

## Bioseguridad en laboratorios de patología clínica veterinaria. Caso Universidad La Salle

Biosafety in veterinary clinical pathology laboratories. The case of the University La Salle

Zaragoza-Delgado, S.<sup>1</sup>, Guerrero-Zamarrón, J.<sup>2</sup>, Rodríguez-Ruiz, S.<sup>2</sup>, Ruiz-Moreno, G.<sup>2</sup>, Serrato-Espino, E.<sup>2</sup>, Chávez-Olvera, M.<sup>2</sup>, Bustos-Gómez, I.<sup>3</sup> y Lira-Vallejo, J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>División de Ciencias de la Vida, <sup>2</sup>División de Ciencias Naturales y Exactas, <sup>3</sup>Escuela de Nivel Medio Superior de Irapuato, Universidad de Guanajuato. [jj.liravallejo@ugto.mx](mailto:jj.liravallejo@ugto.mx)

### Resumen

La bioseguridad en laboratorios de patología clínica veterinaria es crucial para proteger al personal, estudiantes y medio ambiente de riesgos biológicos. En este estudio de caso se examinó la aplicación de normas de bioseguridad de dichos laboratorios en la Universidad La Salle. Para ello realizó una exhaustiva revisión documental a fin de identificar protocolos aplicables y el marco jurídico relevante. De tal análisis, los resultados indicaron que, a pesar de la ausencia de regulaciones específicas para laboratorios educativos en México, existen nueve normas oficiales mexicanas que, aplicadas en conjunto, pueden mitigar eficazmente los riesgos asociados. Se destaca la importancia de mantener expedientes clínicos, implementar medidas de vigilancia epidemiológica, gestionar adecuadamente residuos peligrosos biológico-infecciosos, y asegurar la correcta señalización y distribución de espacios. Se concluye que es posible implementar un marco de bioseguridad efectiva en estos laboratorios mediante la aplicación integrada de las normas existentes. Se recomienda el desarrollo de políticas públicas que fortalezcan la infraestructura y capacidades en bioseguridad en el ámbito educativo y de salud en México.

**Palabras clave:** bioseguridad; laboratorios; universidad; patología; veterinaria.

### Introducción

Luego de que diferentes civilizaciones dejaran registro del impacto de las plagas en la salud de sus poblaciones, los esfuerzos de no pocos estudiosos por comprender la naturaleza de las enfermedades y su desarrollo en el cuerpo humano resultaron en obras médicas que trataban el origen y atención de tales males (López-Moreno et al., 2000). De entre éstas, destacó el libro *De contagione et contagiosis morbis et eorum curatione*, publicado en el año 1546 por el médico Girolamo Fracastoro, ya que enunciaba las enfermedades contagiosas conocidas hasta el momento y establecía sus formas de contagio (Echeverría, 2010). Siglos más tarde, de acuerdo con Lara-Villegas (2008), Louis Pasteur tuvo a bien establecer las vías en que los microorganismos ocasionan una enfermedad y en base a sus aportaciones Joseph Lister declaró las técnicas antisépticas que debían seguirse para trabajar en el quirófano y realizar una operación.

A partir de ese momento, y con el objetivo de abatir los casos de infección por prácticas inadecuadas, a mediados del siglo XX se introdujeron en los Estados Unidos de Norteamérica normas de seguridad biológica para el adecuado trabajo en el laboratorio (Muñuzuri et al., 2019); mismas que fueron aceptadas a tal grado que en 1983, luego de reconocer a la seguridad biológica como un bien de interés internacional, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005), desarrolló y publicó el primer *Manual de bioseguridad en el laboratorio*.

Desde entonces, mencionan Sánchez y Pérez (2021), Por tal motivo, y como resultado de la inquebrantable actualización en las experiencias internacionales sobre seguridad en laboratorios, actualmente se comprende a la *bioseguridad* como el conjunto de principios, tecnologías y prácticas de contención que se aplican para evitar la exposición involuntaria a agentes biológicos<sup>1</sup> o su liberación fortuita (OMS, 2023).

---

<sup>1</sup> Organismos vivos que, por sus características y bajo ciertas condiciones en el ambiente o el hombre, pueden causar daño a la salud humana (NOM-048).

De suerte tal que, tanto en laboratorios de investigación como de educación superior, la bioseguridad depende no sólo de los agentes biológicos existentes, sino de los procedimientos, medidas de control y capacitación del personal. Pues, existiendo el potencial peligro de la manipulación de variedad de microorganismos, el riesgo de adquirir una infección o enfermedad, e incluso de promover una afectación a la salud pública, queda tanto en manos del personal técnico como del ambiente de trabajo.

Hoy, el Manual de Bioseguridad en el Laboratorio, Edición número 4 (2023) reconoce las actividades de bioseguridad como fundamentales para proteger al personal y al medioambiente aplicando un marco de evaluación de riesgos (véase Figura 1.) que minimice la probabilidad y gravedad de cualquier posible exposición a agentes biológicos; considerando que ello depende aun más de factores humanos que de los controles técnicos y tecnológicos existentes.



Figura 1. Marco de evaluación de riesgo

Dicho marco de evaluación, sintetizado en la Tabla 1, aunque de reciente publicación, debe ser adaptado a la metodología conocida para designar los grupos de riesgo (ahora agentes biológicos) con el objetivo de analizar la probabilidad de contaminación y gravedad de enfermedad por riesgo en la manipulación de muestras durante las fases preanalítica, analítica y post-analítica (Universidad Complutense Madrid, 2024).

Tabla 1. Resumen del Marco de evaluación de riesgo

Etapa	Descripción general	Actividades para la evaluación de riesgos
Recopilar información	<p>Sobre los procedimientos para manipulación de agentes biológicos y las características de éstos; a saber, si son infecciosas, resistentes a tratamientos térmicos o transmisibles vía aerosol.</p> <p>Sobre los atributos del laboratorio y sus condiciones; así como del personal y su competencia para tratar muestras no conocidas o identificadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características del agente biológico y sus posibles vías de transmisión</li> <li>• Estabilidad del agente en el laboratorio y fuera de él, así como la gravedad de la enfermedad</li> <li>• La competencia del personal, y</li> <li>• Fallos en los equipos y edificio</li> </ul>
Evaluar los riesgos	Identificar y evaluar los riesgos existentes, determinando la aceptabilidad de ellos según su probabilidad de ocurrencia y consecuencias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probabilidad de liberación del agente</li> <li>• Establecer la gravedad por exposición</li> <li>• Documentar y justificar el nivel de riesgo</li> <li>• Establecer el riesgo aceptable</li> </ul>
Elaborar estrategia de control del riesgo	Si una actividad presenta un riesgo de ejecución mayor al aceptable, debe ser controlado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilizar al personal involucrado</li> <li>• Reconocer los recursos existentes</li> <li>• Definir las necesidades de capacitación</li> </ul>

Seleccionar y aplicar medidas de control del riesgo	Implementar las buenas prácticas reconocidas internacionalmente y las normas nacionales aplicables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar y auditar normas nacionales</li> <li>• Comunicar protocolos y procedimientos</li> <li>• Mantener y actualizar manuales de operación de equipos</li> <li>• Observar el uso de equipo de protección</li> </ul>
Revisar los riesgos y las medidas de control de riesgo	Evaluar y modificar la evaluación de riesgo tantas veces sea necesario según la información más reciente sobre los agentes biológicos y/o el cambio de actividades y equipos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio o adición de agentes biológicos</li> <li>• Modificaciones del personal</li> <li>• Cambio de equipos</li> <li>• Actualización de normatividad</li> <li>• Hallazgos de auditoría</li> </ul>

## Bioseguridad en laboratorios

Al observar que la evaluación del riesgo es un pilar fundamental en la práctica de la bioseguridad, para García y Pérez (2008), sin importar el tipo de laboratorio, es siempre imperante que todo procedimiento sea valorado por profesionales que conozcan las particularidades de los agentes biológicos, materiales y equipos involucrados; así como de los modelos utilizados y medios de contención disponibles, e incluso del tratamiento y almacenamiento temporal correspondiente. Pues basándose en la información obtenida durante la evaluación de riesgos han de tomarse las medidas específicas para la operatividad de laboratorios; sean estos académicos, de servicio y/o referencia (Tabla 2).

**Tabla 2.** Condiciones de bioseguridad a considerar de acuerdo al tipo de laboratorio

Laboratorio	Descripción	Agente biológico	Planes de seguridad	Documentación
Académico	Ubicados al interior de instituciones educativas, desarrollan prácticas pedagógicas.	Bien caracterizados. De riesgo bajo a moderado para la salud humana. Nivel de bioseguridad I.	Protocolos básicos de manipulación de muestras y sustancias químicas.	Buenas prácticas de microbiología. Equipo de protección personal obligatorio.
Clínicos o de Servicio	Aquel donde se toman o procesan muestras biológicas que requieren de un proceso de análisis para la prevención, estudio o diagnóstico de problemas de la salud humana o animal.	Patógenos definidos. De riesgo moderado para el personal. Existe tratamiento. Nivel de bioseguridad II.	Manual de Seguridad. Mantenimiento de infraestructura. Control de plagas. Procesos de limpieza. Vigilancia médica y sanitaria.	Calibración de equipo. Procedimientos normalizados de operación. Gestión de residuos. Trazabilidad de muestras.
de Referencia	Aquel que procesa las muestras biológicas para ofrecer diagnóstico, confirmación o seguimiento de estudios de mediana y alta especialidad.	Exóticos y emergentes. De alto riesgo. Tratamiento sujeto a patogenicidad. Nivel de bioseguridad III.	Programas de auditoría. Planes de contingencia. Planes de atención a emergencia.	Equipo de protección específico. Acreditación de personal. Procedimientos de descontaminación y tratamiento.

Adicionalmente y, según si los laboratorios son de servicio o referencia, debe contarse con organigrama, manual de puestos y perfiles, procedimientos normalizados de operación para toma de muestra, manipulación y tratamiento de ésta; así como con los planos arquitectónicos de las instalaciones y, sin excepción, para aquellos laboratorios que trabajen con fluidos biológicos, los acabados sanitarios correspondientes (Alados et al, 2009; Gadea, 2000).

## Marco de aplicación en México

En México, la bioseguridad en laboratorios no está formalmente regulada a través de un marco jurídico específico que imponga protocolos obligatorios en instituciones de educación superior que trabajan con microorganismos y parásitos, según reportes de Massieu (2006) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2018). Aunque

la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (2022) regula la siembra, consumo humano y desecho de organismos transgénicos, en los laboratorios de enseñanza relacionados al área de la salud deberían privilegiarse las buenas prácticas de seguridad, higiene y tratamiento de agentes biológicos *in situ* para fortalecer el perfil de egreso de la comunidad estudiantil. Esto es especialmente relevante para los laboratorios de patología clínica veterinaria que trabajan con especímenes vivos, asegurando así las competencias declaradas en el programa académico de médico veterinario zootecnista.

Partiendo de que un marco jurídico de bioseguridad en México ha de entenderse como el conjunto de normas y acciones enfocadas en la prevención, control, mitigación y remediación de impactos adversos (Massieu, 2006), este trabajo busca desarrollar una propuesta de aplicación de las normas referentes a bioseguridad en los laboratorios de patología clínica veterinaria de la Universidad La Salle; ya que según el Art. 146 de la Ley General de Salud (2024), los laboratorios que manejan patógenos deben identificar y evaluar riesgos para la salud en establecimientos que manejan residuos peligrosos. Por ello, es crucial adoptar mejores prácticas en el manejo seguro de agentes biológicos, incluyendo el uso adecuado de barreras de protección, limpieza de superficies, mantenimiento de sistemas de climatización, capacitación del personal y señalización adecuada.

En este contexto, es importante destacar que en México existen solo dos laboratorios de bioseguridad nivel 3, uno en la Universidad Autónoma de Nuevo León y otro en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. Estos laboratorios son esenciales para el estudio de patógenos peligrosos y el desarrollo de terapias adecuadas, garantizando la seguridad en el manejo de muestras biológicas en emergencias. A pesar de los esfuerzos significativos, como la creación de estos laboratorios, es necesario impulsar políticas públicas que modernicen y mejoren el sistema de salud, fortaleciendo la infraestructura y capacidades en bioseguridad para enfrentar los desafíos de un mundo globalizado.

## Metodología

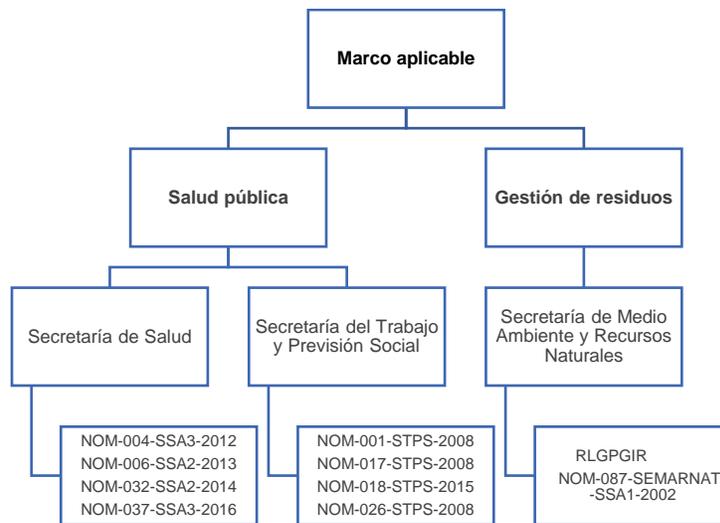
Para el presente trabajo de investigación descriptiva no experimental, se aplicó la metodología de revisión documental, en relación con su aplicación a laboratorios de patología clínica veterinaria a fin de planificar las condiciones de infraestructura, capacitación, equipo de protección personal y procesos de trabajo que aseguren la salud del personal y la comunidad educativa del caso de estudio; Universidad La Salle. Para ello se procedió a la recopilación de más de 11 fuentes documentales y 15 normativas oficiales y que trataran los temas de bioseguridad, su origen y desarrollo, aplicación en laboratorios y operatividad en México.

El periodo de búsqueda y discriminación de información correspondió a los meses de mayo y junio del año 2024, pretendiendo la identificación de protocolos de aplicación a las condiciones deseadas para los laboratorios de patología clínica veterinaria de la Institución. Aunque la selección de documentos consideró en su mayoría el formato electrónico; revistas y publicaciones emitidas por instituciones internacionales como la OMS, también fueron consideradas.

Como plataforma de búsqueda se utilizaron EBSCOhost y ProQuest, privilegiando artículos escritos por autores de México y Latinoamérica. Baste decir que para el tratamiento de la información se realizó la lectura crítica y minuciosa de cada contenido a fin de discernir e integrar los temas de bioseguridad, origen y desarrollo; aplicación en laboratorios y su observación en clínicas de referencia, de servicio y laboratorios académicos, así como su marco de aplicación en el país y la necesidad de contar con una ley de bioseguridad nacional.

## Resultados y discusión

Luego del análisis de la información documental, fue posible constatar que la bioseguridad se nutre principalmente de prácticas de prevención que dependen tanto de la capacitación del personal como del cumplimiento de protocolos de manipulación, limpieza y tratamiento de los agentes biológicos. Y aunque no existen leyes, reglamentos o normas que de forma particular constituyan un marco de referencia para laboratorios clínicos veterinarios, sí fue posible vincular nueve normas que, de aplicarse correctamente, tienen el potencial de comunicar y mitigar los riesgos asociados a su funcionamiento (véase Figura 2.).



*Figura 2. Marco jurídico aplicable a laboratorios de patología clínica veterinaria*

Este es el caso de las NOM-004 que declara la imperiosa necesidad del expediente clínico para todo animal que entre a los espacios académicos con objeto de ser utilizado para investigación y/o enseñanza y contar con evidencia y seguridad que posee o no zoonosis de interés a la salud pública; puesto que, algunas enfermedades como la tuberculosis (NOM-006), deben tratarse con cierto recelo y exigen limpieza y sanitización particular. Y en todo caso, llevar registro de vigilancia epidemiológica y rastreabilidad de muestras ante sospechas de enfermedades transmitidas por vector y/o por mala contención de agentes biológicos (NOM-032), aún y cuando llegara a usarse incorrectamente la bata blanca de algodón, el par de guantes de exploración e incluso los lentes de seguridad, se limite la presencia de riesgos al interior de laboratorios.

Para qué, según la señalética de las diferentes sustancias químicas utilizadas (NOM-018), se cuente no sólo con los agentes extintores más adecuados (NOM-026) sino que, conforme con la NOM-001, la distribución de espacios perfectamente evidenciada haga posible que se tengan áreas limpias, funcionales y con ruta de traslado de residuos peligrosos biológico infecciosos (NOM-037), que serán tratados y almacenados temporalmente en las instalaciones hasta su disposición final por una empresa autorizada (NOM-087).

De lo anterior se propone el siguiente flujograma (Figura 3.) que, en palabras de Hernández (2009), ofrece una ayuda visual para imaginar la relación entre las actividades y resultados esperados del desarrollo operativo de los laboratorios de patología clínica veterinaria en la Universidad de este estudio de caso.

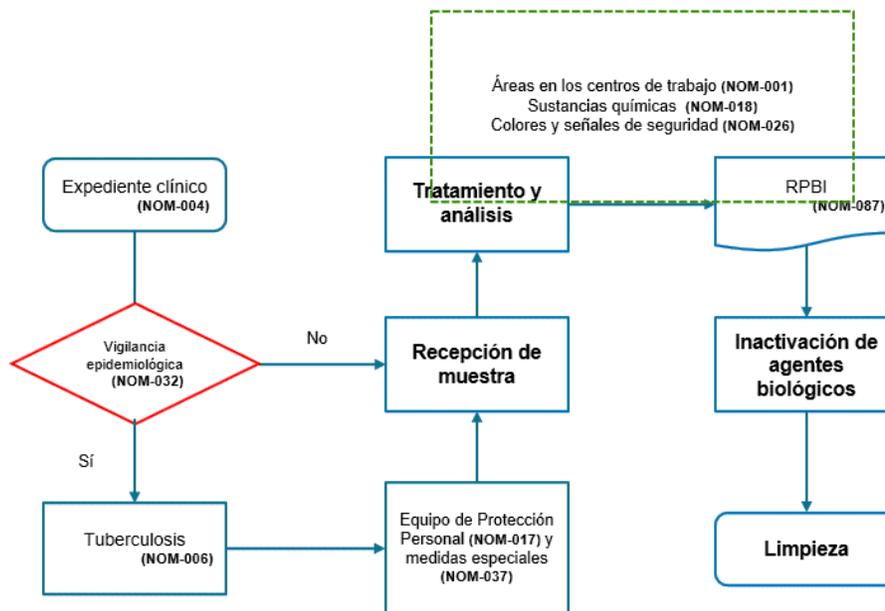


Figura 3. Diagrama de flujo de marco jurídico aplicable

## Conclusiones

A pesar de que en México actualmente no exista un marco jurídico aplicable a la bioseguridad en los laboratorios académicos, donde primordialmente se trabaja con muestras biológicas de carácter animal, la recopilación, análisis y desarrollo de la propuesta muestra que es posible sumar esfuerzos e implementar las normas y políticas relativas conocidas en seguridad y salud a los laboratorios de patología clínica veterinaria de la Universidad La Salle Bajío.

Si bien este trabajo no pretende incidir en la modificación de la capacidad instalada de los laboratorios, si busca sensibilizar a los lectores sobre la necesidad de contar con manuales de prácticas que definan los agentes biológicos con que se tratará; la capacitación al personal responsable de laboratorios, así como a la comunidad educativa que hace uso de los espacios e indudablemente, y forma no negociable, sobre el correcto uso del equipo de protección personal definido para cada actividad.

Finalmente, y a modo de perspectiva, se aconseja trabajar en el desarrollo de futuros manuales, aplicar la señalética recomendada, cumplir los procedimientos de limpieza de espacios y mesas de trabajo, que aseguran la sanitización adecuada, salvaguardan la salud del personal que trabaja en ello.

## Referencias

- Alados, J., Alcaraz, M., Aller, A., Miranda, C., Pérez, J. y Romero, P. (2009). Diseño de un laboratorio de microbiología clínica. En Cercenado, E. y Cantón, R. (Eds.), *Procedimientos en Microbiología Clínica* (1-24). SEIMC.
- Echeverría, I. (2010). Girolamo Fracastoro y la invención de la sífilis. *Historia, Ciencias, Saúde - Manguinhos*. 17(4), 877-887.
- Gadea, E., Guardino, X. y Rosell, E. (2000). *Prevención de riesgos en el laboratorio: importancia del diseño*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- García, L., y Pérez, A. (2008). Manual de Bioseguridad en el Laboratorio, *Medicina y Laboratorios*, 14(1), 52-84.
- Hernández, A. (2009). Procedimiento de elaboración de mapas de procesos en servicios hospitalarios. *Revista Avanzada Científica*, 123(1), 1-16.
- Lara-Villegas, H., Ayala-Núñez, N. y Rodríguez-Padilla, C. (2008). Bioseguridad en el laboratorio: medidas importantes para el trabajo seguro. *Bioquímica*. 33(2), 59-70.
- Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, [LBOGM], Reformada, Diario Oficial de la Federación, 11 de mayo de 2022, (México).
- Ley General de Salud, [LGS], Reformada, Diario Oficial de la Federación, 07 de junio de 2024, (México).
- López-Moreno, S., Garrido-Latorre, F. y Hernández-Ávila, M. (2000). Desarrollo histórico de la epidemiología: su formación como disciplina científica. *Salud pública de México*. 42(2), 133-143.
- Massieu, Y. (2006). México y su necesaria ley de bioseguridad: intereses económico-políticos y movimiento social. *Estudios sociales*. 14(27), 57-91.
- Muñuzuri, H., Giles, J., Trejo, T., Medina, Y. y Martínez, S. (2019). La importancia de las normas de bioseguridad en la formación profesional odontológica. *Revista Dentista y Paciente*. 1(11), 32-41.
- NOM-001 (2008). Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad. Diario Oficial de la Federación. Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- NOM-004 (2012). Norma Oficial Mexicana NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Salud.
- NOM-006 (2013). Norma Oficial Mexicana NOM-006-SSA2-2013, Para la prevención y control de la tuberculosis. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Salud.
- NOM-017 (2008). Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación. Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- NOM-018 (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación. Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- NOM-026 (2008). Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Diario Oficial de la Federación. Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- NOM-032 (2014). Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2014, Para la vigilancia epidemiológica, promoción, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Salud.
- NOM-037 (2016). Norma Oficial Mexicana NOM-37-SSA3-2016, Para la organización y funcionamiento de los laboratorios de anatomía patológica. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Salud.
- NOM-048 (1993). Norma Oficial Mexicana NOM-048-SSA1-1993, Que establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Salud.

- NOM-087 (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección ambiental – Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo. Diario Oficial de la Federación. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Organización Mundial de la Salud. (2005). *Manual de bioseguridad en el laboratorio*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9241546506> ISBN 92 4354650 3 Clasificación: LC/NLM QY 25
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Manual de bioseguridad en el laboratorio*, 4a ed. Organización Mundial de la Salud. <https://iris.who.int/handle/10665/365600>. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Sánchez, R. y Pérez, I. (2021). Pertinencia del conocimiento y cumplimiento de la bioseguridad para el profesional de la salud. *Humanidades Médicas*. 21(1), p. 239-258.
- SEMARNAT. (2018). *Normatividad en bioseguridad*. Compendio de Estadísticas Ambientales 2018. Recuperado el 08 de julio de 2024. [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio\\_2018/dgeiawf.semarnat.gob.mx\\_8080/ibi\\_apps/WFServlet7cae.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2018/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet7cae.html)
- Universidad Complutense de Madrid. (2024). *Grupos de riesgo*. BiosLab Plataforma de Formación en Bioseguridad en Laboratorios y Animalarios. Recuperado el 08 de julio de 2024. <https://www.visavet.es/es/bioslab/grupos-de-riesgo.php>