

## ARTICULO ORIGINAL / ORIGINAL ARTICLE

# La Biodefensa y el Bioterrorismo en América Latina: Un Análisis Crítico de la Preparación y Respuesta en el Contexto de la Microbiología Clínica

## Biodefense and Bioterrorism in Latin America: A Critical Analysis of Preparedness and Response in the Context of Clinical Microbiology

Arias González Esmeralda de Jesús\*, Garay Villanueva Joseline Lizbeth  
y J. Jesús Padilla Frausto

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Ciénega, Ocotlán, Jalisco, México.

### Article history:

Received November 29, 2023

Received in revised form  
December 3, 2023

Accepted December 3, 2023

Available online

February 10, 2024

### \* Corresponding authors:

Esmeralda de Jesús Arias González

Electronic mail address:

[esmeralda.arias9505@alumnos.udg.mx](mailto:esmeralda.arias9505@alumnos.udg.mx)

J Jesús Padilla Frausto

Electronic mail address:

[j.padilla@academicos.udg.mx](mailto:j.padilla@academicos.udg.mx)

### Author history:

Las autoras realizaron el presente proyecto de investigación documental en fuentes científicas como opción para entregar como trabajo final para la asignatura de Laboratorio de Microbiología Clínica tutoradas por el Dr. J. Jesús Padilla Frausto, en el Centro Universitario de la Ciénega, de la Universidad de Guadalajara.

## RESUMEN

En esta disertación se aborda que es el bioterrorismo y la biodefensa, se centra en analizar cuál sería la reacción de América Latina en cuanto a una amenaza de ese tipo.

Integra todos los aspectos a tomar en cuenta si llegara a ocurrir un atentado de esta índole, además de evaluar las posibles respuestas que tienen o no los países ante esto y el demostrar si es o no que están preparados para manejar una amenaza de ese tipo.

Además de que informa gran impacto que tendría en la Salud pública un evento de tal clase.

*Palabras clave:* Bioterrorismo, Biodefensa, Microbiológica, Microbiología, América Latina, Agentes biológicos, Amenaza, Salud pública, Morbilidad, Mortalidad, Infección, Brote, Potencial, Medio ambiente, Diagnóstico, Detección, Enfermedad.

## ABSTRACT

This dissertation addresses what bioterrorism and biodefense are, it focuses on analyzing what Latin America's reaction would be regarding a threat of this type.

It integrates all the aspects to be considered if an attack of this nature were to occur, in addition to evaluating the possible responses that countries have or do not have in response to this and demonstrating whether or not they are prepared to handle a threat of this type.

In addition, it reports the great impact that an event of this kind would have on public health.

*Keywords:* Bioterrorism, Biodefense, Microbiological, Microbiology, Latin America, Biological agents, Threat, Public health, Morbidity, Mortality, Infectant, Outbreak, Potential, Environment, Diagnosis, Detection, Disease.

## INTRODUCCIÓN

### Historia y Contexto

La microbiología clínica es una disciplina que se ocupa del diagnóstico y seguimiento microbiológico de enfermedades infecciosas<sup>1,2</sup>. En el siglo XXI, esta disciplina enfrenta desafíos emergentes, como el bioterrorismo y la necesidad de una biodefensa efectiva<sup>3,4</sup>.

En este contexto, América Latina, con su diversidad de sistemas de salud y niveles de desarrollo, presenta un escenario único para el estudio de estos desafíos.

### Bioterrorismo y Biodefensa en América Latina

El bioterrorismo, que implica el uso de agentes biológicos para causar daño o miedo<sup>5,3</sup>, ha encendido alarmas en América Latina<sup>6</sup>. Aunque la mayoría de los gobiernos reconoce que la posibilidad de sufrir un ataque biológico o químico es remota, toman en serio la amenaza<sup>6</sup>. Sin embargo, según datos estadísticos y expertos, ninguno está realmente preparado para enfrentar esta contingencia<sup>6</sup>.

### Microbiología Clínica y Biodefensa

La microbiología clínica juega un papel crucial en la biodefensa, proporcionando las herramientas necesarias para identificar y tratar enfermedades causadas por agentes biológicos<sup>1,2</sup>. Sin embargo, la capacidad de un país para desarrollar y mantener un programa de biodefensa puede verse afectada por varios factores, incluyendo el nivel de desarrollo económico y social, la disponibilidad de tecnología y recursos, y la presencia de infraestructuras de salud pública robustas<sup>7,5</sup>.

## MÉTODO

Esta investigación analiza la preparación y respuesta de América Latina si estuviera frente a una amenaza de bioterrorismo. Se investigó cuáles serían los posibles riesgos (agentes biológicos), el impacto que se tendría en la salud pública y cuál sería la biodefensa en esa situación.

Para esto, el enfoque metodológico que se le dio al

trabajo fue realizar una revisión y análisis bibliográfico de artículos científicos, de los cuales se tomó en cuenta que tuvieran como contenido las fuentes Bioterrorismo y Biodefensa en América Latina.

Al ser un tema con limitada información, se consideraron artículos publicados dentro de un periodo de 20 años (2003 a la actualidad).

En la revisión de estos artículos se tomaron en cuenta los encontrados en español e inglés, por lo que se realizaron las búsquedas en ambos idiomas. Se utilizaron bases de datos científicas para la búsqueda.

## DISCUSIÓN

### Situación Actual en América Latina

En 2023, la situación de la biodefensa en América Latina es incierta. No se encontraron detalles específicos sobre la existencia de programas de biodefensa en México o en otros países de América Latina<sup>7,5</sup>. Sin embargo, el sistema de salud en México, uno de los países más grandes de la región, ha experimentado un declive en indicadores clave<sup>7</sup>. Este declive, junto con el bajo gasto público en salud<sup>7</sup>, se sugiere que la capacidad de México para responder a amenazas biológicas puede ser limitada.

Actualmente la utilización de armas biológicas ya no es hoy en día una amenaza teórica, sino más bien una realidad en la cual el potencial de morbilidad y mortalidad es elevado.

Algunos agentes son fáciles de cultivar, almacenar y transportar, y aunque no actúan tan rápido como otras armas de destrucción, causan un impacto inmediato: son imprevisibles, difíciles de detectar y sus efectos contaminantes son muy duraderos. Este tipo de armas pueden crear gran alarma, miedo e inestabilidad social<sup>8</sup>.

Las características que ciertos agentes infecciosos poseen para ser considerados como armas potencialmente biológicas en poblaciones civiles incluyen:

- Causan elevada morbilidad y mortalidad.

- Se transmiten de persona a persona.
- Tienen una baja dosis infectante media.
- Alta capacidad de producir infección al ser diseminados como aerosol y, por tanto, tienen el potencial para causar grandes brotes.
- No existe una vacuna contra el agente o ésta es de disponibilidad limitada.
- El agente en cuestión está disponible.
- Existe el potencial para ser producido a gran escala.
- Se trata de un agente estable en el medio ambiente<sup>8</sup>.

### Agentes Biológicos

Los agentes que pueden ser utilizados con fines de bioterrorismo son pocos. Si esos agentes son diseminados de forma adecuada son capaces de causar importantes problemas a la salud pública de una ciudad, región o país, tanto en términos de magnitud como de trascendencia, lo que fácilmente puede rebasar la capacidad de atención de los servicios de salud.

- Detección temprana y precisa: La respuesta ante un ataque biológico debe ser rápida para poder interrumpir la propagación del patógeno e impedir la aparición de nuevos casos. Para ello, es necesaria la detección temprana y precisa del agente causal<sup>9</sup>.
- Diagnóstico microbiológico: El diagnóstico microbiológico permite la identificación del agente causal, que es un punto clave para la toma de medidas de control adecuadas<sup>9</sup>.
- Técnicas de detección: La detección de material biológico se basa en la presencia en el espectro infrarrojo de la muestra sospechosa, de bandas de absorción correspondientes a proteínas, ácidos grasos, fosfolípidos o/y carbohidratos<sup>10</sup>.
- Manuales operativos: Existen manuales operativos, como el de INTERPOL, para la investigación del terrorismo biológico y químico en la red oscura, destinados a ayudar a los funcionarios de las fuerzas del orden a detectar los desencadenantes e indicadores de posibles actividades

delictivas relacionadas con el empleo de la red oscura para acceder a materiales biológicos y químicos y comerciar con ellos<sup>11</sup>.

### Preparación y Respuesta

Para México se han contemplado tres posibles escenarios para bioterrorismo con diversos grados de factibilidad. El primero, es la probabilidad de sufrir un ataque directo a la población por parte de un grupo extremista; el segundo es un ataque a intereses de otros países ubicados en México; y el tercero, con mayores posibilidades de ocurrir es la diseminación de un brote infeccioso causado por la liberación, ya sea intencionada o no, de algún agente biológico, gracias al flujo continuo de individuos, mercancías o ambos, a través de las zonas fronterizas, turísticas, puertos aéreos y marítimos, además de otras áreas de tránsito internacional.

**Vigilancia Epidemiológica:** Se han establecido sistemas de vigilancia epidemiológica que proporcionan información en tiempo real sobre la aparición de enfermedades y ayudan a identificar rápidamente un posible ataque bioterrorista<sup>9,15</sup>. Esta vigilancia se realiza de manera comparativa en el tiempo y en el espacio, empleando todos los medios informáticos disponibles e integrando todos los sistemas de alerta epidemiológica existentes en el país<sup>9</sup>.

**Formación de Profesionales de Urgencias Médicas:** Se ha hecho hincapié en la formación de profesionales de urgencias médicas, preparados para establecer estrategias de defensa contra la posibilidad de víctimas masivas, pánico, así como trastornos producidos por carbunco (ántrax), peste bubónica, viruela, tularemia, entre otros<sup>15</sup>. Estos profesionales deben tener la capacidad no sólo de identificar cambios en los patrones epidemiológicos, sino de establecer y coordinar los sistemas de vigilancia epidemiológica creados para minimizar y controlar la elevada morbilidad y mortalidad que se puede provocar<sup>15</sup>.

**Biología y Genómica:** Los investigadores han estado utilizando herramientas de biología cada vez más sofisticadas y accesibles para la

manipulación del genoma de los microorganismos<sup>17</sup>. Estas herramientas incluyen la impresión 3D, la biología sintética, los gene-drives, la edición genética y algunas de sus herramientas más poderosas como CRISPR-Cas<sup>9</sup> y Prime Editing<sup>17</sup>.

### **Diagnóstico microbiológico**

El diagnóstico microbiológico es fundamental para identificar los agentes causales de infecciones, incluyendo aquellas que podrían estar relacionadas con el bioterrorismo<sup>12</sup>. Este tipo de diagnóstico permite definir la fase de la infección y también identificar el microorganismo que está afectando el resultado de la operación<sup>12</sup>.

En un escenario de bioterrorismo, la identificación rápida y precisa del agente causal es crucial para implementar medidas de control y tratamiento adecuadas. El diagnóstico microbiológico contribuye a establecer la sensibilidad a los antibióticos y a la elección adecuada del tratamiento<sup>12</sup>.

Además, el diagnóstico microbiológico puede ayudar a rastrear la fuente de un brote de enfermedad, lo cual es especialmente importante en situaciones de bioterrorismo para prevenir la propagación de la enfermedad y para llevar a cabo investigaciones forenses.

Por lo tanto, el diagnóstico microbiológico juega un papel vital en la identificación de agentes causales en un ataque bioterrorista, permitiendo una respuesta rápida y efectiva a tales amenazas.

### **Ética y Legislación**

Las implicaciones éticas y legales de la biodefensa y el bioterrorismo en América Latina son un tema complejo y multifacético.

Ética y Bioética: La ética y la bioética juegan un papel crucial en la investigación y aplicación de la biotecnología, incluyendo la biodefensa<sup>13</sup>. Los temas relevantes en el diálogo bioético incluyen la evaluación de riesgos, la equidad, la pérdida de la biodiversidad, la eugenesia, y la definición de los límites entre lo natural y lo artificial<sup>13</sup>. La bioética

puede actuar como intermediaria entre los diversos interlocutores ante los problemas que se suscitan al aplicar la tecnología a la vida, permitiendo reconocer y llegar a consensos para enfrentar con responsabilidad las diferencias en temas de equidad, autonomía y el balance entre riesgos y beneficios<sup>13</sup>.

Legislación: La legislación es fundamental para regular la utilización de avances biotecnológicos que podrían aplicarse en armamentos “bioquímicos”<sup>13</sup>. El derecho sanitario y el bioderecho son áreas de conocimiento que se ocupan de los derechos y deberes que deben protegerse en el ámbito de la investigación biomédica<sup>14</sup>.

Bioterrorismo: El término ‘bioterrorismo’ hace referencia a la diseminación intencionada de agentes biológicos o toxinas para hacer daño y causar la muerte a civiles, animales o plantas con la intención de intimidar o coaccionar a un gobierno o a la población civil en favor de objetivos políticos o sociales<sup>11</sup>. Las implicaciones éticas y legales de tal acto son enormes, y requieren una cuidadosa consideración y regulación. Es importante destacar que estos son solo algunos de los aspectos éticos y legales relacionados con la biodefensa y el bioterrorismo. La realidad es mucho más compleja y requiere un enfoque multidisciplinario para abordar adecuadamente estos desafíos.

### **Impacto en la Salud Pública**

Un ataque bioterrorista puede tener un impacto significativo en la salud pública, especialmente si los agentes biológicos utilizados son altamente infecciosos y mortales<sup>16</sup>. Los agentes biológicos pueden ser virus, bacterias u otras toxinas que pueden causar enfermedades o muertes<sup>16</sup>. Estos agentes pueden ser liberados de manera intencional para causar daño, y su detección puede ser difícil hasta que las personas comienzan a mostrar síntomas de la enfermedad<sup>16</sup>.

En América Latina, un ataque bioterrorista podría tener graves consecuencias debido a varios factores, incluyendo la densidad de población en las áreas urbanas, la presencia de enfermedades endémicas, y las limitaciones en la infraestructura de salud

pública<sup>16</sup>.

Para minimizar el impacto de un ataque bioterrorista, se pueden implementar varias estrategias.

**Establecimiento de sistemas de vigilancia epidemiológica:** Estos sistemas pueden proporcionar información en tiempo real sobre la aparición de enfermedades y ayudar a identificar rápidamente un posible ataque bioterrorista<sup>15,16</sup>.

**Educación:** La educación del personal de salud y de la población general es clave para la defensa contra el bioterrorismo<sup>15</sup>. Esto incluye la formación sobre cómo reconocer los signos y síntomas de las enfermedades causadas por agentes biológicos.

**Coordinación interinstitucional:** La creación de un programa nacional de coordinación interinstitucional puede ayudar a garantizar una respuesta rápida y efectiva a un ataque bioterrorista<sup>15</sup>.

**Preparación de campañas públicas de información:** Estas campañas pueden ayudar a informar al público sobre qué hacer en caso de un ataque bioterrorista<sup>16</sup>.

**Descentralización de sistemas de alerta:** Esto puede permitir una detección oportuna de un ataque bioterrorista<sup>16</sup>.

**Respuesta a acciones bioterroristas dirigidas contra animales y plantas:** Esto es importante ya que los agentes biológicos también pueden ser utilizados para atacar la agricultura y la ganadería, lo que puede tener un impacto significativo en la economía y la seguridad alimentaria<sup>15</sup>.

### Investigación y Desarrollo

Las investigaciones y desarrollos recientes en el campo de la biodefensa y el bioterrorismo en América Latina son variados y abarcan diferentes aspectos.

**Biología y Genómica:** Los investigadores han estado utilizando herramientas de

biotecnología cada vez más sofisticadas y accesibles para la manipulación del genoma de los microorganismos<sup>3</sup>. Estas herramientas incluyen la impresión 3D, la biología sintética, los gene-drives, la edición genética y algunas de sus herramientas más poderosas como CRISPR-Cas9 y Prime Editing<sup>3</sup>.

**Bioética y Bioderecho:** Se ha estado trabajando en el desarrollo de un nuevo enfoque para hablar de bioterrorismo debido a la aparición de nuevos componentes del mismo que, en malas manos, son verdaderos retos a la seguridad<sup>3</sup>.

**Nanotecnología Farmacéutica:** La nanotecnología farmacéutica se ha identificado como un nuevo elemento en el planteamiento de la biodefensa frente a pandemias y bioterrorismo<sup>17</sup>.

**Comunicación y Gestión de la Propiedad Industrial:** La comunicación y la gestión de la propiedad industrial también se han identificado como nuevos elementos en el planteamiento de la biodefensa frente a pandemias y bioterrorismo<sup>17</sup>.

Este es un campo en constante evolución y que se están realizando investigaciones y desarrollos continuos para mejorar la capacidad de respuesta a las amenazas de bioterrorismo.

## CONCLUSIÓN

En este estudio, se han extraído conclusiones significativas pues una vez analizados todos los factores a tomar en cuenta en una amenaza de este tipo, desde los agentes biológicos hasta el impacto en la salud pública, así como los riesgos, la preparación y respuesta, y todo lo demás que conlleva un ataque bioterrorista, y por consiguiente su biodefensa. Es posible afirmar que los países en América Latina no están verdaderamente preparados para afrontar un ataque así, pues, aunque los gobiernos saben que podría suceder, no es algo que vean muy probable y no lo toman como una verdadera amenaza, a pesar de que la utilización de armas biológicas en realidad puede considerarse con un alto potencial de morbilidad y mortalidad.

*Conflicto de intereses*

Los autores declaran que no mantienen conflicto de interés que puedan afectar los resultados y conclusiones presentadas en este artículo.

REFERENCIAS

1. Microbiología Clínica - EcuRed. (2023). EcuRed.cu. [https://www.ecured.cu/Microbiolog%C3%ADa\\_Cl%C3%ADnica](https://www.ecured.cu/Microbiolog%C3%ADa_Cl%C3%ADnica)
2. Gabriela Briceño V. (2020, August 6). Microbiología | Qué es, características, qué estudia, ramas, aplicaciones. Euston96. <https://www.euston96.com/microbiologia/>
3. Redacción. (2020, March 26). Bioterrorismo y biodefensa en el siglo XXI. Esglobal. <https://www.esglobal.org/bioterrorismo-y-biodefensa-en-el-siglo-xxi/>
4. Cad, S., Pública, R., & De, J. (2003). 19(1), 297–303.
5. [https://www.scielo.br/j/csp/a/6L8YWNk9MbrvqTf3SmYq9tt/?format=pdf\\*](https://www.scielo.br/j/csp/a/6L8YWNk9MbrvqTf3SmYq9tt/?format=pdf*)
6. Daniela Granillo/ Integralia. (2023, August 24). El Pulso de la salud en México: retos y decisiones rumbo a 2024. ADNPolítico. <https://politica.expansion.mx/voces/2023/08/24/pulso-de-la-salud-en-mexico-retos-y-decisiones-rumbo-a-2024>
7. Bioterrorismo enciende alarmas en América Latina. (2023). 1library.co. <https://1library.co/article/bioterrorismo-enciende-alarmas-en-am%C3%A9rica-latina.q07w2rlz>
8. Soto, D. (2023, November 8). Con mal desempeño en índices de salud, México se aleja del objetivo Dinamarca. ADNPolítico. <https://politica.expansion.mx/mexico/2023/11/08/sistema-de-salud-en-mexico-ocde-2023>
9. Zúñiga Carrasco, I. R., & Caro Lozano, J. Bioterrorismo: una perspectiva integral para el personal de Salud. Revista Enfermedades Infecciosas en Pediatría.
10. Buitrago, J., Flecha, I., José M.a Eiros-Bouza, Nieto, R., Cesare Giovanni Fedele, Isabel Jado García, Sánchez, F., José Miguel Rubio, Sánchez-Seco, P., Valdezate, S., & José Verdejo Ortes. (2007). Biodefensa: un nuevo desafío para la microbiología y la salud pública. Enfermedades Infecciosas Y Microbiología Clínica. <https://doi.org/10.1157/13099372>
11. Cercenado, E., Rafael, M., Moreno, C., Rodríguez, A., Delgado-Iribarren, A., Amparo, G.-C., Rodríguez, F., Ybarra De Villavicencio, C., & García, I. (n.d.). <https://seimc.org/contenidos/documentoscienti>

- ficos/procedimientosmicrobiologia/seime-procedimientomicrobiologia67.pdf
12. Bioterrorismo. (2022). Interpol.int. <https://www.interpol.int/es/Delitos/Terrorismo/Bioterrorismo>
  13. Humberto, M., Enrique, R., Vinicio, I., Gallegos, G., Lisseth, E., & Cristina, A. (2018). Diagnóstico microbiológico. Su importancia en las infecciones quirúrgicas. *Revista Cubana de Reumatología: RCuR*, 20(3), 38. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1467777>
  14. Eduardo Rodríguez Yunta. (2020). Desafíos éticos en investigación genómica y biotecnología. *Veinte años de Acta Bioethica. Acta Bioethica*, 26(2), 137–145. <https://doi.org/10.4067/s1726-569x2020000200137>
  15. Fermín Mearin, Guarner, F., & Verdú, E. F. (2009). Probióticos y aparato digestivo.
  16. Evidencias actuales. *Gastroenterología Y Hepatología*, 32, 1–14. [https://doi.org/10.1016/s0210-5705\(09\)71003-9](https://doi.org/10.1016/s0210-5705(09)71003-9)
  17. Samuel, Lazcano-Ponce, E., Rangel-Frausto, M. S., Sosa-Lozano, L. A., & Huerta-Jiménez, M. A. (2023). Bioterrorismo: apuntes para una agenda de lo inesperado. *Salud Pública de México*, 43(6), 589–603. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342001000600012](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342001000600012)
  18. Río-Chiriboga, C. del, & Franco-Paredes, C. (2023). Bioterrorismo: un nuevo problema de salud pública. *Salud Pública de México*, 43(6), 585–588. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342001000600011](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342001000600011)
  19. RAED. (2020, March 26). Biodefensa frente a pandemias y bioterrorismo - Real Academia Europea de Doctores. Real Academia Europea de Doctores. <https://raed.academy/nanotecnologia-frente-a-pandemias-y-bioterrorismo/>



**Mexican Academy of Health Education A.C. Membership:** Our commitment is to keep professionals and students in training updated in this constantly evolving area. If you are interested in being part of our community and accessing exclusive benefits, the first step is to obtain your membership. Join us and stay up to date with advances in health education.

MEMBERSHIP SUBSCRIPTION IS FREE.  
Request your membership to the  
<https://forms.gle/kVYBYRdRnYZff14y9>

