividad catalítica de la enzima marcadora inducida por el complejo antígeno-anticuerpo. Esta actividad es medida y comparada con la que posee el antígeno libre marcado. Consiste en la mezcla de tres componentes: Anticuerpo específico, antígeno marcado con enzima, y antígeno no marcado (muestra).La actividad enzimática se mide en un espectrofotómetro por cambios de absorbencia que resultan de la acción catalítica sobre el sustrato.

    - Heterogéneos (ELISA): El sistema ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* o Ensayo Ligado a Enzima) Es una de las principales técnicas de enzimoinmunoensayo, que detecta la proteína de interés y mide la concentración de la misma

una muestra. Se utiliza un anticuerpo, fijado a un soporte, que se une específicamente a la proteína diana. Un segundo anticuerpo conjugado a un enzima genera un producto que al añadir un sustrato determinado da un color visible, y la proteína de interés es fácilmente cuantificable mediante una curva patrón. Los análisis ELISA presentan menor sensibilidad y fiabilidad en comparación con las técnicas basadas en la detección de ácidos nucleicos (ADN). Sin embargo, son menos susceptible a originar resultados erróneos («falsos negativos» y «falsos positivos»). Por otra parte, se requiere el desarrollo previo de anticuerpos que reconozcan específicamente la proteína diana que se desea identificar. La única limitación tecnológica para utilizar este método como análisis rutinario es que se debe de conocer previamente qué proteína concreta se busca en cada caso.

- Fluoroinmunoanálisis (FIA): Se basa en los mismos principios que los otros inmunoanálisis, presentando como característica diferencial el uso de marcadores fluorescentes que se unen covalentemente a los anticuerpos. Algunos ejemplos de fluorocromos son la Rodamina B, que produce una fluorescencia roja, o Isotiocianato de fluoresceína, que produce una fluorescencia amarilla verdosa. Esto no altera la especificidad del anticuerpo, pero permite la detección del antígeno al observar el preparado con el microscopio de fluorescencia. Los marcadores fluorescentes deben cumplir una serie de requisitos para su uso en FIA: gran estabilidad, elevada capacidad de absorción, emisión de fluorescencia de alta intensidad, alto rendimiento cuántico.

- Luminoinmunoanálisis (LIA) / Quimioinmunoanálisis (CIA): La característica más destacable del LIA/CIA es que emplea marcadores quimioluminiscentes. Se trata de una técnica con una gran sensibilidad, donde la concentración del antígeno a medir se calcula en función del número de fotones emitidos por el marcador al volver de su estado excitado, al que derivó en el curso de una reacción química, a su estado fundamental. El marcador con mayor rendimiento cuántico es la luciferasa, pero a pesar de un rendimiento cuántico inferior se han utilizado como marcadores otros compuestos más fácilmente obtenibles como el luminol o el isoluminol.

- Electroquimioluminiscencia: Proceso por el que se generan especies muy reactivas en la superficie de un electrodo a partir de precursores estables, que reaccionan entre sí produciendo luz. El desarrollo de inmunoensayos basados en este proceso se fundamenta en el uso de un complejo de rutenio y de Tripropilamina (TPA). Las reacciones quimioluminiscentes que provocan la emisión de la luz a partir del complejo de rutenio se inician más eléctricamente que químicamente.

– **Inmunoensayos isotópicos**:

- Radioinmunoensayo (RIA): Utiliza isótopos radiactivos en vez de enzimas como conjugados de los anticuerpos. El isótopo yodo-125 (I125) es el más utilizado como sistema de detección, ya que las proteínas se pueden yodar con facilidad sin alterar su especificidad. El ensayo directo consiste en una técnica en dos pasos. En primer lugar, se añaden los anticuerpos radiactivos específicos del antígeno a una serie de micropocillos que contienen concentraciones conocidas de antígeno puro. Después se mide la radiactividad en cada uno de los pocillos, pudiéndose generar una gráfica patrón. A continuación, se deja que la muestra en la que se quiere detectar el antígeno se ligue en otro pocillo con los anticuerpos radiactivos y se mide la radiactividad. La concentración de antígeno se obtiene al comparar la medición del ensayo con la gráfica estándar preparada. La mayor utilidad clínica de esta prueba es la detección de proteínas. El RIA presenta el mismo rango de sensibilidad que el ensayo ELISA y también se puede realizar muy rápidamente. Como inconvenientes, presenta el elevado coste de la instalación y la considerable cantidad de residuos radiactivos que se generan, junto a la necesidad de su adecuada gestión.

- **Técnicas de Biología Molecular**: La biología molecular se basa en el uso del genoma para la identificación del agente biológico. Una de las principales técnicas para la detección de ADN/ARN es la Reacción en Cadena de la Polimerasa o más conocida como PCR, desarrollada por Kary Mullis a mediados de los años 80, basada en la copia de fragmentos de un ADN molde, también denominado cebador, por acción de una enzima termoestable (Polimerasa). Los cebadores son fragmentos de ADN de una única hebra cuya

secuencia es complementaria a la región que se quiere amplificar. La reacción que tiene lugar es cíclica, de modo que las copias obtenidas aumentan de manera exponencial, obteniendo millones de ellas a partir de una cantidad de ADN inicial muy pequeña. Con esta metodología se pueden producir en el laboratorio múltiples copias de un fragmento de ADN específico, incluso en presencia de millones de otras moléculas de ADN. La simplicidad de esta técnica, junto con su potencial para la detección de un pequeño número de microorganismos sin necesidad de realizar cultivos celulares, la ha convertido en un importante método para la monitorización de patógenos, utilizada a nivel mundial en el diagnóstico rápido de bacterias y virus susceptibles de ser utilizados como agentes de guerra biológica.

Asimismo, se pueden realizar análisis cuantitativos con dispositivos de PCR en tiempo real. Esta técnica consiste en la monitorización o medición continua del incremento exponencial de las secuencias de ADN amplificadas durante la PCR. En la PCR convencional, los productos de la PCR se miden en distintos puntos de la reacción en cadena y las concentraciones obtenidas se representan en función de la cantidad de agente biológico. Sin embargo, en el caso de la PCR en tiempo real, la concentración de ADN se mide en cada ciclo de amplificación, obteniendo así una relación de proporcionalidad entre la concentración del agente biológico y el número de ciclos de amplificación. El sistema convencional sólo presenta esta proporcionalidad en un rango limitado de concentraciones, perdiendo por tanto parte de su precisión en la cuantificación. Por otra parte, en la PCR en tiempo real, la detección es de un número muy bajo de copias de ADN y la estimación de la concentración de los productos puede realizarse por medio de diferentes marcadores o técnicas de fluorescencia.

A continuación se describen algunos ejemplos de equipos comerciales, que incorporan estas tecnologías, en uso por las FAS y Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estados de multitud de países.

XMX-2AL-MIL	
EMPRESA: Dycor Technologies Ltd.	www.dycor.com
DESCRIPCIÓN: Equipo fijo, robusto, modular y de fácil manejo. Muestreador de aerosoles diseñado para funcionar en condiciones de campo. Permite la recogida de grandes volúmenes de aerosoles ambientales y la concentración de las partículas contenidas en ellos dentro de un vial, en el que se ha depositado agua destilada o buffer salino.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: **Impacto virtual**.	
PESO: 17 Kg (sin módulo líquido) y 25 Kg (con módulo liquido).	
DIMENSIONES: 58 cm x 46 cm x 22 cm (con módulo líquido) / 46 cm x 46 cm x 22 cm (sin módulo líquido).	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO: 800 litros por minuto.	
EFICIENCIA DE RECOGIDA: No se dispone de datos.	
RANGO DE TAMAÑO DE PARTÍCULA: 1-10 micras.	
TIEMPO DE MUESTREO: No se dispone de datos.	
VOLUMEN LÍQUIDO DE RECOGIDA: 5 ml.	
FUENTE DE ENERGÍA: Alimentación eléctrica de 110 ó 120 v.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: N/A.	
INTERFAZ / CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
ENERGÍA MÁXIMA: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: No se dispone de datos Temperatura de almacenamiento: No se dispone de datos Humedad: No se dispone de datos.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: N/A.	
SOFTWARE: Programación dependiente del requerimiento para el muestreo.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: El vial de recogida puede ser sustituido por un filtro seco donde se recogen las partículas, y posteriormente el filtro se diluye en agua para el análisis posterior.	
MANTENIMIENTO: Simple.	
DESCONTAMINACIÓN: El separador y los componentes de colector se desmontan deforma sencilla lo que permite una rápida descontaminación.	
APLICACIONES: Militar y civil.	
TEST DE EVALUACIÓN: Evaluado en campo por las Fuerzas armadas de USA, Reino Unido y Canadá.	
REFERENCIAS MILITARES: En uso por las unidades NBQ de la mayoría de los países. Equipo incorporado en el vehículo de reconocimiento NBQ español.	

BIOCAPTURE	
EMPRESA: Mesosystems / ICX Technologies.	www.icxt.com
DESCRIPCIÓN: Equipo portátil, de fácil uso, que incorpora un puerto para la lectura de BTAs (Biological Threat Agents), de forma que se pueda llevar a cabo una identificación «in situ» del patógeno recogido.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Impacto rotacional.	
PESO: 3.4 Kg (sin batería).	
DIMENSIONES: 17 x 15 x 35 cm.	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO: 200 litros por minuto.	
EFICIENCIA DE RECOGIDA: No se dispone de datos.	
RANGO DE TAMAÑO DE PARTÍCULA: 0.5- 10 micras.	
TIEMPO DE MUESTREO: Flexible: 5,10, 30, 60 minutos.	
VOLUMEN LÍQUIDO DE RECOGIDA: 2-5 ml.	
FUENTE DE ENERGÍA: Batería recargable de ión-litio y eléctrica (12 VDC, 26 W).	
TIEMPO DE AUTONOMÍA DE LA FUENTE: Batería con una autonomía de 2 horas.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
ENERGÍA MÁXIMA: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: +2 ºC a +54 ºC Temperatura de almacenamiento: -46 ºC a +71 ºC Humedad relativa: Del 5% al 95%.	
DISPLAY: Muestra las instrucciones a seguir paso a paso, y las posibles averías.	
COMUNICACIONES: N/A.	
SOFTWARE: Programación dependiente del requerimiento para el muestreo.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: El sistema opera con un único botón, lleva un cartucho en el que van incluidos el impactador, la cámara de fluido, las líneas de transferencia del liquido y el vial de recogida. Cada cartucho tiene el líquido necesario para realizar un muestreo durante 30 minutos en cualquier condición medioambiental, y se reemplaza en cada operación, por lo que se evita la descontaminación del equipo. Los BTAs no van incluidos con el equipo.	
MANTENIMIENTO: Nulo.	
DESCONTAMINACIÓN: Descontaminable 100%.	
APLICACIONES: Militar y civil.	
TEST DE EVALUACIÓN: Evaluado en campo por las Fuerzas Armadas de USA, Reino Unido y Canadá.	
REFERENCIAS MILITARES: En uso por las unidades NBQ de la mayoría de los países. Los equipos SIBCRA utilizan la versión anterior (BT-550). En España, este equipo es utilizado por la Policía, la EADA y la Guardia Civil.	

BIOBADGE	
EMPRESA: Mesosystems / ICX Technologies.	www.icxt.com
DESCRIPCIÓN: Equipo portátil que recoge eficazmente partículas biológicas del aire a muy bajas concentraciones.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Impacto rotacional.	
PESO: 250 g.	
DIMENSIONES: 16.5 x 6.35 x 3 cm.	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO: 35 litros por minuto.	
EFICIENCIA DE RECOGIDA: 50%.	
RANGO DE TAMAÑO DE PARTÍCULA: 1- 10 micras.	
TIEMPO DE MUESTREO: 8 horas de muestreo continuo.	
VOLUMEN LÍQUIDO DE RECOGIDA: 2-5 ml.	
FUENTE DE ENERGÍA: Funciona con baterías de ión-litio.	
TIEMPO DE AUTONOMÍA DE LA FUENTE: Batería con una autonomía de 8 horas.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
ENERGÍA MÁXIMA: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: 0 - 40ºC Temperatura de almacenamiento: No se dispone de datos Humedad relativa: 2% a 90% (no-condensado).	
DISPLAY: Muestra las instrucciones a seguir paso a paso, y las posibles averías.	
COMUNICACIONES: N/A.	
SOFTWARE: No se dispone de datos.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: El sistema permite la recogida en seco de microorganismos y otras amenazas bioterroristas en aire, es operable en ambientes fríos, calientes, húmedos y áridos y trabaja con cartuchos desechables.	
MANTENIMIENTO: Fácil.	
DESCONTAMINACIÓN: Fácil.	
APLICACIONES: Militar y civil.	
TEST DE EVALUACIÓN: No se dispone de datos.	
REFERENCIAS MILITARES: En uso por las unidades NBQ de gran número de países, incluido España.	

C100 MODULLAR TACTICAL COLLECTOR	
EMPRESA: ICX Technologies.	www.icxt.com
DESCRIPCIÓN: Sistema modular de uso en campo diseñado para la recogida de bioaerosoles de forma manual o automatizada. Este sistema puede trabajar solo o integrado en un sistema de detección e identificación. Se puede montar directamente sobre el detector IBAC.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Impacto rotacional.	
PESO: Colector (C-100): 1.1 Kg; Modulo base: 2.5 kg (con batería) o 1.1 Kg (sin batería).	
DIMENSIONES: 26.7 x 14 x 20.3 cm.	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO: 150 litros por minuto.	
EFICIENCIA DE RECOGIDA: No se dispone de datos.	
RANGO DE TAMAÑO DE PARTÍCULA: 1-10 micrones.	
TIEMPO DE MUESTREO: Configurable, desde segundos hasta horas.	
TAMAÑO DE LA MUESTRA: 5-10 ml.	
FUENTE DE ENERGÍA: BA 5390/ U Batería o transformador de AC a DC.	
TIEMPO DE AUTONOMÍA DE LA FUENTE: Batería con una autonomía de 14 horas.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
ENERGÍA MÁXIMA: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: No se dispone de datos Temperatura de almacenamiento: No se dispone de datos Humedad relativa: No se dispone de datos.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: N/A.	
SOFTWARE: No se dispone de datos.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: El sistema permite la recogida de la muestra en viales con soluciones buffer pre-medidas.	
MANTENIMIENTO: Fácil.	
DESCONTAMINACIÓN: De la superficie.	
APLICACIONES: Militar y civil.	
TEST DE EVALUACIÓN: No se dispone de datos.	
REFERENCIAS MILITARES: En uso por el gobierno y diferentes organizaciones de USA.	

BIOGUARDIAN® *AIR SAMPLER*	
EMPRESA: Innovex.	www.innovatek.com
DESCRIPCIÓN: Colector/concentrador que permite el muestreo de volúmenes grandes de compuestos químicos y biopartículas del aire. Desarrollado bajo contrato con el Departamento de Defensa estadounidense.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Multiciclón de pared mojada.	
PESO: 19 – 23 Kg (depende del modelo, hay cuatro modelos diferentes).	
DIMENSIONES: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO: 450 -1000 litros por minuto (depende del modelo).	
EFICIENCIA DE RECOGIDA: Superior al 70 %.	
RANGO DE TAMAÑO DE PARTÍCULA: 1-10 micras.	
TIEMPO DE MUESTREO: Continuo o intermitente, desde 1 minuto a 12 horas.	
VOLUMEN LÍQUIDO DE RECOGIDA: 2-5 ml.	
FUENTE DE ENERGÍA: Eléctrica (110 VAC, 250-450 W).	
TIEMPO DE AUTONOMÍA DE LA FUENTE: N/A.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
ENERGÍA MÁXIMA: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: De 5 a 40ºC Temperatura de almacenamiento: De -20 a 60 ºC. Humedad relativa: No se dispone de datos.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: N/A.	
SOFTWARE: No se dispone de datos.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Sistema de control sencillo, automático y fácil transporte. El preseparador elimina las partículas de tamaño igual o superior a 20 µm. Un único impactador o centrífuga externa para reducir la interferencia del sistema por las partículas grandes. Reemplazamiento automático del líquido que se pierde por evaporación, manteniendo un nivel constante de aproximadamente 10 ml.	
MANTENIMIENTO: No se dispone de datos.	
DESCONTAMINACIÓN: Automática.	
APLICACIONES: Militar y civil (Agricultura y equipos de primera intervención para seguridad nacional).	
TEST DE EVALUACIÓN: No se dispone de datos.	
REFERENCIAS MILITARES: No se dispone de datos.	

SISTEMA DE MUESTREO DE PARTÍCULAS, SASS 2300	
EMPRESA: Research International.	www.resrchintl.com
DESCRIPCIÓN: Muestreador portátil que recoge las partículas biológicas del aire y los transfiere a una fase líquida para su detección y análisis.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Ciclón multiestado de pared mojada, con recolector de partículas mejorado.	
PESO: 3.7 Kg (sin batería) ó 4.7 Kg (con batería).	
DIMENSIONES: 18.4 x 21.3 x 34.3 cm.	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO: 325 litros por minuto.	
EFICIENCIA DE RECOGIDA: superior al 70 %.	
RANGO DE TAMAÑO DE PARTÍCULA: 1- 10 micras.	
TIEMPO DE MUESTREO: Variable.	
VOLUMEN LÍQUIDO DE RECOGIDA: 4-5 ml.	
FUENTE DE ENERGÍA: Eléctrica (110 VAC, 250-450 W).	
TIEMPO DE AUTONOMÍA DE LA FUENTE: N/A.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
ENERGÍA MÁXIMA: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: De 5 a 40ºC Temperatura de almacenamiento: De -20 a 60 ºC. Humedad relativa: No se dispone de datos.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: V**ía RS-232 o inalámbrica**.	
SOFTWARE: Permite la integración con los biodetectores RAPTOR y BIOHAWK, de la misma casa comercial.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Sistema basado en un microcontrolador que puede funcionar solo o conectado a otros sistemas de muestreo, de detección o de comunicaciones.	
MANTENIMIENTO: No se dispone de datos.	
DESCONTAMINACIÓN: Autolavado con agua, lavado manual con lejía.	
APLICACIONES: Militar y civil (equipos de primera intervención para seguridad nacional). Su eficiencia de recogida y sofisticación podría permitir su aplicación en UAVs.	
TEST DE EVALUACIÓN: No se dispone de datos.	
REFERENCIAS MILITARES: Departamento de Seguridad Nacional de USA.	

SISTEMA DE MUESTREO DE PARTÍCULAS, SASS 2400	
EMPRESA: Research International.	www.resrchintl.com/
DESCRIPCIÓN: Muestreador portátil que recoge volúmenes pequeños de partículas biológicas del aire y los transfiere a una fase líquida para su detección y análisis.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Ciclón multiestado de pared mojada, de bajo volumen.	
PESO: 4.7 Kg (sin batería) ó 4.7 Kg (con batería).	
DIMENSIONES: 18.4 x 21.3 x 34.3 cm.	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO: 40 litros por minuto.	
EFICIENCIA DE RECOGIDA: 70 % para partículas de 3 micras de tamaño.	
RANGO DE TAMAÑO DE PARTÍCULA: 1-10 micras.	
TIEMPO DE MUESTREO: Variable.	
VOLUMEN LÍQUIDO DE RECOGIDA: N/A.	
FUENTE DE ENERGÍA: Batería primaria 12 VDC BA-5590/U o batería extendida BA-5390/U o batería recargable UBI 2590, o suministro de energía eléctrica (82-265 Volt AC). El consumo de energía es de sólo 9 Vatios.	
TIEMPO DE AUTONOMÍA DE LA FUENTE: N/A.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
ENERGÍA MÁXIMA: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: De 5 a 66ºC Temperatura de almacenamiento: No se dispone de datos. Humedad relativa: Condiciones de no condensación.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: Vía **RS-232 o inalámbrica**.	
SOFTWARE: Permite la integración con los biodetectores RAPTOR y BIOHAWK, de la misma casa comercial.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Sistema basado en un microcontrolador que puede funcionar solo o conectado a otros sistemas de muestreo, de detección o de comunicaciones.	
MANTENIMIENTO: No se dispone de datos.	
DESCONTAMINACIÓN: Autolavado con agua, lavado manual con lejía.	
APLICACIONES: Militar y civil (equipos de primera intervención para seguridad nacional). Su eficiencia de recogida y sofisticación podría permitir su aplicación en UAVs.	
TEST DE EVALUACIÓN: No se dispone de datos.	
REFERENCIAS MILITARES: Departamento de Seguridad Nacional de USA.	

SISTEMA DE MUESTREO DE PARTÍCULAS, SASS 3100	
EMPRESA: Research International.	www.resrchintl.com
DESCRIPCIÓN: Muestreador portátil que recoge las partículas biológicas (bacterias y esporas) del aire en un filtro para su posterior detección y análisis.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Filtro seco de alta eficiencia.	
PESO: 1.8 Kg (sin batería) ó 2.8 Kg (con batería).	
DIMENSIONES: 15 x 17 x 20 cm.	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO: 150 - 350 litros por minuto.	
EFICIENCIA DE RECOGIDA: Al menos un 50 % para partículas de 0.3-0.5 micras y del 80% o superior para partículas superiores a 1 micra.	
RANGO DE TAMAÑO DE PARTÍCULA: 0.2- 2 micras.	
TIEMPO DE MUESTREO: Variable.	
VOLUMEN LÍQUIDO DE RECOGIDA: N/A.	
FUENTE DE ENERGÍA: Batería primaria 12 VDC BA-5590/U o batería extendida BA-5390/U o batería recargable UBI 2590, o suministro de energía eléctrica (82-265 Volt AC). Consumo de energía es de 8.4 vatios.	
TIEMPO DE AUTONOMÍA DE LA FUENTE: N/A.	
INTERFAZ / CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
ENERGÍA MÁXIMA: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: De -40 a 70ºC Temperatura de almacenamiento: De -40 a 70 ºC. Humedad relativa: En cualquier tipo de ambiente.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: control remoto vía RS-232 o RF.	
SOFTWARE: Permite la integración con los biodetectores RAPTOR y BIOHAWK, de la misma casa comercial.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Sistema inteligente, controlable en remoto. Un microprocesador controla la velocidad de aspiración y proporciona el diagnóstico a través de indicadores LED regulables.	
MANTENIMIENTO: No se dispone de datos.	
DESCONTAMINACIÓN: Óxido de etileno, peróxido de hidrogeno vaporizado o hipoclorito sódico al 5%.	
APLICACIONES: Militar y civil (equipos de primera intervención para seguridad nacional).	
TEST DE EVALUACIÓN: Departamento de Seguridad Nacional de USA.	
REFERENCIAS MILITARES: No se dispone de datos.	

SPICON 45010A	
EMPRESA: Evogen.	www.evogen.com
DESCRIPCIÓN: Muestreador portátil para recogida de partículas y vapores solubles.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Ciclón de pared mojada.	
PESO: 20.8 Kg.	
DIMENSIONES: 45.7 x 386.1 x 20.3 cm.	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO: 450 litros/minuto.	
EFICIENCIA DE RECOGIDA: Alta.	
RANGO DE TAMAÑO DE PARTÍCULA: Superior a 0.2 micras y vapores de trazas.	
TIEMPO DE MUESTREO: Variable, entre 5 minutos y 6 horas.	
VOLUMEN LÍQUIDO DE RECOGIDA: 10 ml.	
FUENTE DE ENERGÍA: 120 Vac o 12/24 DC. El consumo de energía es de 450-500 W.	
TIEMPO DE AUTONOMÍA DE LA FUENTE: N/A.	
INTERFAZ / CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
ENERGÍA MÁXIMA: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: De 2 a 50ºC Temperatura de almacenamiento: No se dispone de datos Humedad relativa: No se dispone de datos.	
DISPLAY: De estado LCD.	
COMUNICACIONES: N/A.	
SOFTWARE: No se dispone de datos.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Alta eficiencia de recogida de partículas y de concentración en un volumen pequeño de partículas en un medio líquido (botella) para su detección e identificación a posteriori.	
MANTENIMIENTO: No se dispone de datos.	
DESCONTAMINACIÓN: Las superficies exteriores son fácilmente descontaminables con lejía diluida.	
APLICACIONES: Militar y civil (equipos de primera intervención para seguridad nacional).	
TEST DE EVALUACIÓN: No se dispone de datos.	
REFERENCIAS MILITARES: No se dispone de datos.	

OMNI3000	
EMPRESA: Evogen.	www.evogen.com
DESCRIPCIÓN: Muestreador portátil que recoge las partículas biológicas del aire y los transfiere a una fase líquida para su detección y análisis.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Ciclón de pared mojada.	
PESO: 5.9 Kg.	
DIMENSIONES: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO: 300 litros/minuto.	
EFICIENCIA DE RECOGIDA: Alta.	
RANGO DE TAMAÑO DE PARTÍCULA: Variable, de micras a submicras.	
TIEMPO DE MUESTREO: No es continuo.	
VOLUMEN LÍQUIDO DE RECOGIDA: Inferior a 9 ml.	
FUENTE DE ENERGÍA: Batería interna o suministro eléctrico (120 VAC).	
TIEMPO DE AUTONOMÍA DE LA FUENTE: N/A.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
ENERGÍA MÁXIMA: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: No se dispone de datos Temperatura de almacenamiento: No se dispone de datos. Humedad relativa: No se dispone de datos.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: No se dispone de datos.	
SOFTWARE: No se dispone de datos.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: No se dispone de datos.	
MANTENIMIENTO: No se dispone de datos.	
DESCONTAMINACIÓN: Con peróxido de hidrógeno.	
APLICACIONES: Militar y civil (equipos de primera intervención para seguridad nacional).	
TEST DE EVALUACIÓN: No se dispone de datos.	
REFERENCIAS MILITARES: No se dispone de datos.	

BIOLOGICAL AEROSOL WARNING SYSTEM, BAWS	
EMPRESA: Lockheed Martin.	www.lockheedmartin.com
DESCRIPCIÓN: Equipo que permite obtener una alarma temprana en tiempo real ante la presencia de aerosoles biológicos. Permite la monitorización de perímetros de áreas o infraestructuras clave a través de una red integrada de detectores.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Citometría de flujo complementada con un micro-láser que analiza a 2 longitudes de onda de fluorescencia biológica, lo que permite discriminar entre partículas de aerosol biológicas y otras partículas del aire, evitando, de esta forma, falsos positivos.	
PESO: No se dispone de datos.	
DIMENSIONES: No se dispone de datos.	
TIEMPO DE RESPUESTA: No se dispone de datos.	
SENSIBILIDAD: No se dispone de datos.	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: No se dispone de datos.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: No se dispone de datos.	
INTERFAZ / CONEXIÓN: Interfaces en serie con detectores múltiples en una configuración en red.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: Desde -51 a +50 ºC Temperatura de almacenamiento: Desde -60 a +70 ºC Humedad: 0 - 100 % Humedad relativa.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: Las estaciones remotas transfieren la información a la estación base, donde se coteja con otros datos para determinar las condiciones de alarma, y generar el informe de detección adecuado. Receptor GPS.	
SOFTWARE: Algoritmos de biodetección sofisticados.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Monitorización y control de hasta 150 estaciones remotas dentro de un perímetro de 10 Km. Muestra gráficamente la localización y el estado, a tiempo real, de las estaciones remotas. Lleva asociado una estación meteorológica que permite testear parámetros como la velocidad, temperatura, humedad y dirección del viento.	
MANTENIMIENTO: No se dispone de datos.	
DESCONTAMINACIÓN: No se dispone de datos.	
APLICACIONES: Militar y civil, para vigilancia perimetral o monitorización interior de infraestructuras críticas.	
REFERENCIAS MILITARES: No se dispone de datos.	

PRIME ALERT	
EMPRESA: GenPrime.	
DESCRIPCIÓN: Kit de detección para uso en campo como sistema de alarma o primera respuesta. Permite la verificación de la presencia de bacterias, virus, esporas y toxinas.	www.genprime.com
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: La monitorización de microorganismos (bacterias, esporas y virus) está basada en una técnica de fluorescencia, determinando la presencia o ausencia de agentes patógenos en muestras sólidas mediante tinción de su ADN. Para toxinas emplea técnicas de inmunoensayo, realizando la lectura de muestras líquidas directamente sobre el aparato del test.	
PESO: 6 Kg.	
DIMENSIONES: 44.4 x 22.2 x 28.5 mm.	
TIEMPO DE RESPUESTA: Inferior a 15 minutos. 5 minutos para microorganismos y 10 minutos para toxinas.	
SENSIBILIDAD: 98 % (microorganismos) - 99 % (toxinas).	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: Falsos positivos par agentes biológicos: 4% Falsos positivos para toxinas: 1% Falsos negativos: 0%.	
FUENTE DE ENERGÍA: 4 pilas de 6 V.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: Permite hasta 2000 lecturas.	
INTERFAZ / CONEXIÓN: Interfaces en serie con detectores múltiples en una configuración en red.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: Desde -51 a +50 ºC Temperatura de almacenamiento: Desde -60 a +70 ºC Humedad: 0 - 100 % Humedad relativa.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: Las estaciones remotas transfieren la información a la estación base, donde se coteja con otros datos para determinar las condiciones de alarma, y generar el informe de detección adecuado. Receptor GPS.	
SOFTWARE: Algoritmos de biodetección sofisticados.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: El kit incluye un test de verificación, que comprueba el correcto funcionamiento después de cada incidente. Los tests son de uso sencillo y pueden ser autoaprendidos a través de un video, en aproximadamente 30 minutos. Primero se hace una búsqueda de agentes biológicos y posteriormente de toxinas. La vida media de los reactivos es de 1 año.	
MANTENIMIENTO: No se dispone de datos.	
DESCONTAMINACIÓN: Tras un resultado positivo, el lector manual y las herramientas de recogida de muestras pueden ser sometidos a una descontaminación completa in situ.	
APLICACIONES: Militar y civil. Para primera intervención y respuesta a emergencias.	
REFERENCIAS MILITARES: No se dispone de datos.	

4WARN SENTRY 3000	
EMPRESA: General Dynamics Canadá.	www.gdcanada.com
DESCRIPCIÓN: Equipo autónomo portátil para la detección genérica y a tiempo real de agentes biológicos.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Detección de partículas por **fluorescencia**.	
PESO: 22 Kg.	
DIMENSIONES: 53 x 40 x 22 cm.	
TIEMPO DE RESPUESTA: 20 segundos.	
SENSIBILIDAD: 20 ACPLA (partículas que contienen agente / litro de aire).	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: 115/220 V AC, 50/60 Hz, 200W. Opcional: Paquete de baterías.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: No se dispone de datos.	
INTERFAZ / CONEXIÓN: Interfaces en serie con detectores múltiples en una configuración en red.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: No se dispone de datos.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: Ethernet o inalámbrica (902-928 MHz FHSS). Integración de GPS para información posicional de datos.	
SOFTWARE: Windows 2000 o Windows XP.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Capacidad de operar en red o sólo, como un sistema de primera respuesta. Totalmente automatizado.	
MANTENIMIENTO: No se usan consumibles, sólo es necesario reemplazar los filtros HEPA.	
DESCONTAMINACIÓN: No se dispone de datos.	
APLICACIONES: Militar y civil. Para primera intervención y respuesta a emergencias.	
REFERENCIAS MILITARES: No se dispone de datos.	

AIRSENTINEL® 1000B	
EMPRESA: ICX Technologies.	www.icxt.com
DESCRIPCIÓN: Equipo fijo de monitorización continua que permite la detección de cambios de concentración de las partículas biológicas en el aíre.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Detección basado en **fluorescencia UV (UV-LIF)**. El equipo lleva integrado un **impactador rotacional**, que permite la recogida automática de las partículas para un análisis posterior	
PESO: 2.3 Kg.	
DIMENSIONES: 27.9 x 25.4 x 11.3 cm.	
TIEMPO DE RESPUESTA: Entre 30 segundos y 2 minutos.	
SENSIBILIDAD: 2.000 partículas por litro para partículas de 1 micra y 300 partículas por litro para partículas de 5 micras.	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO: No se dispone de datos.	
RANGO DE TAMAÑO DE PARTÍCULA: De 1 a 10 micras.	
FUENTE DE ENERGÍA: Red eléctrica (24 VDC). Consumo de energía de 8 a 10 vatios.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: No se dispone de datos.	
INTERFAZ / CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: Desde 16 a 35 ºC Temperatura de almacenamiento: Desde -60 a +70 ºC Humedad: 20 - 90 % Humedad relativa.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: Ethernet, USB. La gestión puede realizarse a través de los sistemas de control de la instalación o a través de una red independiente. Comunicación Inalámbrica y redes de sensores opcionales.	
SOFTWARE: No se dispone de datos.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES: Los sensores permiten la detección de niveles concentrados de especies y tamaños de partículas específicas. El equipo lleva integrado un sistema de autodiagnóstico completo que identifica la necesidad de servicio y mantenimiento. Longitud de onda de excitación entre 280 nm y/o 365 nm. Se monta en techos o paredes.	
MANTENIMIENTO: No requiere consumibles. La bomba se reemplaza anualmente.	
APLICACIONES: Militar y civil. Monitorización continúa del interior de instalaciones militares y otras infraestructuras críticas.	
REFERENCIAS MILITARES: En uso por las unidades NBQ de la mayoría de los países.	

MAB	
EMPRESA: Proengin.	www.proengin.com
DESCRIPCIÓN: Monitor portátil de alarma biológica que permite analizar de forma continua y en tiempo real el espectro de luz de las partículas en suspensión en la atmósfera, permitiendo determinar si hay un cambio en el fondo ambiental.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Fotometría de llama.	
PESO: 13 Kg.	
DIMENSIONES: 38.5 x 86 x 13.8 cm.	
TIEMPO DE RESPUESTA: 10-15 segundos.	
SENSIBILIDAD: No se dispone de datos.	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: 19-32 V DC / 110-220 VAC.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: Autonomía de10 días.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: -20°C a +50°C Temperatura de almacenamiento: -39°C a +55°C Humedad: 0 - 100 % humedad relativa.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: No se dispone de datos.	
SOFTWARE: No se dispone de datos.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Robusto, portátil, de fácil uso. Análisis continúo en tiempo real. Puede ser controlado remotamente mediante RS485. Desarrollado bajo contrato con la DGA francesa.	
MANTENIMIENTO: No se dispone de datos.	
APLICACIONES: Militar y civil. Principalmente usado para vigilancia de aéreas críticas.	
REFERENCIAS MILITARES: En uso por las fuerzas armadas francesas.	

IBAC	
EMPRESA: ICX Technologies.	www.icxt.com
DESCRIPCIÓN: Sistema portátil que monitoriza de forma continua el aire permitiendo la detección a tiempo real y de forma totalmente automática de bacterias (células vegetativas y esporas), virus y toxinas.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: La detección se basa en la capacidad de detectar una serie de propiedades ópticas, como la dispersión elástica, fluorescencia intrínseca e índice de reflexión de los bio-aerosoles biológicos, cuando son excitadas por un diodo láser azul de onda continua. Lleva incluido un impactador rotacional.	
PESO: 5.4 kg (sin batería).	
DIMENSIONES: 25 x 27 x 30 cm.	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO: 3 litros por minuto.	
EFICIENCIA DE RECOGIDA: No se dispone de datos.	
RANGO DE TAMAÑO DE PARTÍCULA: 1-10 micras.	
TIEMPO DE RESPUESTA: 1 minuto.	
VOLUMEN LÍQUIDO DE RECOGIDA: 5-10ml.	
SENSIBILIDAD: <100 ACPLA (partículas que contienen agente / litro de aire).	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: Una media de 1 al mes.	
FUENTE DE ENERGÍA: Red de suministro (110 VAC) o una batería opcional que dura 16 horas. Consume 15 Vatios.	
ALARMA: Visual y sonora.	
TIEMPO DE AUTONOMÍA DE LA FUENTE: Batería con una autonomía de 8 horas.	
INTERFAZ /CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: -15 - 49ºC Temperatura de almacenamiento: -37 - 7ºC Humedad relativa: 5% a 95% (no-condensado).	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: Por cable, RS232.	
SOFTWARE: No se dispone de datos.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: El sistema permite una alarma a tiempo real que puede operar independientemente o en configuración de red. Lleva incluido un muestreador (C100) basado en la tecnología del impactador rotacional.	
MANTENIMIENTO: No requiere ni consumibles ni mantenimiento. El equipo incorpora un sistema completo de autodiagnóstico. Se requiere un mantenimiento preventivo a las 5.000 - 10.000 horas de funcionamiento. Podría ser necesario reemplazar el láser cada 3-5 años.	
DESCONTAMINACIÓN: Peróxido de hidrógeno vaporizado.	
APLICACIONES: Militar y civil. Monitorización de instalaciones, respuesta a emergencias, etc.	
TEST DE EVALUACIÓN: No se dispone de datos.	
REFERENCIAS MILITARES: No se dispone de datos.	

SMARTBIO SENSOR	
EMPRESA: Smiths Detection.	www.smithsdetection.com
DESCRIPCIÓN: Sistema portátil de detección a tiempo real de agentes biológicos en el aire. El sistema clasifica bacterias, esporas, toxinas y virus.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Detección de partículas por **fluorescencia multicanal** (8 canales) y **reconocimiento de patrones**.	
PESO: 10 Kg (sin batería) y 12.2 Kg (con batería).	
DIMENSIONES: 35.6 x 20.3 x 17.8 cm (sin batería) y 43.2 x 20.3 x 17.8 cm (con batería).	
TIEMPO DE RESPUESTA: La detección de un incremento del número de partículas se realiza en un tiempo inferior a 2 minutos. La clasificación del tipo de agente se realiza en un tiempo inferior a 5 minutos.	
SENSIBILIDAD: 20 ACPLA (partículas que contienen agente / litro de aire).	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: 90 A 240VAC (47-440 Hz), 9-36 VDC, o batería recargable UBI-2590 o no recargable BA-5390.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: Aprox. 8 horas para la batería recargable y aprox. 12 horas para la no recargable.	
INTERFAZ / CONEXIÓN: Indicadores del estado de la alarma.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: 0 - 50 ºC Temperatura de almacenamiento: No se dispone de datos. Humedad relativa: No se dispone de datos.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: Vía RS-232.	
SOFTWARE: Software SBS para visión de datos vía RS-232.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Sistema de alarma que utiliza 8 sensores y un contador de partículas ambientales para detectar nubes de bioagentes en tiempo real. Así mismo, muestra una baja respuesta a las interferencias biológicas o químicas comunes en el fondo ambiental.	
MANTENIMIENTO: No requiere mecanismos de fluidos ni reactivos adicionales.	
DESCONTAMINACIÓN: No se dispone de datos.	
APLICACIONES: Militar y civil. Sistema de alarma para primera intervención y respuesta a emergencias y también para protección de instalaciones críticas.	
REFERENCIAS MILITARES: No se dispone de datos.	

VEROTEC	
EMPRESA: Biral.	www.biral.com
DESCRIPCIÓN: Sistema de detección de bioaerosoles portátil que permite la discriminación de los agentes biológicos de guerra frente al resto de las partículas biológicas del fondo ambiental.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Combina la tecnología de caracterización de la forma y tamaño del aerosol (ASAS) con una caracterización genérica por fluorescencia inducida por láser (LIF).	
PESO: 30 Kg (incluyendo la maleta con la que se transporta).	
DIMENSIONES: 49.6 x 46 x 96.9 cm.	
TIEMPO DE RESPUESTA: A tiempo real.	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO: Tecnología ASAS: 1 l/min / Tecnología LIF: 2 l/min.	
EFICIENCIA DE RECOGIDA: No se dispone de datos.	
RANGO DE TAMAÑO DE LA PARTÍCULA: 0.5-15 micras.	
VOLUMÉN DE LÍQUIDO DE RECOGIDA: 20.000 partículas/seg.	
SENSIBILIDAD: No se dispone de datos.	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: 200 W máx. (110/120 VAC, 47-63 Hz o 18-36 VDC).	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: No se dispone de datos.	
INTERFAZ / CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: -33 a +55ºC Temperatura almacenamiento: -33 a +70ºC Rango de Humedad: hasta el 95%, no condensado.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: Comunicación vía ethernet o link serial de alta velocidad.	
SOFTWARE: No se dispone de datos.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Se trata de un equipo compacto, portátil y fácilmente desplegable La longitud de onda de excitación empleada es de 280 nm. Automático, no requiere de la intervención del usuario. La fluorescencia en el canal 1 es de 330-650 nm y en el canal 2 de 420-650 nm. Ha sido seleccionado como el biodetector para el Sistema de Gestión de Sensores (ISMS) del Ministerio de Defensa inglés.	
MANTENIMIENTO: No requiere consumibles.	
DESCONTAMINACIÓN: No se dispone de datos.	
APLICACIONES: Militar y civil.	
REFERENCIAS MILITARES: No se dispone de datos.	

C-FLAPS	
EMPRESA: Dycor.	www.dycor.com
DESCRIPCIÓN: Sistema de detección puntual de aerosoles biológicos.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Lleva integrado un muestreador (XMX-2A) y un detector (FLAPS). La detección está basada en la combinación de **citometría de flujo** y de **fluorescencia inducida por láser** (láser diodo, 30 mW a una longitud de onda de 405 nm).	
PESO: 34 Kg.	
DIMENSIONES: 57 x 73 x 39 cm.	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO: 0-350 litros por minuto.	
FRECUENCIA DE FLUJO DE MUESTREO DESDE EL DETECTOR (FLAPS): 1 litro por minuto.	
RANGO DE TAMAÑO DE LA PARTÍCULA: 1-10 micras.	
TIEMPO DE RESPUESTA: 15 segundos.	
SENSIBILIDAD: 15 ACPLA (número de partículas de agentes biológicos contadas por litro de aire).	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: Menor o igual al 5% y un 95% de confianza.	
FUENTE DE ENERGÍA: 100 - 240 V AC, 50/60 Hz. El consumo de energía es de 200W.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: No se dispone de datos.	
INTERFAZ / CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: 0 - 40ºC.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: 10 base T ethernet. Puede incluir una radio integrada FreeWave™ que utiliza un amplio espectro y opera a 902-928 MHz.	
SOFTWARE: Software de alarma CBNET-4 recoge los datos en tiempo real permitiendo la alarma visual y sonora en presencia de agentes biológicos, siendo configurable y adaptable a ambientes locales. Muestra gráficos con la distribución del tamaño, fluorescencia e intensidad de luz dispersada, así como gráficos en 3D del número de partículas y la fluorescencia emitida en las dos bandas de longitud de onda. Incluye un GPS que permite obtener información de la localización geográfica en tiempo real. También permite la conexión a otros programas software, incluyendo los de los sistemas de Mando y Control.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: El C-FLAPS está diseñado para que en caso de alerta, acoplado a un muestreador XMX-2L/MIL, el software envíe una orden al muestreador para que recoja una muestra que pueda ser analizada posteriormente y poder confirmar la detección.	
MANTENIMIENTO: Bajo mantenimiento. Sin requerimientos de consumibles.	
DESCONTAMINACIÓN: No se dispone de datos.	
APLICACIONES: Militar y civil. Vigilancia y reconocimiento.	
REFERENCIAS MILITARES: En uso como sistemas de detección puntual por las unidades NBQ de diferentes países (España, USA, etc.), o integrado en vehículos de reconocimiento (Alemania, Suiza, etc.) o plataformas navales (Armada alemana).	

SENSITIVE MEMBRANE ANTIGEN RAPID TEST (SMART) SYSTEM	
EMPRESA: New Horizons.	www.nhdiag.com
DESCRIPCIÓN: Kit personal de detección rápida (provisional) de agresivos biológicos desarrollado para situaciones de emergencia.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Basada en la técnica analítica del **Inmunoensayo.** La ausencia o presencia del agente se detecta por un cambio de color (colorimetría).	
PESO: No se dispone de datos.	
DIMENSIONES: No se dispone de datos.	
TIEMPO DE RESPUESTA: Inferior a 15-20 segundos.	
SENSIBILIDAD: No se dispone de datos.	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: N/A.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: N/A.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: N/A.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: No se dispone de datos Temperatura de Almacenamiento: No se dispone de datos Humedad: No se dispone de datos.	
DISPLAY: N/A.	
COMUNICACIONES: N/A.	
SOFTWARE: N/A.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Los resultados obtenidos deben ser confirmados por otras tecnologías. Permite la detección de ántrax, cólera, tularemia, peste, toxina botulínica, ricina y enterotoxina B estafilocócica. El kit presenta dos compartimentos: uno superior con un filtro de membrana donde se introduce la muestra (líquida) y uno inferior para la lectura de los resultados.	
MANTENIMIENTO: No se dispone de datos.	
APLICACIONES: Militar y civil.	
REFERENCIAS MILITARES: En uso por las unidades NBQ de la mayoría de los países.	

BTA TEST STRIPS	
EMPRESA: Tetracore.	www.tetracore.com
DESCRIPCIÓN: Tests de detección automática utilizados como kits de primera respuesta.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Inmunocromatografía de flujo lateral, que utiliza una combinación de anticuerpos monoclonales y policlonales para detectar de forma selectiva la presencia de agentes biológicos en muestras acuosas.	
PESO: No se dispone de datos.	
DIMENSIONES: No se dispone de datos.	
TIEMPO DE RESPUESTA: Inferior a 15-20 segundos.	
SENSIBILIDAD: No se dispone de datos.	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: N/A.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: N/A.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: N/A.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: No se dispone de datos Temperatura de almacenamiento: No se dispone de datos Humedad: No se dispone de datos.	
DISPLAY: N/A.	
COMUNICACIONES: N/A.	
SOFTWARE: N/A.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Los resultados obtenidos deben ser confirmados por otras tecnologías. Permite la detección de ántrax, ricina, toxina botulínica, enterotoxina B de staphylococcus, peste bubónica, tularemia, brucella y orthopoxvirus. Útil para muestras sólidas y líquidas. La lectura visual de las tiras de BTA´s puede resultar compleja en situaciones de estrés, y por ello se puede usar el nuevo lector de Tetracore o el lector Defender Reader de Alexeter Technologies.	
MANTENIMIENTO: No se dispone de datos.	
APLICACIONES: Militar y civil.	
REFERENCIAS MILITARES: En uso por las unidades NBQ de la mayoría de los países.	

RAPID BIOALERT™ READER	
EMPRESA: Tetracore.	
DESCRIPCIÓN: Nuevo lector diseñado específicamente para la lectura de los resultados de la tiras de BTA de Tretacore.	www.tetracore.com
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: No se dispone de datos.	
PESO: 0.94 Kg.	
DIMENSIONES: 11.5 x 21 x 10 cm.	
TIEMPO DE RESPUESTA: Los resultados del test se obtienen en menos de 20 minutos.	
SENSIBILIDAD: No se dispone de datos.	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: 9.5 V / 2.84 A. El consumo de energía es de un máximo de 27 W.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: No se dispone de datos.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: Sistema operativo Windows, disco duro de 40 Gb, puerto USB.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: 10 - 40ºC Temperatura de almacenamiento: 0 - 50ºC Humedad: No se dispone de datos.	
DISPLAY: Pantalla táctil (bolígrafo o ratón).	
COMUNICACIONES: Wi-Fi y BlueTooth.	
SOFTWARE: Viene instalado de fábrica.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Capaz de almacenar datos de miles de lectura. Se trata de un dispositivo que evalúa la densidad óptica de una reacción química comparándola con una muestra de referencia. Es capaz de detectar señales con una densidad óptica del 0.25%. Con una densidad óptica del 5% es capaz de alcanzar una reproducibilidad del 0.2% de la densidad óptica.	
MANTENIMIENTO: No se dispone de datos.	
APLICACIONES: Militar y civil.	
REFERENCIAS MILITARES: No se dispone de datos.	

THE DEFENDER READER TSR™	
EMPRESA: Alexeter Technologies.	www.alexeter.com
DESCRIPCIÓN: Nuevo lector de campo de la tiras de BTA de Tretacore y de las tiras BioDetect™ de Alexeter, con mayor sensibilidad y funcionalidad y menor tamaño. Sustituye a la versión anterior (Guardian Reader).	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: Radiofrecuencia embebida (RFID).	
PESO: 0.7 Kg.	
DIMENSIONES: No se dispone de datos.	
TIEMPO DE RESPUESTA: Los resultados del primer test se obtienen a los 18 minutos. Puede leer 8 tests en 39 minutos y 60 tests en 1 hora.	
SENSIBILIDAD: No se dispone de datos.	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: Batería de ión-litio. También puede operar en continuo, 120-140 V AC.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: La vida útil de la batería es de 2 horas, 4 horas con un paquete de batería opcional.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: Conectividad con múltiples sistemas, incluso se puede conectar a internet para el envío de datos (WIFI, USB). Sistema Operativo Windows Mobile™.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: No se dispone de datos Temperatura de almacenamiento: No se dispone de datos Humedad: No se dispone de datos.	
DISPLAY: Pantalla de alta resolución en color.	
COMUNICACIONES: No se dispone de datos.	
SOFTWARE: No se dispone de datos.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Los resultados obtenidos deben ser confirmados por otras tecnologías.	
MANTENIMIENTO: Calibración automática.	
APLICACIONES: Militar y civil.	
REFERENCIAS MILITARES: En uso por las unidades NBQ de la mayoría de los países.	

RUGGEDIZED ADVANCED PATHOGEN IDENTIFICATION DEVICE, RAPID	
EMPRESA: Idaho Technologies Inc.	
DESCRIPCIÓN: Equipo de detección e identificación de agentes de guerra biológica, portátil, robusto, rápido y fácil de usar.	www.idahotech.com
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: PCR a tiempo real. Consta de un termociclador asociado a un monitor de fluorescencia para el que tiene tres módulos ópticos de color con longitudes de onda de excitación desde 450 a 490 nm. Dispone de tres canales de detección con diferente longitud de onda de emisión: Canal 1: 520.540 nm; Canal 2: 630.650 nm; Canal 3: 690-730 nm.	
PESO: 22.7 Kg, incluyendo los accesorios y el ordenador portátil.	
DIMENSIONES: 26.6 x 36.3 x 49.2 cm.	
TIEMPO DE RESPUESTA: Análisis de 32 muestras (de 5 a 20 microlitros) en 25 minutos.	
SENSIBILIDAD: No se dispone de datos.	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: Batería recargable o suministro externo 110 V / 220V.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: No se dispone de datos.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: Portátil con Windows XP Profesional, 40 GB de disco duro, Intel® Graphics Media Accelerator 900.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: No se dispone de datos Temperatura de almacenamiento: No se dispone de datos Humedad: No se dispone de datos.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: No se dispone de datos.	
SOFTWARE: 2 versiones, una básica y otra avanzada. En la primera, la interfase con el usuario es un simple botón, la pantalla va guiando al operador y se muestran los resultados del análisis y se lleva a cabo una cuantificación automática. En la avanzada, los datos se analizan de múltiples formas y se llevan a cabo cuantificaciones ponderadas, análisis avanzados de curvas, etc.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Los resultados obtenidos deben ser confirmados por otras tecnologías. Permite la detección e identificación automática de los agentes biológicos causantes del ántrax, brucelosis, tularemia, listeria, peste, viruela y la toxina botulínica. También identifica E.coli, shigella, salmonella. Los viales en los que se inyectan las muestras (en polvo o líquidas) a analizar incluyen todos los reactivos (Primers o cebadores, sondas, enzimas y buffers). Los reactivos van liofilizados y tienen un tiempo de conservación de 6 meses.	
MANTENIMIENTO: Calibración automática.	
APLICACIONES: Militar y civil.	
REFERENCIAS MILITARES: En uso por las unidades NBQ de la mayoría de los países. Incorporado en el vehículo de reconocimiento NBQ español.	

RAZOR™ EX SYSTEM	
EMPRESA: Idaho Technologies Inc.	
DESCRIPCIÓN: Equipo de detección e identificación de agentes de guerra biológica, portátil, robusto, rápido y fácil de usar. Especialmente diseñado para uso en campo.	www.idahotech.com
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: PCR a tiempo real. Consta de un termociclador asociado a un monitor de fluorescencia. La longitud de onda de excitación es de 475 +/- 20 nm y la longitud de onda de emisión es >515 nm.	
PESO: 4.9 Kg.	
DIMENSIONES: 23 x 11.2 x 18.75 cm.	
TIEMPO DE RESPUESTA: 10 tests en 30 minutos.	
SENSIBILIDAD: No se dispone de datos.	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: Batería recargable incluida en el dispositivo o suministro externo 110 V / 220V.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: No se dispone de datos.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: La interfase con el usuario es muy simple. Se requiere personal con una mínima preparación.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: -20 a 40 ºC Temperatura de almacenamiento: No se dispone de datos Humedad: No se dispone de datos.	
DISPLAY: LCD.	
COMUNICACIONES: No se dispone de datos.	
SOFTWARE: Software automatizado. Registro de resultados como «+» o «-» en la pantalla. La calibración y el diagnóstico internos aseguran el correcto funcionamiento. Capacidad de crear nuevos protocolos de funcionamiento para ser cargados en el equipo.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Los resultados obtenidos deben ser confirmados por otras tecnologías. Permite la detección automática de los agentes biológicos causantes del ántrax, brucelosis, tularemia, listeria, peste, viruela y la toxina botulínica. También identifica E.coli, shigella, salmonella. La bolsa en la que se inyectan las muestras (de 100 microlitros, polvos o líquidas) a analizar incluyen todos los reactivos (primers o cebadores, sondas, enzimas y buffers). Los reactivos van liofilizados y tienen un tiempo de conservación de 6 meses.	
MANTENIMIENTO: Calibración automática.	
APLICACIONES: Militar y civil, para unidades de primera respuesta.	
REFERENCIAS MILITARES: En uso por las unidades NBQ de la mayoría de los países. En uso por las unidades especialistas NBQ españolas.	

BIO-SEEQ PLUS	
EMPRESA: Smiths Detection.	
DESCRIPCIÓN: Identificador portátil, manual, capaz de detectar patógenos bacterianos y virales.	www.smithsdetection.com
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: LATE-PCR, una tecnología PCR muy novedosa que supone el uso de amplicones de ADN monocatenario lo que permite la mejora de la preparación de la muestra, suprime errores de amplificación y mejora el diseño de las sondas para una análisis rápido de alta resolución. El equipo consta de seis módulos de detección basados en módulos ópticos y en un termociclador. Cada módulo tiene dos canales ópticos independientes que se puedan utilizar durante una sola prueba, y son controlados individualmente por un microprocesador permitiendo que cada prueba realizada sea totalmente independiente del resto de las pruebas. Cada canal óptico permite el uso de una muestra blanco con un control positivo en el mismo tubo, eliminando la necesidad de preparar un control positivo de forma separada.	
PESO: 3 Kg.	
DIMENSIONES: 30.5 x 18 x 7.5 cm.	
TIEMPO DE RESPUESTA: Los resultados de cada test se obtienen en aproximadamente 65 minutos. Capaz de realizar 6 ensayos independientes de forma simultanea y un total de 20 sin recargar baterías.	
SENSIBILIDAD: Sistema altamente específico, capaz de detectar 1 CFU (unidad formadora de colonias).	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: Batería ión-litio recargable. Suministro externo 12 V DC.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: Aproximadamente 10 horas.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: La interfase con el usuario es muy simple. Se requiere personal con una mínima preparación.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: 5 a 32 ºC Temperatura de almacenamiento: No se dispone de datos Humedad: No se dispone de datos.	
DISPLAY: LCD.	
COMUNICACIONES: RS232, convertible a USB añadiendo un conector comercial.	
SOFTWARE: El software está diseñado para usuarios con poca o ninguna experiencia con tests biológicos.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Los resultados obtenidos deben ser confirmados por otras tecnologías. Permite la detección automática de ántrax pX01, pX02, tularemia, peste y ortopoxvirus. Las muestras pueden ser polvos, líquidos o sólidos.	
MANTENIMIENTO: Calibración cada 24 meses. Dispositivo de cartucho de muestreo de un solo uso.	
APLICACIONES: Militar y civil, para unidades de primera respuesta.	
REFERENCIAS MILITARES: En uso por las unidades NBQ de la mayoría de los países. En uso por las unidades especialistas NBQ españolas. Este equipo ha sido evaluado por el ECBC.	

ROTOR-GENE Q	
EMPRESA: Qiagen.	
DESCRIPCIÓN: Equipo portátil, manual, capaz de detectar patógenos bacterianos y virales.	www.qiagen.com
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: PCR a tiempo real. Consta de un termociclador asociado a un monitor de fluorescencia. Tiene hasta 6 canales ópticos con longitudes de ondas desde el UV hasta el infrarrojo. Las fuentes de energía utilizan láser diodos de alta energía, el detector es un fotomultiplicador.	
PESO: 12 Kg.	
DIMENSIONES: 37 x 42 x 27.5 cm.	
TIEMPO DE RESPUESTA: 40 ciclos en 45 minutos. Permite la realización de 6 ensayos independientes de forma simultánea, si bien se pueden analizar hasta 100 muestras en un solo ciclo.	
SENSIBILIDAD: No se dispone de datos.	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: 100-240 V AC, 50-60 Hz, 520 VA. Consumo de energía de 8 VA.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: No se dispone de datos.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: 18 a 30 ºC Temperatura de almacenamiento: 15 a 30 ºC Humedad: del 10 al 75% (no condensada).	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: No se dispone de datos.	
SOFTWARE: No se dispone de datos.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS:	
MANTENIMIENTO: No se dispone de datos.	
APLICACIONES: Militar y civil.	
REFERENCIAS MILITARES: No se dispone de datos.	

ENIGMA FL	
EMPRESA: Enigma diagnostics.	
DESCRIPCIÓN: Equipo portátil, manual, capaz de detectar patógenos bacterianos y virales.	www.enigmadiagnostics.com
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: PCR a tiempo real. Consta de un termociclador asociado a un monitor de fluorescencia. Kits desechables con todos los reactivos necesarios.	
PESO: Inferior a 19 Kg.	
DIMENSIONES: 46 x 31.5 x 24 cm.	
TIEMPO DE RESPUESTA: Inferior a 30 minutos. Permite la realización de 1-3 ensayos independientes de forma simultánea.	
SENSIBILIDAD: No se dispone de datos.	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: 100 a 240 voltios, 47-63Hz, 3.2 Amp (D.C. salida 15V @ 8.6 Amp.). Batería ión-litio. Cuando se integra en un vehículo, se requiere un adaptador para conexión al encendedor.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: No se dispone de datos.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: RS232 para transferencia de datos. Todos los ensayos y los datos se almacenan.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: Temperatura de operación: 0 a 45ºC Temperatura de almacenamiento: No se dispone de datos Humedad: No se dispone de datos.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: No se dispone de datos.	
SOFTWARE: No se dispone de datos.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: Permite la detección de bacterias, virus y esporas**.** La preparación de la muestra es totalmente automática. Opción de sonicación para prelación de muestras con contenido en esporas o tejidos. Todos los reactivos se encuentran en un único cartucho, que es desechable. El volumen de la muestra a analizar es menor a 500 microlitros.	
MANTENIMIENTO: Se requiere una calibración anual. Descontaminación superficial.	
APLICACIONES: Militar y civil.	
REFERENCIAS MILITARES: No se dispone de datos.	

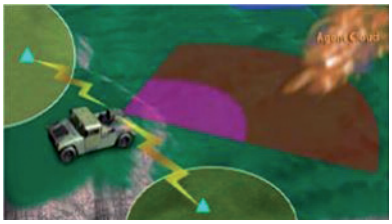
STEPONE	
EMPRESA: Life Technologies.	www.lifetechnologies.com
DESCRIPCIÓN: Equipo portátil, manual, capaz de detectar patógenos bacterianos y virales.	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TECNOLOGÍA: PCR a tiempo real. Consta de un termociclador asociado a un monitor de fluorescencia. El sistema óptico basado en LED está compuesto de filtros de emisión y de un fotodiodo.	
PESO: 23.6 Kg.	
DIMENSIONES: 24.6 x 48.5 x 51.2 cm.	
TIEMPO DE RESPUESTA: De 40 minutos (ciclo rápido) a 2 horas. Permite la realización de 48 ensayos por ciclo, si bien se pueden analizar hasta 100 muestras en un solo ciclo.	
SENSIBILIDAD: No se dispone de datos.	
SELECTIVIDAD: No se dispone de datos.	
FRECUENCIA DE FALSAS ALARMAS: No se dispone de datos.	
FUENTE DE ENERGÍA: No se dispone de datos.	
TIEMPO DE VIDA DE LA FUENTE DE ENERGÍA: No se dispone de datos.	
INTERFAZ/CONEXIÓN: No se dispone de datos.	
PARÁMETROS AMBIENTALES: El rango de temperatura es de 4 a 95 °C.	
DISPLAY: No se dispone de datos.	
COMUNICACIONES: No se dispone de datos.	
SOFTWARE: New StepOne Software v2.1. Software de diseño y de an**álisis.** Sistema Operativo Windows XP®, proporciona control del equipo, recogida y análisis de datos.	
CARACTERÍSTICAS	
CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS: La preparación de la muestra es manual. El volumen de muestra a analizar se encuentra entre 10 a 30 microlitros.	
MANTENIMIENTO: No se dispone de datos.	
APLICACIONES: Militar y civil.	
REFERENCIAS MILITARES: No se dispone de datos.	

5.2. Sistemas de Detección a distancia o *stand-off*

Los requisitos de capacidad de detección en caso de alarma por «ataque biológico» no sólo incluyen la detección puntual, en la que el detector hace un muestreo directamente del ambiente contaminado, sino también la detección a distancia en tiempo real, de forma que se puedan minimizar o prevenir bajas al disponer de tiempo suficiente para adquirir medidas de protección, para lo que se necesitan sistemas de inteligencia que desarrollen una defensa eficaz contra la guerra biológica.

La eficacia de los sistemas de detección a distancia o *stand-off* actuales es algo limitada, entre otras cosas por la gama de distancias en la que se desea realizar la detección, que normalmente es de varios kilómetros para el sector de defensa. Cuanto mayor es la distancia más difícil es la detección y mayor desarrollo tecnológico requieren.

En detección a distancia, a diferencia de detección in situ, la sensibilidad a nivel de dosis infecciosa no es probablemente una característica importante para obtener una capacidad de detección temprana, puesto que una nube de aerosol, previsiblemente letal o incluso incapacitante, implicará concentraciones en exceso, lejos de la dosis infecciosa. La especificidad tampoco es crítica, únicamente se requiere una alerta sobre la presencia de agentes biológicos vivos, sin necesidad de discriminar si se trata de patógenos o no.



http://proceedings.ndia.org/dod_cb/Wednesday_AM/Floyd.pdf

Por tanto, estos sistemas no son específicos y demandan medidas complementarias para la identificación de agentes en el aire. El proceso básico de detección consiste en la monitorización de nubes de partículas de aerosol y en el escáner y recogida de la energía de vuelta de las partículas. Finalmente, con la información obtenida se puede determinar si una nube de aerosol es o no amenazante. Sin embargo, la principal dificultad de la detección a distancia es la capacidad de diferenciar nubes de

agresivos biológicos «producidos por el hombre» del contenido biológico presente normalmente en la atmósfera.

Los sistemas de detección «*stand-off*» pueden ser pasivos y activos. Los sistemas pasivos analizan los espectros de autofluorescencia de los agentes a detectar en una nube de aerosol, mientras que los sistemas activos analizan las propiedades atmosféricas mediante el impacto en la atmósfera de un láser remoto.

5.2.1. Detección pasiva a distancia

Son muchas las líneas de investigación iniciadas en los últimos años para el desarrollo de sistemas *pasivos* comerciales de detección a distancia, que consideran la región del infrarrojo medio (3-5 micras) y lejano (8-12 micras) del espectro para la determinación de las huellas o firmas de los bioaerosoles. Durante años se ha estado investigando la utilidad de la espectroscopia infrarroja para la detección e identificación de agentes biológicos, basada en las distintas absorciones de radiación infrarroja que presentan los distintos grupos funcionales de una molécula: con el espectro de infrarrojo se puede saber fácilmente el tipo de compuesto (alcohol, amina, ácido, etc.), y con un análisis detallado de éste y su comparación con otros espectros catalogados, se puede en muchos casos dilucidar completamente la estructura de la molécula. La desventaja de esta técnica es que sólo es posible obtener buena información cuando se irradia la molécula con una sola frecuencia IR. Una forma de aumentar la sensibilidad de esta técnica es aplicar la transformada de Fourier, algoritmo matemático que permite irradiar a la vez la molécula con cada frecuencia de luz infrarroja, obteniendo el espectro de absorción en minutos. En el espectro se recoge la absorción completa de la muestra para cada longitud de onda, por la correspondiente disminución de intensidad lumínica. Las ventajas de incorporar este algoritmo consiste básicamente en la mejora de la resolución de los espectros de absorción y en la obtención de una mayor sensibilidad debido a la mayor energía de flujo de haz de luz hasta llegar al detector y de la mejora de la relación señal / ruido por promediación de las curvas.

Un ejemplo del uso de la espectroscopia infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR) es el HiSPEC™ que está operativo desde 1999 y que fue diseñado para la detección pasiva de materiales tóxicos a niveles subletales. Este equipo ha sido evaluado, en laboratorio y campo, por el

Edgewood Chemical and Biological Center para determinar su potencial en la detección remota de agentes biológicos en el aire.

También se han llevado a cabo estudios de detección e identificación a distancia de nubes de *Bacillus subtilis* con un interferómetro con Transformada de Fourier de sonido atmosférico conocido como *Compact Atmospheric Sounding Interferometer (CATSI),* que explora en la región espectral de 3-18 µm y que proporciona una exactitud radiométrica para las medidas termales de emisión. Esta tecnología ofrece mejor sensibilidad y pureza espectral que otras técnicas espectroscópicas infrarrojas.

El Army estadounidense y el DSTL han colaborado durante años para el desarrollo de sistemas de detección pasiva a distancia basados en imágenes hiperespectrales, y como resultado de estas investigaciones se desarrolló un prototipo de Sensor de Espectrometría de Imagen Multiespectral, IMSS, con capacidad para la detección de aerosoles biológicos y químicos. Se trata de un equipo portátil que consta de un espectrómetro de imagen de tipo hiperespectral basado en las propiedades de dispersión cromáticas de un elemento óptico de difracción. Existen varios modelos patentados, unos que trabajan en el rango de luz visible y otro en el infrarrojo (cercano y lejano). Los beneficios clave de este sistema consisten en: 1) el uso de una única lente, tanto para la proyección de la imagen como para la dispersión, permitiendo un 85% de procesamiento de alto rendimiento a través de un rango espectral libre, 2) la selección adaptada de la longitud de onda de cualquier sub-banda dentro del rango espectral libre puede llevarse a cabo en menos de un segundo con un cámara de llama de alta velocidad y, por último, 3) ligereza, bajo coste y robustez.

Actualmente, no hay en el mercado ningún equipo que incorpore las tecnologías mencionadas anteriormente, sólo existen prototipos.

5.2.2. Detección activa a distancia

Por otra parte, entre los sistemas *activos* más novedosos de detección a distancia de nubes de aerosoles están los que utilizan un láser para iluminar la nube de aerosol. Estos sistemas están basados en tecnología LIF (Laser induced Fluorescence) en banda ultravioleta y en tecnología LIDAR (LIght Detection and Ranging), que puede trabajar tanto en banda infrarroja (largo alcance) como en ultravioleta (corto alcance). El funcionamiento de estos sistemas consiste en monitorizar una nube de aerosol

tras un pulso láser a una longitud de onda específica y posteriormente realizar un análisis espectral de la energía que vuelve al sistema.

La Fluorescencia Inducida por Láser o LIF es una técnica de gran sensibilidad basada en la emisión óptica de moléculas que han sido excitadas a altos niveles de energía por la absorción de radiación electromagnética. Su principal ventaja es su gran sensibilidad ya que la señal de fluorescencia tiene un fondo muy bajo. El LIF proporciona una excitación selectiva del analito parar moléculas que puedan ser excitadas por resonancia, evitando interferencias. Esta técnica es útil para estudiar la estructura de las moléculas y para hacer medidas cuantitativas de las concentraciones del analito. Las aplicaciones analíticas del LIF incluyen la monitorización de concentraciones en fase gas de la atmósfera, llamas, plasmas y para la detección remota usando tecnología LIDAR. Su eficacia es mayor durante operaciones nocturnas, en las que hay una baja intensidad de luz.

El LIDAR es una técnica que trabaja emitiendo pulsos de luz láser a través de la atmósfera y detectando la luz reflejada por el polvo o los aerosoles del aire. La luz de vuelta, capturada por el receptor del LIDAR, es utilizada para determinar las propiedades del medio en el que la luz se propaga o del objeto que causó la dispersión. Así por ejemplo, el tiempo transcurrido entre que se emite el pulso y la vuelta de la luz (eco) determina la distancia y el cambio de color de la luz determina la velocidad de las partículas. Otras propiedades, como la dirección del viento, también se pueden obtener con esta técnica.

Los sistemas LIDAR permiten «ver» las partículas pequeñas de aerosol características de ataques con agentes biológicos (principalmente las de tamaño inferior a 20 µm de diámetro). Los sistemas que trabajan a longitudes de onda correspondientes al infrarrojo (IR) permiten ver fuera de los radios de acción de 30 kilómetros a 50 kilómetros ya que la atmósfera es bastante transparente a esta longitud de onda.

Un factor limitador de los sistemas standoff es la falta de disponibilidad de láseres de alta potencia, pequeños y baratos. Actualmente, los sistemas IR-LIDAR son incapaces de discriminar entre aerosoles biológicos y no biológicos, dando mejor resultado los sistemas basados en tecnología UV-LIDAR y LIF.

A continuación se describen algunos equipos disponibles en el mercado que incorporan tecnología LIF-LIDAR y LIDAR.

SHORT-RANGE BIOLOGICAL STANDOFF DETECTION SYSTEM, SR-BSDS	
EMPRESA: Fibertek, Inc.	
DESCRIPCIÓN: Sistema de detección de nubes de aerosoles biológicos a distancias de hasta 5 Km. Proporciona una alarma temprana de un ataque biológico inminente permitiendo centrar los esfuerzos en la protección del personal y en evitar la contaminación.	www.fibertek.com
TECNOLOGÍA: Basado en tecnología LIF-LIDAR multi-longitud de onda, con capacidad de actuar tanto en la región ultravioleta como en la infrarroja. La detección está basada en fluorescencia inducida por láser por excitación UV del componente biológico de la nube.	
CARACTERÍSTICAS	
Discriminación de partículas biológicas de no biológicas.	Operación autónoma.
En UV puede proporcionar detección cercana al tiempo real.	Preparación en menos de 45 minutos por 2 personas.
En IR proporciona detección de la nube, adquisición y seguimiento en rangos largos.	Seguro para operación en bases aéreas, puertos y áreas de montaje.
La fuente de excitación utilizada es un diodo láser UV.	Búsqueda automática en Azimut y elevación.
Utiliza bandas de longitud de onda dual para distinguir los aerosoles biológicos.	Integración de red de sensores.
Los tests en campo han demostrado las funciones de operación autónoma, exploración, detección y discriminación.	Diseño robusto, compatible con HMMWV.
Se han evaluado numerosos escenarios. Su funcionamiento en campo ha sido evaluado por el Centro de la Armada estadounidense.	Generador militar, energía HMMWV.

LONG-RANGE BIOLOGICAL STANDOFF DETECTION SYSTEM, LR-BSDS	
EMPRESA: Fibertek, Inc.	
DESCRIPCIÓN: Sistema de detección de agentes biológicos aerosolizados a distancias de hasta 30 Km. Los equipos se están mejorando para ampliar la distancia de detección hasta 100 km.	www.fibertek.com
TECNOLOGÍA: Basado en tecnología LIDAR, que emplea un láser infrarrojo para la detección	
CARACTERÍSTICAS	
Detección, seguimiento y mapeo de grandes áreas de nubes de aerosol.	Transmisor láser operacional a 100 Hz.
Proporciona información sobre la configuración de la nube (tamaño, forma, e intensidad relativa).	Telescopio de percepción 0.60 metros.
Proporciona información sobre la localización de la nube (rango, anchura, altura, etc.)	Detector de transferencia fotodiodo intensificado electrónicamente.
Uso en plataformas de aire, específicamente en helicóptero (UH-60 BlackHawk).	Usa pulsos de láser en el IR-cercano.
Discrimina si la nube es de origen natural o humano.	Detección de partículas superiores a 1µm.
	Instalación y desinstalación en 30 minutos.

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y
PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

6. SITUACIÓN ACTUAL

6. SITUACIÓN ACTUAL

Con objeto de dar cumplimiento a los compromisos nacionales adquiridos en la Cumbre de Praga (2003), en relación con el establecimiento de Batallones Multinacionales en el entorno OTAN para la defensa contra el terrorismo y la mejora de las capacidades nacionales en cuanto a Defensa NBQ, diferentes países han iniciado programas de adquisición, desarrollo o mejora para la integración de equipos de detección e identificación en sistemas que permitan obtener capacidad de vigilancia, reconocimiento, identificación y monitorización biológica de áreas. Un ejemplo de este tipo de sistemas serían los vehículos de reconocimiento de áreas contaminadas con agentes NBQ (pesados y ligeros), laboratorios móviles, e incluso vehículos no tripulados especialmente adaptados para el reconocimiento y vigilancia de áreas contaminadas, en tierra (Vehículos Terrestres no Tripulados, UGVs), mar (Vehículos Sub-acuáticos no Tripulados, UUV, o Vehículos de Superficie no Tripulados, USV) o aire (Vehículos Aéreos no Tripulados, UAVs).

Los vehículos pesados de reconocimiento de áreas contaminadas con agentes NBQ permiten mejorar la supervivencia y la movilidad de las unidades de tierra al proporcionar de forma rápida información exacta sobre contaminación NBQ de grandes áreas. Los VRAC muestrean, detectan, identifican, y delimitan áreas contaminadas con este tipo de agentes en el campo de batalla, y para ello emplean equipos sofisticados, que se encuentran integrados en vehículo. El VRAC español, obtenido a través de un proyecto de I+D nacional, es un BMR modificado que integra equipos y sensores NRBQ de última generación, permitiendo efectuar una detección e identificación química, tanto «in situ» como a distancias de hasta 5 Km, detección e identificación radiológica y muestreo e identificación biológica, todo ello integrado en un complejo software.

Los vehículos ligeros de reconocimiento NBQ son unidades que están siendo incorporadas a las Fuerzas Armadas y de Seguridad de numerosos países. Aunque los requisitos pueden variar en cada caso, existe una base común que permite el cumplimiento de las misiones exigidas. Pueden actuar en ataques con armas de destrucción masiva, tanto en operaciones militares como civiles, en ataques terroristas o en accidentes industriales con posible dispersión de sustancias tóxicas, TICs y TIMs, que actualmente son un peligro constante. España aún no dispone de estos vehículos si bien tiene prevista su dotación a corto plazo. Estos vehículos deben ser autónomos, aerotransportables y disponer de sistemas de comunicación estandarizados y seguros.

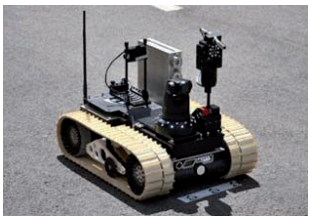
Los laboratorios NBQ desplegables permiten complementar la actuación de los vehículos de reconocimiento NBQ y de los equipos de muestreo SIBCRA, consiguiendo una identificación confirmada «in situ» del agente usado en el ataque, en el menor tiempo posible. Estos laboratorios son completamente autónomos, de tal forma que una vez desplazados a cualquier lugar y con el material y personal adecuados, podrán llevar a cabo el análisis y la identificación del agente empleado durante el ataque. Muchos países ya disponen de estos laboratorios y están mejorando sus capacidades, otros como Finlandia y Suecia han finalizado su desarrollo en los últimos años. España, por su parte, tiene prevista su obtención a corto plazo.

Otra solución para misiones de vigilancia y reconocimiento NBQ es el uso de vehículos aéreos no tripulados (UAVs), que mediante la incorporación de sensores permiten el reconocimiento aéreo de zonas contaminadas. El problema con estos sistemas es que existe una limitación del peso y tamaño de los sensores a ser incorporados. Algunas de las últimas novedades en este tipo de sistemas se presentaron en EUROSATORY 2010. En esta feria,

Thales presentó el Spy Arrow mini-UAV, sistema autónomo de vigilancia que puede incorporar detectores NBQ.

Otra variedad de vehículos no tripulados son los vehículos terrestres no tripulados (UGVs) que permiten reconocer zonas donde el equipo de muestreo o los vehículos de reconocimiento NBQ no tienen acceso. El Edgewood Chemical and Biological Center ha desarrollado un demostrador de un sistema terrestre no tripulado avanzado, CBRN Unmanned Ground Vehicle ó CUGV, para el reconocimiento NBQ, basado en la detección de superficie por espectroscopia Raman UV. Actualmente, está cooperando con iRobot Corporation para la transición de este robot al Future Combat System Small Unmanned Ground Vehicle.

Entre los últimos sistemas sacados al mercado se puede mencionar el robot de QiNETIQ, TALON CBRNE/Hazmat Module, que incluye detectores para la radiación gamma y neutrones (AN/VDR-14), agentes nerviosos y TICs (JCAD), explosivos (ICX FIDO XT, Ahura First Defender), y gases volátiles (Rae Multirae Plus).



Así mismo, la empresa francesa ECA, que diseña y fabrica sistemas no tripuladas, ha desarrollado el CAMALEON, robot completamente modular desarrollado bajo especificaciones del cliente para poder llevar a cabo diferentes misiones, entre las que se encuentran vigilancia, protección, EODs, IEDs, detección NBQ (integrando diferentes sensores para la detección química y radiológica), etc.

Por último, hay que mencionar el Guardium UGV, adquirido por las fuerzas armadas israelíes a la empresa G-Nius. Se trata de un sistema semiautónomo que ha resultado muy eficaz en misiones de seguridad perimetral, protección de la fuerza, apoyo logístico en combate, etc. Se trata de un sistema modular que permite ajustarse a diferentes misiones en función del accesorio que se le incorpore: cámaras EO/IR, sistema de armas no letales, sensores NBQ, extinción de fuegos, etc.

6.1. Capacidad de detección, identificación y monitorización biológica en la UE

En el entorno de la UE, la capacidad de detección, identificación y monitorización biológica (BIODIM) es uno de los objetivos estratégicos establecidos y recogidos en el Plan de Desarrollo de Capacidades de la Agencia Europea de Defensa de la EDA, para el periodo 2009-2011. Una de las actividades de la EDA orientada a la obtención de los requisitos prioritarios de capacidad BIODIM ha sido la creación de un equipo de proyecto (PT) «Detección, Identificación y Monitorización (DIM) NBQ». Este grupo mantiene una estrecha cooperación y relación con los grupos de I+D de capacidad tecnológica de la EDA, el CapTech-ESM-04 Factores Humanos y Protección NBQ, y con aquellos que se están desarrollando en el marco de programas de inversión conjunta, JIPs, de la EDA, *(Force Protection e Innovative Concept and Emerging Technologies o ICET)*, así como con la Comisión Europea, con el fin de garantizar que el trabajo que se realice sea complementario, y de este modo evitar la duplicidad de esfuerzos.

Una de las primeras actividades llevadas a cabo en el marco de este PT fue la definición y establecimiento de un Concepto DIM NBQ, con el fin de describir la forma en que los mandos militares de la UE pueden alcanzar sus objetivos operativos cuando operan en ambientes NBQ. Como apoyo a este concepto, la EDA financió un estudio para el desarrollo de una arquitectura de un sistema integrado de defensa biológica, IBDSA. Este estudio fue realizado por la empresa francesa Thales y el instituto holandés TNO. El resultado de ambos proyectos se utilizarán como referencia para los desarrollos de capacidad futuros en el campo de la defensa biológica de la Unión Europea, y concretamente son la base de un programa ad hoc de categoria B lanzado por la EDA en el 2009 para la mejora y desarrollo de equipamiento para la detección, identificación y monitorización biológica, BIO EDEP.

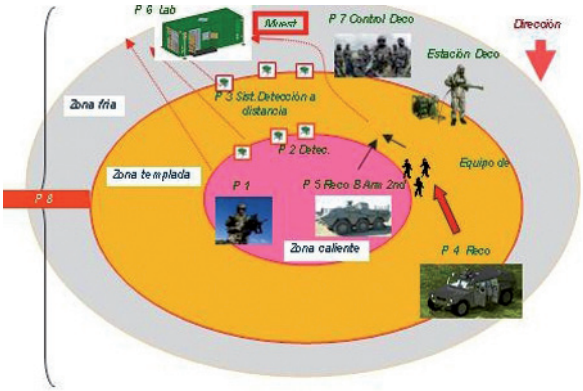
El BIO EDEP es una respuesta directa a los requisitos de los países miembros de la EDA para la mejora de las capacidades de defensa biológica. Su objetivo fundamental es mejorar el equipamiento de las fuerzas armadas de la UE de forma que puedan operar en un entorno biológicamente peligroso, a través de una mayor protección y de la supervivencia de los soldados, de forma que se permita la libertad de acción y de movimiento operacional y táctico del comandante.

Este programa se divide en 8 proyectos que en su conjunto reúnen los requisitos definidos para un sistema de defensa de reconocimiento biológico como se señala en el Objetivo Operativo Común (CST) «*Integrated Biological Reconnaissance Defence System*» (CST BIO BIRD), que se aprobó por la Junta Directiva de la EDA el 18 de mayo del 2009.

<table>
<tr><th>PROTECCIÓN INDIVIDUAL DEL SOLDADO</th><th>PROTECCIÓN DE LAS UNIDADES</th><th>CAPACIDADES ESPECÍFICAS DE DEFENSA NBQ</th></tr>
<tr><td rowspan="5"><u>Proyecto 1</u>.
BIODosímetro.</td><td rowspan="3"><u>Proyecto 2</u>. Sistema Táctico de 2ª generación para vigilancia y monitorización biológica de área de rápido despliegue.</td><td><u>Proyecto 4</u>. Plataforma de campaña de reconocimiento biológica de rápido despliegue.</td></tr>
<tr><td><u>Proyecto 5</u>. Plataforma blindada de campaña de reconocimiento biológica de segunda generación.</td></tr>
<tr><td><u>Proyecto 6</u>. Sistema táctico de análisis de campaña desplegable de segunda generación.</td></tr>
<tr><td rowspan="2"><u>Proyecto 3.</u> Sistema operativo móvil de futura generación para la vigilancia y Monitorización biológica de área de rápido despliegue.</td><td><u>Proyecto 7</u>. Sistema de detección residual biológico para el control de la descontaminación.</td></tr>
<tr><td><u>Proyecto 8.</u> Proyecto de integración de los sistemas de reconocimiento de defensa biológica.</td></tr>
</table>

Tabla 1. Proyectos del Programa BIOEDEP

El diagrama de despliegue y funcionamiento de estos sistemas como un sistema de reconocimiento biológico integrado se representa en la siguiente figura.



Este programa consta de tres fases, una primera de Preparación (2009-2010), una segunda de Definición (2011) y una última de desarrollo (2012-2015).

Actualmente, este programa se encuentra en la fase de preparación, en la que se están definiendo los requisitos operativos comunes, CSRs. Una vez que se dispongan de los CSRs, éstos serán evaluados por la Junta Directiva para su aprobación, en cuyo caso se firmará un MOU *(Memorandum of Undertanding)* formal entre los países que vayan a participar en el desarrollo de los proyectos definidos. Este MOU será el acuerdo jurídicamente vinculante y en él ya se incluirán presupuestos.

En la fase de preparación están participando 11 países (Bélgica, República Checa, Francia, Dinamarca, Alemania, España, Polonia, Noruega, Suecia, Italia y Hungría), si bien cada uno de ellos está participando en la definición de los requisitos operativos de los sistemas en los que en principio se tiene interés, lo cual no compromete su participación en la fase de desarrollo. España ha participado en la definición de los CSRs correspondientes a los proyectos 1, 6 y 8, y actualmente no se ha decidido si se participará en la fase de desarrollo.

Por último, hay que mencionar que dentro de la iniciativa de cooperación entre la EDA, el área de seguridad del 7º Programa Marco de la Comisión Europea y la Agencia Espacial Europea (ESA), conocido como EFC ó *European Framework Cooperation* para la investigación en Seguridad

y Defensa, está previsto lanzar un programa de inversión conjunta, JIP, para la mejora de las capacidades NBQ. Actualmente, existe una previsión de temas tecnológicos a cubrir en el JIP, entre los que se encuentra la detección e identificación biológica y química.

El contenido tecnológico del JIP quedará definido y aprobado definitivamente a finales del 2010, el compromiso económico y la firma del PA por parte de los países interesados en participar se realizará en mayo de 2011, puesto que la primera llamada del JIP está prevista para en julio de 2011.

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

7. TENDENCIAS TECNOLÓGICAS FUTURAS

7. TENDENCIAS TECNOLÓGICAS FUTURAS

El objetivo principal de la detección es «detectar para alertar», es decir, alertar de la presencia de una amenaza biológica antes de que se produzca el impacto negativo y proporcionar la información a tiempo, de forma que las FAS puedan adoptar el nivel de protección individual adecuado. Esta capacidad sería la ideal a alcanzar pero para ello se requieren equipos que monitoricen el aire en tiempo real y de forma continua, y esto no siempre es posible. Además, hay que considerar que para infecciones causadas por una elevada concentración de patógeno, es posible realizar un tratamiento profiláctico durante la fase asintomática de la infección para prevenir la enfermedad. Por tanto, si no es posible alcanzar la capacidad «detectar para alertar», la capacidad «detectar para tratar» puede ser muy beneficiosa para el éxito de la misión.

A diferencia de lo que ocurre con los agentes químicos o el material radiológico, la detección de agentes biológicos es mucho más difícil debido a su capacidad de autorreplicación y su similitud con los microorganismos benignos que se encuentran de forma natural en el fondo ambiental, lo que hace que se requieran unos niveles de sensibilidad y selectividad muy altos, que actualmente se obtienen a expensas del tiempo de respuesta. La biodetección debería permitir determinar, en tiempo real, la presencia de microorganismos y toxinas en concentraciones peligrosas para la salud humana. Esta peligrosidad viene determinada por la presencia de determinados genes que codifican los factores de virulencia que no se expresan de forma continua y la detección en tiempo real y a distancia de estas secuencias genéticas en el interior del microorganismo sería lo ideal, pero absolutamente irreal.

Actualmente, los detectores disponibles no ofrecen el nivel de sensibilidad y de selectividad requeridos. En general, sólo son capaces de detectar que se ha producido un cambio sospechoso en la concentración normal de partículas biológicas del fondo ambiental, pero sin ser capaz

de determinar el origen de este cambio o si realmente representa una amenaza biológica.

Por tanto, es evidente que existe una necesidad manifiesta de disponer de equipos personales para uso en campo que permitan detectar en tiempo real la presencia de agentes de guerra biológica y poder tomar las medidas de protección adecuadas. El desarrollo de una nueva generación de equipos de detección e identificación de agentes de guerra biológica estará orientado hacia:

- Integración en sistemas sostenibles a través de todo el posible espectro de operaciones militares y durante todo el tiempo que duren esas operaciones.
- Miniaturización de los equipos para permitir su portabilidad.
- Robustez de los equipos para su uso en campo.
- Uso de fuentes de energía más eficaces y de menor tamaño (baterías, generadores, etc.).
- Mayor rapidez y especificidad.
- Posibilidad de reprogramar los equipos para incorporar nuevos agentes que aparezcan en un futuro.
- Disminución de la frecuencia de falsos positivos.
- Mejora de los sistemas de muestreo y disminución del tiempo requerido para el procesamiento de la muestra, siendo deseable una mínima/ninguna preparación de muestras.
- Fácil descontaminación.
- Larga vida útil y mínimo mantenimiento.
- Facilidad de uso con un mínimo entrenamiento.
- Interconectabilidad con los sistemas de mando y control existentes y previstos para un futuro.
- Procesamiento de datos con un alto rendimiento.
- Obtención de reactivos a nivel nacional.

Desde hace algunos años se viene observando que el futuro en el campo de la detección está en el uso de la nanobiotecnología para el desarrollo de nanosistemas que permitan, en un mismo dispositivo, la recogida y tratamiento de la muestra, la detección y la identificación específica del agente utilizado en el ataque. Estos dispositivos de tamaño nanométrico tienen aplicación diagnóstica y terapéutica, siendo, desde el punto de vista militar, una herramienta valiosísima que permitirá la monitorización de la salud de los soldados en el campo de batalla, permitiendo un análisis a bajo coste y a tiempo real de su posible exposición a sustancias peligrosas, permitiendo tomar medidas de protección a tiempo.

Por otro lado, se está llevando a cabo un gran esfuerzo en la búsqueda de tecnologías eficaces para la detección *standoff* o a distancia que permitan tener información sobre una posible contaminación con suficiente antelación para que se puedan llevar a cabo contramedidas eficaces. En detección pasiva, las investigaciones se están centrando en el desarrollo de una nueva generación de espectrómetros de imagen hiperespectrales. Sin embargo, están más avanzadas las investigaciones que se están llevando a cabo para el desarrollo de nuevas tecnologías de detección activa. Así por ejemplo se están llevando a cabo estudios de laboratorio en los que se está usando la espectroscopia de plasma inducido por láser (LIBS) para la detección remota de bacterias aerosolizadas y adheridas a superficies (rocas, lubricantes, etc.). Se trata de una técnica de análisis elemental que consiste en la generación de un plasma al incidir la luz de un láser pulsado sobre la muestra, produciéndose la emisión de radiación a una determinada longitud de onda, que posteriormente es recogida y procesada para la interpretación de los resultados. El sistema basado en LIBS no solo detecta la presencia de un agente sino que también diferencia la cantidad de especies bacterianas y la cantidad de interferentes biológicos potenciales como el polen, etc. Algunas de las investigaciones realizadas, entre ellas las desarrolladas por el Edgewood Chemical and Biological Center han utilizado bacterias y esporas inocuas para simular a los agentes biológicos.

Otra tecnología que parece tener potencial en este campo es la espectroscopia Raman por Resonancia Ultravioleta. La espectroscopia Raman puede proporcionar información similar a la espectroscopia infrarroja, pero sin interferencia de la absorción del agua. Además, dependiendo de la longitud de onda de excitación usada y de las características ópticas de la proteína, esta técnica puede proporcionar información molecular aún más específica al trabajar en resonancia con transiciones electrónicas particulares de la proteína. Y esto es lo que se conoce como el efecto de Raman de la resonancia, que se produce cuando el rayo láser se refleja sobre un material, de forma que la luz se dispersa y una mínima fracción de ella se desfasa en frecuencia a medida que vibran los átomos del material. El análisis de los desfases de frecuencia (espectro) de la luz revela las frecuencias de vibración características de los átomos y, por tanto, la composición química y la estructura del material.

Esta técnica permite realizar estudios de sistemas biológicos, con identificación de los grupos funcionales y análisis de la conformación, configuración e interacción de estos grupos con el entorno. La razón de

que la espectroscopia de Raman sea una herramienta poco usada en investigación en el área de Ciencias de la Vida es debido a que en el uso de láseres de longitud de onda visible, como fuente de excitación, la fluorescencia también se excita y esto inunda la señal Raman dispersada, haciendo las medidas virtualmente imposibles. Sin embargo, si se utiliza excitación UV, la fluorescencia deja de ser un problema. Otra razón es que los láseres UV necesarios para la espectroscopia Raman son costosos.

En los últimos años se viene observando un creciente interés en el empleo de la tecnología Terahertz para aplicaciones de seguridad. Actualmente, se están realizando estudios muy prometedores con de absorción terahercios, que tiene gran potencial como herramienta para la detección e identificación remota de macromoléculas en frecuencias de 0.1 a 10 Thz, en las que la atmósfera es bastante transparente. Esta tecnología permite el análisis de características como la vibración de los fotones del ADN y de células bacterianas completas, así como de otros mecanismos físicos debidos a la interacción entre la radiación y el material biológico.

El laboratorio de investigación de la armada estadounidense lleva 10 años trabajando en el uso de la espectroscopia de frecuencia terahércica como una herramienta de detección, identificación y caracterización de agentes biológicos. Durante este tiempo se ha mejorado esta tecnología de forma que permita un despliegue eficaz de sus capacidades en campo. Los nuevos programas de investigación están dirigidos a la elaboración de plataformas de sensores integrados con potencial para la detección puntual y remota de agentes de guerra biológica. Los ejercicios de simulación han demostrado cómo la excitación fotónica y los cambios asociados en la geometría molecular pueden realizar la detección integrada de bio-firmas e inducir al procesamiento de datos espectrales.

En el marco de la OTAN, se ha llevado a cabo un estudio para la mejora del funcionamiento de la detección a distancia de aerosoles biológicos, basada en tecnología láser. Se han estudiado 3 tecnologías: fluorescencia inducida por láser en la región del ultravioleta (UV-LIF) a diferentes longitudes de onda, retrodispersión diferencial en el IR de onda larga LWIR-DISC) y despolarización infrarroja. Este estudio, realizado bajo el marco del panel SET (Sensors & Electronics Technology) de la RTO, se inició en el 2006 y en él participaron 4 países: Reino Unido, Canadá, Suecia y Alemania. Durante el mismo se desarrollaron una serie de prototi-

pos que se probaron en campo y los resultados del estudio se incluyeron en un informe final que se publico en febrero del 2010.

La retrodispersión diferencial en el IR de onda larga, (Long-Wave IR - Differential Scattering, LWIR-DISC), se ha utilizado durante décadas en la detección a distancia de agentes de guerra química, pero carecía de la sensibilidad y de los algoritmos avanzados necesarios para su aplicación en detección a distancia de aerosoles biológicos. Las mejoras en la tecnología y los últimos avances en algoritmos de última generación desarrollados para LWIR han permitido la discriminación, en campo, de aerosoles biológicos de interferentes comunes en rango y concentraciones operacionalmente significativos.

La despolarización a longitud de onda normalizada (WANDER) y la retrodispersión diferencial (DISC) se han combinado en un sistema de detección a distancia para proporcionar capacidad avanzada de alarma para la discriminación de bioaerosoles (ántrax, peste, ricina, etc.) e interferentes (polvo, humo, etc.). El sistema, desarrollado por Lockheed Martin, permite la discriminación de la firma óptica de los aerosoles a longitudes de onda clave para sondear de forma simultánea la forma, el tamaño y el índice de refracción del aerosol. Esta técnica emplea medidas de dispersión que forman una buena base para una detección sensible y fiable, adecuada para operaciones en campo, tanto diurnas como nocturnas. Las pruebas del sistema actual WANDER han mostrado una sensibilidad adecuada para un sistema de alarma temprana.

Los resultados obtenidos en las pruebas en campo mostraron que todos los sistemas UV-LIF-LIDAR permiten la discriminación de los simulantes de bioaerosoles de los potenciales interferentes. Los sistemas están maduros y están basados en un conocimiento profundo del principio funcional de la espectroscopia basada en fluorescencia, sin embargo tienen una serie de limitaciones puesto que su rendimiento disminuye conforme aumentan los niveles de luz ambiental, y por tanto existe interferencia del fondo ambiental. No obstante, a longitudes de onda entre 266nm y 351nm se ha demostrado una capacidad reducida a la luz del día.

Por el contrario, la despolarización y la retrodispersión diferencial detectan a longitudes de onda bien definidas lo que permite la reducción proporcional del fondo y por tanto mantener su capacidad durante el día. Sin embargo, estos sistemas están menos maduros y el conocimiento sobre el principio básico de funcionamiento es menor. Además, las señales de despolarización parecen depender de la humedad, y como el agua

podrían ser absorbidas sobre las partículas. La retrodispersión elástica en el IR se sugiere como una forma de aumentar el mapeo y seguimiento de la nube para los sistemas UV-LIF, y la despolarización multionda también puede ser combinada en un sistema de fluorescencia para aumentar su capacidad durante las horas diurnas.

En base a estos resultados obtenidos se realizaron una serie de recomendaciones sobre la mejor opción a corto y largo plazo. A corto plazo, la mejor opción es la aplicación de tecnologías UV-LIF, la elección de una longitud de onda de 266 nm o 355 nm dependía de parámetros tales como la probabilidad de discriminación, probabilidad de detección, frecuencia de falsas alarmas, o el rendimiento en horario diurno. La despolarización en el infrarrojo cercano podría ser incorporada para la mejora de la discriminación potencial y de la capacidad en horas diurnas. Las opciones a largo plazo incluyen la despolarización en el infrarrojo y LWIR DISC. Estas tecnologías tienen un mejor rendimiento durante el día. La LWIR DISC tiene potencial para combinar la detección biológica y química. Finalmente, los algoritmos avanzados podrían mejorar el rendimiento de la discriminación.

En la siguiente tabla se reflejan las principales ventajas e inconvenientes de las tecnologías estudiadas.

TECNOLOGÍAS	VENTAJAS	INCONVENIENTES	ORGANIZACIONES
FLUORESCENCIA INDUCIDA POR LÁSER	• Discriminación demostrada. • Gran conocimiento sobre el principio operativo de funcionamiento. • Madurez del sistema.	• Capacidad reducida en horario diurno.	• DRDC (Canadá). • FFI (Noruega). • DSTL (Reino Unido). • ECBC (USA).
DESPOLARIZACIÓN MULTIONDA	• Capacidad en horario diurno. • Potencial para combinar con técnicas de fluorescencia.	• Dependencia de la humedad. • Madurez del sistema. • Conocimiento pobre sobre el principio operativo de funcionamiento.	ECBC (USA).
RETRODISPERSIÓN DIFERENCIAL EN EL IR DE ONDA LARGA, LWIR-DISC	• Capacidad en horario diurno. • Permite la detección química. • Técnica segura para el ojo.	• Madurez del sistema. • Conocimiento pobre sobre el principio operativo de funcionamiento.	ECBC (USA).

Tabla 2. Comparación de las ventajas y riesgos para cada tecnología

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

8. LISTADO DE ACRÓNIMOS

8. LISTADO DE ACRÓNIMOS

ADN	Ácido Desoxirribonucleico
AEP	*Allied European Publication*
APS	*Aerodynamic Particle Sizer*
ASAS	*Aerosol Size and Shape*
ATP	AdenosinTriFosfato
BIO-BIRD	*Integrated Biological Reconnaissance Defence System*
BIODIM	*Biological Detection, Identification and Monitoring*
BIOEDEP	*Biological Detection Identification Monitoring Equipment Development and Enhancement Programme*
CAB	Convención sobre la Prohibición de Armas Biológicas
CAPSI	*Compact Atmospheric Sounding Interferometer*
CBRN	*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear*
CDC	*Center for Diseases Control and Prevention* o Centro para el Control y Prevención de Enfermedades Infecciosas
CE	Comisión Europea
CIA	*Chemiluminescence Immunoassay* o Quimioinmunoensayo
CM	Centímetro
CS	*Common Staff Requirements*
CST	*Common Staff Targets*
DRDC	*Defence Research and Development Canada*
DSTL	*Defence Science and Technology Laboratory*
ECBC	*Edgewood Chemical and Biological Center*
EDA	*European Defence Agency* o Agencia Europea de Defensa
EFC	*European Framework Cooperation*
EIA	EnzimoInmunoensayo
ELISA	*Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay* o Ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas
ESA	*European Space Agency*

FAS	Fuerzas Armadas
FFI	*Forsvarets Forskningsinstitutt*
FIA	*Fluoroimmunoassay* o Fluorinmunoensayo
FPS	*Fluorescence Particle Sizer*
GC	*Gas Chromatography* o Cromatografía de Gases
HPLC	*High-Performance Liquid Chromatography* o Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia
IBDSA	*Integrated Biological Detection System Architecture* o Arquitectura de un Sistema Integrado de Detección Biológica
ICET	*Innovative Concept and Emerging Technologies*
IR	Infrarrojo
JIP	*Joint Investment Program*
KG	Kilogramo
LIA	*Luminescent Immunoassay* o Luminoinmunoensayo
LIBS	*Laser-Induced Breakdown Spectroscopy*
LIDAR	*Light Detection and Ranging*
LIF	*Laser-Induced Fluorescence*
LR-BSDS	*Long-Range Biological Standoff Detection System*
LWIR-DISC	*Long-Wave IR - Differential Scattering*
MALDI	*Matrix Assisted Laser Desorption* o Desorción Láser Asistido por Matriz
MOU	*Memorandum of Understanding*
N/A	No Aplicable
NBQ	Nuclear, Biológica y Química
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte
PA	*Project Agreement*
PCR	*Polymerase Chain Reaction* o Reacción en Cadena de la Polimerasa
PSP	*Paralytic Shellfish Poisoning* o Envenenamiento Paralítico de Crustáceos
PT	*Project Team* o Equipo de Proyecto
RFID	*Radio Frequency Identification*
RIA	*Radioimmunoassay* o Radioinmunoensayo
SIBCRA	*Sampling and Identification of Biological, Chemical and Radiological Agents*
SR-BSDS	*Short-Range Biological Standoff Detection System*
TICs	*Toxical Industrial Chemicals*
TIMs	*Toxical Industrial Materials*
TOF	*Time of Flight* o Tiempo de Vuelo

TPA	Tripropilamina
UAV	*Unmanned Air Vehicle* o Vehículo Aéreo no Tripulado
UE	Unión Europea
UGV	*Unmanned Ground Vehicle* o Vehículo Terrestre no Tripulado
URL	Unidades Relativas de la Luz
UV	Ultravioleta

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AC/323 (SET-098)TP/265 RTO Technical Report TR-SET-098. Final Report of Task Group SET-098/RTG-055 (2010). *Laser based Stand-off Detection of Biological Agent*.

Alan C. Samuels, Frank C. De Lucia, Jr., Kevin L. McNesby and Andrzej W. Miziolek (2003). *Laser-induced breakdown spectroscopy of bacterial spores, molds, pollens, and protein: initial studies of discrimination potential*. Vol. 42, No. 30 / Applied Optics.

Alonso Vante, Nicolas (2003). *Electroquímica y electrocatalisis*. *Técnicas de investigación aplicada a sistemas electroquímicos in situ y ex situ.* Vol 2.

Ana R. Boyain-Goitia, David C. S. Beddows, Ben C. Griffiths, and Helmut H. Telle (2003). *Single-pollen analysis by laser-induced breakdown spectroscopy and Raman microscopy.* Vol 42, Number. 30 / Applied Optics.

U.S. Department of Justice, National Institute of Justice (2001). *An Introduction to Biological Agent Detection Equipment for Emergency First Responders. NIJ Guide 101-00*.

Joint Program Office for Bio-Defense (1999). *Assessment of Biological Warfare Detection.*

Avishaid Ben-David (2005). *Measurements of atmospheric brightness temperature fluctuations and their implications on passive remote sensing*. Vol. 13 No. 22 / Optics Express 781.

Technology and Industrial Base Study, a primer biological detection technologies (2001). *Biological Detection System Technologies.* Natibo.

Avishaid Ben-David (2003). *Remote Detection of biological aerosol at a distance of 3 Km with passive fourier transform infrared (FTIR) sensor*. Vol 11 Number 5 Optics Express 418.

Chemical and Biological Terrorism, National Academy of Sciences (1999). *Research and Development to Improve Civilian Medical Response to Chemical and Biological Terrorism Incidents*.

C.M. Gittins, L.G. Piper, W.T. Rawlins, W.J. Marinelli, James O. Jensen Agnes N. Akinyemi (1999). *Passive and Active Standoff Infrared Detection of Bio-Aerosols*. Field Analytical Chemistry and Technology, 3(4-5).

Seguridad Sanitaria (2003). *Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo relativa a la Cooperación en la Unión Europea en materia de preparación y respuesta ante atentados con agentes biológicos y químicos.* 320 Final. Bruselas.

Debora MacKenzie, New Scientist (1998). *Bioarmageddon*.

John Federici, Robert Barat and Dale Gary. *Biological material imaging using THz-echo analysis method*. Feng Huang 1.

Frances S. Liegler, Center for Bio/Molecular Science & Engineering, Naval Research Laboratory. *Biosensors for BWD: Concept to Commercialization*.

Hide and Sep (2002). *Remote detection of bioweapons will soon be useful in the event of an attack*. Science and Technology.

Jane´s Information Group (2005-2006). *Jane´s Nuclear, Biological and Chemical Defence.*

John A. Barrett, Gregory W. Bowen, Scott M. Golly, Christopher Hawley, William M. Jackson, Leo Laughlin, Megan E. Lynch, Chemical Biological Information Analysis Center, CBIAC (1998). *Assessment of Biological Agent Detection Equipment for Emergency Responders*.

John A. Barrett, Gregory W. Bowen, Scott M. Golly, Christopher Hawley, William M. Jackson, Leo Laughlin, Megan E. Lynch U.S. Army Chemical and Biological Defense Command (CBDCOM). *Final Report on the Assessment of Biological Agent Detection Equipment for Emergency Responders*.

John R. White, Dennis L. Jones, Michael J. O'Connor, and David M. Jodeit. *Supporting CB Standoff Detection System Acquisition with Modelling & Simulation.*

Kevin D. Jones and David A. Schultz (2004), Medical Device Link. *The use of optically detected plasmon resonant particles in rapid diagnostics, colloidal metal particles may provide increased sensitivity for traditional diagnostic assays*.

Linda D. Kozaryn (1999), American Forces Press Service. *Defending against invisible killers. Biological Agents*.

Michael J. Fitch and Robert (2004), American Forces Press Service. *Defending against invisible killers. Biological Agents*. Volumen 25, Number 4.

Margaret E. Kosal, PhD, (2003) CNS. *The Basics of Chemical and Biological Weapons Detectors.*

Michele Hinnrichs, James Jensen, Gerard Mc Anally, Pacific Advanced Technology, US Army SBCCOM and MoD DSTL. *Hand held hyperspectral imager for standoff detection of chemical and biological aerosols*. Porton Down.

Committee on Challenges for the Chemical Sciences in the 21st Century, National Research Council. ISBN: 0-309-08504-7, (2003). *National Security and Homeland Defense: Challenges for the Chemical Sciences in the 21st Century.* 122 pages, 6x9.

*NATO Handbook on Medical Aspects of NBC Defensive Operation*s. (AMedP-6(B)).

NATO Handbook on the Concept of Medical Support in NBC Environments. (AMedP-7(a)).

Study draft of the sibcra handbook (AEP-66), (2009). *NATO Handbook for Sampling and Identification of Biological, Chemical and Radiological Agents Subgroup*.

Committee for an Assessment of Naval Forces Defense Capabilities Against Chemical and Biological Warfare Threats, National Research Council, ISBN: 0-309-08872-0 (2004). *Naval Forces Defense Capabilities Against Chemical and Biological Warfare Threat***.**

Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene. *NTP 609: Agentes biológicos: equipos de muestreo*. Volumen I.

Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene. *NTP 610: Agentes biológicos: equipos de muestreo.* Volumen II.

Hank Ellison, C. H. M. M. (2000), CRC Press. *Handbook of Chemical and Biological Warfare Agents*.

Peter A. Emanuel, Calvin Chue, Larry Kerr, and David Cullin (2003). *Validating the Performance of Biological Detection Equipment: The Role of the Federal Government. Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense strategy, practice and sciende.* Volume I, Number 2.

SMI Group and International Review (2006). *Proceedings of The First NBC International Conference.* Brussels.

DGA and Synodys Group (2005). *Proceedings of 5th NBC Seminar.* Avignon, France.

Swedish Defence Research Agency, FOI (2004). *Proceedings of 8th International Symposium on Protection against Chemical and biological Warfare Agents*. Gothenburg, Sweden.

Swedish Defence Research Agency, FOI (2007). *Proceedings of 8th International Symposium on Protection against Chemical and biological Warfare Agents*. Gothenburg, Sweden.

Swedish Defence Research Agency, FOI (2010). *Proceedings of 9th International Symposium on Protection against Chemical and biological Warfare Agents*. Gothenburg, Sweden.

Secretaria de Atención Sanitaria Subsecretaria de Programas de Prevención y Promoción y Dirección Nacional de Emergencias, Trauma y Desastres del Ministerio de Salud, SINAVE\ALERTA\Y36.6-Y36.7\6 (2001) *Recomendaciones para la investigación y tratamiento de Agentes Biológicos de Alto impacto Negativo*.

Rocco Casagrande, Scientific American (2002). *Technology against Terror*.

Sandra I. Erwin, National Defence Magazine (2004). *Chem-Bio Sensors For Strykers Not Yet Perfected.*

Committee on Materials and Manufacturing Processes for Advanced Sensors, National Research Council (2005).

Sensor Systems for Biological Agent Attacks: Protecting Buildings and Military Bases.

Stephane Morel, Nicolas Leone, Philipp Adam, and Jacques Amouroux (2003). *Detection of bacteria by time-resolved laser-induced breakdown spectroscopy.* Vol 42, Number 30 / Applied Optics.

Committee on Army Unmanned Ground Vehicle, Technology Board on Army Science and Technology Division on Engineering and Physical Sciences, The National Academies Press (2005). *Technology Development for Army Unmanned Ground Vehicles*.

The NBC Industry Group (2005). *The NBC Product and Services Handbook.*

Army FM 8-284. Navy Navmed P-5042. Air Force Afman.Marine Corps MCRP 4-11.1C (2000). *Treatment of Biological Warfare Agent Casualties*. Field Manual, Vol I, 44-156.

Lieutenant Commander Peter Ashworth, Royal Australian Navy, Sea Power Center (2001). *Unmanned Aerial Vehicles and the Future Navy.*

Enlaces de interés:

http://www.home.agilent.com/agilent/home.jspx?cc=US&lc=eng&cmpid=4533
http://www.alexeter.com/
http://www.bdal.com
http://www.biral.com/
http://www.bioveris.com/products_services.htm
http://www.biotrace.co.uk/
http://www.braddocksmithgroup.com/handbook.html
http://www.bt.usf.edu/links.html
http://www.cbiac.apgea.army.mil/
http://www.cbiac.apgea.army.mil/products/cr-03-08.html
http://www.cbwinfo.com/Biological/BWList.shtml#Bacteria:
http://www.cepheid.com/Sites/cepheid/section.cfm?id=1
http://www.cugractd.rdecom.army.mil/
http://www.dycor.com/
http://www.eaicorp.com/

http://www.edgewood.army.mil/ps/index.htm
http://www.enigmadiagnostics.com
http://www.evogen.com
http://www.fibertek.com
http://www.gdcanada.com/home/index.cfm
http://www.genprime.com
http://www.gulflink.osd.mil/library/randrep/bw_paper/
http://www.icxt.com
http://www.idahotech.com
http://www.qiagen.com
http://www.labor-spiez.ch/e/index.htm
http://www.lanl.gov
http://www.lifetechnologies.com
http://www.llnl.gov/
http://www.lockheedmartin.com/wms/findPage.do?dsp=fnec&ti=100
http://www.medigraphic.com/espanol/e-htms/e-iner/e-in2001/e-in01-4/em-in014g.htm
http://www.mesosystems.com/
http://www.metone.com/
http://www.natick.army.mil/soldier/wsit/index.htm
http://www.nbc-med.org/SiteContent/MedRef/Briefings/Anthrax/sld002.htm
http://www.nbc-med.org/SiteContent/HomePage/WhatsNew/MedAspects/contents.html
http://www.nhdiag.com
http://www.proengin.com/
http://www.phac-aspc.gc.ca/cepr-cmiu/ophs-bssp/ctchin4_e.html
http://www.qtlbio.com/biodefense_product.shtml
http://www.resrchintl.com
http://www.smithsdetection.com
http://www.tekkie.com
http://www.tetracore.com
http://www.thomsen-bioscience.com/technology.htm
http://www.tsi.com/
http://www.usamriid.army.mil/
http://www.zkea.com/categories/category1.html
http://www.tetracore.com/products/index.html
http://www.thomsen-bioscience.com/technology.htm