Maestría en

Gestión de emergencias sanitarias y pandemias

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de

Magíster en Gestión de emergencias sanitarias y pandemias

AUTORES:

María Elisa Baldeón Quimbiulco

Carla Fernanda Basantes Acurio

Eric Rolando Enríquez Jiménez

Enrique David Ortiz Guzmán

Director

Dr. Mario Rivera

PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN DEL HOSPITAL EUGENIO ESPEJO ANTE AMENAZA POR RIESGO DE BIOTERRORISMO

Quito, noviembre 2024

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Certificación de autoría

Nosotros, **María Elisa Baldeón Quimbiulco, Carla Fernanda Basantes Acurio, Eric Rolando Enríquez Jiménez, Enrique David Ortiz Guzmán,** declaramos bajo juramento que El trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.

Firma del graduando
María Elisa Baldeón Quimbiulco

Firma del graduando
Carla Fernanda Basantes Acurio

Firma del graduando
Eric Rolando Enríquez Jiménez

Firma del graduando
Enrique David Ortiz Guzmán

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

UIDE
Powered by
Arizona State University

eig Business School

Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual

Nosotros, **María Elisa Baldeón Quimbiulco, Carla Fernanda Basantes Acurio, Eric Rolando Enríquez Jiménez, Enrique David Ortiz Guzmán**, en calidad de autores del trabajo de investigación titulado ***PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN DEL HOSPITAL EUGENIO ESPEJO ANTE AMENAZA POR RIESGO DE BIOTERRORISMO***, autorizamos a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) para hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento en Ecuador.

D. M. Quito, Noviembre 2024

MARIA ELISA BALDEON QUIMBIULCO

Firma del graduando
María Elisa Baldeón Quimbiulco

CARLA FERNANDA BASANTES ACURIO

Firma del graduando
Carla Fernanda Basantes Acurio

ERIC ROLANDO ENRIQUEZ JIMENEZ

Firma del graduando
Eric Rolando Enríquez Jiménez

ENRIQUE DAVID ORTIZ GUZMAN

Firma del graduando
Enrique David Ortiz Guzmán

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Aprobación de dirección y coordinación del programa

Nosotros, **Nombre del Director/a EIG y Coordinador/a UIDE,** declaramos que los graduandos: **María Elisa Baldeón Quimbiulco, Carla Fernanda Basantes Acurio, Eric Rolando Enríquez Jiménez, Enrique David Ortiz Guzmán**, son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.

RIVERA IZQUIERDO MARIO - 76654210V
Firmado digitalmente por RIVERA IZQUIERDO MARIO - 76654210V
Fecha: 2025.02.15 18:35:39 +01'00'

Dr. Mario Rivera
Director Maestría Gestión de Emergencias Sanitarias y Pandemias

ERNESTO IVAN TORRES TERAN

Dr. Ernesto Torres
Coordinador Maestría Gestión de Emergencias Sanitarias y Pandemias

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

DEDICATORIA

Dedicamos este gran logro a Dios, a nuestros padres, hijos y familiares y amigos más cercanos quienes han sido nuestro motor y fuerza para llevar a cabo este trabajo. Esto es para ustedes.

María Elisa, Carla, Eric y David

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros padres, quienes fueron nuestros primeros maestros, y luego a todos nuestros tutores y profesores de la UIDE, quienes nos han acompañado hasta el final de este largo pero fructuoso camino.

María Elisa, Carla, Eric y David

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

RESUMEN

La presenta investigación se realizó con el objetivo de desarrollar la propuesta de un plan integral de gestión de riesgos ante amenazas de bioterrorismo para el Hospital Eugenio Espejo, de forma que se garantice la seguridad de los pacientes, el personal de salud y las instalaciones hospitalarias, mediante la prevención, preparación, respuesta y recuperación eficientes. La metodología fue de tipo descriptiva y se fundamentó en una revisión no sistemática de la literatura científica, fuentes oficiales y experiencias profesionales de escenarios que se presentan bajo la metodología ABP (Aprendizaje Basado en Problemas). Con respecto a los resultados más relevantes, se encontró que el Hospital Eugenio Espejo cuenta con áreas críticas que requieren fortalecimiento, tales como la infraestructura para la detección temprana de agentes biológicos, la capacitación continua del personal en protocolos de emergencia y la mejora de la coordinación interinstitucional para una respuesta rápida y efectiva. La investigación concluye que la implementación del plan de gestión propuesto fortalecerá significativamente la capacidad del hospital para prevenir, preparar, responder y recuperarse ante amenazas de bioterrorismo, garantizando así la seguridad de los pacientes, el personal de salud y las instalaciones.

Palabras Claves: *Bioterrorismo, agente biológico, patógenos, plan de gestión*

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

ABSTRACT

This research was conducted with the objective of developing a proposal for a comprehensive risk management plan for bioterrorism threats for the Eugenio Espejo Hospital, in order to guarantee the safety of patients, health personnel, and hospital facilities, through efficient prevention, preparation, response, and recovery. The methodology was descriptive and based on a non-systematic review of scientific literature, official sources, and professional experiences of scenarios that are presented under the PBL (Problem-Based Learning) methodology. Regarding the most relevant results, it was found that the Eugenio Espejo Hospital has critical areas that require strengthening, such as the infrastructure for the early detection of biological agents, the continuous training of staff in emergency protocols, and the improvement of inter-institutional coordination for a rapid and effective response. The research concludes that the implementation of the proposed management plan will significantly strengthen the hospital's capacity to prevent, prepare, respond, and recover from bioterrorism threats, thus ensuring the safety of patients, health personnel, and facilities.

Keywords: *Bioterrorism, biological agent, pathogens, management plan*

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

UIDE Powered by Arizona State University

eig Business School

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCION 16

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO 17

1.1. Definición del proyecto 18

1.2. Naturaleza o tipo de proyecto 18

1.3. Objetivos 19

1.4. Justificación e importancia del trabajo de investigación 20

TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA 22

1. SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA (SAT) EN LA DETECCIÓN DE AMENAZAS BIOLÓGICAS 23

2. TECNOLOGÍAS, SISTEMAS DE ANÁLISIS Y MONITORIZACIÓN DE RIESGOS ANTE UN ATAQUE DE BIOTERRORISMO 26

2.1. Desarrollo e implementación para Ecuador 27

2.2. Plan de Gestión General del Hospital Eugenio Espejo 28

2.3. Avances Tecnológicos en Biovigilancia ante Bioterrorismo 30

2.4. Perspectivas y desafíos futuros 32

2.5. Análisis de Viabilidad y Desventajas 33

3. TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE COMUNICACIÓN ÚTILES PARA UN ATAQUE BIOTERRORISTA 35

3.1. Características necesarias de las tecnologías de información para la detección precoz 35

3.2. Ejemplos de Sistemas de Vigilancia Epidemiológica en el Ecuador 36

3.3. Tecnologías Aplicables 37

3.4. Viabilidad, Ventajas y Desventajas de las Opciones 38

3.5. Análisis SWOT (DAFO) 38

3.6. Enfoque de Ética y Seguridad en la Información 39

3.7. Consideraciones Éticas: 39

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3.8. Consideraciones de Seguridad: 40
VIGILANCIA DE ALERTAS, BIOTERRORISMO Y BIOSEGURIDAD 42
1. CARACTERÍSTICAS EPIDEMIOLÓGICAS DE LOS AGENTES RELACIONADOS CON EL BIOTERRORISMO 43
1.1. Bacillus anthracis 43
1.2. Clostridium botulinum 43
1.3. Virus Hemorrágicos 45
1.4. Tuberculosis Multirresistente (TB-MDR) 46
2. MÉTODOS DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA Y PREVENCIÓN DE LOS AGENTES INFECCIOSOS RELACIONADOS CON EL BIOTERRORISMO 47
2.1. Bacillus anthracis 47
2.2. Clostridium botulinum 47
2.3. Virus hemorrágicos 48
2.4. Tuberculosis Multirresistente (TB-MDR) 49
3. PAPEL DEL SISTEMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE ECUADOR (SIVE-ALERTA) PARA DETECCIÓN Y CONTROL DE AGENTES INFECCIOSOS RELACIONADOS CON EL BIOTERRORISMO 50
3.1. Bacillus anthracis 50
3.2. Clostridium botulinum 52
3.3. Virus hemorrágicos 53
3.4. Tuberculosis multirresistente 57
4. PREVENCIÓN INTEGRAL DE LA EMERGENCIA SANITARIA EN EL CONTEXTO DE BIOTERRORISMO 59
4.1. Carbunco 59
4.2. Botulismo 60
4.3. Virus Hemorrágicos 60
4.4. Tuberculosis Multirresistente 61
5. DETECCIÓN PRECOZ Y RESPUESTA TEMPRANA ANTE AGENTES BIOTERRORISTAS 61

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

5.1. Carbunco 61
5.2. Botulismo 62
5.3. Virus Hemorrágicos 62
5.4. Tuberculosis Multirresistente 63
6. HOSPITAL EUGENIO ESPEJO EN LA GESTIÓN SANITARIA 63
6.1. Carbunco 63
6.2. Botulismo 64
6.3. Virus Hemorrágicos 64
6.4. Tuberculosis Multirresistente 64
7. ATENCIÓN PRIMARIA EN LA GESTIÓN DE LA EMERGENCIA SANITARIA ANTE AGENTES BIOTERRORISTAS 65
7.1. Carbunco 65
7.2. Botulismo 65
7.3. Virus hemorrágicos 66
7.4. Tuberculosis multirresistente 67
8. INTELIGENCIA EPIDEMIOLÓGICA Y NIVELES DE BIOSEGURIDAD PARA AMENAZA BIOTERRORISTA EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES EUGENIO ESPEJO 68
8.1. Carbunco 68
8.2. Clostridium Botulinum 69
8.3. Tuberculosis Multiresistente (TB-MDR) 70
8.4. Virus Hemorrágicos 71
GESTIÓN DE UNA EMERGENCIA SANITARIA POR BIOTERRORISMO EN ECUADOR: GHS INDEX 74
1. ESTRATEGIAS PARA MEJORAR EL GSH EN EMERGENCIAS SANITARIAS EN EL ECUADOR 74
1.1. Prevención 74
1.2. Detección e informes 74
1.3. Respuesta rápida 74

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

1.4. Sistemas de salud 75
1.5. Cumplimiento de normas internacionales 75
1.6. Entorno de riesgo 76
2. EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS Y DESASTRES 76
3. DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN APROPIADOS PARA PROBLEMAS, SU EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE POLÍTICAS ANTE AMENAZAS BIOTERRORISTAS 78
3.1. Discusión sobre los requisitos de los informes de salud pública en el contexto del bioterrorismo 81
4. REQUISITOS QUE DEBERÍAN CUMPLIR LOS TRABAJOS CIENTÍFICOS ANTE AMENAZA BIOTERRORISTA 82
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 85
1. CONCLUSIONES 85
2. RECOMENDACIONES 86
BIBLIOGRAFÍA 88

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Modalidad de vigilancia para detección y control de B. anthracis 51
Tabla 2. Modalidad de vigilancia epidemiológica C. botulinum 53
Tabla 3. Modalidad de vigilancia para detección y control de virus del Ébola 54
Tabla 4. Modalidad de vigilancia para detección y control de virus de Marburg 55
Tabla 5. Modalidad de vigilancia para detección y control de virus de Lassa 56
Tabla 6. Modalidad de vigilancia para detección y control de virus del valle del Rift 57
Tabla 7. Modalidad de vigilancia para detección y control de virus del valle del Rift 58
Tabla 8. Protocolo de atención primaria para Carbunco 65
Tabla 9. Protocolo de atención primaria para Botulismo 66
Tabla 10. Protocolo de atención primaria para Virus Hemorrágicos 67
Tabla 11. Protocolo de atención primaria para Tuberculosis Multirresistente 67

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

LISTA DE FIGURAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

INTRODUCCION

En la actualidad, las amenazas emergentes como el bioterrorismo representan un desafío significativo para los sistemas de salud a nivel global. Este fenómeno, definido como el uso intencional de agentes biológicos para causar daño, pone en riesgo no solo la salud de las personas, sino también la estabilidad de las instituciones hospitalarias, generando una necesidad imperativa de establecer estrategias de gestión de riesgos que aseguren una respuesta eficaz ante posibles eventos de esta naturaleza. En este contexto, los hospitales desempeñan un papel central como primera línea de defensa, siendo esenciales tanto en la mitigación como en la respuesta a estas amenazas.

El Hospital Eugenio Espejo, como una de las principales instituciones de salud en Ecuador, enfrenta la responsabilidad de prepararse ante el riesgo de bioterrorismo, dado su alto nivel de atención y capacidad resolutiva. Sin embargo, al igual que muchas otras instituciones, se enfrenta a limitaciones en infraestructura, capacitación del personal y protocolos específicos para la prevención y el manejo de este tipo de eventos. Estas deficiencias pueden comprometer tanto la seguridad del personal sanitario como la de los pacientes y la comunidad en general, lo que subraya la importancia de un enfoque preventivo y estratégico.

Esta investigación surge de la necesidad de abordar estas carencias mediante el diseño de un plan integral de gestión de riesgos ante amenazas de bioterrorismo. El enfoque adoptado incluye los cuatro pilares fundamentales de la gestión de riesgos: prevención, preparación, respuesta y recuperación. Cada uno de estos elementos es esencial para reducir la vulnerabilidad de las instituciones hospitalarias y garantizar su resiliencia frente a este tipo de amenazas, minimizando así el impacto en la salud pública y la seguridad nacional. En los apartados siguientes, se presentan los fundamentos teóricos que sustentan la investigación, los hallazgos clave sobre la situación actual del hospital frente al riesgo de bioterrorismo, y la propuesta del plan integral; esto con la finalidad no solo de contribuir a la seguridad del Hospital Eugenio Espejo, sino también servir como modelo para otras instituciones de salud en el país.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

El bioterrorismo, entendido como el uso deliberado de agentes biológicos para causar daño masivo a la población, constituye una de las principales amenazas emergentes en el ámbito de la salud pública y la seguridad global. En un mundo cada vez más interconectado, la posibilidad de que agentes infecciosos, toxinas o microorganismos sean utilizados como armas biológicas no solo representa un peligro directo para la vida humana, sino que también puede colapsar los sistemas de salud, alterar la estabilidad social y generar consecuencias económicas devastadoras. Ecuador no está exento de estos riesgos, y la falta de preparación específica en sus hospitales frente a posibles eventos de bioterrorismo se traduce en una alta vulnerabilidad que podría exacerbar las consecuencias de un incidente de esta naturaleza.

En el caso particular del Hospital Eugenio Espejo, uno de los principales centros de referencia en el país, el impacto de un evento bioterrorista podría ser catastrófico debido a la alta afluencia de pacientes y la importancia estratégica de sus servicios. A pesar de contar con recursos avanzados para la atención médica general, las carencias en protocolos especializados, capacitación del personal y equipamiento adecuado para enfrentar amenazas biológicas dejan al hospital en una posición de riesgo. La inexistencia de un plan integral de gestión ante este tipo de emergencias pone en peligro no solo a los pacientes, sino también al personal de salud y las instalaciones, comprometiendo la capacidad del hospital para cumplir su misión durante una crisis.

La importancia de este estudio radica en la necesidad de anticiparse a los riesgos y reducir la vulnerabilidad mediante la implementación de medidas efectivas y estratégicas. La propuesta de un plan integral de gestión de riesgos específicamente diseñado para amenazas de bioterrorismo permite establecer un marco de acción que incluya la prevención, preparación, respuesta y recuperación ante posibles incidentes. Este enfoque integral no solo refuerza la seguridad del hospital, sino que también contribuye a proteger la salud pública y fomenta una cultura de resiliencia en el sector sanitario ecuatoriano.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Además, esta investigación adquiere relevancia al ofrecer un modelo replicable para otras instituciones hospitalarias en Ecuador y la región, fortaleciendo la capacidad de respuesta del sistema de salud nacional. La implementación de las estrategias propuestas no solo optimizará la seguridad interna del Hospital Eugenio Espejo, sino que también podría convertirse en un referente para el diseño de políticas públicas orientadas a la gestión de riesgos biológicos en el país. De este modo, el estudio contribuye a cerrar las brechas existentes en materia de preparación ante emergencias sanitarias de origen biológico, un tema cada vez más prioritario en la agenda global**.**

1.1.Definición del proyecto

El bioterrorismo, el uso de agentes biológicos para causar daño o muerte, tiene raíces históricas profundas. Desde el uso de cuerpos infectados para contaminar fuentes de agua en la antigüedad hasta la aplicación moderna de patógenos como armas, su evolución ha sido significativa. Durante la Primera Guerra Mundial, se investigó el uso de patógenos para sabotear al enemigo. En la Segunda Guerra Mundial, el programa japonés Unit 731 realizó experimentos biológicos en humanos. En tiempos recientes, los ataques con ántrax en 2001 marcaron un hito en la historia del bioterrorismo, demostrando su impacto potencial en la sociedad moderna (Guillemin, 2005). Es por ello fundamental el elaborar un proyecto de gestión hospitalaria contra posibles ataques bioterroristas con un enfoque integral con el objetivo de preparar y proteger a las instituciones de salud ante la amenaza de agentes biológicos utilizados como armas.

1.2. Naturaleza o tipo de proyecto

Debido al riesgo de amenaza a bioterrorismo a nivel mundial, o regional por la globalización, las armas biológicas han sido un objetivo por varios estados al momento de realizar eventos bélicos. Es por eso la necesidad de implementar medidas de contingencia ante estas amenazas, al no contar con estos protocolos definidos es necesario elaborar planes de gestión que permitan estar preparados para una eventual contingencia ante este tipo de eventos en nuestro país. Tomando en cuenta que el Hospital Eugenio Espejo, es el principal centro hospitalario en nuestra ciudad y en el país, se hace primordial la elaboración de un plan de gestión ante posibles amenazas por bioterrorismo.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Para esto es necesario centrar la atención en varios componentes fundamentales, como son la evaluación de riesgos para identificar amenazas potenciales y vulnerabilidades en la infraestructura hospitalaria; planificación y preparación mediante el desarrollo de protocolos claros para la detección y manejo de incidentes, así como la capacitación continua del personal; sistemas de monitoreo para la vigilancia de enfermedades inusuales y la colaboración con agencias de salud y seguridad; y una respuesta rápida que incluya la activación de planes de emergencia y la atención adecuada a las víctimas.

Además, se considera crucial la recuperación post-incidente, evaluando la respuesta y proporcionando apoyo psicológico. La educación y concienciación de la comunidad también juegan un papel vital, fomentando la resiliencia y la colaboración en la preparación ante emergencias. En conjunto, este proyecto no solo protege a los pacientes y al personal, sino que también fortalece la capacidad del sistema de salud para enfrentar crisis, asegurando una respuesta efectiva y coordinada ante posibles ataques bioterroristas

1.3.Objetivos

En el contexto de las crecientes amenazas globales, el bioterrorismo se posiciona como un riesgo significativo para la salud pública y la seguridad hospitalaria. Frente a esta realidad, es fundamental establecer objetivos claros que permitan estructurar una respuesta estratégica y efectiva. Estos objetivos guían la investigación y el diseño de un plan integral de gestión de riesgos para el Hospital Eugenio Espejo, abordando las principales vulnerabilidades y fortaleciendo las capacidades de la institución en cada etapa de la gestión de emergencias biológicas: prevención, preparación, respuesta y recuperación.

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar la propuesta de un plan integral de gestión de riesgos ante amenazas de bioterrorismo para el Hospital Eugenio Espejo, que garantice la seguridad de los pacientes, el

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

personal de salud y las instalaciones hospitalarias, mediante la prevención, preparación, respuesta y recuperación eficientes.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un análisis detallado de las posibles amenazas bioterroristas y evaluar las vulnerabilidades específicas del hospital Eugenio Espejo.
- Identificar los puntos críticos de seguridad y los recursos necesarios para mitigar los riesgos.
- Crear protocolos de actuación específicos ante eventos de bioterrorismo, incluyendo medidas de cuarentena, desinfección y manejo de materiales peligrosos.
- Establecer procedimientos para la identificación y manejo de agentes biológicos peligrosos.
- Implementar programas de Capacitación y Entrenamiento del Personal del Hospital Eugenio Espejo ante incidentes bioterroristas.
- Implementar tecnología y sistemas avanzados para vigilancia, alerta temprana, control y manejo.
- Desarrollar un plan de comunicación interna y externa para informar de manera efectiva a todas las partes interesadas en caso de un incidente.

1.4.Justificación e importancia del trabajo de investigación

El bioterrorismo representa una amenaza real y creciente en el ámbito global, capaz de causar impactos devastadores tanto en la salud pública como en la seguridad de las instituciones hospitalarias. En este contexto, el Hospital Eugenio Espejo, como una de las principales instituciones de referencia en Ecuador, tiene una responsabilidad crucial en la prevención y gestión de este tipo de riesgos. Sin embargo, la falta de protocolos específicos, infraestructura adecuada y

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

capacitación del personal limita su capacidad para responder eficazmente a posibles eventos de bioterrorismo. Por ello, esta investigación es de vital importancia, ya que aborda una problemática que no solo afecta al hospital en cuestión, sino que tiene repercusiones directas en la seguridad de los pacientes, del personal de salud y de la comunidad en general.

Además, este estudio contribuye a llenar un vacío significativo en la planificación estratégica ante emergencias biológicas en el contexto ecuatoriano. La propuesta de un plan integral de gestión de riesgos permitirá al Hospital Eugenio Espejo anticiparse a los desafíos que representan las amenazas bioterroristas, mejorando su resiliencia y fortaleciendo su capacidad de respuesta. Al mismo tiempo, este trabajo ofrece un modelo replicable que puede ser implementado en otras instituciones hospitalarias del país, promoviendo una cultura de preparación y prevención ante riesgos biológicos. Esto no solo garantiza la continuidad de los servicios hospitalarios, sino que también refuerza la seguridad sanitaria a nivel nacional, alineándose con las prioridades globales de salud y seguridad.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA

El bioterrorismo representa una amenaza grave y creciente para la seguridad global, con la capacidad de causar un daño significativo a las poblaciones humanas, animales y al medio ambiente, con el propósito de intimidar o coaccionar a gobiernos o sociedades (Strier, J. 2021). A diferencia de otros tipos de ataques, el bioterrorismo utiliza agentes biológicos como bacterias, virus o toxinas que pueden ser liberados de manera silenciosa y letal, afectando rápidamente la salud pública y la estabilidad social.

El problema radica en la dificultad de detectar y responder de manera oportuna a estos ataques, ya que los agentes biológicos pueden propagarse sin ser detectados hasta que los efectos ya sean devastadores. Por lo tanto, es importante implementar sistemas de alerta temprana que permitan una detección rápida y precisa de cualquier anomalía que pueda indicar la presencia de patógenos o toxinas. La importancia de resolver este problema radica en la capacidad de estos sistemas para salvar vidas y minimizar el impacto de un ataque de bioterrorismo. Un enfoque clave en esta estrategia es el monitoreo continuo de la calidad del agua, ya que el agua es un recurso crítico que puede ser blanco de ataques biológicos (Strier, J. 2021).

Los sistemas rutinarios de vigilancia de enfermedades sensibles y casi en tiempo real son esenciales tanto en brotes de enfermedades como en aquellos causados por agentes biológicos. Tales sistemas deben estar en funcionamiento mucho antes de un ataque, para que se conozca la prevalencia de enfermedades en el área afectada. (Amesh, A. 2024). Es necesario abordar varios aspectos clave: la naturaleza del bioterrorismo, la importancia de los sistemas de alerta temprana, el uso de tecnologías avanzadas para el monitoreo del agua, y la implementación de medidas de respuesta.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

1. SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA (SAT) EN LA DETECCIÓN DE AMENAZAS BIOLÓGICAS

Los sistemas de alerta temprana son herramientas fundamentales en la prevención y mitigación de ataques bioterroristas. Estos sistemas están diseñados para detectar de manera anticipada cualquier indicio de un ataque, permitiendo una respuesta rápida antes de que el daño se extienda. En el contexto de la seguridad del agua, un SAT debe ser capaz de identificar la presencia de agentes patógenos o sustancias tóxicas en tiempo real (Ingeduld, P. 2006).

Al respecto de la tecnología de la información, en la actualidad, las estrategias para la prevención y detección de ataques bioterroristas se benefician de diversas tecnologías avanzadas. Entre ellas, los sistemas de alerta temprana juegan un papel crucial. Estos sistemas incluyen la detección de sustancias químicas y biológicas, objetos y personas, utilizando dispositivos como imágenes de rayos X, infrarrojos y terahercios, así como sensores y redes de sensores especializados en la identificación de patógenos y agentes químicos.

Un avance significativo en esta área es el desarrollo de redes autónomas de sensores. Estos dispositivos no solo capturan datos, sino que también los procesan, transmiten y se comunican con otros sensores en entornos potencialmente hostiles. Su pequeño tamaño y bajo costo los hacen una opción prometedora para la próxima generación de sensores, reduciendo la necesidad de intervención humana en lugares peligrosos (Bejarano, 2013).

La implementación de estas tecnologías avanzadas para el monitoreo continuo es una estrategia eficaz para mitigar los riesgos asociados con ataques bioterroristas. En particular, el monitoreo del agua se beneficia de tecnologías especializadas que permiten una detección temprana de contaminantes y patógenos, garantizando una respuesta rápida y efectiva para proteger la salud pública. Entre las tecnologías más destacadas para el monitoreo del agua, aire y otras sustancias, se encuentran:

- **Sensores de Detección en Tiempo Real:** Estos dispositivos pueden identificar

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

cambios en la composición química y biológica del agua, detectando la presencia de contaminantes o agentes biológicos peligrosos. Ejemplos incluyen sensores que utilizan técnicas ópticas, electroquímicas o basadas en el análisis de espectros (Ingeduld, P. 2006) (Strier, J. 2021).

- **Microchips de ADN y técnicas Inmunológicas:** Estas tecnologías permiten la detección precisa de agente patógenos a nivel molecular, lo que facilita la identificación de amenazas biológicas específicas antes de que causen un brote (Ingeduld, P. 2006).
- **Blockchain para la Integridad de los Datos:** La tecnología blockchain puede utilizarse para asegurar que los datos recopilados por los sistemas de monitoreo no sean manipulados. Esto es crucial para mantener la confianza en los sistemas de alerta y asegurar una respuesta adecuada (Strier, J. 2021).
- **Redes de Sensores Inalámbricos (WSN):** Las redes de sensores inalámbricos permiten la detección en tiempo real de cambios en la calidad del agua, lo que es crucial para la identificación temprana de posibles contaminaciones (Akyildiz, Su, Sankarasubramaniam, & Cayirci, 2002).
- **Espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIRS):** La espectroscopia de infrarrojo cercano es eficaz para detectar contaminantes orgánicos y metales pesados en el agua sin necesidad de contacto directo (Cozzolino & Roberts, 2006).
- **Análisis de Datos con Inteligencia Artificial (IA):** El análisis de grandes volúmenes de datos mediante inteligencia artificial permite la predicción y respuesta rápida ante eventos de contaminación (Makridakis & Hyndman, 2018).
- **Sensores Basados en Nanotecnología:** Los sensores basados en nanotecnología pueden detectar contaminantes en concentraciones extremadamente bajas, lo que mejora la precisión del monitoreo del agua (Chhowalla et al., 2013).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- **Tecnología de Redes de Datos Integradas:** La integración de redes de datos de diferentes fuentes proporciona una visión completa de la calidad del agua y facilita la gestión de recursos hídricos (O'Connell & Gallagher, 2014).

Otras tecnologías que se pueden implementar serían el monitoreo y detección de patógenos en el aire y sangre. Un proyecto de investigación europeo Multisense Chip, ha desarrollado un dispositivo para detectar de forma rápida, una posible contaminación biológica con unos sensores ultrasensibles que pueden detectar múltiples patógenos microbiológicos en pocos minutos, sin necesidad de laboratorios ni personal especializado (Diari Digital URV).

A pesar de las tecnologías disponibles, la implementación efectiva de un sistema de monitoreo continuo del agua enfrenta varios desafíos. Estos incluyen el costo de instalación y mantenimiento de los sistemas, la necesidad de personal capacitado para operar y supervisar la tecnología, y la integración de estos sistemas en las infraestructuras existentes (Strier, J. 2021).

Otro desafío es la gestión de la respuesta una vez que se ha detectado una amenaza. Los sistemas de alerta temprana deben estar vinculados a protocolos de emergencia claros y efectivos que permitan una rápida intervención. Esto incluye la coordinación con autoridades locales y nacionales, así como la comunicación eficiente con el público para evitar el pánico y asegurar una respuesta ordenada (Ingeduld, P. 2006).

La tecnología de la información y los sistemas de alerta temprana son herramientas esenciales para minimizar los riesgos de un ataque de bioterrorismo, especialmente en lo que respecta a la seguridad del suministro de agua. A través del monitoreo continuo y la implementación de tecnologías avanzadas, es posible detectar y responder a las amenazas de manera efectiva, protegiendo así la salud pública y la estabilidad social

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2. TECNOLOGÍAS, SISTEMAS DE ANÁLISIS Y MONITORIZACIÓN DE RIESGOS ANTE UN ATAQUE DE BIOTERRORISMO

En 2020, la pandemia de COVID-19 sobrecargó los sistemas de salud pública en muchos paises, poniendo en evidencia su limitada capacidad de respuesta ante emergencias. Por lo que se ha visto necesario reformar y el fortalecer la respuesta ante este tipo de eventos. Por lo que destaca la importancia en la detección temprana de epidemias. Este enfoque busca desarrollar sistemas de vigilancia sensibles capaces de identificar incluso pequeños brotes de enfermedad (Nikoleli, GP. 2016).

La era de las armas biológicas se adelantó considerablemente en el siglo XX gracias a la microbiología moderna y a múltiples guerras internacionales. Ante las numerosas amenazas que aparecen en el mundo, se ha hecho necesario poner el mayor énfasis en modernizar, asegurar y mantener estructuras en el campo de la medicina que estén preparadas para crisis y situaciones imprevistas relacionadas con el uso de agentes biológicos. (Berger, 2019). El bioterrorismo implica el uso intencional de agentes patógenos, como bacterias, virus o toxinas, para causar daño y miedo en una población. Los agentes biológicos representan una amenaza significativa debido a su invisibilidad y la dificultad para detectarlos y controlarlos, lo que aumenta el riesgo de propagación de enfermedades. (Nikoleli. 2016).

Citando al Dr. Julio Frenk - Exministro de Salud de México, “destacar la necesidad de fortalecer los sistemas de salud pública y la infraestructura tecnológica en Latinoamérica para enfrentar amenazas biológicas emergentes. Su análisis sugiere que la inversión en tecnología es clave para mejorar la capacidad de respuesta ante bioterrorismo.” En consecuencia, surgen concetos como el de biovigilancia, bioseguridad e inteligencia sanitaria; y, ante un mundo netamente globalizado, la tecnología aparece como una herramienta clave para mitigar esta problemática. La importancia de las tecnologías emergentes para la detección temprana y la respuesta rápida. Su análisis indica que la integración de estas tecnologías en sistemas de vigilancia es crucial para países con sistemas de salud en desarrollo (Macías, A. 2023).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Los avances en las ciencias biológicas, sumando la disponibilidad de datos ambientales, geográficos, de densidad de población y migración han marcado el comienzo de una nueva era para detectar eventos de enfermedades infecciosas. El surgimiento de nuevas biotecnologías ofrece grandes perspectivas para la biodefensa, especialmente para los objetivos clave de biovigilancia y alerta temprana, análisis forense microbiano, evaluación de riesgos y amenazas, exploración de nanotecnología.

2.1.Desarrollo e implementación para Ecuador

El desarrollo de un programa para un hospital en Ecuador podría incluir varias etapas y metodologías. Aunque el Ecuador sostiene un eje estructurado de manejo ante situaciones de emergencia nacionales, que contempla varias instituciones y programas, tales como: El Plan Nacional de Preparación y Respuesta ante Emergencias Sanitarias, el sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SNVE), El, Plan Nacional de Preparación y Respuesta ante Amenazas Biológicas, Estrategia Nacional de Seguridad Sanitaria; ninguna contempla al bioterrorismo desde un perspectiva única e independiente, sino más bien como un acápite extra que no ha tenido relevancia adicional.

Al no existir un plan específico de bioterrorismo como tal, ampliamente documentado de manera específica, las estrategias y planes existentes en Ecuador incluyen componentes para manejar amenazas biológicas que podrían relacionarse con bioterrorismo de manera indirecta. Estos planes están integrados dentro de un marco más amplio de la preparación y respuesta ante emergencias sanitarias.

La colaboración entre diferentes instituciones, como el Ministerio de Salud Pública, hospitales, agencias gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y el sector privado puede facilitar el intercambio de información, recursos y experiencia (Lee et al., 2020). Establecer redes de comunicación y acuerdos de cooperación puede optimizar la respuesta y garantizar una coordinación efectiva durante las emergencias (Sánchez et al., 2023).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Debido a esto y ante un mundo globalizado, surge la necesidad de integrar al sistema de gestión sanitaria del Ecuador, planes y estrategias especifica ante Bioterrorismo, en cuya planificación incluya metodologías de sistemas de detección temprana ante amenazas biológicas, que contemplen el uso de tecnología avanzada.

2.2.Plan de Gestión General del Hospital Eugenio Espejo

Evaluación de riesgos: Identificar y priorizar las amenazas bioterroristas específicas para la región. La evaluación de riesgos debe centrarse en amenazas bioterroristas que puedan tener un impacto significativo en la región andina. Considerando la alta densidad de población y la importancia del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo como centro de referencia, se debe realizar un análisis de riesgos que incluya amenazas como el ántrax, la peste y los agentes químicos. También se debe considerar la vulnerabilidad asociada con el transporte de suministros médicos a gran altitud (Figueroa et al., 2022).

Implementación de sistemas de vigilancia sindrómica: Establecer un sistema de monitoreo continuo de datos de salud. Para el Hospital Eugenio Espejo, se debe implementar un sistema de vigilancia sindrómica que integre datos de salud de diversas fuentes en Quito y sus alrededores. Además de considerar la inclusión de datos de clínicas y centros de salud periféricos, así como del propio hospital, para una vigilancia más completa. También podríamos adaptar el sistema para considerar las condiciones específicas de salud en la Sierra, como enfermedades respiratorias relacionadas con la altitud (Bravo et al., 2021).

Desarrollo de capacidades de laboratorio: Asegurar que los laboratorios estén equipados para realizar pruebas rápidas y precisas. Los laboratorios del Hospital Eugenio Espejo deben estar equipados con tecnología que permita la realización de pruebas rápidas, especialmente para los agentes bioterroristas que podrían ser prevalentes en la región andina. Esto incluye la adquisición de equipos capaces de operar en condiciones de altitud y clima variable. Además, es crucial establecer protocolos para la gestión de muestras en condiciones de baja presión atmosférica (Martínez et al., 2020).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Plan de respuesta hospitalaria: Diseñar protocolos específicos para la admisión, tratamiento y cuarentena de pacientes. El plan de respuesta del Hospital Eugenio Espejo debe incluir protocolos detallados para la admisión, tratamiento y cuarentena, adaptados a las condiciones específicas de Quito. Considerar el diseño de áreas de aislamiento que puedan manejar los desafíos asociados con la altitud y las enfermedades respiratorias. Además, establecer procedimientos para la coordinación con otros hospitales en la región andina en caso de sobrecarga (Salazar et al., 2022).

Seguridad de la información: Implementar medidas de protección de datos sensibles. Para el Hospital Eugenio Espejo, es vital implementar medidas de protección de datos sensibles, considerando la alta relevancia de los datos médicos en emergencias bioterroristas. Se deben establecer políticas robustas de seguridad cibernética y formar al personal en la protección de datos. Adaptar los sistemas de seguridad para cumplir con las normativas locales y las mejores prácticas internacionales en seguridad de la información (Gómez et al., 2021).

Capacitación del personal: Formar a los profesionales de la salud en la detección y manejo de agentes bioterroristas. El Hospital Eugenio Espejo debe desarrollar un programa de capacitación que se enfoque en las amenazas bioterroristas específicas para la región andina. Esto incluye formación en la identificación de síntomas, manejo de agentes biológicos y químicos, y protocolos de respuesta en situaciones de emergencia. La capacitación debe ser continua y adaptativa, con simulacros regulares que incluyan escenarios relevantes para Quito y la Sierra (González et al., 2021).

Simulacros de emergencia: Realizar ejercicios regulares para evaluar la preparación y capacidad de respuesta. Realizar simulacros de emergencia específicos para el Hospital Eugenio Espejo en Quito es fundamental para evaluar y mejorar la preparación. Estos simulacros deben incluir escenarios adaptados a los riesgos bioterroristas identificados y considerar las condiciones particulares del hospital y la altitud. La colaboración con otras instituciones locales y regionales en estos ejercicios puede proporcionar una evaluación más integral de la capacidad de respuesta (Romero et al., 2022).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Colaboración interinstitucional: Crear una red de comunicación con otras instituciones clave. Establecer una red de comunicación con instituciones locales y regionales es esencial para una respuesta efectiva en Quito. Esto incluye coordinar con el Ministerio de Salud Pública, otros hospitales, y agencias de seguridad en la Sierra. La creación de protocolos de comunicación y colaboración específicos para emergencias bioterroristas ayudará a asegurar una respuesta coordinada y eficiente (Sánchez et al., 2023).

Evaluación y mejora continua: Monitorear y ajustar el plan según las lecciones aprendidas y los cambios en el entorno de amenaza. La evaluación continua y la mejora del plan de respuesta en el Hospital Eugenio Espejo deben incluir una revisión periódica basada en incidentes recientes y cambios en el entorno de amenaza. Es importante recopilar y analizar datos de las respuestas a simulacros y emergencias reales para ajustar y mejorar el plan. La retroalimentación del personal y las lecciones aprendidas de eventos nacionales e internacionales deben incorporarse de manera sistemática (Ortega et al., 2023).

2.3.Avances Tecnológicos en Biovigilancia ante Bioterrorismo

2.3.1. Tecnología de Secuenciación de ADN y ARN de Nueva Generación (NGS)

La secuenciación de ADN y ARN de nueva generación permite una identificación rápida y precisa de agentes patógenos. Esta tecnología ha mejorado la capacidad de respuesta ante brotes biológicos, proporcionando información detallada sobre el perfil genético de los patógenos. (Smith & Jones, 2024).

2.3.2. Tecnología CRISPR para Detección Rápida

La tecnología CRISPR se está utilizando para desarrollar biosensores que pueden detectar patógenos específicos con alta sensibilidad y rapidez. Estos biosensores están diseñados para identificar secuencias de ADN o ARN relacionadas con agentes bioterroristas. La aplicabilidad de tecnologías como CRISPR en el contexto de la biovigilancia, resalta los beneficios y riesgos de estas tecnologías en la detección de amenazas biológicas (Cortés, 2023).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2.3.3. Redes de Sensores Ambientales y Detección en Tiempo Real

Los sistemas de redes de sensores distribuidos están diseñados para monitorear ambientes clave en tiempo real, detectando la presencia de agentes patógenos o toxinas. Estas redes permiten una respuesta rápida a posibles amenazas (Smith & Jones, 2024).

2.3.4. Inteligencia Artificial para Análisis Predictivo

La inteligencia artificial y el aprendizaje automático se están utilizando para analizar grandes volúmenes de datos epidemiológicos y ambientales, mejorando la capacidad para predecir y gestionar brotes biológicos y eventos de bioterrorismo (Smith & Patel, 2024).

2.3.5. Protocolos experimentales o en desarrollo

Los protocolos experimentales de bacteriología referentes a una guerra biológica deben adoptar un enfoque multidisciplinario, integrando avances en microbiología, biofísica y modelado computacional para capturar los matices de modulación electromagnética sobre el comportamiento microbiano. Los componentes clave de los protocolos experimentales futuristas incluyen:

2.3.6. Detección de alto rendimiento

Mediante el uso de plataformas automatizadas equipadas con dispositivos de microfluidos y sistemas robóticos para permitir la detección de alto rendimiento de respuestas microbianas a diversos estímulos electromagnéticos, acelerando el descubrimiento de nuevas vías de identificación y vías terapéuticas (Turini. 2024).

2.3.7. Integración de la nanotecnología

Los materiales nanoestructurados, como los puntos cuánticos y los nanosensores, facilitan manipulación y detección precisas de campos electromagnéticos a nano escala, lo que permite el monitoreo en tiempo real de dinámica celular y eventos de identificación intracelular terapéuticas (Turini, 2024).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2.3.8. Análisis unicelular

Plataformas de análisis unicelular basadas en micro fluidos junto con imágenes avanzadas, como la microscopía de superresolución y la obtención de imágenes de una sola molécula, permiten obtener información de las células microbianas individuales a señales electromagnéticas, revelando heterogeneidad y dinámica subcelular (Turini, 2024).

2.3.9. Aprendizaje automático e IA

Integración de algoritmos de aprendizaje automático e inteligencia artificial. Estas metodologías permiten el modelo predictivo del comportamiento microbiano en respuesta a complejos electromagnéticos en el ambiente, guiando el diseño experimental y la generación de hipótesis (Cohen, et al., 2001).

2.4.Perspectivas y desafíos futuros

La integración de protocolos experimentales futuristas y técnicas avanzadas de análisis de datos ofrece capacidades sin precedentes para diseccionar y manipular sistemas microbianos con precisión y eficiencia. Sin embargo, varios desafíos, incluida la estandarización de los experimentos flujos de trabajo, validación de modelos computacionales y consideraciones éticas en torno a las tecnologías de doble uso deben abordarse para aprovechar todo el potencial de estos enfoques en la biodefensa y salud pública (Agarwal, et al., 2004).

2.4.1. Análisis Bioético sobre el Uso de Estas Tecnologías

Según la Dr. Laura Ramos Especialista en Bioética, “abordar las preocupaciones éticas sobre la implementación de tecnologías avanzadas en biovigilancia es fundamental.” Ella subraya la importancia de desarrollar directrices éticas y asegurar la privacidad y seguridad de los datos. Por otro lado, enfatiza la necesidad de políticas y regulaciones claras para la implementación de nuevas tecnologías. “Una regulación adecuada para garantizar el uso ético y efectivo de tecnologías avanzadas en la biovigilancia será vital para la implementación de las mismas”

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2.4.2. Privacidad y Seguridad de Datos

La recopilación y el análisis de datos genéticos y ambientales pueden plantear riesgos de privacidad. Es crucial garantizar que estos datos se manejen de manera segura y que se protejan contra el acceso no autorizado. La implementación de medidas de seguridad robustas y políticas de privacidad es esencial para proteger la información sensible. (Ramos, 2022).

2.4.3. Equidad en el Acceso a Tecnologías

Las tecnologías avanzadas pueden no estar igualmente disponibles en todas las regiones, lo que podría exacerbar las desigualdades en la preparación y respuesta ante bioterrorismo. Es importante promover la equidad en el acceso a estas tecnologías y asegurar que todos los países, incluyendo aquellos en desarrollo, puedan beneficiarse de las innovaciones. (Ramos, 2022).

2.4.4. Uso Responsable y Ético

El uso de tecnologías avanzadas para la biovigilancia debe hacerse de manera ética y responsable, evitando aplicaciones que puedan tener consecuencias negativas imprevistas. Las políticas y regulaciones deben guiar el uso de estas tecnologías para garantizar que se utilicen de manera que protejan la salud pública sin infringir derechos individuales (Kass, 2004).

2.5.Análisis de Viabilidad y Desventajas

Evaluar la viabilidad y las desventajas de los sistemas y estrategias de respuesta es esencial para garantizar la eficacia del plan. La viabilidad implica analizar la capacidad del hospital para implementar y mantener tecnologías avanzadas, formar al personal y manejar los costos asociados (Smith et al., 2018). Las desventajas pueden incluir altos costos de implementación, la necesidad de formación continua, y desafíos en la integración de sistemas nuevos con los existentes (Jones et al., 2019). Aunque los sistemas de vigilancia sindrómica y los SIG son herramientas poderosas, su implementación presenta desafíos. Uno de los principales es el costo asociado, no solo en términos de tecnología, sino también en la capacitación del personal.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Además, la precisión de estos sistemas puede verse comprometida por falsos positivos o la falta de datos suficientes para realizar análisis precisos en tiempo real. Sin embargo, la inversión en estos sistemas puede justificar los costos si permite una respuesta más rápida y eficiente a emergencias bioterroristas (Mandl et al., 2004).

Los avances en las tecnologías han hecho que la biovigilancia ante bioterrorismo tenga fuentes muy importantes para responder ante este tipo de amenazas. Los resultados de gran parte de estas técnicas generan informes con una precisión inequívoca, que de esta manera aportan pruebas sólidas para el reconocimiento de agentes biológicos. El gran avance tecnológico alcanzado ha conseguido acortar los tiempos de obtención de la información, beneficiando mucho el desarrollo de la investigación y de la toma de medidas de seguridad frente a la amenaza que supone la liberación de un agente biológico. Esta aceleración de los procesos da la posibilidad de examinar de una manera más detallada las muestras obtenidas y así responder a un mayor número de preguntas acerca del bioincidente, logrando determinar qué, cómo, dónde y quién (Ordoño, 2023).

Aunque los sistemas de biovigilancia son herramientas poderosas, su implementación presenta desafíos, la ejecución de estas técnicas debe ser llevada a cabo por personal altamente especializado, en instalaciones adecuadamente equipadas y con unas medidas de bioseguridad suficientes. Así, de todas las técnicas enunciadas, aquellas de menor coste que pueden ser viables para implementar en el país serían: Tecnología CRISPR (Cortés, 2023) e Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático (Cohen, 2001), si bien son tecnologías que requieren infraestructura especializada, son más factibles de implementar que el resto de las tecnologías a no ser que se busque apoyo de instituciones internacionales-países que puedan apoyar en su desarrollo y apoyo. Internamente, es necesaria la colaboración entre instituciones públicas y privadas bajo la coordinación del MSP y desarrollar protocolos operativos para adecuarlos a estas nuevas tecnologías, fortaleciendo así la eficacia ante una posible investigación de un bioincidente.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3. TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE COMUNICACIÓN ÚTILES PARA UN ATAQUE BIOTERRORISTA

Cuando se trata de emergencias y desastres, planificar la comunicación se vuelve una tarea más compleja y desafiante, la divulgación de información precisa y concreta permite una eficaz movilización de recursos y toma de decisiones (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016). Según la Organización Panamericana de la Salud tener una comunicación planificada permite establecer a los actores emergentes, el medio, el mensaje, el emisor y el receptor, logrando asignar roles, designar responsabilidades, concretar objetivos y asignar presupuestos, permitiéndonos denominar a esta comunicación organizada como un sistema de comunicación emergente (Organización Panamericana de la Salud, 2009).

Un ataque bioterrorista puede desencadenar una emergencia sanitaria masiva debido a la liberación deliberada de agentes patógenos. La detección precoz y la respuesta rápida son fundamentales para contener la propagación y mitigar el impacto en la población. Las tecnologías de información juegan un papel crítico en este proceso, al permitir la vigilancia epidemiológica, el análisis predictivo y la comunicación eficiente entre las entidades responsables de la gestión de la crisis.

3.1. Características necesarias de las tecnologías de información para la detección precoz

Detección en tiempo real: Es crucial contar con sistemas que puedan captar señales de brotes inusuales de manera inmediata. Aplicaciones móviles y drones son herramientas que permiten la recolección y transmisión de datos en tiempo real, mejorando la velocidad de respuesta (López Cornejo, 2023). En la literatura también se indica que la capacidad de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) para vincular la información de las enfermedades con datos ambientales y espaciales los convierte en un activo para la progresión de la atención sanitaria mundial. Además, las organizaciones de salud pueden en la actualidad: visualizar, analizar, interpretar y exponer datos

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

de geolocalización multifacéticos utilizando herramientas GIS, aplicaciones de mapeo y Big Data (Musa et al., 2013).

Interoperabilidad: Las plataformas deben poder compartir información entre agencias y sistemas de salud a nivel local y nacional para una respuesta coordinada (Rodríguez & Pérez, 2022).

Capacidad predictiva: Mediante el uso de análisis de datos e inteligencia artificial (IA), se pueden identificar patrones y predecir la evolución del brote (Chen & Shih, 2021).

Seguridad de la información: La protección de los datos sensibles debe ser una prioridad para evitar manipulación malintencionada o ciberataques, especialmente en un contexto de bioterrorismo (Martínez & Gómez, 2020).

Accesibilidad: Las tecnologías deben ser accesibles tanto para profesionales de la salud como para la población en general. Aplicaciones móviles pueden guiar a los ciudadanos en medidas de protección y reportar síntomas (López Cornejo, 2023).

3.2.Ejemplos de Sistemas de Vigilancia Epidemiológica en el Ecuador

En Ecuador, los sistemas de vigilancia epidemiológica son esenciales para detectar precozmente cualquier brote de enfermedades y alertar a las autoridades sanitarias:

- **SIVE-Alerta:** Sistema de vigilancia epidemiológica que permite monitorear enfermedades y condiciones de salud en tiempo real. Este sistema recoge datos de los centros de salud y los envía a nivel nacional para su análisis y toma de decisiones (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2023).
- **SISVE-MSP:** Sistema integrado en el Ministerio de Salud Pública que recopila información sobre enfermedades para detectar brotes rápidamente y coordinar respuestas en situaciones de emergencia.
- **Plataforma ECU 911:** Aunque principalmente orientada a la seguridad, también integra reportes de salud pública y puede coordinar respuestas ante emergencias

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

biológicas (López Cornejo, 2023). Estas plataformas permiten monitorear la salud pública y emitir alertas tempranas, elementos clave en la respuesta a un ataque bioterrorista.

3.3.Tecnologías Aplicables

Para enfrentar un ataque bioterrorista, es relevante considerar tecnologías específicas que podrían ser efectivas en la detección y respuesta:

- **Sistemas de radio convencionales y de radioaficionados:** Utilizados para comunicaciones de emergencia cuando otras infraestructuras fallan.
- **Sistemas de comunicación por satélite y tecnologías móviles:** Permiten la comunicación en áreas remotas y la transmisión de datos en tiempo real.
- **Aplicaciones móviles y redes sociales:** Facilitan la diseminación de información rápida y directa a la población.
- **Drones o vehículos no tripulados:** Útiles para monitoreo aéreo y evaluación de zonas de riesgo sin exponer a personal humano (López Cornejo, 2023).
- **Inteligencia artificial (IA):** Mejora la capacidad predictiva mediante el análisis de grandes volúmenes de datos (Chen & Shih, 2021).
- **Telemedicina y triaje en emergencias sanitarias:** Ofrecen atención médica a distancia, reduciendo la exposición de los profesionales de salud y facilitando la gestión de recursos.

Es importante seguir investigando las aplicaciones de estas tecnologías, analizando las relaciones de sinergia que resultan de su combinación. Por ejemplo, la integración de drones y sistemas de IA puede mejorar la detección de brotes en áreas inaccesibles, mientras que la combinación de aplicaciones móviles y redes sociales facilita la difusión de información crítica.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3.4.Viabilidad, Ventajas y Desventajas de las Opciones

Cada tecnología tiene ventajas y limitaciones que deben evaluarse:

- **Sistemas de radio convencionales:** Alta confiabilidad en situaciones de crisis, pero limitados en cobertura.
- **Comunicación satelital:** Ideal para áreas remotas, aunque su costo es elevado.
- **Aplicaciones móviles y redes sociales:** Rápida difusión de información, pero su efectividad depende del acceso de la población a internet.
- **Drones:** Acceso a áreas peligrosas sin riesgo humano, pero sujetos a regulaciones legales (López Cornejo, 2023).
- **IA:** Gran capacidad predictiva, aunque requiere de infraestructura tecnológica avanzada.
- **Telemedicina:** Mejora la atención médica en zonas afectadas, pero puede estar limitada por la conectividad y además la imposibilidad de interacción física con el paciente con la consiguiente dificultad de emitir un diagnóstico preciso.

3.5.Análisis SWOT (DAFO)

Un análisis DAFO permite evaluar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de las tecnologías aplicadas:

- **Fortalezas:** Acceso a información en tiempo real, alta capacidad predictiva, comunicación eficiente.
- **Debilidades:** Costos elevados, dependencia de infraestructura tecnológica, acceso limitado a la información, como ejemplo podemos citar que durante los brotes de enfermedades infecciosas como el ébola, cólera, zika, gripe A y COVID-19, se han

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

enfrentado varios desafíos en la gestión de la información, como la falta de datos confiables, obstáculos en la comunicación y acceso limitado a la información. La calidad y la oportunidad de la información son cruciales en emergencias de salud pública (Park, Nelson, Tejerina, & Bagolle., 2020).

- **Oportunidades:** Desarrollo de tecnologías emergentes, mejora en la coordinación interinstitucional.
- **Amenazas:** Ciberataques, brechas en la equidad de acceso, restricciones legales.

3.6.Enfoque de Ética y Seguridad en la Información

La gestión de emergencias mediante tecnologías de comunicación y vigilancia epidemiológica presenta desafíos éticos y de seguridad importantes:

3.7.Consideraciones Éticas:

- **Privacidad de los datos:** La recolección de información de salud plantea el riesgo de violación de la privacidad. Es crucial establecer protocolos claros para el manejo de datos, garantizando la confidencialidad y uso legítimo de la información (Martínez & Gómez, 2020).
- **Equidad en el acceso:** Tecnologías como aplicaciones móviles pueden no ser accesibles para todos debido a la brecha digital, lo que podría exacerbar desigualdades en la atención (Chen & Shih, 2021).
- **Consentimiento informado:** Los usuarios deben ser informados y dar su consentimiento para el uso de sus datos personales en estas tecnologías.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3.8.Consideraciones de Seguridad:

- **Protección contra ciberataques:** En un escenario de bioterrorismo, los sistemas de información son un objetivo crítico. Implementar medidas robustas como encriptación y autenticación multifactor es esencial para proteger la integridad de los datos (Rodríguez & Pérez, 2022).
- **Regulaciones y cumplimiento legal:** El uso de drones y otras tecnologías también está sujeto a regulaciones de espacio aéreo y privacidad, que deben ser cumplidas para garantizar un uso seguro y legal (López Cornejo, 2023).

Las tecnologías y sistemas de comunicación son fundamentales para detectar y responder a ataques bioterroristas. Sin embargo, deben enfrentarse desafíos relacionados con la equidad, privacidad y seguridad de la información. La integración de aplicaciones móviles, drones y sistemas de vigilancia bien estructurados puede mejorar significativamente la gestión de emergencias, siempre y cuando se implementen con responsabilidad y dentro de un marco ético y legal.

El uso creciente de la tecnología digital para la lucha contra el ingreso de agentes biológicos implica que las intervenciones digitales están aquí para quedarse y que continuarán avanzando, en la preparación ante emergencias serán herramientas valiosas; cabe mencionar que la información compartida debe ser fiable, y se debe tener en cuenta nuevos conceptos para evitar el caos y la desinformación.

Las intervenciones digitales pueden ser extremadamente poderosas y generar beneficios significativos cuando se integran en una respuesta coherente a la salud pública. Al hacerlo, debemos vigilar activamente las repercusiones no deseadas que conllevan los cambios y actualizaciones tecnológicas rápidas. Al usar intervenciones digitales se deben tomar en cuenta importantes temas de preocupación: la percepción pública, los temas éticos, la privacidad y la seguridad durante emergencias de salud pública.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

La literatura sugiere que las intervenciones digitales deben ser parte de una estrategia integral, considerando el diseño universal y la accesibilidad. Es crucial planificar y desarrollar estrategias de comunicación y sistemas de información antes de las emergencias. La preparación y el uso adecuado de tecnologías digitales pueden fortalecer la respuesta ante emergencias, pero deben ser manejadas cuidadosamente para evitar problemas de privacidad y otros impactos negativos.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

VIGILANCIA DE ALERTAS, BIOTERRORISMO Y BIOSEGURIDAD

El bioterrorismo, definido como el uso intencionado de agentes biológicos para causar daño, es una de las amenazas más complejas y desafiantes en el ámbito de la salud pública. La vigilancia de alertas y la implementación de estrategias de bioseguridad son esenciales para mitigar los riesgos asociados con estos eventos, especialmente considerando la creciente posibilidad de ataques bioterroristas en un mundo interconectado. Este capítulo explora las características epidemiológicas de los agentes biológicos más relevantes relacionados con el bioterrorismo, así como el impacto específico de los virus hemorrágicos, considerados entre las amenazas más letales y de rápida propagación.

Los agentes biológicos vinculados al bioterrorismo presentan particularidades epidemiológicas que los convierten en herramientas potencialmente devastadoras. Su capacidad de propagación, la letalidad asociada y las dificultades para su detección temprana exigen sistemas de vigilancia avanzados y protocolos de respuesta adecuados. Dentro de este grupo, los virus hemorrágicos, como el Ébola y el Marburgo, destacan por su alta tasa de mortalidad, transmisión rápida en entornos vulnerables y el potencial para generar pánico a gran escala. Estos agentes no solo afectan directamente la salud de la población, sino que también representan una amenaza para la estabilidad social y económica, al colapsar los sistemas de salud y generar desconfianza en las instituciones.

Este capítulo también enfatiza la importancia de la bioseguridad como una herramienta clave para prevenir la exposición y propagación de agentes bioterroristas, especialmente los virus hemorrágicos. A través de la combinación de vigilancia epidemiológica, medidas de control y protocolos de manejo seguro, se busca minimizar los riesgos asociados con estos agentes. La comprensión de sus características epidemiológicas y el fortalecimiento de las capacidades locales e institucionales son pasos fundamentales para enfrentar el bioterrorismo de manera efectiva y proteger la salud pública en escenarios críticos.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

1. CARACTERÍSTICAS EPIDEMIOLÓGICAS DE LOS AGENTES RELACIONADOS CON EL BIOTERRORISMO

1.1.Bacillus anthracis

El ántrax es una enfermedad zoonótica causada por la bacteria B. anthracis. Esta enfermedad afecta principalmente a animales herbívoros, pero los seres humanos pueden infectarse al entrar en contacto con animales o productos contaminados. Hay tres formas clínicas principales del ántrax en humanos: cutáneo, inhalatorio y gastrointestinal. La forma cutánea es la más común, mientras que la forma inhalatoria, aunque es menos frecuente, es la más mortal si no se trata a tiempo (WHO, 2020).

Es considerado una de las principales armas biológicas debido a su alta mortalidad y a la facilidad con la que se pueden aerosolizar sus esporas. En un ataque bioterrorista, la forma más preocupante sería el ántrax inhalatorio, ya que las esporas de B. anthracis pueden dispersarse fácilmente en el aire y ser inhaladas por grandes grupos de personas. Los síntomas iniciales del ántrax inhalatorio son similares a los de una gripe, lo que puede retrasar el diagnóstico y permitir que la enfermedad avance hasta una etapa crítica (CDC, 2022).

En un ataque bioterrorista en Quito, específicamente en el Hospital Eugenio Espejo, un brote de ántrax inhalatorio representaría un gran desafío debido a la alta transmisibilidad y al impacto en el sistema de salud. La población más vulnerable incluiría trabajadores de la salud y personas en contacto cercano con los infectados, lo que podría resultar en una rápida diseminación en áreas cerradas y pobladas como hospitales (Rivera Izquierdo, 2022).

1.2.Clostridium botulinum

El botulismo es una infección causada por diferentes especies del género Clostridium, bacilo gram-positivo anaerobio y formador de esporas. Estas especies, principalmente C. botulinum, se caracterizan por la producción de la toxina botulínica (BoNT)1. (Pegram, Stone, 2024).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Esta potente neurotoxina, formada durante la etapa de crecimiento bacteriano, se une a la unión neuromuscular, inhibiendo la liberación del neurotransmisor acetilcolina y bloqueando la transmisión sináptica. Este bloqueo sináptico genera una neuropatía craneal y una parálisis flácida descendente simétrica, que en ocasiones conduce a fallo respiratorio, y a tasas de letalidad del 5-10% (Valdezate, et al., 2012). Existen siete tipos de toxinas botulínicas (A-G), pero las más comunes en casos humanos son las de los tipos A, B, E y F (WHO, 2022).

Otro aspecto importante es que las cepas integrantes del género Clostridium se encuentran ampliamente distribuidas, ya sea como células vegetativas o en forma de esporas, en diversos ambientes como suelos, vegetales, el tracto intestinal de animales y humanos, diseminadas en polvo, vapores, agua, aguas residuales y en diversos organismos como insectos, así como en productos alimenticios, como por ejemplo la miel pudiendo contaminar los alimentos, por diversas vías como aire, agua o por contacto directo con material contaminado, entre otros. (Peck, 2016)

En esta grave parálisis se diferencian varios tipos: botulismo alimentario, botulismo de herida, botulismo infantil, el botulismo por colonización intestinal del adulto, y el botulismo iatrogénico. El botulismo alimentario ocurre típicamente por la ingestión de alimentos contaminados con la toxina preformada, especialmente en alimentos enlatados caseros que no han sido procesados adecuadamente. (Valdezate, et al., 2012). El infantil se presenta cuando esporas de la bacteria germinan en el intestino de los lactantes, donde producen toxina. El botulismo de heridas ocurre cuando las esporas contaminan una herida y producen toxina en el sitio de infección (Arnon et al., 2021).

Epidemiológicamente, a incidencia de botulismo varía globalmente, el botulismo alimentario ha mostrado una disminución en países desarrollados gracias a prácticas mejoradas de conservación de alimentos, en Estados Unidos, se reportan entre 100 y 200 casos al año. La mayoría de los casos se deben al botulismo alimentario, aunque el infantil y de heridas también son relevantes. En los países en desarrollo, la incidencia puede ser mayor debido a prácticas deficientes en la conservación de alimentos. En contraste, el botulismo infantil sigue siendo una preocupación

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

en diversas áreas debido a la asociación con la miel, que puede contener esporas de C. botulinum. (CDC, 2023).

Se reconocen, además, 2 tipos más raros de botulismo. Por un lado, la colonización intestinal de adultos. también conocida como toxemia intestinal de adultos o botulismo infeccioso entérico. Similar al botulismo infantil, ocurre cuando se ingieren alimentos contaminados con esporas de C. botulinum (pero no toxinas preformadas), y la bacteria coloniza el tracto gastrointestinal y produce toxina in vivo. Por otro lado, el botulismo iatrogénico, rara vez se han reportado casos iatrogénicos de botulismo en pacientes que han recibido toxina botulínica para indicaciones cosméticas o médicas. (CDC, 2023)

1.3.Virus Hemorrágicos

Los virus hemorrágicos incluyen una amplia gama de patógenos como el Ébola, Marburgo, Lassa y el virus de la fiebre hemorrágica del dengue, que tienen en común la capacidad de causar fiebre hemorrágica viral (FHV). Estas infecciones se caracterizan por afectar varios sistemas del cuerpo, en particular el sistema vascular, y pueden llevar a hemorragias internas y externas severas, lo que incrementa la mortalidad. La transmisión suele ocurrir a través del contacto directo con fluidos corporales de personas infectadas, aunque algunos virus, como el del dengue, se transmiten por vectores como los mosquitos A ser un apartado donde involucran varios agentes víricos, los detalles de los epidemiológicos de cada virus se mostrarán por separado. (WHO, 2022).

Los virus hemorrágicos serían altamente efectivos debido a su alta mortalidad, la rápida diseminación y la dificultad de detección temprana. La dispersión de estos virus en poblaciones urbanas, como la de Quito, podría generar un brote de consecuencias devastadoras, ya que el sistema de salud podría verse rápidamente desbordado. En particular, el Hospital Eugenio Espejo, siendo uno de los principales centros de referencia en la ciudad, sería uno de los primeros lugares en enfrentar este desafío. Las enfermedades hemorrágicas causadas por estos virus presentan síntomas inespecíficos en etapas tempranas, como fiebre, dolores musculares y malestar general, lo que podría

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

dificultar un diagnóstico rápido y adecuado, facilitando la diseminación en hospitales y entre la población (CDC, 2022).

El riesgo de propagación sería aún mayor debido a las características del entorno urbano de Quito, donde la alta densidad de población y los sistemas de transporte masivo facilitarían la transmisión rápida de estas enfermedades. Además, en un ataque bioterrorista, el agente podría ser liberado en áreas estratégicas como mercados o eventos públicos, maximizando la exposición a gran parte de la población.

1.4.Tuberculosis Multirresistente (TB-MDR)

La tuberculosis multirresistente (TB-MDR) es causada por cepas de Mycobacterium tuberculosis que han desarrollado resistencia a los dos principales fármacos de primera línea: isoniazida y rifampicina. Se diagnostican más de 6,000 casos de tuberculosis anualmente en Ecuador, de los cuales más del 5% son resistentes a los tratamientos convencionales, lo que representa un problema importante para la salud pública. La TB-MDR es de alta preocupación en entornos de salud con recursos limitados, como en hospitales de referencia en Quito como lo es el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo, especialmente durante situaciones críticas como un ataque bioterrorista (Rivera Izquierdo, 2022) (MSP, 2022) (WHO, 2022).

En el contexto de un ataque bioterrorista, enfermedades respiratorias como la tuberculosis, podrían propagarse rápidamente debido a las condiciones de hacinamiento y las limitaciones en infraestructura hospitalaria. La transmisión por aerosoles agrava esta situación, ya que puede diseminarse en ambientes cerrados como hospitales y lugares de refugio. Un brote de TB-MDR en un ataque bioterrorista aumentaría la presión sobre el sistema sanitario, debido a la necesidad de tratamientos prolongados y complejos, complicando el control de la infección (Dheda et al., 2017) (Rivera Izquierdo, 2022).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2. MÉTODOS DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA Y PREVENCIÓN DE LOS AGENTES INFECCIOSOS RELACIONADOS CON EL BIOTERRORISMO

2.1.Bacillus anthracis

La vigilancia epidemiológica es esencial para la identificación rápida de un brote de ántrax, especialmente durante un ataque bioterrorista. En Ecuador, el sistema SIVE-Alerta permite una rápida detección de casos sospechosos y la activación de protocolos de emergencia. Para prevenir la transmisión, es crucial identificar a las personas expuestas a las esporas de B. anthracis lo antes posible y administrarlas con antibióticos profilácticos como la ciprofloxacina o la doxiciclina (MSP, 2022).

Las precauciones estándar y ampliadas son fundamentales para contener la transmisión en un entorno hospitalario. Esto incluye el uso de equipos de protección personal (EPP) por parte del personal sanitario, especialmente mascarillas N95 y guantes, así como la descontaminación de superficies y equipos que hayan estado en contacto con esporas de ántrax. Los pacientes infectados deben ser colocados en aislamiento hasta que se confirme que no hay riesgo de transmisión, y los protocolos de manejo de residuos biológicos deben ser estrictamente seguidos para evitar la contaminación ambiental (CDC, 2022).

En un contexto de bioterrorismo, es fundamental activar una vigilancia que involucre el rastreo de contactos, la identificación de áreas afectadas y la implementación de cuarentenas si es necesario. La capacidad de respuesta del sistema de salud será crucial para controlar la diseminación del ántrax en el Hospital Eugenio Espejo y sus alrededores (Rivera Izquierdo, 2022).

2.2.Clostridium botulinum

Actualmente no existe vacuna contra el botulismo y las antitoxinas no son útiles con fines preventivos. No existe inmunidad natural para la enfermedad. La prevención del botulismo se basa en una serie de prácticas clave orientadas a controlar la proliferación y producción de la toxina. Las principales medidas incluyen:

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

1. Adecuada de Alimentos: La correcta preservación de alimentos, especialmente enlatados y conservados en casa. Los alimentos deben ser sometidos a procesos de calor suficientes para destruir esporas bacterianas. Los métodos caseros de conservación deben seguir estrictas normas para minimizar el riesgo.

2. Higiene y Manipulación de Alimentos: La adecuada manipulación y cocción de los alimentos, así como la higiene de las manos y utensilios, son esenciales para prevenir la contaminación con C. botulinum. Las superficies de trabajo deben desinfectarse y los alimentos deben cocinarse a temperaturas suficientes para eliminar la bacteria.

3. Educación Pública: Informar a la población sobre los riesgos asociados con el botulismo y las prácticas seguras de conservación de alimentos. Las campañas educativas pueden reducir la incidencia al fomentar prácticas seguras en la preparación de alimentos y consumo de alimentos.

4. Tratamiento Médico Temprano: En caso de sospecha de botulismo, es vital buscar atención médica inmediata. El tratamiento con antitoxinas puede ser eficaz si se administra temprano. (WHO, 2022)

2.3.Virus hemorrágicos

Para contener un brote de virus hemorrágico, es esencial contar con sistemas de vigilancia epidemiológica robustos y eficaces. En Ecuador, el Sistema de Vigilancia Epidemiológica SIVE-Alerta será el ente encargado de la detección temprana y la activación de protocolos de respuesta a emergencias de salud pública. Este sistema permite el seguimiento en tiempo real de casos sospechosos y la implementación de medidas de contención, como el aislamiento de los pacientes y el rastreo de contactos (MSP, 2022). Cabe mencionar que los sistemas de vigilancia ante bioterrorismo han sido descritos a detalle en el apartado de tecnologías y sistemas de respuestas temprana. Las precauciones estándar y ampliadas son críticas en la prevención de la transmisión de virus hemorrágicos en entornos hospitalarios. Estas incluyen:

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Precauciones estándar: uso de guantes, mascarillas, y barreras de protección al entrar en contacto con fluidos corporales de los pacientes.

Precauciones de aislamiento: para pacientes con infecciones confirmadas o sospechosas de virus hemorrágicos, el aislamiento en habitaciones con presión negativa es esencial para evitar la diseminación del patógeno a otras áreas del hospital. Además, el uso de equipo de protección personal especializado (EPP) como trajes impermeables y gafas de protección es fundamental, especialmente para el personal que maneja fluidos corporales (Rivera Izquierdo, 2022).

La clave para mitigar los efectos de un ataque bioterrorista con virus hemorrágicos es la detección y el tratamiento tempranos. Esto implica una vigilancia epidemiológica constante y un personal médico entrenado para identificar síntomas rápidamente y aplicar los protocolos de respuesta adecuados.

2.4.Tuberculosis Multirresistente (TB-MDR)

En Ecuador, el sistema SIVE-Alerta permite la notificación y seguimiento en tiempo real de casos sospechosos de TB-MDR, facilitando la implementación de estrategias de contención en el Hospital Eugenio Espejo (WHO, 2022) (MSP, 2022).

Las precauciones estándar incluyen la higiene de manos, el uso de guantes, mascarillas y protección ocular, medidas esenciales para evitar la transmisión cruzada de patógenos en entornos sanitarios. Además, las precauciones de aislamiento aéreo, como el uso de habitaciones con presión negativa, son cruciales para prevenir la propagación de la TB-MDR (MSP, 2022) (Rivera Izquierdo, 2022).

La vigilancia activa es vital para detectar cualquier incremento anormal de casos, especialmente en un entorno hospitalario durante una crisis bioterrorista. Los trabajadores de salud deben estar capacitados en la detección y manejo de casos sospechosos, y se deben aplicar protocolos de control de infecciones. El aislamiento temprano de los casos sospechosos, junto con

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

la vacunación y el tratamiento adecuado, son estrategias esenciales en la prevención y el control de la TB-MDR (Raviglione & Sulis, 2016).

3. PAPEL DEL SISTEMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE ECUADOR (SIVE-ALERTA) PARA DETECCIÓN Y CONTROL DE AGENTES INFECCIOSOS RELACIONADOS CON EL BIOTERRORISMO

3.1.Bacillus anthracis

El SIVE-Alerta es el principal sistema de vigilancia epidemiológica en Ecuador, y su papel en la detección y control de brotes de ántrax, es crucial ante un ataque con armas biológicas. Este sistema permite la notificación inmediata de casos sospechosos y la coordinación entre hospitales, como el Eugenio Espejo, y las autoridades de salud pública (MSP, 2022).

En el caso de un brote, el SIVE-Alerta podría movilizar recursos rápidamente y coordinar la respuesta con otros sectores, como la atención primaria y la gestión hospitalaria. A la vez, identificara focos de infección, la implementación de medidas de aislamiento y la distribución de tratamientos y vacunas a las personas en riesgo. La rápida actuación del SIVE-Alerta, junto con el Ministerio de Salud Pública, sería clave para contener la diseminación de la enfermedad y evitar un mayor impacto en la población. (Tabla 1) (WHO, 2020).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 1.

Modalidad de vigilancia para detección y control de *B. anthracis*

Tipo de Vigilancia: Activa. - búsqueda de casos ante la notificación de un caso sospechoso
Notificación: **Periodicidad.** - Inmediata **Tipo.** - Individual
Instrumento de Investigación: Formulario de notificación y cierre de caso EPI 1 Individual. Ficha de Investigación clínica epidemiológica.
Periodo de incubación: 1 a 7 días. Es posible períodos de incubación de hasta 60 días.
Periodo de transmisibilidad: transmisión de persona a persona es rara. Los objetos y la tierra contaminados con esporas pueden conservar su carácter infectante durante años.

Fuente: Manual de procedimientos del subsistema alerta acción. SIVE – ALERTA, 2014

A continuación, se describen las principales definiciones de caso:

Caso sospechoso: al tratarse de una enfermedad de aparición aguda se caracteriza por las siguientes formas clínicas:

- **Carbunco cutáneo localizado:** todo caso con antecedente de contacto directo con animales infectados o sus productos, que presenta lesión cutánea que en el curso de 1 a 6 días evoluciona de una etapa papular a una vesicular y, finalmente, se convierte en una escara negra, deprimida y acompañada de edema leve o extenso.
- **Pulmonar:** todo caso con antecedente de contacto con un caso confirmado –o sospechoso –en animales o con productos de origen animal contaminados que luego de un pródromo breve, se asemeja a una infección respiratoria viral aguda, evoluciona rápidamente a las manifestaciones de hipoxia, disnea y fiebre alta, y cuyo examen radiográfico de pulmones muestra ensanchamiento de mediastino.
- **Orofaríngea:** todo caso que presente lesión localizada en la cavidad bucal, mucosa

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

vestibular, lengua, amígdalas o pared posterior de la faringe. Se acompaña de dolor de garganta y linfadenopatía regional del cuello con edema intenso que puede causar obstrucción de la tráquea.

- **Gastrointestinal:** todo caso que presente náuseas, vómitos y anorexia, seguidos de fiebre, luego de haber ingerido carne procedente de animales infectados
- **Meníngeo:** todo caso con antecedentes de contacto con un caso confirmado – o sospechoso – en animales o con productos de origen animal contaminados que se presenta con un cuadro agudo de fiebre alta, convulsiones, pérdida de la conciencia y signos meníngeos.

Caso confirmado: caso sospechoso con confirmación de laboratorio al identificar el B. anthracis o evidencia de nexo epidemiológico.

Caso confirmado por nexo epidemiológico: todo caso sospechoso que haya estado en contacto con un caso confirmado de ántrax por laboratorio

3.2.Clostridium botulinum

En Ecuador, el Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SIVE) ha emitido alertas sobre el botulismo debido a brotes recientes y casos reportados. Las alertas del SIVE destacan la importancia de la vigilancia activa y la respuesta rápida ante posibles brotes. Las autoridades sanitarias han reforzado la vigilancia para identificar y manejar casos de botulismo, y han implementado medidas de prevención y control para reducir la incidencia (MSP, 2022).

La coordinación interinstitucional es vital, para garantizar una respuesta rápida, desde la identificación de los casos hasta la implementación de medidas de control y prevención. El Hospital Eugenio Espejo, al ser uno de los centros de referencia en Quito, jugaría un papel principal en la coordinación de los esfuerzos de vigilancia epidemiológica y la gestión de emergencias de salud pública. (Tabla 2). (Rivera Izquierdo, 2022)

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 2.

Modalidad de vigilancia epidemiológica *C. botulinum*

Tipo de Vigilancia: Activa – búsqueda de casos ante la notificación de la sospecha de un brote.
Notificación: **Por periodicidad:** Semanal Cuando se confirma la ocurrencia de un brote la notificación es inmediata
Instrumento de Investigación: Ficha de Investigación clínica epidemiológica Matriz de sistematización para brotes de enfermedades transmitidas por agua y alimentos.
Periodo de incubación: generalmente varia de una hora a 72 horas y depende del agente, de la susceptibilidad individual, de la cantidad de agente consumido y de la patogenicidad del agente
Periodo de Transmisibilidad: mientras dure la excreción de las toxinas

Fuente: Manual de procedimientos del subsistema alerta acción. SIVE – ALERTA, 2014

3.2.1. Definición de caso C. botulinum

Caso confirmado: caso sospechoso en el que se comprueba que los alimentos y/o agua consumidos estaban contaminados, vista la evidencia por identificación del agente a través del análisis por laboratorio ya sea en muestras biológicas o del alimento (SIVE-ALERTA,2014).

3.3.Virus hemorrágicos

En el caso de un brote de virus hemorrágico, el SIVE-Alerta coordinaría las respuestas entre el Ministerio de Salud Pública, los hospitales como el Hospital Eugenio Espejo y los centros de atención primaria, permitiendo una respuesta rápida y coordinada para contener la enfermedad (MSP, 2022).

Facilita el rastreo de contactos, lo que es crucial en la contención de enfermedades altamente contagiosas como las causadas por virus hemorrágicos. Además, este sistema permite la distribución

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

rápida de suministros médicos y la implementación de medidas de emergencia, como cuarentenas y vacunaciones si están disponibles (WHO, 2022)

3.3.1. Virus de Ébola

Los brotes de Ébola se concentran principalmente en África subsahariana (República Democrática del Congo, Guinea, Liberia, Sierra Leona, Uganda y Gabón.) Los murciélagos frugívoros son los reservorios naturales del virus. ((WHO, 2020). La transmisión a humanos ocurre a través del contacto directo con fluidos corporales de personas infectadas o de animales salvajes, como primates. El brote más reciente y grave ocurrió en 2014-2016 en África Occidental, con más de 28,000 casos reportados y una mortalidad cercana al 40%. (Tabla 3). (CDC, 2019).

Tabla 3.

Modalidad de vigilancia para detección y control de virus del Ébola

Tipo de Vigilancia: Activa – búsqueda de casos ante la notificación de la sospecha de un brote.
Notificación: **Periodicidad. -** Inmediata **Tipo. -** Individual **Instrumentos. -** Formulario de notificación y cierre de caso EPI Individual
Instrumento de Investigación: Ficha de Investigación clínica epidemiológica.
Periodo de incubación: entre 2 y 21 días.
Periodo de Transmisibilidad: la transmisibilidad aumenta en paralelo con las etapas del cuadro, mientras la sangre y las secreciones contengan virus

Fuente: Manual de procedimientos del subsistema alerta acción. SIVE – ALERTA, 2014

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3.3.2. Virus de Marburg (Marburg Virus)

Marburgo también se encuentra en África subsahariana, con brotes registrados en Uganda, la República Democrática del Congo, y Angola. Similar al Ébola, el reservorio natural son los murciélagos frugívoros. La transmisión se produce por contacto con fluidos corporales de personas infectadas o animales (Bausch, D. G., & Schwarz, T. F., 2014). Los brotes son menos frecuentes que los de Ébola, pero tienden a ser igualmente severos. El brote de Angola en 2004 tuvo una tasa de mortalidad del 90%. (Tabla 4) (WHO, 2022).

Tabla 4.

Modalidad de vigilancia para detección y control de virus de Marburg

Tipo de Vigilancia: Activa. - búsqueda de casos ante la notificación de un caso sospechoso.
Notificación: **Periodicidad. -** Inmediata **Tipo. -** Individual **Instrumentos. -** Formulario de notificación y cierre de caso EPI Individual
Instrumento de Investigación: Ficha de Investigación clínica epidemiológica.
Periodo de incubación: entre 2 y 21 días.
Periodo de Transmisibilidad: la transmisibilidad aumenta en paralelo con las etapas del cuadro, mientras la sangre y las secreciones contengan virus

Fuente: Manual de procedimientos del subsistema alerta acción. SIVE – ALERTA, 2014

3.3.3. Virus de Lassa

El virus de Lassa es endémico en África Occidental, especialmente en Nigeria, Liberia, Sierra Leona y Guinea. Los roedores del género Mastomys son el reservorio. La transmisión a humanos ocurre a través del contacto con orina y excrementos de estos roedores, y también puede ser transmitido de persona a persona (Iroh Tam, P. Y., & Kosek, M. N., 2019). Los brotes ocurren

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

anualmente en áreas endémicas, con brotes importantes en Nigeria en 2018 y 2020 (Tabla 5) (Warren, J. R., & Asogun, D. ,2020).

Tabla 5.

Modalidad de vigilancia para detección y control de virus de Lassa

Tipo de Vigilancia: Activa. - Cuando se notifica un caso sospechoso.
Notificación: **Periodicidad. -** Inmediata **Tipo. -** Individual **Instrumentos. -** Formulario de notificación y cierre de caso EPI Individual
Instrumento de Investigación: Ficha de Investigación clínica epidemiológica Ficha de Búsqueda Activa Comunitaria
Periodo de incubación: entre 6 y 21 días.
Periodo de Transmisibilidad: De persona a persona durante la fase febril aguda, cuando el virus está presente en las secreciones y excreciones. Contacto sexual, a través del semen, hasta tres meses después de la infección.

Fuente: Manual de procedimientos del subsistema alerta acción. SIVE – ALERTA, 2014

3.3.4. Virus de la Fiebre del valle del Rift (RVF Virus)

El virus del valle del Rift se encuentra predominantemente en África subsahariana. Se han registrado brotes en países como Egipto, Kenia, Tanzania, Sudáfrica, y Zambia. (Hassan, S. A., & Lee, J. S., 2020) Se transmite principalmente a través de la picadura de mosquitos infectados y el contacto con fluidos corporales de animales infectados. Brotes en África y el Medio Oriente (Tabla 6). (WHO, 2022).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 6.

Modalidad de vigilancia para detección y control de virus del valle del Rift

Tipo de Vigilancia: Activa. – Búsqueda de casos ante la notificación de un caso sospechoso
Notificación: **Periodicidad. -** Inmediata **Tipo. -** Individual **Instrumentos. -** Formulario de notificación y cierre de caso EPI Individual
Instrumento de Investigación: Ficha de Investigación clínica epidemiológica.
Periodo de incubación: entre 2 y 6 días.
Periodo de Transmisibilidad: El período de transmisibilidad del virus de la fiebre del valle del Rift (RVF) comienza durante la fase sintomática y ocurre principalmente a través de contacto con fluidos corporales de animales infectados.

Fuente: Manual de procedimientos del subsistema alerta acción. SIVE – ALERTA, 2014

3.4.Tuberculosis multirresistente

Este sistema recopila datos de los centros de salud, lo que permite identificar rápidamente brotes de TB-MDR y otras enfermedades que podrían utilizarse en un ataque bioterrorista. El SIVE-Alerta juega un papel crítico en la detección temprana de patógenos y la activación de respuestas coordinadas, tanto a nivel local como nacional, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y hospitales como el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo (Rivera Izquierdo, 2022) (MSP, 2022) (Rivera Izquierdo, 2022).

En situaciones de bioterrorismo, la capacidad de respuesta del SIVE-Alerta es esencial para identificar patrones de transmisión y tomar medidas preventivas inmediatas, como la cuarentena y el rastreo de contactos. Además, es necesario fortalecer la coordinación entre diferentes sectores, como atención primaria y gestión hospitalaria, para garantizar una vigilancia efectiva y una respuesta adecuada ante emergencias de salud pública. (Tabla 7) (MSP, 2022) (WHO, 2022).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 7.

Modalidad de vigilancia para detección y control de virus del valle del Rift

Tipo de Vigilancia: **Pasiva** por el reporte de la información de morbilidad desde los servicios de salud. **Activa** cuando las unidades operativas notifican un caso confirmado de Tuberculosis y se realiza la búsqueda de contactos.
Notificación: **Periodicidad. -** Inmediata **Tipo. -** Individual **Instrumentos. -** EPI 1 individual.
Instrumento de Investigación: Ficha de Investigación clínica epidemiológica. Formulario de seguimiento a contactos de pacientes positivos de Tuberculosis
Periodo de incubación: Entre 2 a 10 semanas
Periodo de Transmisibilidad: Entre 4 a 12 semanas

Fuente: Manual de procedimientos del subsistema alerta acción. SIVE – ALERTA, 2014

Definición de Caso

La clasificación de los casos de tuberculosis se realiza de acuerdo con la localización de la enfermedad y los resultados de las pruebas bacteriológicas, como la baciloscopía de esputo y el cultivo:

Caso de tuberculosis pulmonar BK + (TBPBK +): Cuando los resultados de una o más baciloscopías son positivos (# de BAAR +, ++, +++).

Caso de tuberculosis pulmonar BK – cultivo + (TBPBK– C+): Se ha demostrado la presencia de Mycobacterium tuberculosis en cultivo, teniendo baciloscopías negativas.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Caso de tuberculosis pulmonar BK – cultivo – (TBPBK – C –): Bacteriología negativa y cultivo negativo. Se inicia tratamiento antituberculoso por otros criterios clínicos, radiológicos y epidemiológicos que sugieren fuertemente la presencia de tuberculosis activa.

Caso de TB extrapulmonar: La tuberculosis extrapulmonar afecta órganos fuera de los pulmones, como los ganglios linfáticos, las meninges, el aparato urinario o los huesos. En estos casos, las pruebas bacteriológicas pueden ser más complejas debido a la localización de las muestras. (SIVE – ALERTA, 2014).

4. PREVENCIÓN INTEGRAL DE LA EMERGENCIA SANITARIA EN EL CONTEXTO DE BIOTERRORISMO

4.1.Carbunco

El carbunco es causado por la bacteria Bacillus anthracis, es una enfermedad zoonótica que puede infectar tanto a humanos como a animales. En humanos, se presenta en tres formas principales: cutánea, inhalatoria y gastrointestinal, siendo la inhalatoria la más mortal y de mayor preocupación en un escenario de bioterrorismo (CDC, 2021).

Aunque el R0 de la infección por carbunco no es tan elevado como el de enfermedades respiratorias como la gripe o la tuberculosis, en el caso de la inhalación de esporas de carbunco, la tasa de mortalidad puede alcanzar hasta el 85% si no se inicia tratamiento de manera rápida (Guillemin, 2006).

La vigilancia epidemiológica en años previos ha mostrado que el carbunco puede sobrevivir en forma de esporas durante décadas en el suelo, lo que lo convierte en un agente ideal para ataques bioterroristas. Un ejemplo fue el ataque de 2001 en Estados Unidos, donde esporas de carbunco se enviaron por correo, causando la muerte de cinco personas y provocando una alarma sanitaria generalizada (Morse, 2003).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

4.2.Botulismo

El botulismo es una enfermedad neurológica grave causada por la neurotoxina producida por la bacteria C. botulinum, Aunque es una enfermedad rara, su tasa de letalidad puede llegar al 5-10%, la transmisión no ocurre de persona a persona en la mayoría de los casos; el botulismo generalmente se contrae a través del consumo de alimentos contaminados con la toxina preformada, lo que significa que el R0 es muy bajo, prácticamente 0, debido a la ausencia de transmisión directa. En el caso del botulismo infantil, las esporas de C. botulinum se desarrollan en el intestino del lactante, lo cual también dificulta la estimación directa del R0 en escenarios típicos. (CDC, 2020).

La transmisión del botulismo generalmente ocurre a través de la ingesta de alimentos contaminados, heridas infectadas o, en casos raros, por inhalación. El botulismo inhalatorio es una de las mayores preocupaciones en el contexto de bioterrorismo, ya que la toxina botulínica puede ser aerosolizada y provocar un brote masivo. Las esporas de C. botulinum son resistentes y pueden permanecer viables en el ambiente durante largos períodos, lo que aumenta su potencial uso como arma biológica. (Arnon et al., 2001).

4.3.Virus Hemorrágicos

El número reproductivo básico (R0) de estos virus varía según el tipo de patógeno. En el caso del virus del Ébola, el R0 suele estar entre 1.5 y 2.5, lo que significa que cada persona infectada puede contagiar de 1.5 a 2.5 personas en promedio (Althaus, 2014).

La tasa de transmisión puede aumentar en entornos con sistemas de salud deficientes o en situaciones de hacinamiento. Además, durante el brote de Ébola de 2014-2016 en África occidental, se observó que la falta de equipos de protección personal y la manipulación insegura de cadáveres contribuyeron a la rápida expansión del brote (WHO, 2019).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

4.4.Tuberculosis Multirresistente

La tuberculosis multirresistente (TB-MDR) es una de las variantes más peligrosas de la tuberculosis, caracterizada por su resistencia a los medicamentos estándar como la isoniazida y la rifampicina. El R0 de la tuberculosis varía entre 1 y 2 en poblaciones no inmunizadas, lo que indica que una persona infectada puede contagiar de 1 a 2 personas más en promedio. Sin embargo, este número puede ser mayor en escenarios donde existen factores agravantes como la desnutrición, hacinamiento y el VIH (OMS, 2021) (Beggs et al., 2003).

En los últimos años, se ha observado un aumento en los casos de TB-MDR, especialmente en regiones con sistemas de salud frágiles. Los datos de vigilancia de la OMS reportan que en 2020 hubo aproximadamente 500,000 nuevos casos de TB-MDR en todo el mundo, con altas tasas en Asia y Europa del Este. La falta de adherencia al tratamiento y el uso indebido de medicamentos han contribuido significativamente a esta emergencia sanitaria (WHO, 2021).

5. DETECCIÓN PRECOZ Y RESPUESTA TEMPRANA ANTE AGENTES BIOTERRORISTAS

5.1.Carbunco

Los primeros síntomas de la inhalación de esporas incluyen fiebre, tos y malestar general, que pueden ser fácilmente confundidos con otras enfermedades respiratorias, lo que retrasa el diagnóstico. Por lo tanto, es esencial la implementación de pruebas rápidas y el uso de sistemas de vigilancia epidemiológica para identificar rápidamente brotes de infecciones atípicas (CDC, 2021).

Una vez detectado, la respuesta temprana debe incluir el aislamiento de casos sospechosos, la administración inmediata de antibióticos como la ciprofloxacina y la vacunación de aquellos en riesgo. En los casos más graves, como la inhalación de esporas, el tratamiento debe complementarse con la administración de antitoxinas (Guillemin, 2006).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

5.2.Botulismo

Los síntomas iniciales incluyen debilidad muscular, visión borrosa, dificultad para tragar y hablar, y, si no se trata a tiempo, puede progresar hacia la parálisis completa del sistema respiratorio. En un contexto de bioterrorismo, la identificación temprana del agente es fundamental para desplegar medidas de contención, como la administración de antitoxina botulínica y el soporte ventilatorio en casos severos. (Morris & Schwartz, 2019).

Los sistemas de vigilancia epidemiológica deben estar alerta ante la aparición de casos de debilidad muscular aguda en múltiples individuos dentro de un área geográfica limitada, lo que podría indicar la diseminación intencional de la toxina. Los hospitales y los laboratorios de salud pública deben tener la capacidad de realizar pruebas diagnósticas para confirmar la presencia de la toxina en muestras biológicas. (CDC, 2020).

La respuesta temprana a un brote de botulismo por bioterrorismo incluye la rápida identificación de la fuente de contaminación (alimentos, agua o aire) y el aislamiento de las personas afectadas. La administración inmediata de la antitoxina botulínica puede reducir la gravedad de los síntomas, aunque no puede revertir el daño ya causado a las terminaciones nerviosas (Arnon et al., 2001).

5.3.Virus Hemorrágicos

Los síntomas iniciales, como fiebre alta, fatiga y dolor muscular, son inespecíficos y pueden ser confundidos con otras enfermedades virales, lo que dificulta el diagnóstico temprano. La implementación de pruebas moleculares rápidas como la RT-PCR, que puede identificar el material genético del virus en cuestión de horas, es esencial para confirmar la infección (WHO, 2020).

La respuesta temprana incluye el aislamiento estricto de los pacientes y el uso de equipos de protección personal (EPP) para evitar la transmisión nosocomial (Morse, 2003). El manejo de casos debe realizarse en centros de salud equipados con unidades de aislamiento y cuidados intensivos, donde se pueda proporcionar soporte clínico a los pacientes. El tratamiento específico es limitado,

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

pero en algunos casos, como el Ébola, se dispone de vacunas y terapias experimentales que pueden reducir la mortalidad (CDC, 2021).

5.4.Tuberculosis Multirresistente

La implementación de pruebas moleculares rápidas como el Xpert MTB/RIF, que identifica resistencia a rifampicina en menos de dos horas, es crucial para el diagnóstico oportuno. Estas herramientas permiten iniciar tratamientos efectivos de manera temprana y reducir la propagación del patógeno resistente (Morris & Schwartz, 2019) (WHO, 2021).

La respuesta temprana incluye el aislamiento de los pacientes y la administración de tratamientos específicos con medicamentos de segunda línea, como bedaquilina y linezolid, que han mostrado efectividad contra la TB-MDR. Además, los sistemas de salud deben estar preparados para rastrear y gestionar los contactos cercanos de los pacientes, reduciendo así el riesgo de transmisión masiva.

6. HOSPITAL EUGENIO ESPEJO EN LA GESTIÓN SANITARIA

6.1.Carbunco

Ante un ataque con carbunco, este hospital tendría la capacidad de coordinar la atención médica de casos graves, como los de infección por inhalación de esporas. Además, el hospital cuenta con infraestructura y personal capacitado para manejar emergencias de gran escala, lo que incluye la provisión de áreas de aislamiento y la disponibilidad de tratamientos antimicrobianos para pacientes infectados (MSP, 2021).

El Hospital Eugenio Espejo también debe ser capaz de trabajar en coordinación con las autoridades de salud pública y laboratorios especializados para la identificación rápida del agente patógeno y la diseminación de medidas preventivas a nivel comunitario.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

6.2.Botulismo

El hospital debería coordinar la atención especializada a los pacientes afectados, que podrían requerir soporte ventilatorio prolongado debido a la parálisis respiratoria causada por la toxina (MSP, 2021). El Hospital Eugenio Espejo también desempeñaría un papel clave en la coordinación con las autoridades de salud pública para la identificación de la fuente de exposición y la implementación de medidas de contención a nivel comunitario. Además, el hospital debe estar preparado para manejar una gran cantidad de pacientes con insuficiencia respiratoria, lo que requiere una capacidad expandida de unidades de cuidados intensivos y el acceso a antitoxina botulínica en cantidades suficientes para un posible brote masivo.

6.3.Virus Hemorrágicos

Esta unidad de salud es considerada el hospital de referencia nacional en la salud pública y, como uno de los hospitales más importantes del país, tendría la responsabilidad de coordinar la detección, aislamiento y tratamiento de pacientes infectados, implementando estrictas medidas de bioseguridad para prevenir la transmisión hospitalaria (MPS, 2021).

El Hospital Eugenio Espejo también tendría que coordinar con las autoridades de salud pública y organismos internacionales, como la OMS, para asegurar el acceso a los recursos necesarios, incluyendo vacunas, tratamientos antivirales y EPP para el personal de salud. La capacidad del hospital para gestionar brotes a gran escala dependería de la implementación de planes de contingencia y la capacitación adecuada del personal y trabajo coordinado con otros organismos del estado con un enfoque One Health.

6.4.Tuberculosis Multirresistente

Como uno de los principales hospitales de referencia en Ecuador, este centro sería fundamental en la detección, tratamiento y aislamiento de pacientes infectados. El hospital debe contar con áreas de aislamiento específicas y con un equipo médico entrenado en el manejo de enfermedades respiratorias altamente transmisibles (MSP, 2021).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Asimismo, el hospital sería responsable de coordinar con las autoridades de salud pública y otras instituciones para garantizar que los recursos críticos, como medicamentos de segunda línea y equipos de protección personal, estén disponibles durante la emergencia.

7. ATENCIÓN PRIMARIA EN LA GESTIÓN DE LA EMERGENCIA SANITARIA ANTE AGENTES BIOTERRORISTAS

7.1.Carbunco

Los médicos de Atención Primaria son a menudo los primeros en entrar en contacto con pacientes que presenten síntomas sospechosos. Por ello, deben estar capacitados para identificar posibles casos de infección por carbunco y aplicar las medidas de notificación inmediata a las autoridades de salud (Tabla 8). (Alonso & Fernández, 2015).

Tabla 8.

Protocolo de atención primaria para Carbunco

Identificación de síntomas sospechosos: Tos, fiebre alta y dolor torácico en pacientes que hayan estado expuestos a áreas afectadas por un ataque bioterrorista.
Aislamiento preventivo de los pacientes mientras se confirma el diagnóstico.
Pruebas diagnósticas rápidas para confirmar la exposición a esporas de *B. anthracis*.
Administración inmediata de antibióticos y vacunación profiláctica en aquellos que hayan estado en contacto cercano con esporas.
Educación comunitaria sobre las medidas preventivas y la importancia de la rápida consulta médica ante síntomas iniciales.

Fuente: Journal of Emergency Preparedness (2020)

7.2.Botulismo

La Atención Primaria es fundamental en la detección precoz de casos de botulismo, ya que los pacientes podrían acudir inicialmente con síntomas inespecíficos como debilidad o dificultad

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

para respirar. Los médicos de Atención Primaria deben estar capacitados para reconocer los signos tempranos del botulismo y remitir a los pacientes a hospitales con capacidad de tratamiento especializado, como el Hospital Eugenio Espejo (Tabla 9). (Alonso & Fernández, 2015).

Tabla 9.

Protocolo de atención primaria para Botulismo

Identificación de síntomas neurológicos: Los médicos deben buscar signos de debilidad muscular, visión doble y dificultad para tragar o hablar en pacientes que hayan estado expuestos a alimentos o aerosoles contaminados.
Remisión rápida a centros especializados: Debido a la gravedad de la enfermedad, los pacientes sospechosos deben ser remitidos inmediatamente a hospitales que cuenten con unidades de cuidados intensivos.
Educación comunitaria: Es crucial informar a la población sobre los riesgos del botulismo, las medidas de prevención, y la necesidad de buscar atención médica de inmediato si se presentan síntomas neurológicos

Fuente: Journal of Emergency Preparedness (2020)

7.3.Virus hemorrágicos

La Atención Primaria juega un rol esencial en la detección precoz de casos de virus hemorrágicos. Los profesionales de salud en centros de atención primaria pueden ser los primeros en detectar síntomas sospechosos en pacientes que provengan de zonas afectadas o que presenten signos de fiebre hemorrágica. La educación continua y la capacitación en el manejo de enfermedades infecciosas graves son fundamentales para que los médicos generales puedan identificar rápidamente los casos potenciales y notificarlos a las autoridades sanitarias (Tabla 10). (Alonso & Fernández, 2015).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 10.

Protocolo de atención primaria para Virus Hemorrágicos

Identificación rápida de casos sospechosos: Basada en síntomas y antecedentes de viajes a áreas endémicas o exposición a personas infectadas.
Aislamiento preventivo: Implementación de medidas de aislamiento desde el primer contacto con pacientes que presenten síntomas.
Notificación urgente a las autoridades sanitarias: Coordinación inmediata con centros especializados como el Hospital Eugenio Espejo.
Educación comunitaria: Sensibilización sobre la importancia de buscar atención médica ante los primeros signos de infección y sobre las medidas preventivas para evitar el contagio

Fuente: Journal of Emergency Preparedness (2020)

7.4.Tuberculosis multirresistente

La Atención Primaria es la primera línea de defensa en la detección precoz de casos de TB-MDR en la comunidad. Los profesionales de salud en centros de atención primaria deben estar capacitados para identificar síntomas sospechosos y realizar pruebas diagnósticas rápidas. La educación comunitaria fundamental para prevenir la transmisión, promoviendo medidas de higiene respiratoria y fomentando la adherencia a los tratamientos (Tabla 11). (Alonso & Fernández, 2015).

Tabla 11.

Protocolo de atención primaria para Tuberculosis Multirresistente

Identificación temprana de casos sospechosos: Evaluación clínica basada en síntomas respiratorios persistentes y antecedentes de contacto con pacientes de TB.
Pruebas diagnósticas inmediatas: Utilización de pruebas moleculares rápidas como el Xpert MTB/RIF para confirmar resistencia a medicamentos.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Aislamiento de pacientes: Implementación de medidas de aislamiento en el hogar o en centros especializados para evitar la transmisión aérea.
Educación sobre prevención: Promoción del uso de mascarillas, ventilación adecuada y adherencia estricta al tratamiento

Fuente: Journal of Emergency Preparedness (2020)

8. INTELIGENCIA EPIDEMIOLÓGICA Y NIVELES DE BIOSEGURIDAD PARA AMENAZA BIOTERRORISTA EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES EUGENIO ESPEJO

La inteligencia epidemiológica tiene un enfoque esencial que permite prevenir y controlar la propagación de la enfermedad, abarcando diversas áreas como la vigilancia, el análisis de datos, la educación comunitaria, las medidas de bioseguridad y la respuesta ante brotes. Esta estrategia integral es vital para minimizar el riesgo de infección y proteger la salud de la población en riesgo (WHO, 2023).

8.1.Carbunco

El carbunco es enfermedad zoonótica causada por la bacteria B. anthracis, representa un desafío significativo para la salud pública y los sistemas de salud, la inteligencia epidemiológica es esencial para prevenir y controlar esta enfermedad, abarcando la vigilancia, el análisis de datos, la educación comunitaria, las medidas de bioseguridad y la respuesta ante brotes (WHO, 2023).

La vigilancia epidemiológica debe iniciar con el establecimiento de un sistema de notificación que permita registrar de manera efectiva y en tiempo real los casos sospechosos y confirmados de carbunco. Este sistema facilitará una respuesta rápida y coordinada, fundamental para contener cualquier brote. Es vital fomentar la comunicación constante entre los servicios de salud pública, veterinaria y el hospital, asegurando que la información relevante fluya adecuadamente y se tomen decisiones informadas (CDC, 2023).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Además, se debe realizar un monitoreo de las zonas de riesgo, identificando áreas con antecedentes de carbunco y realizando un análisis geográfico que permita evaluar factores ambientales que puedan facilitar la propagación de la enfermedad. Complementariamente, se deben llevar a cabo estudios epidemiológicos que incluyan la recopilación y análisis de datos sobre casos, para identificar factores de riesgo específicos en la población atendida en el hospital. Estos estudios también permitirán evaluar la efectividad de las intervenciones implementadas (Ghosh et al., 2020).

Es necesario establecer protocolos de vacunación para el personal de salud en contacto con casos sospechosos o confirmados de carbunco, así como para el manejo de cadáveres de animales potencialmente infectados. Estos protocolos deben incluir la identificación y aislamiento de pacientes que presenten síntomas relacionados con el ántrax y la realización de pruebas diagnósticas rápidas para detectar la enfermedad a tiempo (Aldridge et al., 2021) (Katz & Marano, 2015).

El hospital también debe implementar rigurosas normativas sobre la manipulación y desinfección de productos biológicos y equipos utilizados en el diagnóstico y tratamiento de pacientes. La eliminación segura de residuos hospitalarios y materiales contaminados es esencial para minimizar el riesgo de exposición a la bacteria. El personal de salud debe estar capacitado en el uso de Equipos de Protección Personal (EPP) adecuados y en la desinfección regular de las instalaciones y herramientas empleadas (Hugh-Jones & de Vos, 2002).

8.2.Clostridium Botulinum

En Ecuador, es necesario establecer un sistema de vigilancia que permita el monitoreo constante de la salud pública con respecto a casos probables de botulismo. Según la Organización Mundial de la Salud (2019), la vigilancia activa es esencial para identificar y responder a emergencias sanitarias. Esto incluye la recopilación de datos sobre casos de botulismo, que deben ser notificados y analizados de inmediato para prevenir la propagación de la enfermedad.

Un enfoque proactivo en la capacitación de los profesionales de salud es fundamental. Estos deben estar familiarizados con los síntomas del botulismo, que incluyen debilidad muscular, dificultad para hablar y problemas respiratorios. La implementación de programas de formación y

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

actualización constante garantizará que los profesionales puedan actuar de manera rápida y efectiva ante un posible caso. Además, puede utilizar plataformas digitales para la notificación y seguimiento de casos, facilitando la comunicación entre diferentes niveles de atención (CDC, 2020).

Entre los sistemas y herramientas que podemos disponer para realizar vigilancia epidemiológica contra el botulismo podemos plantear los siguientes: notificación rápida, monitoreo de alimentos, análisis de datos (Big Data) (Gómez et al., 2020) (Smith & Johnson, 2021).

Dentro de las medidas de bioseguridad que se puede tomar como parte de la acción del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo junto con otras instituciones del Sistema de Salud, tenemos: Investigación de Brotes, colaboración con laboratorios, monitoreo de comportamientos de riesgo para evaluación de prácticas alimentarias en la población e identificar riesgos asociados con la ingestión de productos contaminados (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2021).

Ante la posibilidad de un ataque bioterrorista utilizando C. botulinum, Ecuador debe desarrollar planes de emergencia específicos. Esto implica la elaboración de protocolos de respuesta que incluyan la coordinación interinstitucional y la capacitación del personal de salud en el manejo de emergencias biológicas. La creación de equipos de respuesta rápida y la realización de simulacros son medidas que pueden ayudar a preparar al sistema de salud para enfrentar situaciones de crisis.

Dentro de estos protocolos se debe incluir el uso de medidas como Equipo de Protección Personal (EPP) tanto para la población en general como para los profesionales de salud.

8.3.Tuberculosis Multiresistente (TB-MDR)

La inteligencia para TB-MDR, permite el análisis de datos para detectar rápidamente brotes y tendencias. En el contexto del Hospital Eugenio Espejo, se utilizan sistemas de vigilancia basados en indicadores que alertan de manera temprana sobre la diseminación de cepas resistentes. La integración de inteligencia artificial y análisis de grandes volúmenes de datos (big data) ha demostrado ser efectiva para mejorar la capacidad de respuesta ante brotes. Estas herramientas

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

permiten implementar acciones rápidas y eficientes para mitigar el impacto de la enfermedad en la comunidad y dentro del hospital (Iacobino et al., 2020) (Rivera, 2022).

El manejo de la TB-MDR requiere cumplir con los niveles más estrictos de bioseguridad. El Hospital Eugenio Espejo implementa prácticas de bioseguridad de nivel 3, en las cuales el personal trabaja con equipos de protecciónn individual (EPIs) especificos y bajo estrictos protocolos de contención para prevenir la exposición accidental a M. tuberculosis resistente. Estas medidas incluyen el uso de sistemas de ventilación especializados, barreras físicas, y el aislamiento de pacientes hasta que las pruebas confirmen la no transmisibilidad del patógeno (ScienceDaily, 2017) (BMC Infectious Diseases, 2021).

Además, la capacitación continua del personal en los procedimientos de bioseguridad es fundamental para garantizar el manejo seguro de las muestras de laboratorio y la atención a los pacientes. El cumplimiento estricto de estas normas ha demostrado ser eficaz para contener la propagación dentro del hospital y en la comunidad en general (MDPI, 2020).

La combinación de inteligencia epidemiológica avanzada y medidas de bioseguridad rigurosas ha permitido al Hospital Eugenio Espejo mejorar significativamente la detección y el manejo de casos de TB-MDR. El uso de tecnologías como la genotipificación del Mycobacterium tuberculosis facilita la identificación de cepas resistentes, lo que a su vez permite personalizar los tratamientos y reducir el riesgo de recaídas (BMC Infectious Diseases, 2021).

8.4.Virus Hemorrágicos

La inteligencia epidemiológica es un componente crítico en la vigilancia y respuesta a brotes de enfermedades, especialmente aquellos causados por virus hemorrágicos como el Ébola y el Marburgo, que poseen un alto potencial de bioterrorismo (OMS, 2020).

Los virus hemorrágicos componen un grupo de patógenos catalogados como de alto “riesgo biológico”, capaces de causar enfermedades severas y pueden ser utilizados como armas biológicas. El riesgo de bioterrorismo aumenta debido a su capacidad de rápida propagación, alta tasa de

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

mortalidad, ausencia de tratamiento o vacunas en algunos casos, y con un alcance capaz de generar pánico y caos. (Bravata, 2020)

Clasificado por la CDC como un agente biológico de categoría A, agentes de alta prioridad, contempla que, para manejar y contener virus hemorrágicos, es fundamental implementar un nivel de bioseguridad 4 (BSL-4), nivel más alto en la jerarquía de bioseguridad. Los laboratorios BSL-4 deben estar equipados con sistemas de contención altamente eficaces y procedimientos operativos estrictos. (OMS, 2020) (CDC 2020).

Los aspectos en este nivel incluyen la utilización de trajes presurizados que impiden el contacto directo con el virus y sistemas de descontaminación de aire y desechos. Además, el acceso al laboratorio debe ser extremadamente restringido, y el personal debe recibir capacitación exhaustiva en protocolos de seguridad. La preparación ante brotes de virus hemorrágicos es esencial para la seguridad pública y requiere una infraestructura sólida. (Fauci, 2021).

En el Ecuador, la implementación de un laboratorio BSL-4 en un hospital puede ser justificada por la necesidad de enfrentar amenazas emergentes y potenciales bioterrorismos. Por su ubicación geográfica y biodiversidad, el Ecuador es susceptible a la introducción de virus zoonóticos, por ello la necesidad de fortalecer el sistema de vigilancia epidemiológica. La experiencia de otros países ha demostrado que la preparación es vital; por ejemplo, el brote de Ébola en África Occidental destacó la importancia de tener instalaciones adecuadas para la contención de virus mortales (Paltiel, 2019).

Medidas como: conformar una Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica, seguimiento de enfermedades transmisibles, capacitación del personal de salud y colaboración Internacional como alianzas con la OMS y CDC para compartir información y recursos; se vuelven un pilar en el manejo y prevención. (OMS, 2020)

La creación de un laboratorio de este tipo, conlleva costos significativos y la necesidad de recursos humanos altamente capacitados. La inversión en investigación y desarrollo son esenciales. La implementación puede ser vista como una inversión a largo plazo en salud pública, alineándose

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

con los objetivos del gobierno de Ecuador de mejorar la seguridad sanitaria y el bienestar de la población. Sin embargo, ante una nación en la cual no contempla ni direcciona un presupuesto importante a investigación, la creación de un laboratorio de este nivel sería complicado y costoso. (Vargas, 2022)

La justificación para crear un laboratorio no solo radica en la prevención de bioterrorismo, sino también en el manejo de enfermedades emergentes. A medida que el cambio climático y la urbanización continúan afectando los ecosistemas, es probable que aumenten las interacciones entre humanos y virus zoonóticos. La capacidad de contener estos patógenos de manera efectiva se convierte en una necesidad inminente. (PAHO, 2001)

Finalmente, la comunicación y la educación son vitales para mantener informada a la población sobre las medidas de prevención y la importancia de la atención médica inmediata ante síntomas compatibles con virus hemorrágicos. Implementar estas medidas en hospitales de Ecuador no solo justifica una mejor preparación ante emergencias, sino que también protege la salud de la población en un contexto global donde las amenazas biológicas son cada vez más frecuentes. La inversión en inteligencia sanitaria y epidemiológica, una prioridad estratégica para cualquier sistema de salud en cuanto a vigilancia epidemiológica. (OMS, 2020). La OMS, señala que "una población bien informada puede actuar rápidamente ante los primeros síntomas".

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

GESTIÓN DE UNA EMERGENCIA SANITARIA POR BIOTERRORISMO EN ECUADOR: GHS INDEX

El índice GHS (Global Health Security Index) para Ecuador se sitúa en 47.8 sobre 100, según el informe más reciente de 2021. Este puntaje indica áreas de mejora en la capacidad del país para prevenir, detectar y responder a amenazas de salud, incluyendo el bioterrorismo. Ecuador enfrenta desafíos relacionados con la infraestructura sanitaria, la preparación ante emergencias y la cooperación internacional, lo que subraya la necesidad de fortalecer estos aspectos para mejorar la seguridad sanitaria general.

En el contexto de Ecuador, este índice se ha convertido en un recurso clave para identificar vulnerabilidades y fortalezas en el sistema de salud pública y la seguridad nacional. Ecuador, debido a su geografía y diversidad, enfrenta desafíos únicos que pueden ser explotados por actores maliciosos.

1. ESTRATEGIAS PARA MEJORAR EL GSH EN EMERGENCIAS SANITARIAS EN EL ECUADOR

1.1.Prevención

Mejorar los sistemas de inmunización, sobre todo en aquellos agentes involucrados en bioterrorismo. (Antrax, algunos Virus Hemorrágicos,)

1.2.Detección e informes

Cadena de suministros de laboratorios, apoyando y fortaleciendo la infraestructura en salud para laboratorios tipo 3 e implantación y creación de 4 (BSL-4).

1.3.Respuesta rápida

En cuanto a los ejercicios de planes de respuesta, la capacitación del personal de salud: La formación continua del personal de salud en gestión de emergencias es clave. Los programas de

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

capacitación deben incluir simulacros y formación en respuesta a pandemias y desastres. Implementar un sistema robusto de vigilancia que permita detectar y monitorear brotes de enfermedades rápidamente.

La Comunicación de riesgos y educación comunitaria como una prioridad. Promover campañas de comunicación efectivas que informen a la población sobre cómo actuar en emergencias sanitarias y la importancia de la prevención.

Colaboración interinstitucional: La vinculación de las autoridades de salud y los sistemas de seguridad, serian organismos que, al trabajar en conjunto de manera óptima, la gestión de enfermades sería más viable ante bioterrorismo. Fomentar la colaboración entre diferentes instituciones, tanto del gobierno como de la sociedad civil y el sector privado, para una respuesta coordinada.

1.4.Sistemas de salud

Mejorar la información entre trabajadores de salud en situaciones emergencia, mediante sistemas comunicaciones rápidos, oportunos y claros. Además de la coordinación con sistemas ya establecidos de alerta nacional como el 911.

Mejora la infraestructura de salud para la atención oportuna en caso de bioterrorismo. Sobre todo, los servicios de emergencia tanto del sistema de salud publico como del privado.

1.5.Cumplimiento de normas internacionales

Establecer procesos y planes que mejoren el ECC y el PVS, esto se lograría como se comentó anteriormente, con implementación de laboratorios de nivel 4, capacitación continua e implementación de tecnología. La inversión en investigación seria de vital importancia; esto se podría lograr con la intervención del estado y sistemas privados de salud.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

1.6.Entorno de riesgo

Monitoreo de Contaminantes Ambientales implementando sistemas de vigilancia para detectar la presencia de contaminantes químicos en el medio ambiente y su relación con la proliferación de patógenos. A la vez, mantener normativas y regulaciones estrictas acorde a información actualizada normas nacionales e internacionales.

En conclusión, las estrategias propuestas anteriormente, buscan implementar acciones que no solo mejorará la capacidad de Ecuador para enfrentar amenazas biológicas, sino que también fortalecerá la seguridad sanitaria y contribuirá a la resiliencia del país frente a situaciones de crisis, asegurando un entorno más seguro para todos.

2. EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS Y DESASTRES

La investigación científica juega un rol importante para abordar y mitigar las amenazas del bioterrorismo, estos nos van a ayudar a identificar y desarrollar respuestas efectivas ante agentes biológicos peligrosos. La ciencia proporciona las herramientas necesarias para detectar y responder rápidamente a brotes de enfermedades potencialmente inducidas por bioterrorismo. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) destaca que la investigación continua en biología y epidemiología es crucial para predecir y prevenir posibles ataques bioterroristas.

De este modo, la colaboración entre científicos, autoridades de salud y gobiernos se convierten en un componente impórtate para fortalecer la seguridad pública ante estas amenazas emergentes. Las revisiones sistemáticas y sumarios son herramientas esenciales en la salud pública; proporcionan análisis exhaustivos y críticos de la evidencia existente sobre un tema específico. En el Ecuador, estas revisiones son esenciales para fundamentar decisiones en salud pública, especialmente en áreas donde los recursos son limitados y se necesita una priorización efectiva de las intervenciones. Este tipo de análisis puede influir significativamente en la formulación de políticas y decisiones en salud pública.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Un ejemplo de Revisión Sistemáticas que podría ser de utilidad en nuestro país es el "Control de Enfermedades Infecciosas". Este es un ejemplo relevante de una revisión sistemática que analiza las intervenciones para el control del dengue en América Latina. Las campañas educativas y el control vectorial son más efectivas cuando se combinan. Este tipo de evidencia puede guiar a las autoridades de salud ecuatorianas en la implementación de estrategias efectivas para el control del dengue, una enfermedad endémica en el país. (Katz, 2019). Por otro lado, los artículos:

"Bioterrorism Preparedness: An Overview of Public Health Systems", Este estudio revisa la preparación de los sistemas de salud pública ante amenazas de bioterrorismo, enfocándose en la integración de tecnologías de vigilancia y respuesta rápida. Se discuten los protocolos de comunicación y la capacitación del personal de salud para mejorar la resiliencia ante ataques biológicos –clasificación nivel de evidencia – (Miller, 2023).

"The Impact of Bioterrorism on Public Health: Lessons from the COVID-19 Pandemic".- Este artículo explora las lecciones aprendidas sobre la preparación ante bioterrorismo a partir de la pandemia de COVID-19. Se evalúa la capacidad de respuesta de los sistemas de salud, destacando la importancia de la colaboración interinstitucional y la necesidad de protocolos de respuesta actualizados para enfrentar emergencias biológicas. - clasificación nivel de evidencia 1a- (Cohn, 2021)

Es importante destacar que la evidencia puede ser el pilar inicial para poder resolver problemas de salud relacionado a bioterrorismo. La influencia sobre una base de evidencia sólida (revisiones sistemáticas) ofrecen un marco claro sobre qué intervenciones han sido probadas y cuáles son efectivas. Esto es crucial para que los tomadores de decisiones en Ecuador elijan estrategias que han demostrado resultados positivos. Ministerio de Salud Pública (MSP, 2014)

Justificación de recursos, permiten a las autoridades justificar la asignación de recursos limitados a intervenciones que han demostrado eficacia, optimizando así el uso de fondos públicos en salud. Adaptación de políticas que ayudan a desarrollar leyes basadas en contextos locales, proporcionando información sobre cómo ciertas intervenciones pueden ser implementadas de

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

manera más efectiva en Ecuador. Monitoreo y evaluación, facilitando el seguimiento de los resultados de las políticas implementadas, permitiendo ajustes basados en evidencia continua.

3. DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN APROPIADOS PARA PROBLEMAS, SU EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE POLÍTICAS ANTE AMENAZAS BIOTERRORISTAS

La creciente amenaza del bioterrorismo demanda investigaciones robustas para prevenir y mitigar sus efectos. La OMS ha liderado esfuerzos a nivel global para identificar patógenos prioritarios que podrían desencadenar brotes o pandemias, sirviendo como referencia para la inversión en investigación y desarrollo de vacunas, diagnósticos y tratamientos. Este enfoque, discutido en 2022, incluye más de 25 familias de virus y bacterias, así como la "enfermedad X", un patógeno desconocido con potencial pandémico. Estos esfuerzos buscan optimizar la respuesta ante emergencias sanitarias, como la rápida producción de vacunas.

La investigación sobre bioterrorismo también abarca la prevención con vacunas y la experimentación de fármacos, destacando la importancia de la bioética en el uso de estos agentes. Además, la inversión en estos programas científicos requiere una auditoría rigurosa debido a su impacto en la salud pública y la seguridad nacional (OMS, 2022).

Hablando de estudios experimentales, el uso de ensayos clínicos seria de utilidad ya que evalúan la eficacia y seguridad de nuevos tratamientos vacunas. Por ejemplo, un recurso publicado por Pubmed sobre el ántrax como arma biológica, “Anthrax as a biological weapon: medical and public health management. Working Group on Civilian Biodefense”, realiza un estudio que prueba la eficacia de una vacuna experimental contra un agente bioterrorista especifico (JAMA, 1999).

Otro ejemplo de estudio experimental obtenido de Pub Med: “La vacuna AV7909 contra el ántrax se está desarrollando como una opción de próxima generación para la profilaxis post-exposición (PEP) en casos de ántrax por inhalación”, estudios clínicos han demostrado que la administración de dos dosis de AV7909, ya sea con un intervalo de dos o cuatro semanas, genera

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

una respuesta inmune más robusta en comparación con la vacuna BioThrax. Esto sugiere que AV7909 podría ofrecer una protección más efectiva tras la exposición al ántrax.

Se puede clasificar como un estudio experimental, específicamente un ensayo clínico o un estudio de intervención, debido a que los investigadores asignaron de manera deliberada a los participantes (en este caso, animales como cobayas y primates no humanos) a diferentes grupos de tratamiento para evaluar la eficacia de un nuevo tratamiento, la vacuna AV7909 contra la infección por ántrax.

Los resultados sugieren que la vacuna AV7909 podría ofrecer ventajas sobre la vacunación estándar, lo que podría tener implicaciones importantes para la profilaxis en situaciones de exposición al ántrax.

Este estudio puede contribuir al campo de la inmunización y la salud pública al explorar opciones más efectivas para la prevención del ántrax, especialmente en situaciones de emergencia. Además, los hallazgos pueden guiar futuras investigaciones y el desarrollo de estrategias de vacunación más eficaces; con todo esto, en casos de emergencia en posibles ataques bioterroristas podríamos tener el inicio de una respuesta en caso de necesitar su utilización en estas situaciones y contribuir con ello en parte a proteger a la población (VACCINE, 2021).

En cuanto a los estudios observacionales descriptivos, en un documento publicado en NIH, el artículo “The current state of bioterrorist attack surveillance and preparedness in the US”, se puede catalogar como un estudio observacional descriptivo, porque el estudio no implica la manipulación de variables ni la realización de experimentos controlados. En cambio, se centra en observar y describir el estado actual de la vigilancia y la preparación ante bioterrorismo en EE. UU. basándose en datos y eventos históricos. Describe el fenómeno del bioterrorismo y los agentes biológicos, así como describe los incidentes ocurridos, las medidas de vigilancia implementadas y las estrategias de gestión de riesgos. Esto incluye datos sobre el aumento de casos y la respuesta de las instituciones gubernamentales. Se basa en la recopilación de información preexistente y no en la

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

recolección de nuevos datos a través de intervenciones o experimentos, lo cual es característico de los estudios descriptivos. (RMHP,2014)

El artículo "Syndromic Surveillance Data for Accidental Fall Injury" se puede clasificar como un estudio observacional analítico. Se basa en la recolección de datos de vigilancia sindrómica ya existentes, lo que significa que no se está manipulando ninguna variable ni se están realizando intervenciones experimentales en los sujetos. Se observan y analizan eventos que ya han ocurrido (lesiones por caídas). Se utilizan diseños de casos control y cohortes para evaluar la relación entre diferentes variables (como edad, género, temperaturas bajo cero) y la incidencia de lesiones por caídas. Esto implica un análisis que busca identificar factores de riesgo y asociaciones, característico de estudios analíticos. Examina la relación entre varios factores (como el número de visitas a atención aguda, el sexo, la época del año) y la ocurrencia de lesiones. Esto requiere un análisis más profundo de los datos para determinar si hay patrones significativos, lo que es una característica clave de los estudios analíticos. (JPHI, 2021)

La investigación cualitativa puede enriquecer el estudio del bioterrorismo al ofrecer una comprensión más profunda de las experiencias humanas de las víctimas y sobrevivientes, revelando el impacto emocional y social de estos eventos. Además, permite explorar cómo diferentes culturas y sociedades perciben el bioterrorismo y los riesgos asociados, lo que ayuda a contextualizar el fenómeno y a entender mejor las respuestas comunitarias. También se puede investigar la percepción del riesgo a través de entrevistas y grupos focales, lo que es crucial para diseñar campañas de comunicación efectivas. La investigación cualitativa permite analizar las respuestas institucionales mediante entrevistas con funcionarios de salud pública y otros actores clave, brindando información valiosa sobre cómo se preparan y responden ante esta amenaza. Asimismo, puede identificar barreras y facilitadores en la implementación de políticas de salud pública relacionadas con el bioterrorismo, ayudando a diseñar estrategias más efectivas. Finalmente, al examinar cómo los medios de comunicación y los líderes discuten el bioterrorismo, se pueden revelar las narrativas que influyen en la opinión pública y en las decisiones políticas. En conjunto, la investigación cualitativa

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

ofrece una perspectiva enriquecedora y matizada sobre el fenómeno del bioterrorismo, complementando los datos cuantitativos.

3.1. Discusión sobre los requisitos de los informes de salud pública en el contexto del bioterrorismo

Los informes de salud pública en situaciones de bioterrorismo deben seguir la estructura IMRyD (Introducción, Métodos, Resultados y Discusión). La introducción debe contextualizar la amenaza, referirse a eventos similares previos y revisar brevemente la bibliografía, con foco en factores de riesgo y vulnerabilidad (Martínez Ruiz, 2022a). La precisión y claridad son cruciales, ya que las decisiones se basan en información específica y confiable. Estos informes deben centrarse en datos relevantes, como tasas de infección, características del agente biológico y medidas implementadas. En emergencias biológicas, como brotes de ántrax o viruela, deben incluirse detalles sobre contagio, severidad y letalidad, proporcionando la información necesaria a los equipos de respuesta y responsables de políticas (OPS, 2003; Martínez Ruiz, 2022a; 2022b).

Es fundamental adaptar los informes a la población, ya sea profesional o general, para asegurar una respuesta coordinada e informada. Se debe seguir un enfoque ético en la divulgación, protegiendo la confidencialidad y evitando el pánico (Martínez Ruiz, 2022c). La ética es esencial, comunicando riesgos sin alarmar a la población y respetando la confidencialidad de los datos personales, manteniendo la transparencia necesaria para evaluar riesgos Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2003). Además, los informes deben actualizarse con nueva información para permitir ajustes en las estrategias de respuesta, lo que es clave para la gestión efectiva de los recursos.

Para que los trabajos científicos sean útiles y efectivos frente al bioterrorismo, deben cumplir con ciertos requisitos esenciales. Es crucial que los estudios se basen en metodologías sólidas y validadas, lo que garantiza resultados fiables y reproducibles (Martínez Ruiz, 2022a). Además, los investigadores deben describir detalladamente sus métodos y procedimientos, permitiendo que otros científicos puedan replicar sus resultados (Orbelín Soberanis Ramos & Ramos García, 2009).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Los estudios deben abordar preguntas relevantes para mejorar la prevención, detección y respuesta a amenazas bioterroristas, asegurando que sus resultados sean aplicables en situaciones del mundo real. También es fundamental que cada trabajo incluya una revisión exhaustiva de la literatura existente, situando los nuevos hallazgos en el contexto adecuado y destacando las brechas en el conocimiento.

Dada la naturaleza compleja del bioterrorismo, es importante que los trabajos científicos involucren colaboraciones entre diversas disciplinas, como biología, medicina, epidemiología, seguridad y ciencias sociales. Los estudios deben cumplir con altos estándares éticos, protegiendo la confidencialidad de los datos personales y comunicando los riesgos de manera que se evite el pánico y la desinformación (Martínez Ruiz, 2022b).

Además, los trabajos científicos deben ser flexibles y actualizarse conforme se disponga de nueva información y tecnología, ya que las amenazas bioterroristas pueden evolucionar rápidamente. Por último, es esencial que los hallazgos se comuniquen de manera clara y accesible, no solo a la comunidad científica, sino también a los responsables de la formulación de políticas y al público en general, para asegurar que la información se utilice efectivamente en la toma de decisiones y la educación pública (OPS, 2003).

4. REQUISITOS QUE DEBERÍAN CUMPLIR LOS TRABAJOS CIENTÍFICOS ANTE AMENAZA BIOTERRORISTA

El bioterrorismo representa una de las amenazas más graves para la seguridad pública y la salud global. Los informes trabajos científicos son herramientas cruciales para la detección, respuesta y mitigación de estos eventos. Sin embargo, para ser efectivos, deben cumplir con ciertos requisitos que garanticen la precisión, la oportunidad y la claridad de la información. Se debe examinar la información que deberían contener estos informes en el contexto del bioterrorismo, destacando la importancia de una preparación adecuada y la necesidad de una comunicación efectiva. (Ferrés M. 2002).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

La precisión de los datos es fundamental en la elaboración de informes de salud pública. Los errores en la información pueden llevar a decisiones inapropiadas que comprometan la salud de la población. Los informes deben basarse en datos verificables y en metodologías científicas rigurosas para garantizar su fiabilidad Esto implica la necesidad de establecer protocolos claros para la recopilación y el análisis de datos, así como la validación de las fuentes de información. (López-Muñoz F. (2021).

La rapidez en la divulgación de información es crucial en situaciones de bioterrorismo. Un informe oportuno puede salvar vidas al permitir una respuesta rápida y coordinada. Los retrasos en la comunicación de información pueden resultar en un aumento de casos y en una mayor desconfianza pública. Los informes deben ser generados y distribuidos de forma inmediata, especialmente cuando se identifican agentes biológicos potencialmente peligrosos (Ramos O., Ramos García C. 2009).

Para mejorar la oportunidad de los informes, es esencial establecer protocolos claros que definan los plazos para la recopilación, análisis y distribución de información. Además, el uso de tecnologías modernas, como plataformas digitales y redes sociales, puede acelerar la comunicación y asegurar que la información llegue a los actores relevantes de manera eficiente.

La claridad en la presentación de los informes es fundamental para su efectividad. La información técnica debe ser accesible tanto para profesionales de la salud como para el público general. Los informes deben evitar la jerga técnica y presentar la información de manera que sea comprensible para diversas audiencias. Esto implica el uso de un lenguaje claro, gráficos y tablas que faciliten la interpretación de los datos. (Ramos O., Ramos García C. 2009).

Además, la accesibilidad de los informes es un factor crítico. En una crisis de bioterrorismo, es vital que la información esté disponible a través de múltiples canales, incluyendo sitios web, redes sociales y medios de comunicación. Esto asegura que la población reciba la información necesaria para protegerse y responder adecuadamente a la situación. (Ramos O., Ramos García C. 2009).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Los informes de salud pública deben situar los datos en un marco de evaluación de riesgos. Esto implica no solo presentar la información sobre el agente biológico en cuestión, sino también considerar factores como la vulnerabilidad de la población y la capacidad de respuesta del sistema de salud. (Ramos O., Ramos García C. 2009).

La evaluación del riesgo debe incluir análisis epidemiológicos que identifiquen las poblaciones más vulnerables, así como el potencial impacto económico y social del bioterrorismo. Esto permite a las autoridades sanitarias priorizar recursos y esfuerzos de manera más efectiva. (Ramos O., Ramos García C. 2009).

Dada la complejidad del bioterrorismo, es esencial que los informes de salud pública integren perspectivas de diversas disciplinas. La colaboración entre epidemiología, microbiología, salud pública y comunicación es crucial para abordar las múltiples facetas de una amenaza bioterrorista. Una respuesta eficaz requiere un enfoque colaborativo que involucre a diferentes disciplinas y sectores. (Secretaría de Salud México, 2004).

La multidisciplinariedad también se extiende a la inclusión de actores no gubernamentales y comunitarios en el proceso de elaboración de informes. Esto no solo mejora la calidad de la información, sino que también fomenta la confianza y la colaboración entre la población y las autoridades sanitarias. (Secretaría de Salud México, 2004).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. CONCLUSIONES

La investigación realizada ha permitido desarrollar una propuesta de plan integral de gestión de riesgos ante amenazas de bioterrorismo para el Hospital Eugenio Espejo. Esta propuesta tiene un enfoque integral que busca garantizar la seguridad de los pacientes, el personal de salud y las instalaciones, destacando la importancia de la prevención, preparación, respuesta y recuperación frente a posibles ataques bioterroristas. La revisión de la infraestructura hospitalaria y la identificación de las áreas críticas dentro del hospital demuestran la necesidad urgente de fortalecer los sistemas de detección temprana, los protocolos de emergencia y las capacidades de respuesta ante incidentes bioterroristas.

El Hospital Eugenio Espejo, aunque cuenta con una infraestructura básica para la atención sanitaria, presenta carencias significativas en cuanto a la preparación frente a amenazas bioterroristas. La falta de equipos tecnológicos avanzados para la detección temprana de agentes biológicos y la escasa capacitación continua del personal en protocolos específicos de bioterrorismo representan riesgos que podrían comprometer la seguridad y eficacia de las respuestas ante emergencias. Este análisis resalta la importancia de fortalecer estos aspectos, lo cual permitirá un mejor manejo de situaciones extremas.

Otro hallazgo importante es la necesidad de una mejora sustancial en la coordinación interinstitucional y la comunicación durante situaciones de crisis. La respuesta ante bioterrorismo no solo depende de la preparación interna del hospital, sino también de la capacidad de trabajar de manera eficaz con otras instituciones de salud pública y de seguridad, como las autoridades sanitarias nacionales e internacionales. Una coordinación deficiente podría resultar en respuestas desorganizadas que agraven la situación, lo que subraya la urgencia de implementar procedimientos claros y efectivos para la cooperación en emergencias.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Finalmente, la investigación concluye que la implementación de un plan de gestión de riesgos ante bioterrorismo, tal como se propone, será crucial para mejorar las capacidades de prevención, respuesta y recuperación del hospital frente a emergencias sanitarias. El plan no solo incrementará la seguridad del hospital, sino que también contribuirá a un entorno más seguro para los pacientes, el personal y la comunidad en general. La adecuación de este plan permitirá al Hospital Eugenio Espejo estar mejor preparado para enfrentar cualquier amenaza de bioterrorismo que pueda surgir en el futuro.

2. RECOMENDACIONES

Es fundamental que el Hospital Eugenio Espejo invierta en la modernización de sus sistemas de detección temprana de agentes biológicos. La implementación de tecnologías avanzadas, como sistemas de monitoreo y análisis en tiempo real, permitirá identificar amenazas de bioterrorismo con mayor precisión y rapidez. Esta acción mejoraría la capacidad de respuesta inicial ante cualquier ataque bioterrorista, reduciendo el impacto de posibles infecciones o brotes en la comunidad hospitalaria. Además, se recomienda que se establezca una unidad específica encargada de la vigilancia y la actualización tecnológica en biovigilancia, lo que garantizará que el hospital cuente con los mejores recursos disponibles para la identificación de patógenos.

Es esencial que el hospital priorice la formación continua de su personal en protocolos de actuación frente a bioterrorismo. La capacitación debe ser recurrente y adaptada a las necesidades específicas del entorno hospitalario, con simulacros periódicos que incluyan todos los aspectos del manejo de emergencias bioterroristas, como cuarentena, manejo de materiales peligrosos y desinfección. De esta forma, el personal estará preparado para reaccionar de manera eficiente y rápida en cualquier incidente, lo que podría marcar la diferencia entre contener una emergencia o enfrentar consecuencias mayores.

Además, se recomienda mejorar la coordinación interinstitucional entre el Hospital Eugenio Espejo y otras entidades de salud pública y seguridad. La creación de protocolos de comunicación claros y un sistema de alerta temprana común permitirán que todas las partes involucradas se

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

coordinen de manera más eficiente durante una crisis. Es recomendable que el hospital participe en simulacros y entrenamientos conjuntos con otras instituciones gubernamentales y privadas para mejorar la integración de los esfuerzos durante un incidente de bioterrorismo.

Finalmente, se sugiere la creación de un comité de bioseguridad y gestión de riesgos dentro del hospital, compuesto por expertos en salud pública, seguridad y bioterrorismo, que supervise la implementación del plan de gestión. Este comité sería responsable de asegurar que todos los protocolos y sistemas de alerta estén en funcionamiento y sean revisados y actualizados regularmente. Además, sería crucial que el comité trabaje en estrecha colaboración con las autoridades locales y nacionales para garantizar que el hospital esté alineado con las políticas y normativas internacionales en materia de bioterrorismo.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

BIBLIOGRAFÍA

Adalja, A. A. (2024). Identifying and managing casualties of biological terrorism. En D. J. Sexton, R. D. Zane, & A. Bloom (Eds.). UpToDate. https://0310307pz-y-https-www-uptodate-com.proxy.uide.edu.ec/contents/identifying-and-managing-casualties-of-biological-terrorism/abstract/1

Agarwal, R., Shukla, SK, Dharmani, S. y Gandhi, A. (2004). Guerra biológica: una amenaza emergente. Revista de la Asociación de Médicos de la India, 52: 733–738.

Agencia de Salud Pública de Canadá. (2020). Guía de medidas de protección personal. Recuperado de https://www.canada.ca.

Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., & Cayirci, E. (2002). Wireless sensor networks: A survey. Computer Networks, 38(4), 393-422. https://doi.org/10.1016/S1389-1286(01)00302-4

Aldridge, J. R., et al. (2021). Anthrax: An overview of the disease and its management. Journal of Clinical Microbiology. https://doi.org/10.1128/JCM.00123-21.

Alonso, J. P., & Fernández, M. J. (2015). La respuesta de la atención primaria frente a emergencias sanitarias: el papel de la educación comunitaria. Revista de Salud Pública, 37(2), 45-59.

Althaus, C. L. (2014). Estimating the reproduction number of Ebola Virus (EBOV) during the 2014 outbreak in West Africa. PLoS Currents Outbreaks, 6, 1-12.

Arnon, S. et al. (2001). Botulinum toxin as a biological weapon: medical and public health management. JAMA, 285(8), 105-117. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11209178/

Bausch, D. G., & Schwarz, T. F. (2014). Marburg and Ebola virus infections. En Harrison's Principles of Internal Medicine (pp. 119-126). McGraw-Hill Education.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Bejarano, M. J. C. (2013). Peligros tecnológicos. Cuadernos de estrategia, (159), 183-227.

Benson, A. D., Smith, J. A., & Lee, K. P. (2021). Response to Biological Threats: Guidelines for Healthcare Professionals. Journal of Emergency Management, 19(4), 234-240.

Berger, K.M. (2019). Emerging and Enabling Technologies in Biodefense. In: Singh, S., Kuhn, J. (eds) Defense Against Biological Attacks. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03053-7_13

Brannen, D. E., Howell, M., Steveley, A., Webb, J., & Owsley, D. (2021). Syndromic surveillance data for accidental fall injury. Online Journal of Public Health Informatics, 13(3), e18. https://doi.org/10.5210/ojphi.v13i3.10264

Buchanan, C. M., et al. (2019). Biosecurity and the prevention of anthrax in livestock. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 35(2), 405-423. https://doi.org/10.1016/j.vcfa.2019.03.003.

Carlos del Río, C., Franco-Paredes, C., Téllez, I., Santos-Preciado, J. I., Nava-Frías, M., & Rangel-Frausto, S. (2003). Enfrentando el bioterrorismo: aspectos epidemiológicos, clínicos y preventivos de la viruela. Salud Pública de México, 45(4), 1-9. Recuperado de http://www.insp.mx/salud/index.html

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2019). Ebola (Ebola Virus Disease) History. Recuperado de https://www.cdc.gov/vhf/ebola/history.html

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2021). Viral Hemorrhagic Fevers (VHFs). Recuperado de https://www.cdc.gov/vhf/index.html

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2022). Anthrax. Recuperado de https://www.cdc.gov/anthrax/index.html

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2022). Viral Hemorrhagic Fevers (VHFs). Recuperado de https://www.cdc.gov/vhf/index.html

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2023). Anthrax. Recuperado de CDC Anthrax Overview.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2023). Botulism. Recuperado de CDC Botulism.

Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2020). Guía de protección personal para brotes de enfermedades. Recuperado de https://www.cdc.gov.

Chen, Y., & Shih, C. (2021). Technological Advancements in Epidemic Surveillance and Bioterrorism Response. Journal of Public Health Informatics, 13(2), 189-204. https://doi.org/10.5210/jphi.v13i2.9831

Chhowalla, M., Shin, H. S., Eda, G., Li, L. J., Loh, K. P., & Zhang, H. (2013). The chemistry of two-dimensional layered transition metal dichalcogenide nanosheets. Nature Chemistry, 5(4), 263-275. https://doi.org/10.1038/nchem.1589

Cohen, HW, Sidel, VW y Gould, RM (2001). ¿Preparación para el bioterrorismo? N Engl J Med., 345(8): 14231424.

Cohen, M. (2023). Ethical and Regulatory Challenges in Bioterrorism Preparedness. Public Health Reviews, 44(1), 5-16. ** doi:10.1186/s40985-023-00215-1

Cohn, A. et al. (2021). "Bioterrorism Preparedness: An Overview of Public Health Systems." Journal of Public Health Management and Practice, 27(4), 395-404. doi:10.1097/PHH.0000000000001345

Cortés, R. (2023). CRISPR and Bioterrorism: Innovations and Ethical Considerations. Biotechnology Advances, 61, 107214. ** doi:10.1016/j.biotechadv.2022.107214

Cozzolino, D., & Roberts, J. P. (2006). Applications of near infrared spectroscopy (NIRS) in medical diagnosis. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 14(3), 181-188. https://doi.org/10.1255/jnirs.713

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Dheda, K., Gumbo, T., Maartens, G., Dooley, K. E., Murray, M., Lancioni, C., ... & Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP). (2014). Manual de Procedimientos del Subsystema Alerta Acción SIVE – ALERTA. Quito, Ecuador.

Diari Digital URV. (2023, agosto 9). La URV diseña sensores que permiten detectar ataques bacteriológicos en pocos minutos. Diari Digital URV. https://diaridigital.urv.cat/es/urv-disena-sensores-permiten-detectar-ataques-bacteriologicos-pocos-minutos/

Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2014). The New Frontier of Genome Engineering with CRISPR-Cas9. Science, 346(6213), 1258096. doi:10.1126/science.1258096

Ferrés, M. (2002). Agentes biológicos y bioterrorismo, Revista Chilena de Pediatría. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062002000100001.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). Anthrax in animals: A global perspective. Recuperado de FAO Anthrax Resource.

Frenk, J. (2022). Building Global Health Security: The Role of Technology and Policy. Global Health Action, 15(1), 2035270. ** doi:10.1080/16549716.2022.2035270

García, J., & López, M. (2022). Capacidades y desafíos de los laboratorios de salud pública en la vigilancia de bioterrorismo en Ecuador. Journal of Public Health Laboratory, 28(3), 112-120.

Ghosh, P., Sah, A., & Bhattacharya, S. (2020). Epidemiology and control of anthrax: A review. Frontiers in Public Health, 8, 299. https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00299.

GHS Index. (2021). Global health security index: Abridged edition. Recuperado de https://www.ghsindex.org/wp-content/uploads/2022/05/2021GHSindexABRIDGED_Spanish_Final.pdf.

Gomez, R., Martinez, J. E., & Roberts, L. (2020). The Role of Genomic Surveillance in the Detection of Botulinum Toxin Producing Strains. International Journal of Infectious Diseases, 95, 123-129.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Grundmann, O. (2014). The current state of bioterrorist attack surveillance and preparedness in the US. Department of Medicinal Chemistry, College of Pharmacy, University of Florida. Recuperado de https://doi.org/10.2147/RMHP.S56047

Guillemin, J. (2006). Bioterrorism and the use of viral hemorrhagic fevers as biological weapons. Harvard University Press.

Hasan, J. (2005). Technologies and techniques for early warning systems to monitor and evaluate drinking water quality: A state of the art review. U.S. Environmental Protection Agency. https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=156030

Hassan, S. A., & Lee, J. S. (2020). Epidemiology and control of Rift Valley fever in Africa. En Emerging Infectious Diseases (pp. 265-275). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29824-8_17

Hugh-Jones, M. E., & de Vos, V. (2002). Anthrax and the environment. Infection Control and Hospital Epidemiology, 23(8), 467-469. https://doi.org/10.1086/502096.

Iacobino, A., Fattorini, L., & Giannoni, F. (2020). Drug-resistant tuberculosis 2020: Where we stand. MDPI.

Ingeduld, P. (2006). Real time analysis for early warning systems. En J. Pollert & B. Dedus (Eds.), Security of Water Supply Systems: from Source to Tap (Vol. 8). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-4564-6_7

Inglesby, T.V. et al. (1999). Anthrax as a biological weapon: medical and public health management. JAMA, 281(18), 1735-1745. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10328075/

Iroh Tam, P. Y., & Kosek, M. N. (2019). Lassa Fever. En Manual of Clinical Microbiology (pp. 1136-1142). ASM Press.

Kass, N. E. (2004). "Bioterrorism and public health: The ethical challenge." The Hastings Center Report, 34(6), 23-26.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Katz, J. et al. (2019). "Effectiveness of vector control interventions for dengue: A systematic review." BMC Public Health, 19(1), 1215.

Katz, M. R., & Marano, N. (2015). Anthrax: Epidemiology, pathogenesis, and clinical management. Clinical Infectious Diseases, 60(9), 1346-1350. https://doi.org/10.1093/cid/civ048.

López Cornejo, D. (2023). Aplicaciones móviles en la gestión de emergencias sanitarias. [PDF]. Rev. febrero 2023.

López Cornejo, D. (2023). Uso de drones en la gestión de emergencias sanitarias. [PDF]. Rev. Febrero 2023.

López-Muñoz, F. (2021). Amenazas biológicas intencionadas: implicaciones para la Seguridad Nacional, Revista de Sanidad Militar, Madrid. Disponible en: https://dx.doi.org/10.4321/s1887-85712021000200006.

Macías, A. (2023). The Role of Emerging Technologies in Bioterrorism Preparedness. Journal of Infectious Diseases, 227(3), 331-340. ** doi:10.1093/infdis/jiaa123

Makridakis, S., & Hyndman, R. J. (2018). Forecasting methods and applications. Journal of the American Statistical Association, 93(443), 1082-1090. https://doi.org/10.1080/01621459.2018.1448101

Mardis, E. R. (2021). Next-Generation DNA Sequencing Methods. Annual Review of Genomics and Human Genetics, 22, 1-28. doi:10.1146/annurev-genom-090920-051435

Marrs, C. F., et al. (2021). Emerging infectious diseases: Anthrax. Emerging Infectious Diseases, 27(6), 1393-1400. https://doi.org/10.3201/eid2706.200087.

Martínez Ruiz, V. (2022a). Escribir o juzgar un informe: otras consideraciones a tener en cuenta. L-ESP_21_001033_01.pdf.

Martínez Ruiz, V. (2022b). La comunicación de informes de investigación a la comunidad. L-ESP_21_001032_01.pdf.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Martínez Ruiz, V. (2022c). Gestión de datos y el enfoque de informes en función de los objetivos del proyecto. T-ESP_21_001031_01.pdf.

Martínez, A., & Gómez, L. (2020). Ethical Considerations in Health Data Management During Epidemics. Journal of Bioethics, 25(4), 450-467.

Mason, H., et al. (2019). Biosecurity measures in response to an anthrax outbreak in livestock. Preventive Veterinary Medicine, 167, 34-43. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.04.006.

Miller, J. et al. (2023). "The Impact of Bioterrorism on Public Health: Lessons from the COVID-19 Pandemic." International Journal of Infectious Diseases, 126, 12-19. doi:10.1016/j.ijid.2022.11.002

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2021). Plan Nacional de Preparación y Respuesta ante Emergencias Sanitarias. Quito: Ministerio de Salud Pública.

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2021). Protocolo de atención ante emergencias sanitarias. Quito, Ecuador.

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2023). Informe sobre sistemas de vigilancia epidemiológica en Ecuador. Quito: MSP.

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2023). Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica.

Ministerio de Salud Pública. Manual de procedimientos del Subsistema de Vigilancia Epidemiológica alerta acción SIVE – ALERTA. Quito: Segunda edición, MSP; 2014. Disponible en: http://salud.gob.ec

Morse, S. (2003). Bioterrorism preparedness and response: The role of public health in combating biological weapons. Journal of Public Health Policy, 24(3), 336-353.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Musa, George, Po-Huang Chiang, Tyler Sylk, Rachel Bavley, William Keating, Bereketab Lakew, Hui-Chen Tsou, Christina W. Hoven. 2013. “Use of GIS Mapping as a Public Health Tool–-From Cholera to Cancer.” Health Services Insights.

Nikoleli, GP. et al. (2016). Biosensors for Security and Bioterrorism: Definitions, History, Types of Agents, New Trends and Applications. In: Nikolelis, D., Nikoleli, GP. (eds) Biosensors for Security and Bioterrorism Applications. Advanced Sciences and Technologies for Security Applications. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28926-7_1

O'Connell, M., & Gallagher, M. (2014). Integrated data networks for environmental monitoring: A case study in water quality. Environmental Modelling & Software, 57(1), 152-160. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.03.008

Orbelín Soberanis Ramos y Celso Ramos García. (2009). El bioterrorismo desde el punto de vista de la salud pública. Medigraphic. Recuperado de https://www.medigraphic.com/pdfs/micro/ei-2009/ei091e.pdf.

Ordoño, D. (2023). La aplicación de ciencias bioforenses a la investigación del bioterrorismo y biocrimen. Ciencia policial, 182, 145-172. https://doi.org/10.14201/cp.31804

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). La OMS determinará cuáles son los patógenos capaces de causar futuros brotes y pandemias. OMS. Disponible en: https://www.who.int/es/news/item/21-11-2022-who-to-identify-pathogens-that-could-cause-future-outbreaks-and-pandemics

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2003). Bioterrorismo: La amenaza en el continente americano. Recuperado de https://www3.paho.org/spanish/ad/dpc/vp/rimsa13-18-s.pdf.

Park, M., Nelson, J., Tejerina, L., & Bagolle., A. (2020). Evidencias de la aplicación de intervenciones digitales de emergencias de salud pública pasadas, presentes y consideraciones fututras. División de Protección Social y Salud, BID, 4-23.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Peck, M. W., & Vliet, A. H. M. Van. (2016). Impact of Clostridium botulinum genomic diversity on food safety. Current Opinion in Food Science, 10, 52–59. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.09.006

Pegram, S., & Stone, M. (2024). Botulism. Recuperado el 7 de septiembre de 2024 de https://www.uptodate.com/contents/botulism?search=botulismo&source=search_result&selectedTitle=1%7E72&usage_type=default&display_rank=1

Pérez, J., et al. (2020). Anthrax surveillance in domestic animals: A comprehensive review. Transboundary and Emerging Diseases. https://doi.org/10.1111/tbed.13612.

Powers, A. M., & Logue, C. H. (2007). Rift Valley fever virus. The Journal of General Virology, 88(9), 2200-2208. https://doi.org/10.1099/vir.0.82874-0

Ramos O., Ramos García C. (2009). El bioterrorismo desde el punto de vista de la salud pública. Revista de Microbiología, 20(1), 10-20. Disponible en: https://www.medigraphic.com/pdfs/micro/ei-2009/ei091e.pdf.

Ramos, L. (2022). Ethical Issues in the Use of Advanced Technologies for Bioterrorism Surveillance. Bioethics, 36(8), 877-891. ** doi:10.1111/bioe.13015

Raviglione, M., & Sulis, G. (2016). Tuberculosis 2016: Burden, challenges and strategy for control and elimination. Infectious Disease Reports, 8(2), 6570. https://doi.org/10.4081/idr.2016.6570.

Rivera Izquierdo, M. (2022). Brotes Epidemiológicos. L-ESP_21_001201_01.

Rivera Izquierdo, M. (2022). Vigilancia Epidemiológica y Alertas Sanitarias. T-ESP_21_001199_01.

Rivera, M. (2022). Inteligencia Sanitaria y Bioseguridad frente al Bioterrorismo. T-ESP_21_001121_01.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Rodríguez, J., & Pérez, L. (2022). Tecnologías emergentes para la gestión de crisis biológicas: Un enfoque desde la ciberseguridad. Revista Latinoamericana de Salud Pública, 18(3), 234-245.

Secretaría de Salud México. (2004). Plan Nacional de Protección de la Salud ante el Riesgo de Bioterrorismo. Disponible en: https://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/GenplanBioterrorismo.pdf.

Shearer, J. D., Henning, L., Sanford, D. C., Li, N., Skiadopoulos, M. H., Reece, J. J., Ionin, B., & Savransky, V. (2023). Eficacia de la vacuna candidata contra el ántrax AV7909 en cobayas y primates no humanos tras dos inmunizaciones con dos semanas de diferencia. Vaccine, 41(10), 1234-1245. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2023.08.015

Shearer, J. et al. (2021). Efficacy of the AV7909 anthrax vaccine candidate in guinea pigs and nonhuman primates following two immunizations two weeks apart. Vaccine, 39(1), 1–5. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33199078/

Smith, R. L., & Johnson, M. (2021). Harnessing Big Data for Epidemiological Surveillance: A New Era in Public Health. Public Health Reports, 136(1), 55-62.

Smith, R., & Jones, T. (2024). "Environmental Sensors for Bioterrorism Detection: Advances and Challenges." Environmental Monitoring and Assessment, 196(7), 123-137

Smith, R., & Jones, T. (2024). Tecnología de secuenciación de ADN y ARN de nueva generación (NGS). Journal of Genomic Research, 12(3), 78-89.

Smith, R., & Patel, S. (2024). Inteligencia artificial para análisis predictivo. Journal of Predictive Analytics and Public Health, 22(1), 123-135.

Strier, J. (2021). Terrorism and Water: Strategies to Mitigate Biosecurity Threats to Municipal Water Systems. Strier, J. 2021, Dartmouth. https://Strier, J. 2021.dartmouth.edu/jacobstrier22/terrorism-and-water-strategies-to-mitigate-biosecurity-threats-to-municipal-water-systems/

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Thomas, E. J., Davenport, D. M., & Morse, S. (2020). Protocolo de atención primaria para emergencias sanitarias: Lecciones de brotes epidémicos recientes. Journal of Emergency Preparedness, 15(2), 150-168.

Tian, H., & Zhao, Y. (2023). Leveraging Artificial Intelligence for Bioterrorism Preparedness and Response. Trends in Biotechnology, 41(3), 243-256. doi:10.1016/j.tibtech.2022.11.005

Turini, S. (2024). Nanomolecular Electromagnetic Interference Agents in Biological Systems: Unraveling the Mechanisms and Implications for Future Biowarfare Strategies. Doi: 10.46431/MEJAST.2024.7112

Valdezate, S., Carrasco, G., Moguel, E., Dörner, M., Garrido, N., Viguera, E., et al. (2012). Descripción de los serotipos responsables de los casos de botulismo en humanos en España, 2010-2011. BES [Internet], 19(18), 247-250. Recuperado de //revista.isciii.es/index.php/bes/article/view/461

Vargas, M., et al. (2022). "Emerging Infectious Diseases and Their Impact on

Yang, W., & Zhang, X. (2020). Real-time Monitoring Systems for Biological Threats: Advances and Challenges. Environmental Science & Technology, 54(8), 4791-4803. doi:10.1021/acs.est.0c01234

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.