**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**LICENCIATURA EN LABORATORIO CLINICO**

****

**TÉCNICAS DE BIOSEGURIDAD APLICADAS AL LABORATORIO DE BIOLOGÍA MOLECULAR EN EL MES DE JULIO DE 2023**

**Presentado por:**

Franklin Alexander Alejo Martínez

**Para optar al grado de:**

Licenciado en Laboratorio Clínico

**Asesor:**

Licda. Karla Stephanie Díaz De López

**Ciudad Universitaria “Dr. Fabio Castillo Figueroa”, El Salvador, agosto, 2023**

# Autoridades de la Universidad de El Salvador

**Rector**

MSc. Roger Armando Arias Alvarado

**Vicerrector Académico**

PhD. Raúl Ernesto Azcúnaga López

**Vicerrector Administrativo**

Ing. Juan Rosa Quintanilla

**Secretario General**

Ing. Francisco Antonio Alarcón Sandoval

# Autoridades de la Facultad de Medicina

**Decano de la facultad de medicina**

Msc. Josefina Sibrían de Rodríguez

**Vicedecano de la facultad de medicina**

Dr. Saúl Díaz Peña

**Secretaria**

Licda. Aura Marina Miranda de Arce

**Directora de la Escuela de Ciencias de la Salud**

Msc. José Eduardo Zepeda Avelino

**Directora de la Carrera de Laboratorio Clinico**

Msp. Miriam Cecilia Recinos de Barrera

# Contenidos

[AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR ii](#_Toc144757203)

[AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE MEDICINA iii](#_Toc144757204)

[CONTENIDO iv](#_Toc144757205)

[AGRADECIMIENTOS v](#_Toc144757206)

[RESUMEN vi](#_Toc144757207)

[INTRODUCCIÓN viii](#_Toc144757208)

[DESARROLLO. 1](#_Toc144757209)

[CONCLUSIÓN 24](#_Toc144757210)

[FUENTES DE INFORMACION 25](#_Toc144757211)

# Agradecimientos

**A Dios,**

Por haberme dado la vida y haberme permitido llegar hasta este momento para cumplir mis metas.

**A mi madre,**

Por cuidar de mí desde siempre, por apoyarme en todo momento, aconsejarme y guiarme siempre por el buen camino, por ser esa madre responsable y la mujer más importante de mi vida a quien debo el ser la persona que soy ahora.

**A mi padre,**

Por ser ese apoyo incondicional en todo aspecto quien siempre creyó en mí, por haberme enseñado tantas cosas y por ser esa figura paterna digna de admirar de quien siempre he estado orgulloso.

**A mi hermano,**

Por apoyarme en los momentos difíciles y siempre brindarme su ayuda cuando más la necesito, por ser una parte fundamental de mi vida y por ser también para mí, un verdadero ejemplo a seguir.

**A mis compañeros y amigos,**

Especialmente quienes formaron gran parte de mi vida. A mis compañeros de universidad con quienes recorrí este largo camino compartiendo tantas experiencias y que pese a las dificultades siempre nos apoyamos unos a otros y salimos adelante, a todos ellos decirle gracias.

**A mis docentes y tutores,**

Todos esos profesionales que a lo largo de mi vida contribuyeron con su semilla de conocimiento, especialmente aquellos que con pasión y esmero daban lo mejor de sí mismos para formar futuros profesionales y que son un gran ejemplo para las siguientes generaciones.

# Resumen

La bioseguridad en el laboratorio requiere un conjunto de normas, técnicas y procedimientos destinados a mantener el control de riesgos laborales procedentes de agentes biológicos, físicos o químicos que atenten contra la salud del trabajador, logrando así la prevención de accidentes y asegurando un ambiente laboral controlado que conlleva a un adecuado y eficiente desarrollo de procedimientos técnicos para la emisión de resultados confiables e inmediatos.

Para el laboratorio de biología molecular, las medidas de bioseguridad aplicadas adquieren un carácter crítico y difieren en varios aspectos a cualquier otro laboratorio convencional con nivel de una bioseguridad inferior a este. Esto se debe a la constante manipulación de material altamente bioinfeccioso y a la posibilidad de trabajar con agentes biológicos altamente peligrosos o tóxicos que representan un potencial riesgo de contraer enfermedades que ponen en peligro la vida y para las cuales pudiera no existir un tratamiento ni vacunas actualmente disponibles.

Las técnicas en bioseguridad incluyen procedimientos para el correcto uso de material y equipo de laboratorio, en especial el que se usa para pruebas de biología molecular, además de normas y protocolos que todo trabajador debe seguir durante sus labores diarias y en caso de accidentes. Incluyen también lineamientos para el manejo y disposición de desechos bioinfecciosos de distinta procedencia.

Las instituciones responsables y la administración de laboratorio tienen la tarea de concientizar constantemente a los trabajadores acerca de la importancia de la bioseguridad en el laboratorio, ya que con ella se resguarda la integridad física y la salud de todos.

**Palabras clave**

Biología Molecular, Bioseguridad, Técnicas, Procedimientos, Riesgos.

**Abstract**

Biosafety in the laboratory requires a set of standards, techniques and procedures aimed at maintaining control of occupational risks from biological, physical or chemical agents that threaten the health of the worker, thus achieving the prevention of accidents and ensuring a controlled work environment. which leads to an adequate and efficient development of technical procedures for the issuance of reliable and immediate results.

For the molecular biology laboratory, the biosafety measures applied acquire a critical nature and differ in various aspects from any other conventional laboratory with a biosafety level below this. This is due to the constant handling of highly bioinfectious material and the possibility of working with highly dangerous or toxic biological agents that represent a potential risk of contracting life-threatening diseases and for which there may be no currently available treatment or vaccines. .

Biosafety techniques include procedures for the correct use of laboratory material and equipment, especially that used for molecular biology tests, as well as standards and protocols that all workers must follow during their daily work and in case of accidents. They also include guidelines for the management and disposal of bioinfectious waste from different sources.

The responsible institutions and the laboratory administration have the task of constantly making workers aware of the importance of biosafety in the laboratory, since it protects the physical integrity and health of all.

**Keywords**

Molecular Biology, Biosafety, Techniques, Procedures, Risks.

# Introducción

Según OMS, La Bioseguridad se define como: Los principios, tecnologías y prácticas de contención que se implementan para prevenir la exposición no intencional a agentes biológicos o su liberación inadvertida.

Los laboratorios constituyen ambientes de trabajo especiales, que pueden presentar riesgos químicos, físicos o biológicos. Uno de los aspectos que debe considerarse en el trabajo de los laboratorios es el cumplimiento de los requisitos de calidad relacionados con la bioseguridad. Para el cumplimiento de ello es necesario establecer e implementar procedimientos estándares generales y particulares para cada laboratorio, disponer de equipos de bioseguridad, y establecer el diseño e instalaciones del laboratorio que den suficientes garantías para ejecutar un trabajo seguro y con la calidad requerida.

En el laboratorio de biología molecular la implementación de estos procedimientos, el manejo adecuado de bioinfecciosos, el correcto uso de equipos de bioseguridad y de protección personal son de carácter sumamente prioritario para el funcionamiento del mismo, debido al nivel de riesgo que conlleva para el profesional, así como para garantizar un resultado confiable. Para ello es necesario capacitar al personal sobre el uso de equipo, implementos y material de laboratorio, también concientizar sobre las buenas prácticas de bioseguridad y procedimientos en caso de accidentes.

En el presente ensayo se describen la evaluación y los niveles de riesgo en el laboratorio, el correcto uso del equipo de protección personal, equipo de laboratorio como la cabina de seguridad biológica, la desinfección y el manejo integral de desechos bioinfecciosos.

# Evaluación de Riesgos.

La evaluación de riesgos es uno de los principios claves de la bioseguridad. Es el proceso que se utiliza para identificar las características de peligrosidad de un organismo infeccioso, las actividades que podrían dar lugar a una exposición, la probabilidad de contraer una enfermedad después de una exposición, y las consecuencias derivadas de una infección. Proporciona la información necesaria para determinar las medidas de bioseguridad adecuadas (especificidades de instalaciones, prácticas microbiológicas, equipos de seguridad, etc.) además permite tomar medidas preventivas para minimizar los riesgos y proteger a los trabajadores.

La evaluación del riesgo biológico se puede hacer en cuatro etapas:

1) **Identificar los peligros del agente biológico**. En estos casos, las características del Agente Biológico a tener en cuenta son: la patogenicidad, la infectividad (virulencia, dosis infecciosa, vía de transmisión y entrada al huésped), el espectro de huésped, la capacidad de supervivencia en el medio, etc.

2) **Identificar los peligros derivados del procedimiento a aplicar**. Se debe tener en cuenta que cualquier manipulación que pueda generar bioaerosoles es considerada peligrosa. Asimismo, la concentración y volumen del agente biológico y los equipos utilizados (por ej. objetos punzantes, etc.) son elementos a tener en cuenta en el análisis.

3) **Evaluar la formación y experiencia del personal participante y la adecuación del equipamiento de seguridad**. El error humano y las malas prácticas pueden poner en peligro la efectividad de las mejores medidas técnicas aplicadas para la protección y prevención de la salud. Un personal que acepta y asume la responsabilidad de velar por la seguridad propia y de los demás es la clave para garantizar un ambiente de trabajo seguro.

4) **Evaluación de resultados.** Se deben enviar el resultado de la evaluación del riesgo las autoridades encargadas de velar por las medidas de bioseguridad en la región para que realice su revisión e implementar las medidas adicionales consideradas.

1. **Nivel de Bioseguridad.**

Con la evaluación de riesgos se establecen todas las condiciones, tanto de infraestructura, equipos, recursos, personal de laboratorio y procedimientos de seguridad que se implementaran, luego se puede definir el nivel de bioseguridad a cumplir.

Los niveles de bioseguridad de un laboratorio se clasifican en 4. Todos los laboratorios de diagnóstico y de atención de salud (de salud pública, clínicos o de hospital) deben estar diseñados para cumplir, como mínimo, los requisitos del nivel de bioseguridad BSL-2, sin embargo, para los laboratorios de biología molecular es necesario que cumplan como mínimo el nivel de bioseguridad BSL-3, debido a su constante manipulación de material altamente bioinfeccioso.

**Nivel de Bioseguridad BSL-2:** (es decir, organismos patógenos o infecciosos) que presentan un riesgo moderado para la salud.

Las prácticas, los equipos, el diseño y la construcción de instalaciones del Nivel de Bioseguridad 2 son aplicables a laboratorios educativos, de diagnóstico, clínicos u otros laboratorios donde se trabaja con un amplio espectro de agentes de riesgo moderado que se encuentran presentes en la comunidad y que están asociados con enfermedad humana de moderada gravedad.

El nivel de bioseguridad BSL-2 incluye: Cabina de Seguridad Biológica (CSB), autoclaves, acceso al laboratorio con puertas con cerradura y cierre automático, debe haber una estación de lavado de fácil acceso, señales de advertencia de peligro biológico, además se deben utilizar las demás barreras primarias que correspondan, tales como máscaras contra salpicaduras, protección facial, batas y guantes.

**Nivel de Bioseguridad BSL-3:** Está concebido e instalado para trabajar con agentes patógenos que suelen provocar enfermedades humanas o animales graves, pero que de ordinario no se propagan de un individuo a otro. Este nivel de contención exige fortalecer los programas de trabajo y de seguridad correspondientes a los laboratorios básicos – niveles de bioseguridad 1 y 2.

Incluye todas las medidas de bioseguridad BSL-2 más las siguientes prácticas para un laboratorio BSL-3: Flujo de aire direccional sostenido para llevar aire al laboratorio desde áreas limpias hacia áreas potencialmente contaminadas (el aire de escape no se puede recircular). Los sistemas de conducción de aire han de estar construidos de modo que sea factible la descontaminación con gases. Debe haber un conjunto de puertas de cierre automático y con cerraduras. Dentro del laboratorio de contención debe haber una autoclave para descontaminar el material de desecho infectado.

En el laboratorio se debe llevar ropa protectora apropiada (batas sin abertura delantera o envolventes, trajes de dos piezas de tipo pijama, gorros y, si corresponde, protección para el calzado o calzado especial). No son apropiadas las batas de laboratorio abotonadas por delante, ni las mangas que no cubran por completo los antebrazos. La ropa de laboratorio no debe usarse fuera de éste y debe descontaminarse antes de enviarla a la lavandería. Toda manipulación abierta de material potencialmente infeccioso debe realizarse dentro de una Cabina de Seguridad Biológica (CSB) u otro dispositivo de contención primaria.

**Nivel de Bioseguridad BSL-4:** El laboratorio de contención máxima – nivel de bioseguridad 4 está concebido para trabajar con agentes biológicos altamente peligrosos o tóxicos que representan un alto riesgo individual de enfermedades que ponen en peligro la vida, estas pueden transmitirse a través de aerosoles, las infecciones causadas suelen ser mortales y para las cuales aún no existe un tratamiento ni vacunas o terapias disponibles.

Antes de construir y poner en funcionamiento un laboratorio de contención máxima se requiere una labor intensiva de consulta con instituciones que tengan experiencia en la utilización de instalaciones de este tipo. Los laboratorios de contención máxima (nivel de bioseguridad 4) en funcionamiento deben estar sometidos al control de las autoridades sanitarias nacionales, u otras autoridades pertinentes.

1. **Equipo de protección personal (EPP)**

El Equipo de Protección Personal (EPP) está diseñado para proteger a los trabajadores de lesiones o enfermedades que puedan ser causadas por la exposición a sustancias peligrosas desde su obtención, transporte y manipulación dentro del laboratorio, hasta su apropiado tratamiento y descarte. Para ejercer su trabajo de manera segura en el laboratorio de biología molecular, el personal debe portar su correspondiente EPP nivel 2 ó nivel 3.

**EPP Nivel 2**

Implementos:

* Uniforme de trabajo
* Gorro quirúrgico desechable
* Lentes de protección o careta
* Mascarilla protectora médica (KN95 o N95)
* Bata impermeable
* Guantes de látex/nitrilo desechables

Puede ser utilizado en los siguientes procedimientos:

* Atención a pacientes ambulatorios, consulta externa y toma de muestra.
* Examen de muestras no respiratorias de pacientes sospechosos o confirmados.
* Procedimientos de traslado de muestras bioinfecciosas.
* Limpieza de instrumental de laboratorio utilizado en muestras de pacientes sospechosos o confirmados.

**EPP Nivel 3**

Implementos:

* Uniforme de trabajo.
* Gorro quirúrgico desechable.
* Lentes de protección o careta.
* Mascarilla protectora médica (KN95 o N95).
* Uniforme médico de protección desechable (mameluco).
* Guantes de nitrilo/látex desechables.
* Zapatones.

Puede ser utilizado en los siguientes procedimientos:

* Procedimientos en los que el paciente sospechoso o confirmado puede expulsar o salpicar secreciones respiratorias, fluidos corporales o sangre.
* Cuando el personal de salud realiza cirugía o necropsia a pacientes sospechosos o confirmados.
* Cuando el personal lleva a cabo pruebas de NAT (Test Ácido Nucleico) dentro del laboratorio de biología molecular.

**Recomendaciones para el uso del Equipo de Protección Personal (EPP)**

Se debe identificar un área limpia en la que se colocará el equipo de protección personal. En dicha área se deberá realizar la limpieza y desinfección de superficies, debe ser suficientemente amplia para permitir la libertad de movimiento y debe tener espacio para recipientes de residuos.

Antes de colocarlo, se debe revisar que el equipo de protección personal se encuentre completo, limpio, integro, sin alteraciones y que sea de su talla. Se debe realizar higiene de manos, con agua y jabón o con un preparado base alcohol isopropílico 60% o etílico al 70%. Retirar todos los objetos personales (anillos, reloj, aretes, cadenas). Si tiene cabello largo, debe recogerlo y sujetarlo. El uso de pijama quirúrgica previo al EPP queda a discreción.

El procedimiento de colocación adecuado de los EPP esta estandarizado por la Organización mundial de la Salud (OMS). El uso del Equipo de protección personal es de amplio uso en procedimientos quirúrgicos y de atención primaria en salud, sin embargo, su uso en el laboratorio de biología molecular obtiene un carácter crítico obligatorio para cualquier labor ejercida dentro del mismo.

1. **Cabina de seguridad biológica (CBS)**

Las cabinas de seguridad biológica (CSB), forman parte de un grupo de equipos destinados a mejorar las condiciones generales bajo las cuales se realizan una gran variedad de actividades en los laboratorios clínicos y de investigación en el área de salud pública. Estas actividades abarcan desde procesos rutinarios para la identificación de microorganismos hasta actividades especializadas de investigación. Son igualmente conocidas como “gabinetes de bioseguridad”, “campanas de flujo laminar”, “purificadores”, entre otros.

Existen tres clases básicas, conocidas como:

* Clase I
* Clase II (Tipos: A, B1, B2 y B3)
* Clase III

Según la Organización Panamericana de la Salud, para trabajar en el laboratorio de biología molecular es recomendado el uso de cabinas de seguridad biológica nivel II o nivel III.

**Cabinas de seguridad biológica Clase II**

Estas cabinas en general, poseen dos rejillas, una frontal y una trasera, a través de las cuales es succionado el aire que circula sobre la superficie de trabajo. Disponen de un filtro HEPA a través del cual se suministra un flujo de aire vertical laminar (filtro HEPA de suministro) que protege el producto y evita la posibilidad de que ocurra una contaminación cruzada en la superficie de trabajo. También disponen de un segundo filtro HEPA a través del cual sale el aire de la cabina (filtro HEPA de extracción). Como consecuencia de esta particularidad del diseño, el aire que circula dentro de la cabina está libre de contaminantes y puede ser reciclado.

Se identifica la cabina como de tipo A, si se recicla el aire dentro del laboratorio. Si se extrae el aire hacia el exterior a través de un ducto, se identifica la cabina como de tipo B.

**Cabinas de seguridad biológica Clase II, Tipo A**

El aire es suministrado verticalmente a la superficie de trabajo a través del filtro HEPA de suministro y fluye libre de partículas de forma laminar minimizando el potencial de contaminación cruzada sobre la superficie de trabajo. Debido al tamaño relativo de los filtros, aproximadamente el 30% del volumen del aire que circula es extraído de la cabina; el 70% restante es recirculado hacia la zona de trabajo.

Estas cabinas se usan para trabajar con agentes de bajo o moderado riesgo biológico. Es prohibido trabajar en este tipo de cabinas con materiales que sean tóxicos o volátiles.

**Cabinas de seguridad biológica Clase II, Tipo B**

Los ventiladores de la cabina extraen el aire de la habitación y una porción del aire que es reciclado por la rejilla frontal, luego pasa a través de un filtro HEPA que se encuentra localizado directamente bajo la superficie de trabajo. El aire, una vez filtrado, fluye hacia la parte superior de la cabina a través de unos conductos localizados a cada lado y a continuación hacia el área de trabajo.

Aproximadamente, el 70% del volumen de aire que fluye dentro de la cabina de forma vertical, es extraído a través de la rejilla trasera, y de allí, a través de un filtro HEPA es extraído del edificio. El 30% restante del volumen es extraído de la cabina a través de la rejilla delantera.

**Cabinas Clase II, Tipo B1**

Deben disponer de un sensor independiente de presión, conectado a un dispositivo que active una alarma y apague el ventilador de la cabina de seguridad biológica en el caso de que ocurra alguna falla en el sistema de extracción. Todo el aire reciclado y extraído pasa a través de dos filtros HEPA en serie. La doble filtración logra una atmósfera mucho más limpia.

Estas cabinas se utilizan cuando se requiere trabajar en condiciones estériles, se puede trabajar con agentes con agentes que requieren nivel de contención 1, 2 ó 3, con cantidades mínimas de materiales tóxicos, volátiles o radiactivos.

**Cabinas Clase II, Tipo B2**

Es una cabina de seguridad biológica de extracción total; el aire no es reciclado ni dentro de la cabina ni hacia el laboratorio. Por esta razón, esta clase de cabinas proporciona contención química/biológica y permite trabajar con agentes biológicos tratados con pequeñas cantidades de químicos tóxicos o inflamables.

El ventilador de suministro succiona aire de la habitación y a través de un filtro HEPA lo envía a la superficie de trabajo de la cabina. El sistema de extracción de la cabina succiona a través de las rejillas delantera y trasera, el aire filtrado. Todo el aire que ingresa a este tipo de cabina es extraído y pasa a través de filtros HEPA y de otros dispositivos (filtros de carbón activado) si es el caso, antes de ser descargado al exterior.

**Cabinas Clase II, Tipo B3**

Esta cabina es similar a la cabina con ducto, tipo A. Recicla el 70% del aire dentro de la cabina. Cualquier fuga en el conducto contaminado se quedará en la cabina y no llegará al medio ambiente.

Permite el uso de mínimas cantidades de químicos no inflamables que deban ser usados con agentes de bajo o moderado riesgo biológico. No deben utilizarse sustancias químicas inflamables ni cantidades que no sean mínimas de químicos tóxicos, radiactivos o volátiles.

**Cabinas de seguridad biológica Clase III**

Es una cabina que se caracteriza por ser totalmente cerrada. Su construcción es sellada a los gases. Suministran máxima protección al trabajador y al ambiente.

La inyección y la extracción del aire a la cabina se realizan a través de filtros HEPA. El aire extraído de la cabina pasa a través de dos filtros HEPA, o de un filtro HEPA y un incinerador de aire, antes de ser descargado al exterior. La ventana es sellada, por lo que la colocación de los materiales dentro de la cabina se realiza a través de una caja de paso, (doble puerta sellada), que puede ser descontaminada entre usos.

Estas cabinas son adecuadas para trabajar con agentes microbiológicos que requirieran contenciones de nivel de bioseguridad 4.

1. **Medidas y procedimientos de bioseguridad en el laboratorio**

**Medidas básicas: Higiene de Manos**

Es la piedra angular para la prevención de las infecciones asociadas a la atención sanitaria.

Se debe utilizar jabón líquido con dispensador o jabón en barra pequeña utilizando jabonera con drenaje o jabón antiséptico, según sea requerido. Usar preferentemente toalla descartable o toalla limpia y seca, de un solo uso. El uso de alcohol gel no sustituye el lavado de manos.

Es necesario lavarse las manos antes e inmediatamente después de:

* Ingresar al área laboral.
* La atención directa a un paciente.
* Usar guantes.
* Realizar actividades de aseo y limpieza.
* Manipular objetos, recipientes materiales o insumos contaminados o potencialmente contaminados.
* Haber tocado mucosas, sangre o fluidos corporales, propios o ajenos que representen riesgo.
* Después de cada cinco aplicaciones del alcohol gel.
* Después de utilizar el servicio sanitario.
* Después de manipular objetos en contacto con el paciente y otros objetos contaminados.
* Antes de manipular material estéril.

El lavado de manos clínico y quirúrgico se debe realizar de acuerdo a los Lineamientos técnicos, emitidos por el MINSAL.

**Uso de guantes**

El personal los debe utilizar siempre que:

* Tenga contacto con mucosas, piel no intacta, sangre u otros fluidos corporales de cualquier persona.
* Se debe emplear un par para cada paciente.
* Limpie instrumentos, equipos y toda superficie contaminada de mobiliarios, pisos, paredes, entre otras.

Se debe tener cuidado de no ponerlos en contacto con manijas, tubería u otros accesorios, descartarlos en el depósito respectivo después de su uso y lavarse las manos al retirárselos.

**Uso del Respirador**

Aquellos que manipulan o se exponen a microorganismos de transmisión por aerosoles deben usar respirador N95. Todas las personas que se exponen a salpicaduras, y aerosoles de fluidos corporales deben usar mascarilla impermeable que cubra la boca y la mucosa nasal, lentes protectores que cubran completamente el área de los ojos o protector facial.

Las mascarillas con o sin protector facial deben ser descartadas después de su uso. Los lentes protectores y el protector facial reutilizable después de su uso, deben ser desinfectados con solución antiséptica.

**Medidas de bioseguridad Generales**

* Se debe disponer de manera accesible con instrumentos o fichas técnicas informativas sobre medidas de bioseguridad colocados de manera visible en las áreas de trabajo del laboratorio.
* Es de gran importancia que todo el personal debe contar con esquema completo de vacunación vigente.
* Disponer de condiciones para el manejo de accidentes laborales, tales como: duchas, lava ojos y contar con un botiquín de emergencia que contenga insumos según el riesgo.
* Las áreas que están destinadas para actividades administrativas, deben ubicarse en lugares de bajo riesgo.
* En las áreas en donde se manipula o almacena material estéril, limpio o contaminado, se almacena residuos o desechos como sangre, orina o secreciones, no se debe permitir el consumo de alimentos y bebidas.
* La institución debe contar con un área específica, exclusiva y en áreas de bajo riesgo, para el consumo de alimentos del personal, cuando fuere requerido.
* La institución debe proporcionar oportunamente al personal el material, insumos, suministros y equipo, en calidad y cantidad necesaria, para el desarrollo de las funciones para las que fue contratado.
* Todo equipo que requiera reparación o manipulación, debe ser limpiado o desinfectado previamente por parte del personal encargado.

**Medidas de Bioseguridad para el Personal**

* Es obligación de todo trabajador(a), cumplir con el uso del equipo de protección personal, y la selección de éste debe ser de acuerdo al riesgo y la actividad a realizar.
* El personal que usa el pelo largo debe mantenerlo sujetado y por arriba del cuello. El gorro protector; debe ser usado correctamente según la técnica establecida cubriendo completamente el cabello y las orejas.
* La mascarilla debe ser descartable, y debe colocarse cubriendo desde la nariz hasta debajo de la barbilla.
* Los lentes protectores se deben usar, siempre y cuando no se disponga de mascarilla con visor y cuando en la manipulación de sangre y fluidos corporales exista riesgo de salpicadura.
* La gabacha clínica debe ser de color blanco y utilizarse completamente cerrada. En caso de labores técnicas en áreas de alto riesgo dentro del laboratorio se debe cumplir el uso estricto de gabachones deben ser de manga larga, con cobertura hasta la rodilla e impermeables.
* No se debe utilizar el gabachón, uniforme de trabajo u otro equipo de protección personal, fuera de los ambientes para los que está destinado su uso.
* Todo trabajador(a) inmunodeprimido(a) o con procesos infecciosos o de riesgo, se debe ubicar en áreas o actividades de bajo riesgo, que no lo expongan a él (ella) o a otros.
* El personal que circula o permanece en las áreas administrativas lo debe hacer sin equipo de protección personal, ni gabacha de atención directa o vestimenta para uso en áreas de riesgo.
* Los guantes estériles, deben ser utilizados como parte de la técnica aséptica y utilizar un par por cada paciente y por actividad.
* Usar guantes limpios como barrera protectora del personal y utilizar un par por cada paciente y por actividad, o cuando se ponga en contacto con mucosas, piel no intacta, sangre u otros fluidos de cualquier persona.
* El personal debe usar guantes de hule reutilizables, cuando limpie instrumentos, equipos y toda superficie contaminada, tales como: mobiliarios, paredes, pisos entre otros.
* No debe tocarse los ojos, nariz u otra mucosa o piel expuesta, ni tocar otro material o equipo ajeno a las actividades que realiza, con las manos enguantadas.
* El calzado debe ser cerrado que cubra completamente los pies, resistente, impermeable y antideslizante. Debe usar delantal impermeable cuando se exponga a humedad y salpicaduras, el cual debe ser desinfectado después de su uso.
* No debe portar anillos, brazaletes, reloj de puño, collares y otros adornos en cara, manos, cuello y cabello.

**Medidas estándares de bioseguridad para asepsia, limpieza y uso de antisépticos**.

La transmisión de microorganismos de un reservorio a un hospedero susceptible, puede prevenirse con la interrupción de la cadena de transmisión de enfermedades, con el cumplimiento de técnicas de asepsia y desinfección. Con estas técnicas, se logra la eliminación o disminución de microorganismos patógenos.

**Asepsia**

De manera estándar se debe realizar siempre limpieza mecánica de la piel del paciente con agua y jabón. Un lavado de manos, clínico o quirúrgico según sea requerido para procedimientos específicos dentro del laboratorio debe realizarse con gluconato de clorhexidina al 4% o yodopovidona. Los factores que afectan la asepsia son:

* Ubicación y cantidad de microorganismos.
* Resistencia de los microorganismos.
* Concentración de los agentes.
* Factores ambientales.
* Presencia de materia orgánica
* Duración de la exposición

**Limpieza**

Es el primer paso de la desinfección. La limpieza en áreas técnicas siempre debe ser la misma, de las partes más limpias a las más contaminadas, de arriba hacia abajo. La frecuencia y productos a utilizar dependen del nivel de contaminación del equipo o área física.

Las áreas críticas que requieren desinfección de alto nivel con limpieza en húmedo, lavado profundo de las superficies de paredes y pisos, debe realizarse al menos una vez a la semana utilizando cepillado en ranuras con agua y jabón, luego enjuagar y aplicar desinfectante (hipoclorito de sodio 5000 ppm). El material de aseo es exclusivo para estas áreas.

La limpieza recurrente es diaria y se hace con agua y jabón. En áreas semi-críticas, la limpieza requerida es de nivel intermedio, es a diario con trapeador humedecido en solución desinfectante de nivel intermedio como es el hipoclorito de sodio a 200 ppm o un jabón a base de amonio cuaternario. En Áreas no críticas o generales, su limpieza y desinfección requerida es de bajo nivel utilizando agua y jabón a base de amonio cuaternario.

**Recomendaciones para uso de antisépticos y desinfectantes.**

La transmisión de infecciones cruzadas por microorganismos patógenos presentes en objetos inanimados, se puede reducir o eliminar por medio de diversos niveles de desinfección utilizando antisépticos y desinfectantes.

Los antisépticos, no hay que mezclarlos o modificar la concentración recomendada por el fabricante y según el procedimiento a realizar, debe conservarlos en su recipiente original y debidamente tapados en áreas secas y protegidas de la luz. Si se trasiega hacerlo en frasco vacío, el sobrante no debe regresarse al recipiente original. Asegurarse de vigilar siempre la fecha de vencimiento de los mismos y cumplir la esterilización o desinfección a superficies limpias y secas por el tiempo requerido.

Las preparaciones de desinfectantes y antisépticos tienen que ser frescas, de no más de veinticuatro horas, respetar la concentración, eliminación de restos de materia orgánica antes de aplicar el desinfectante, cumplir el tiempo de exposición señalado por el fabricante y tener en cuenta la resistencia de los microorganismos al agente químico.

**Procedimiento en caso de derrame biológico:**

Los accidentes dentro del laboratorio son comunes, a pesar de poseer medidas y protocolos de bioseguridad siempre hay posibilidad de que ocurran. Entre los más comunes en el laboratorio de biología molecular se encuentran los derrames biológicos. Estos requieren un manejo especial, debido a la alta concentración de microorganismos patógenos que puedan estar presentes.

Para ello es de gran importancia contar con un Kit de derrame biológico y una lista de procedimientos a seguir para controlar el derrame de sustancias biológicas, citotóxicas o químicas que representan una verdadera urgencia. Este debe estar presente en cada área de trabajo técnico dentro del laboratorio y debe contar con los siguientes implementos:

* Agente desinfectante.
* Escoba pequeña.
* Palita.
* Bolsa roja para desechos bioinfecciosos.
* Contenedor de desechos punzocortantes
* Forceps/Pinzas
* Papel Absorbente
* Señales de precaución
* Equipo de protección personal
* Gabacha descartable
* Guantes (nitrilo y/o neopropeno)
* Zapateras desechables (resistentes al agua)
* Mascarilla (quirurjica o N95)
* Gafas de protección ocular y/o protección facial
* Instrucciones para su correcta colocación y descarte

El procedimiento en caso de derrames debe ser estandarizado para cada área de trabajo técnica dentro del laboratorio, este debe estar señalizado y colocado en un lugar visible al acceso de todo el personal. Consta de los siguientes pasos:

1. **Alertar** a las personas que se encuentren próximas al área de derrame.
2. **Evaluar** el nivel de riesgo que representa la cantidad de material biológico derramado. Si es de alto riesgo llamar inmediatamente al oficial de bioseguridad.
3. **Utilizar** los materiales del “Kit de derrames” es importante colocarse el equipo de protección personal necesario (preferiblemente nivel 3).
4. **Cubrir** con papel absorbente el área del derrame y aplicar el desinfectante en toda el área iniciando desde el exterior hasta el interior, dejar actuar el desinfectante por lo menos 30 minutos y esperar afuera de la zona de derrame.
5. **Recoger** con la ayuda de una escobilla y una palita el material contaminado, descartar el material de vidrio en el contenedor de objetos punzocortantes bioinfecciosos.
6. **Limpiar** nuevamente toda el área utilizando papel toalla desechable humedecido con desinfectante.
7. **Retirar** el equipo de protección personal siguiendo las instrucciones de retiro y descarte seguro.
8. **Comunicar** al oficial de bioseguridad y/o jefe inmediato sobre el incidente y documentar el incidente.

Es importante que, durante el procedimiento, mantener la calma en todo momento. Un correcto manejo de una situación de emergencia depende de la persona que lo lleva a cabo.

1. **Transporte de sustancias infecciosas**

Antes de iniciar el proceso de transporte, es importante definir qué es lo que se está enviando y si se trata de una sustancia infecciosa. Si es probable que el material que se va a transportar contenga agentes biológicos capaces de causar enfermedades en seres humanos o animales, entonces se trata de una sustancia infecciosa.

La sustancia debe clasificarse en función de la composición de los materiales y del nivel de riesgo que presente para la salud humana o animal. Esta clasificación se utilizará para asignar a la sustancia una designación oficial de transporte y un número que se empleará en todos los componentes de la preparación del embalaje/envasado, incluida su composición, marcado, etiquetado y documentación.

Una vez clasificado como mercancía peligrosa, el material debe subclasificarse en función de su composición, del tipo de agente biológico presente y de la gravedad o el daño que pueda causar dicho agente biológico.

Las sustancias infecciosas, para su transporte, se clasifican en 3 categorías:

**Categoría A**

Una sustancia infecciosa se clasifica en la categoría A cuando se transporta en una forma que, en el caso de exposición a ella, podría causar una discapacidad permanente o una enfermedad mortal o potencialmente mortal en seres humanos o animales sanos.

En otras palabras, si la sustancia sale del embalaje/envase protector utilizado durante el transporte, podría tener graves consecuencias para la salud de cualquier ser humano o animal que haya estado en contacto con ella.

**Categoría B**

Las sustancias infecciosas se subclasifican en la categoría B cuando contienen agentes biológicos capaces de causar infección en seres humanos o animales, pero que no cumplen los criterios de la categoría A; es decir, las consecuencias de una infección no se consideran gravemente discapacitantes o potencialmente mortales. La mayoría de los envíos de sustancias infecciosas pueden transportarse de conformidad con la categoría B.

**Muestras Exentas**

Las muestras exentas de origen humano o animal son aquellas en las que la probabilidad de presencia de agentes biológicos patógenos es baja o mínima. Este tipo especial de exención incluye los especímenes que se transportan para pruebas que no están relacionadas con enfermedades infecciosas; por ejemplo, pruebas para el análisis de sangre o de indicadores de orina (colesterol, glucosa, hormonas, drogas), biopsias, en los casos en los que no se sospecha una infección.

Se requiere una opinión profesional sólida para determinar si un espécimen puede ser eximido bajo esta definición, basado en el historial médico, los síntomas y las circunstancias endémicas e individuales que rodean la fuente del espécimen.

Cuando un paquete de sustancias infecciosas se transporta entre el punto de origen, las unidades de transporte de carga, los almacenes y su destino, puede estar sujeto a desafíos, entre los que se incluyen son: el movimiento, las vibraciones, los cambios de temperatura, la humedad y la presión; por lo tanto, es esencial que el embalaje/envasado utilizado para el envío de sustancias infecciosas sea de buena calidad y lo suficientemente resistente.

**Sistema básico de Embalaje/envasado Triple**

Las sustancias infecciosas deben estar dentro de un sistema de embalaje/envasado de tres capas:

1. **Recipiente primario**. Contiene la sustancia infecciosa, debe ser hermético e impermeable a la sustancia que contiene; es decir, deberá ser a prueba de fugas si la sustancia es líquida, o a prueba de derrame si la sustancia es un sólido. Deberá estar debidamente etiquetado en cuanto a su contenido, no debe perforarse, romperse, debilitarse o verse afectado al entrar en contacto con la sustancia infecciosa. Si la sustancia infecciosa está en forma líquida o semilíquida, el recipiente primario debe estar envuelto en el suficiente material absorbente en caso de rotura o fuga.
2. **Recipiente secundario**, un segundo embalaje/envase hermético e impermeable o a prueba de derrames para encerrar y proteger el recipiente primario. Se utiliza para cubrir y proteger el recipiente primario y su material absorbente. Podrán colocarse varios recipientes primarios en un solo embalaje/envase secundario, siempre que contengan sustancias infecciosas de la misma clase. Si el recipiente primario es frágil, cada uno de estos debe envolverse y colocarse en el embalaje/envase secundario de forma individual o de manera que se impida el contacto entre sí. Puede ser necesario un material de amortiguación para asegurar los recipientes primarios dentro del embalaje/envase secundario.
3. **Embalaje/envase exterior**, una tercera capa exterior de embalaje/envasado que se utiliza para proteger el embalaje/envase secundario de daños físicos durante el transporte. Esta capa debe tener una resistencia adecuada al peso, tamaño y composición de los paquetes interiores, a fin de garantizar la protección de los mismos. Deben acompañarse con los formularios de datos de espécimen, cartas, documentación suplementaria y otros tipos de información que identifiquen o describan la sustancia infecciosa, estos deben colocarse entre el embalaje/envase secundario y las capas externas del embalaje/envasado.

**Transporte de la muestra.**

Las muestras deben ser trasladas al laboratorio donde se procesarán en un plazo de 24-72 horas después de la toma. Si las muestras por alguna razón no se pueden trasladar al Laboratorio correspondiente, el mismo día de la toma, se debe refrigerar de 2-8 °C.

El responsable del transporte debe ser por personal capacitado, que conozca el riesgo biológico del material que está transportando y la importancia de tener todas las precauciones para la biocustodia y viabilidad de las muestras.

1. **Manejo integral de desechos bioinfecciosos**

El manejo integral de residuos bioinfecciosos es una actividad que tiene como propósito: reducir el riesgo que implican los residuos o desechos bioinfecciosos para la salud y cortar la cadena de transmisión de enfermedades producto de una inadecuada manipulación de este tipo de desecho.

El manejo de este tipo de desechos implica una serie de etapas que abarcan desde su generación hasta su disposición final:

**Paso 1: Clasificación**

Los desechos bioinfeciosos tienen diferente procedencia, estos se clasifican en:

* **Infecciosos:** Desecho impregnado con fluidos corporales que contiene agentes patógenos con capacidad de producir infección.
* **Punzocortante:** Material u objeto utilizado que tiene la capacidad de penetrar, causar heridas y/o cortar y que ha estado en contacto con sangre o materiales provenientes de humanos o animales.
* **Patológicos:** Muestra de tejido, placenta o membrana, fluido u otros resultados de las diferentes actividades de atención en salud o trabajo de laboratorio.

**Paso 2: Separación** **y** **Envasado**

Los desechos infecciosos se deben envasar en bolsas plásticas de color rojo impermeables, de espesor de 100 a 200 micras, dimensiones mínimas de 16” x 24” y capacidad de 8 a 10 kilos. Todas las áreas de generación, como atención a pacientes y laboratorio, deben contar al menos con un recipiente plástico y su respectiva bolsa plástica. Estas se deben llenar hasta un máximo de ¾ partes de su capacidad, con el objeto que el personal de limpieza tenga espacio para manipularlas y colocarlas en las cajas de embalaje.

Los desechos punzo cortantes, deben depositarse en envases preferentemente de material plástico rígido, resistentes a la perforación. Se recomienda utilizar en el envase una solución de hipoclorito de sodio con una concentración del 0.5 % como mínimo. Para evitar accidentes en el personal generador y manipulador de desechos punzocortantes, las agujas descartadas deben encapsularse con la técnica de una mano antes de depositarlos en los envases de plástico correspondientes.

Los desechos patológicos solidos deben colocarse en bolsas de plástico color amarillo con espesor mínimo de 300 micras, debidamente identificado. Las muestras de naturaleza líquida o semilíquida deben depositarse en un recipiente de plástico color amarillo con tapa hermética.

**Paso 3: Almacenamiento temporal**

Se debe disponer de algún tipo de dispositivo o recipiente exclusivo para su almacenamiento temporal. Este almacenamiento deberá realizarse en una zona separada y alejada de los lugares donde se realizan las actividades de asistencia a las personas adultas mayores.

Es importante indicar que este tipo de almacenamiento debe evitar las altas temperaturas, la humedad y la presencia de animales o insectos que dañen las bolsas. Asimismo, este tipo de almacenamiento no deberá superar las 72 horas.

**Paso 4: Recolección y transporte interno**

Se deberá disponer de algún tipo de dispositivo o recipiente exclusivo para la recolección y transporte, así como rutas definidas dentro de las instalaciones para este fin, evitando los lugares donde se hayan realizado labores técnicas. También deberá ser manipulado en todo momento por personal designado y capacitado para esta labor, hasta su transporte fuera de las instalaciones.

**Paso 5: Tratamiento y disposición final**

Los desechos infectocontagiosos deberán ser tratados por métodos físicos o químicos, deberán garantizar la eliminación de microorganismos patógenos y contar con sistemas de control de la efectividad del proceso.

Este tipo de tratamientos solo los podrán realizar los establecimientos especializados para tales fines y que cuenten con la autorización del Ministerio de Salud. Por lo que el manejo y biocustodia del personal de laboratorio concluye con el correcto embalaje y transporte de los desechos bioinfecciosos.

# Conclusión

Todos los laboratorios de diagnóstico y atención en salud (de salud pública, clínicos o de hospital) que además realizan pruebas de biología molecular, deben estar diseñados para cumplir, como mínimo, los requisitos de los niveles de bioseguridad 2 y 3 según la Organización Panamericana de la Salud. Además de disponer de recursos técnicos prioritarios que proveen protección y seguridad al personal que realiza labores técnicas con alto riesgo de exposición a sustancias peligrosas, como lo es equipo de protección personal (EPP), entre otros.

Así mismo, la aplicación de técnicas y procedimientos de bioseguridad dentro del laboratorio, es de suma importancia para la obtención de resultados precisos y confiables y para minimizar los accidentes inesperados durante cualquier proceso, tanto analítico, de atención al paciente, administrativo o de limpieza y disposición de desechos.

Para ello es necesario que tanto la institución como el personal técnico acaten las medidas necesarias, establecidas dentro de la misma institución y las estandarizadas internacionalmente, concientizando y capacitando de manera constante a los trabajadores sobre diferentes procedimientos de bioseguridad que lograran un ambiente de trabajo controlado y en la medida de lo posible, libre de riesgos.

La bioseguridad es una doctrina de comportamiento encaminada a lograr aptitudes y conductas que, en caso del trabajador de salud, disminuyen el riesgo de adquirir infecciones en el medio laboral; siendo importante recalcar que es responsabilidad de todos los trabajadores sin excepción el implementar estas buenas prácticas por el bien de todos.

# Fuentes de información

1. UAB-Universitat Autónoma de Barcelona. (2023). Evaluación del riesgo biológico. Uab.cat. <https://www.uab.cat/web/control-del-riesgo-biologico/evaluacion-del-riesgo-biologico-1345767063528.html>.
2. Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2008). Manual de Bioseguridad en el laboratorio. (8a ed.). Editorial Edimeco.
3. Ministerio de Salud de el Salvador [MINSAL] (2021) Lineamientos Técnicos sobre bioseguridad. (1ª ed.).
4. Ministerio de Salud de el Salvador [MINSAL] (2021) Lineamientos Técnicos para el uso apropiado de equipos de protección personal por la pandemia de COVID-19. (1ª ed.).
5. Ministerio de Salud de el Salvador [MINSAL] (2020) Lineamientos técnicos para realizar pruebas para el diagnóstico de covid-19 en los laboratorios clínicos del sistema nacional integrado de salud. (1ª ed.).
6. Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2002). Cabinas de Seguridad Biológica. (1a ed.). Biblioteca sede OPS.
7. Mendoza E.A. (3 de junio de 2014) “Buenas prácticas de laboratorio especificaciones”. Diario Oficial. <https://www.medicamentos.gob.sv/wp-content/uploads/2022/09/RTS-BUENAS-PRACTICAS-DE-LABORATORIO-CLINICO.pdf>
8. Liang T. (2020). Handbook of COVID 19 Prevention and Treatment. (1a ed.). Zhejiang University School of Medicine.
9. Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2019). Guía sobre la reglamentación relativa al transporte de sustancias infecciosas 2019–2020. (1a ed.). Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0 IGO.
10. Ministerio de Salud de el Salvador [MINSAL] (2020) Aplicación de la normativa de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas en instituciones públicas. (1ª ed.).
11. Instituto de salud publica de Chile (2021) Guía Técnica para el transporte de sustancias infecciosas. (1ª ed)
12. Instituto Nacional de aprendizaje. (2022) Protocolo para el manejo integral de desechos bioinfecciosos. <https://www.ina-pidte.ac.cr/pluginfile.php/78207/mod_resource/content/2/Recurso%20did%C3%A1ctico%20no.%2019%20Manejo%20integral%20de%20residuos%20bioinfecciosos.pdf>.
13. Ministerio de Salud de el Salvador [MINSAL] (2019) Lineamientos de Bioseguridad. (1ª ed.).
14. Alas T. (2023) “Clase 6 bioseguridad en el laboratorio”. Laboratorio Nacional de Salud Pública.
15. Alas T. (2023) “Clase 7 bioseguridad en el laboratorio II”. Laboratorio Nacional de Salud Pública.
16. Alas T. (2023) “Clase 8 manejo integral de desechos bioinfecciosos”. Laboratorio Nacional de Salud Pública.
17. Vasquez R.C. (2023) “Transporte de muestras de acuerdo a normativa IATA”. Laboratorio Nacional de Salud Pública.
18. Alas T. (2023) “Biocustodia en el Laboratorio Clínico”. Laboratorio Nacional de Salud Pública.