

## Bioseguridad y buenas prácticas para los laboratorios de microbiología en el contexto de la pandemia causada por el SARS-CoV-2

María Mercedes Panizo<sup>a,\*</sup>, Giuseppe Ferrara<sup>b</sup>, Vera Reviakina<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Sociedad Venezolana de Microbiología. <sup>b</sup>Laboratorio Bioanalítico Referlab. Caracas, Venezuela.

Recibido 30 de diciembre de 2020

**Resumen:** A propósito de la pandemia causada por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2 es pertinente hacer una revisión actualizada sobre la bioseguridad y buenas prácticas de trabajo para laboratorios de microbiología. La definición de bioseguridad comprende los principios, técnicas y prácticas de contención que se implementan para prevenir la exposición no intencional a microorganismos patógenos y toxinas. En esta revisión se tratarán los niveles de seguridad biológica y grupos de riesgo de microorganismos, aspectos de bioseguridad a considerar durante el procesamiento de muestras en los laboratorios de microbiología, la evaluación del riesgo, la higiene y desinfección de las manos, el uso de los equipos de protección personal, el proceso de descontaminación incluyendo los desinfectantes y métodos de desinfección más utilizados, y finalmente el manejo de los desechos. Los laboratorios de microbiología están en la obligación de aplicar las normas de bioseguridad para el procesamiento de todas las muestras clínicas, incluyendo aquellas provenientes de los pacientes con la COVID-19. El personal del laboratorio debe estar debidamente capacitado en la aplicación de los principios, técnicas y prácticas de contención para prevenir la exposición a los microorganismos patógenos y la adquisición de infecciones asociadas a la atención en salud.

**Palabras clave:** bioseguridad; buenas prácticas de laboratorio; COVID-19; laboratorios de microbiología; SARS-CoV-2.

## Biosafety and good microbiology laboratory practices in the context of the pandemic caused by SARS-CoV-2

**Abstract:** Regarding the pandemic caused by the new SARS-CoV-2 coronavirus, it is pertinent to make an updated review on biosafety and good microbiology laboratory practices. The definition of biosafety comprises the principles, techniques, and containment practices that take place to prevent unintentional exposure to pathogens and toxins. This review will address biological safety levels and risk groups of microorganisms, aspects to consider during the processing of samples in microbiology laboratories, risk assessment, hygiene and disinfection of hands, use of personal protective equipment, decontamination process including the most widely used disinfectants and disinfection methods, and finally waste management. Microbiology laboratories are required to apply biosafety standards for the processing of all clinical samples, including those from patients with COVID-19. Laboratory personnel must be properly trained in the application of containment principles, techniques and practices to prevent exposure to pathogenic microorganisms and the acquisition of healthcare-associated infections.

**Keywords:** biosafety; good laboratory practices; COVID-19; microbiology laboratories; SARS-CoV-2.

\* Correspondencia:  
E-mail: mmpanizo@gmail.com

### Introducción

Desde que el nuevo coronavirus SARS-CoV-2 (en inglés *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*) empezó a propagarse por el mundo, hemos aprendido mucho acerca de su comportamiento a nivel hospitalario y comunitario, así como sobre las medidas de prevención de la enfermedad que produce, la COVID-19 (en inglés *Coronavirus Disease 2019*); aunque todavía quedan muchos aspectos por conocer,

lo estaremos haciendo a través del tiempo, mientras dure la pandemia. A pesar de las devastadoras consecuencias económicas y socio-políticas que se profundizaron a raíz del confinamiento poblacional, numerosas pérdidas de vidas humanas, colapso de los sistemas sanitarios, cierre de fronteras, escasez alimenticia y alto costo de la vida, en la mayoría de los países en vías del desarrollo (incluyendo el nuestro), debemos resaltar que la pandemia está produciendo algo positivo -un avance en la investigación

científica sin precedentes- como es el desarrollo de vacunas y fármacos para el tratamiento de esta enfermedad. También se han producido investigaciones donde la participación del personal del sector salud (médicos, bioanalistas, técnicos, enfermeros, entre otros) ha sido fundamental en las actividades de prevención y diagnóstico de la COVID-19 [1].

En este artículo consideramos pertinente hacer una revisión actualizada sobre la bioseguridad y buenas prácticas de trabajo para laboratorios de microbiología, a propósito de la pandemia causada por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2. Para comenzar, es importante recordar algunas definiciones que generan confusión, debido a la traducción inadecuada de sus términos en inglés y a su uso indistinto en español, independientemente del contexto (medicina, alimentación, agricultura, biotecnología, terrorismo, entre otros).

La palabra Bio, en español e inglés, significa vida u organismo vivo, según los prestigiosos Diccionario de la Lengua Española (<https://dle.rae.es/bio->) y Diccionario Merriam-Webster (<https://www.merriam-webster.com/dictionary/bi-#h2>), respectivamente. Las palabras en inglés “*Safe*” y “*Secure*” se traducen como “Seguro(a)” y “Protegido(a) o a salvo” y suelen ser considerados como sinónimos. Estableciendo el significado y la diferencia entre estas dos palabras, podemos proceder a definir algunos términos compuestos:

- Bioseguridad o Seguridad Biológica (*Biosafety*): es el conjunto de principios, técnicas y prácticas de contención que se implementan para prevenir la exposición no intencional a patógenos y toxinas, o su liberación accidental [2-4].
- Bioprotección o Protección Biológica (*Biosecurity*): conjunto de medidas de protección de la institución y del personal destinadas a reducir el riesgo de pérdida, robo, uso indebido, desviaciones o liberación intencional de patógenos o toxinas [2-4].

Aunque la traducción literal que se realiza generalmente del término *Biosecurity* es “Bioseguridad”, en la tercera y cuarta edición del Manual de Bioseguridad en el Laboratorio de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se diferencia del término *Biosafety*. Otra traducción muy utilizada del término *Biosecurity*, propuesta por la delegación de habla hispana de la Convención sobre Armas Biológicas y Toxinas (CABT o BMW por las siglas en inglés de *Biological Weapon Convention*), es Biocustodia [5].

Al relacionar estos términos al laboratorio, sus definiciones no cambian, simplemente se adaptan a su uso en el laboratorio clínico o de microbiología. Sin embargo, la Guía de Bioprotección en el Laboratorio [4] incluye dos definiciones para el manejo de riesgos biológicos, que si bien son similares a la definición previamente mencionada, son un poco más específicas y descriptivas:

- Bioprotección en el laboratorio: conjunto de medidas de protección y control del laboratorio y del personal, así como la responsabilidad sobre los materiales biológicos valiosos dentro de los laboratorios, diseñadas para evitar su acceso no autorizado, pérdida,

robo, uso indebido, desvío o liberación intencional. La traducción literal y más utilizada es Bioseguridad en el Laboratorio y genera confusión y polémica.

- Materiales biológicos valiosos (MBV): son aquellos que requieren (según sus propietarios, usuarios, custodios, cuidadores o reguladores) supervisión administrativa, control, rendición de cuentas y medidas específicas de protección y seguimiento en los laboratorios, para proteger su valor económico e histórico (de archivo) y para proteger a la población de su potencial para causar daño. Los MBV pueden incluir patógenos y toxinas, así como organismos no patógenos, cepas de vacunas, alimentos, organismos genéticamente modificados, componentes celulares, elementos genéticos y muestras extraterrestres.

Las medidas de bioprotección en el laboratorio implícitamente ayudan a prevenir las posibles infecciones que se pueden adquirir en el mismo. Estas últimas, sumadas a los accidentes y lesiones, generan consecuencias que no solo afectan al personal que las sufre, sino también a los compañeros de trabajo, la institución hospitalaria, la comunidad (incluyendo familiares y amigos) y el medio ambiente. Los factores que influyen en la bioprotección en el laboratorio clínico y de microbiología son el volumen de las muestras biológicas, la patogenicidad de los microorganismos, la salud del personal, las vías de exposición, la carga de trabajo, y particularmente el conocimiento y la experiencia que tenga el personal sobre las buenas prácticas de laboratorio [6]. Sobre este último punto, la cuarta edición del Manual de Bioseguridad en el Laboratorio de la OMS [3] incluye una definición de buenas prácticas y procedimientos microbiológicos: es un código básico de prácticas de laboratorio aplicable a todo tipo de actividades con agentes biológicos, incluyendo comportamientos generales y técnicas asépticas que siempre deben observarse en el laboratorio. Estas prácticas y procedimientos sirven para proteger al personal del laboratorio y a la comunidad de infecciones, prevenir la contaminación del medio ambiente e implementos de trabajo durante su uso.

La seguridad en los laboratorios clínicos y de microbiología debe contemplar programas de calidad y abordaje de riesgos, incluyendo todos los aspectos relacionados a la actividad del laboratorio como la capacitación del personal, las buenas prácticas de trabajo, el uso adecuado de reactivos, materiales y equipos, el transporte seguro de las muestras biológicas y los microorganismos, la esterilización final y destrucción de estos últimos, entre otros [6].

Los laboratorios de microbiología deben conocer los riesgos que manejan e implementar prácticas seguras de trabajo, usar equipos de protección (barreras primarias) y asegurar el diseño y construcción de las instalaciones (barreras secundarias), para la protección de su personal en el manejo de los microorganismos patógenos. Los equipos de protección incluyen gabinetes de seguridad biológica (GSB) y equipos de protección personal (EPP) como mascarillas, gorros, guantes y batas desechables [2,3,7].

La Organización Internacional de Normalización (*International Organization for Standardization*, ISO) ha desarrollado normas destinadas a mejorar la calidad de los laboratorios clínicos, entre las que se encuentran la norma ISO 15189:2012 (Laboratorios Médicos - Requisitos de Calidad y Competencia) [8] y la norma ISO 15190:2020 (Laboratorios médicos: Requisitos de Seguridad) [9]. Estas normas representan una guía para la implementación de programas de calidad, seguridad y abordaje de riesgos, que incluyen la elaboración de manuales de calidad y seguridad, auditorías, evaluaciones de riesgos y mantenimiento de registros como evidencia.

Es importante destacar que en Venezuela existe la Norma COVENIN 2340-2:2002 [10], que en su segunda parte se ocupa del aspecto de bioseguridad en los laboratorios, la cual se basó en los manuales de bioseguridad de los Centros para el Control de Enfermedades Infecciosas (CDC, por sus siglas en inglés) y de la OMS. Desafortunadamente, esta norma no ha sido actualizada, mientras que los manuales mencionados anteriormente sí disponen de ediciones más recientes [2,3,7].

### Bioseguridad en el laboratorio de microbiología

*Niveles de seguridad biológica y grupos de riesgo de microorganismos:* El término “contención” o nivel de bioseguridad (NBS) se emplea para describir los métodos que hacen seguro el manejo de materiales infecciosos en un laboratorio de microbiología. Existen cuatro niveles de bioseguridad (NBS-1, NBS-2, NBS-3 y NBS-4) y su implementación determina las barreras primarias y secundarias para trabajar con los microorganismos patógenos, clasificados por la OMS en cuatro grupos de riesgo (GR): en el GR-I se ubican los microorganismos con escaso riesgo individual; en el GR-II se encuentran los microorganismos con riesgo individual moderado; el GR-III alberga a los microorganismos con riesgo individual elevado, y el GR-IV agrupa a los microorganismos con alto riesgo individual, comunitario y ambiental, que causan infecciones graves, potencialmente mortales y para los cuales no existe tratamiento ni vacunas [2,3,7].

A cada NBS le corresponden prácticas de laboratorio específicas (Tabla 1), que incluyen equipos de protección personal (EPP), GSB, acceso restringido, diseño particular del laboratorio y otras medidas para garantizar al personal un ambiente de trabajo seguro [2,3,7]:

- NBS-1: corresponde al laboratorio básico que se utiliza para la docencia y no requiere el uso de equipos de protección especiales.
- NBS-2: requiere prácticas, equipos y medidas adecuadas para laboratorios clínicos, con acceso restringido y uso de GSB para trabajar con las muestras contentivas de los microorganismos patógenos que pueden formar aerosoles.
- NBS-3: requiere prácticas, equipos y medidas adecuadas, incluyendo el diseño del laboratorio con presión de aire negativa y extremando las medidas de

Tabla 1. Resumen de requerimientos operacionales en el laboratorio según el NBS.

NBS	Acceso restringido	Presión del aire negativa	Prácticas de laboratorio estandarizadas	Uso de EPP	Gabinete de seguridad biológica
1	+	-	NBS-1	+	-
2	+	-	NBS-2	+	+/-
3	+	+	NBS-3	+	+
4	+	+	NBS-4	+	+

Elaboración por los autores. NBS: nivel de bioseguridad; EPP: equipos de protección personal; (-): no se aplica; (+): se aplica; (+/-): se aplica si se forman aerosoles y no se aplican cuando no hay formación de aerosoles.

protección, tanto del personal como ambiental, donde se manejan los microorganismos que pueden transmitirse por aerosoles y causar infecciones graves.

- NBS-4: incluye prácticas, equipos, medidas de protección extremas, ubicación del laboratorio en una edificación aparte, con presión de aire negativa, garantizando la protección extrema al personal y ambiental, donde se manejan los microorganismos que pueden transmitirse vía aerosol causando las enfermedades graves y potencialmente mortales para los cuales no existe tratamiento conocido ni vacuna.

*Aspectos de bioseguridad a considerar durante el procesamiento de muestras en los laboratorios de microbiología:* Coincidiendo en el tiempo con la aparición del SARS-CoV-2, la OMS y las comunidades científicas y gubernamentales a nivel mundial, han trabajado sin cesar en la elaboración de medidas de prevención para la COVID-19, y también se han visto en la necesidad de actualizar guías, manuales y documentos normativos para los laboratorios clínicos, de microbiología y de investigación involucrados en el diagnóstico de esta enfermedad. Como ejemplo de este esfuerzo, la OMS ha editado varios documentos provisionales y publicó recientemente la cuarta edición del Manual de Bioseguridad para Laboratorios [3], ya disponible en la Internet, la cual sustituye oficialmente a la tercera edición.

El documento provisional de la OMS sobre “Orientaciones de bioseguridad en el laboratorio relacionado con la COVID-19”, publicado 13 de mayo del 2020 [11], contiene información adicional y relevante sobre los aspectos de bioseguridad más importantes relacionados con el diagnóstico de la enfermedad, los cuales complementan a los ya incluidos en la tercera edición del Manual de Bioseguridad para Laboratorios de la OMS [2] y también están ampliamente descritos en la cuarta edición [3]. Los aspectos más destacados son los siguientes [11]:

- Todos los procedimientos del laboratorio deben ser realizados después de una evaluación del riesgo por personal calificado y bien formado en el estricto cumplimiento de los protocolos de trabajo establecidos.
- El procesamiento inicial de las muestras debe hacerse

en un GBS validado, con mantenimiento preventivo y filtros de alta eficiencia de partículas suspendidas HEPA (*High Efficiency Particulate Air*, por sus siglas en inglés) en óptimas condiciones. Las muestras que se manipulan en el GBS son todas aquellas que puedan generar aerosoles y salpicaduras, por ejemplo, muestras respiratorias (exudados nasofaríngeos y bucofaríngeos, esputo, aspirado endotraqueal, lavado broncoalveolar), sangre, suero y heces, entre otras, destinadas al proceso de inactivación inicial para el diagnóstico por pruebas moleculares, a pruebas serológicas o a cultivos, tanto bacterianos como micológicos, según aplique por el tipo de muestra.

- El procesamiento de muestras biológicas procedentes de casos con infección presuntiva o confirmada por el SARS-CoV-2, destinadas a análisis hematológicos, química sanguínea o gasometría, y no relacionadas con el cultivo del virus, debe seguir las directrices usuales del laboratorio correspondientes al NBS-2, sin necesidad de implementar medidas adicionales.
- El cultivo o los ensayos de neutralización del SARS-CoV-2 deben realizarse en un laboratorio con presión de aire negativa (la corriente de aire circula en el interior), correspondiente al NBS-3.
- Todo el personal de laboratorio que manipule muestras destinadas al diagnóstico del SARS-CoV-2 debe usar un equipo de protección personal (EPP) adecuado, de acuerdo a la evaluación detallada del riesgo en el laboratorio.
- Se deben usar desinfectantes con actividad demostrada contra el SARS-CoV-2, por ejemplo, alcohol etílico 62-71%, agua oxigenada 0,5% e hipoclorito de sodio al 0,1% para la desinfección general de superficies y este último al 1% para la desinfección de derrames de muestras.
- Las muestras de pacientes que cumplen la definición de caso sospechoso confirmado de la COVID-19 se transportarán como “Sustancia biológica Categoría B” (UN3373). Los cultivos deben transportarse como “Sustancia infecciosa que afecta a los humanos Categoría A” (UN2814) (Para mayor información sobre este particular se recomienda revisar la guía sobre la reglamentación relativa al transporte de sustancias infecciosas 2019-2020 [12], la cuarta edición del Manual de Bioseguridad para Laboratorios de la OMS y un artículo de revisión de reciente publicación en nuestra revista [13]).

Para el procesamiento de muestras biológicas sospechosas para el SARS-CoV-2 en el laboratorio de microbiología, como la preparación, tinción y análisis microscópico de frotis fijados, cultivos bacteriológicos y micológicos, así como pruebas serológicas, los CDC recomiendan utilizar prácticas de laboratorio de NBS-3 aun cuando las instalaciones del laboratorio sean de NBS-2, particularmente las destinadas a extremar las medidas de protección, tanto del personal como del ambiente, debido a la generación de aerosoles durante estos procedimientos [14].

Finalizando el documento sobre “Orientaciones de bioseguridad en el laboratorio relacionado con la COVID-19”, en el Anexo I se enumeran los requisitos básicos, para las buenas prácticas de trabajo y procedimientos microbiológicos. Entre ellos se encuentran advertencias de no guardar alimentos ni artículos personales dentro del área de riesgo biológico, así como no comer, fumar o maquillarse dentro del laboratorio y tampoco llevar a la boca los bolígrafos o goma de mascar. Se prohíbe el uso de accesorios (joyería) que puedan rasgar los guantes, ya que pueden contaminarse fácilmente o convertirse en vectores pasivos (fómites). Se insiste en el buen lavado de las manos con agua y jabón después de manipular material biológico y antes de salir del laboratorio, asegurarse de no tener los mecheros o fuentes de calor cerca de materiales inflamables, no ir a trabajar con cortes o rasguños en la piel de las manos y procurar tener suministros suficientes de material de laboratorio, reactivos, EPP y desinfectantes antes del inicio de las actividades diagnósticas previstas. Otros aspectos importantes son asegurarse que los suministros se almacenen en un lugar seguro a fin de evitar los accidentes e incidentes como derrames, tropezones o caídas, etiquetar correctamente los agentes biológicos, químicos y radiactivos, proteger los documentos escritos de la contaminación mediante barreras (como fundas de plástico), realizar el trabajo con cuidado y sin apuro, evitar trabajar con cansancio acumulado y mantener el área de trabajo ordenada, limpia y libre de materiales innecesarios [11].

Todo lo mencionado hasta ahora dentro de las buenas prácticas de trabajo ya se encontraba en la tercera edición del Manual de Bioseguridad de la OMS [2]. Los nuevos y muy importantes tópicos, que fueron incluidos en el documento provisional [11] y en la cuarta edición del Manual de Bioseguridad de la OMS [3], por el bien de todo el personal que trabaja en el área de riesgo biológico, se refieren al uso adecuado de los dispositivos móviles (teléfonos celulares, tabletas, computadoras portátiles, unidades flash, tarjetas de memoria, cámaras u otros dispositivos), que no sean estrictamente necesarios para los procedimientos diagnósticos que se realizan. Dentro de las disposiciones de buenas prácticas de laboratorio se exhorta a mantener estos dispositivos en áreas donde no puedan contaminarse fácilmente con agentes biológicos patógenos, ya que está determinado que pueden transmitir infecciones. Para evitar la contaminación de los dispositivos móviles, se recomienda protegerlos con una funda plástica (como una barrera física) que puede descontaminarse fácilmente con alcohol etílico al 70% antes de abandonar el laboratorio. Además, se prohíbe el uso de auriculares que pueden distraer al personal propiciando accidentes laborales y evitando que escuche las alarmas de equipos o instalaciones. Estas últimas recomendaciones de la OMS deben incluirse en los manuales de bioseguridad de cada laboratorio que trabaje con riesgos biológicos y exigir a todo el personal su estricto cumplimiento. También deben actualizarse las competencias y capacitación del personal, el diseño del laboratorio, recepción y conservación de las muestras,



descontaminación y gestión de los desechos, equipos de protección individual, equipos de laboratorio y el plan de respuesta ante accidentes, emergencias y salud ocupacional.

*Evaluación del riesgo en los laboratorios de microbiología:*

Un aspecto importante desarrollado y descrito ampliamente, gracias a la pandemia de la COVID-19, ha sido la evaluación del riesgo en los laboratorios de microbiología. La tercera edición del Manual de Bioseguridad en el Laboratorio de la OMS [2] hace referencia a la evaluación de riesgos microbiológicos en muestras para las que existe información limitada y para microorganismos modificados genéticamente. El documento de la OMS con orientaciones provisionales de bioseguridad en el laboratorio relacionadas con la COVID-19 [11] describe como primer punto de las recomendaciones que abordan las condiciones de trabajo mínimas o esenciales, relacionadas con manipulaciones específicas en el laboratorio, la evaluación de riesgo, y este aspecto es desarrollado a profundidad en la cuarta edición del Manual de Bioseguridad en el Laboratorio de la OMS [3].

El control de los riesgos biológicos se realiza mediante la elaboración de un informe sistemático que describe el proceso paso a paso en el que se evalúan los riesgos que surgen al trabajar con un peligro (*hazard*). La información resultante se utiliza para determinar el impacto y la severidad de la exposición al peligro o de la liberación o fuga de materiales peligrosos en el sitio de trabajo, y para la aplicación de medidas de control que reduzcan los riesgos a niveles aceptables de manejo. El peligro, en el caso del laboratorio de microbiología, son los agentes biológicos, cuyas características patógenas les confieren el potencial de causar daño a humanos o animales si se exponen a los mismos. El riesgo se define como la combinación de la probabilidad de que un peligro cause daño y la gravedad del daño que surge del contacto con el peligro. El daño causado por la exposición a agentes biológicos puede variar en naturaleza desde una infección hasta una enfermedad o brote [3,11].

Los pasos a seguir para la evaluación de riesgos son: (1) Recopilar información (identificación de peligros); (2) Evaluar los riesgos; (3) Desarrollar una estrategia de control del riesgo; (4) Seleccionar e implementar medidas de control y (5) Revisar los riesgos y las medidas de control. Cada paso debe considerarse cuidadosamente, pero no todos los factores que se consideran en cada paso afectarán al riesgo de la misma forma. Es importante recordar que una evaluación de riesgos toma en cuenta tanto la patogenicidad del agente biológico como el riesgo de exposición o liberación de ese agente durante el trabajo en el laboratorio [3].

La evaluación de los riesgos debe comenzar por realizar una valoración de los mismos en cada etapa involucrada en el proceso de diagnóstico: recolección y recepción de las muestras biológicas, procedimientos y análisis que se realizarán (cultivo, serología, pruebas moleculares), materiales y equipos de laboratorio a utilizar, manejo de los desechos biológicos, entre otros, cuyos aspectos de

bioseguridad ya han sido mencionados anteriormente. También se deben evaluar los peligros potenciales relacionados con el agente biológico: transmisión, dosis infecciosa, patogenicidad, virulencia, tratamiento y medidas preventivas. Otros aspectos a evaluar son el uso de EPP, el tipo de laboratorio y los factores humanos que pueden influir en el proceso de diagnóstico: competencia, experiencia y actitud. Con relación a este último punto, si bien siempre es necesario prestar atención a los riesgos relacionados a los factores humanos, en situaciones de emergencia como la generada por la pandemia de la COVID-19, es necesario evaluar cuidadosamente los riesgos inherentes a los mismos. Si la formación del personal a cargo del diagnóstico es insuficiente, o si trabajan bajo presión para la obtención de resultados rápidos, las posibilidades de que se produzcan situaciones de peligro o accidentes aumentan considerablemente [3,11].

Una vez que se han evaluado los riesgos, se debe determinar si estos permiten o no que el trabajo del laboratorio continúe. Si no es así, se requerirá una estrategia para reducirlos y controlarlos de manera apropiada. Para ello se utiliza una matriz de evaluación de riesgos. El Anexo II del documento de la OMS, con orientaciones provisionales de bioseguridad en el laboratorio relacionadas con la COVID-19 proporciona una plantilla para la evaluación de riesgos y una matriz para la valoración de los mismos, que tiene por finalidad servir de ejemplo para facilitar este proceso [11].

Existen otros documentos que pueden ser muy útiles para la evaluación de los riesgos en el laboratorio como las normas ISO 31000:2018 (Gestión del riesgo. Principios y directrices) [15] e ISO 31010:2019 (Gestión del riesgo - Técnicas de evaluación del riesgo) [16]. Estas normas internacionales pueden ser utilizadas por cualquier organización ya que no son específicas y tampoco son certificables. La primera proporciona los principios y directrices para gestionar riesgos de cualquier naturaleza, independientemente de que sus consecuencias sean positivas o negativas, y la segunda es soporte de la primera, ya que proporciona directrices para la selección y aplicación de técnicas sistemáticas para la evaluación del riesgo, incluyendo la matriz de consecuencia/probabilidad, similar a la presentada en los documentos mencionados anteriormente, que combina clasificaciones de consecuencias cualitativas y cuantitativas más probabilidades para producir riesgos, clasificando estos últimos jerárquicamente.

*Medidas de prevención y control de infecciones:* Las medidas de prevención y control de infecciones en entornos sanitarios son de vital importancia para la seguridad de los pacientes, el personal del sector salud y el medio ambiente. De acuerdo a la cadena de transmisión de las infecciones asociadas a la atención de salud (IAAS) se establecen intervenciones, con la finalidad de interrumpir esta cadena en uno o más de sus eslabones. Las principales intervenciones de prevención y control son las precauciones estándares y las precauciones basadas en el mecanismo de transmisión de los microorganismos, y su aplicación es una

piedra angular para brindar atención médica segura. En una era de enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes como la actual, la prevención y control de infecciones en el cuidado de la salud es de vital importancia y el manejo de las infecciones respiratorias agudas (IRA) no es la excepción [17,18]. El SARS-CoV-2 es un virus altamente transmisible que puede infectar al personal de salud y a los pacientes en entornos sanitarios, causando IRA.

Las precauciones estándares son un conjunto de medidas que se aplican con respecto a todos los pacientes independientemente del diagnóstico o de que se conozca si tienen una infección o se encuentran colonizados por un agente. Tales medidas tienen el fin de reducir la transmisión de microorganismos patógenos, al prevenir la exposición a fluidos corporales. Las precauciones estándares son medidas básicas de control de infecciones en el cuidado de la salud y siempre deben aplicarse al brindar atención a un paciente. Estas precauciones son: higiene de las manos, uso de EPP según la evaluación de riesgo, higiene respiratoria, prevención de exposiciones por accidentes con instrumentos punzocortantes y cuidado en el manejo del ambiente y de la ropa, los desechos, soluciones y equipos.

Las precauciones estándares no siempre son suficientes para controlar la transmisión de ciertos agentes infecciosos. En estos casos, existen las precauciones adicionales, basadas en las vías de transmisión: por contacto, por gotitas y por aerosoles (núcleos de gotitas) [17-19]:

- Precauciones por contacto: estas precauciones se utilizan en presencia de pacientes con infección o colonización conocida o sospechada por patógenos que pueden transmitirse por contacto directo e indirecto, particularmente por contaminación de las manos y autoinoculación de la mucosa nasal o conjuntival.
- Precauciones por generación de gotitas: se refiere a la transmisión de microorganismos por la generación de partículas de 5-100  $\mu\text{m}$  de diámetro (gotitas), desde el tracto respiratorio del paciente al toser, estornudar o hablar. Las gotitas permanecen suspendidas en el aire por períodos limitados. La transmisión está asociada con la exposición dentro de uno a dos metros de la fuente.
- Precauciones por generación de aerosoles: este tipo de transmisión se produce a través del aire y consiste en la difusión de partículas de menos de 5  $\mu\text{m}$  de diámetro, manteniéndose en suspensión durante períodos prolongados. Estos núcleos de gotitas pueden desplazarse a distancias más largas que las gotitas mencionadas anteriormente y pueden ser generados directamente por el paciente mediante la tos o estornudos, o por procedimientos de generación de aerosoles (PGA), tales como: la intubación traqueal, ventilación no invasiva con presión positiva, ventilación invasiva de alta frecuencia, aspiración de vía aérea, traqueotomía, kinesioterapia respiratoria, nebulización, fibrobronoscopias, cirugías, necropsias, inducción de esputo y centrifugación de muestras biológicas.

Las precauciones estándares se mantienen sin cambio

cuando se aplican las medidas adicionales y su cumplimiento debe incluir los espacios donde se clasifica a los pacientes según su prioridad para la atención. Las precauciones adicionales basadas en las vías de transmisión incluyen el EPP, el ambiente, la ubicación del paciente y el transporte [17].

El SARS-CoV-2 posee las tres vías de transmisión (por contacto, gotitas y aerosoles). La OMS y los CDC recomiendan el uso de las precauciones adicionales de prevención y control de infecciones durante la pandemia de la COVID-19, junto con las precauciones estándares, como parte de la atención médica de rutina para todos los pacientes [19-21]. Las precauciones a tomar para el manejo y cuidado de pacientes sospechosos o confirmados de la COVID-19 son [22]:

- Para caso sospechoso o confirmado de la COVID-19: estándares, de contacto y por gotitas.
- Para caso sospechoso o confirmado de la COVID-19 y procedimientos generadores de aerosoles: estándares, por contacto y por aerosoles.

- *Higiene y desinfección de las manos*: En todas las áreas que conforman las instituciones dispensadoras de servicios para la salud, como hospitales públicos y privados, así como los laboratorios de diagnóstico, de referencia y otras instancias dedicadas a la prestación de servicios relacionados a la salud, la higiene de las manos sigue siendo la medida más eficaz, efectiva e importante para impedir la transmisión de microorganismos y para controlar la adquisición de infecciones, sobre todo tomando en cuenta su relación costo-beneficio para estas entidades [23-25].

Las manos del personal del laboratorio se pueden contaminar durante la recolección y procesamiento de muestras clínicas, durante la manipulación de recipientes o unidades de almacenamiento de muestras, así como por la manipulación de equipos contaminados, destinados a su procesamiento parcial o total [23-25].

Hace 11 años la Organización Mundial de la Salud (OMS) lanzó la campaña para promover y difundir la higiene de las manos en los servicios de salud y crear conciencia, tanto en el personal de salud como en la población en general, sobre su importancia para evitar infecciones. Los CDC y la OMS han publicado pautas muy detalladas para la correcta realización del procedimiento de lavado de manos y su mejoramiento en los establecimientos de salud [23-25]. La OMS declaró el 5 de mayo como el Día Mundial del Lavado de Manos y el eslogan de este año 2020 es “*Salve Vidas: límpiese las manos*”.

El procedimiento a seguir para la higiene y desinfección de las manos es sencillo de realizar y fácil de implementar, sin embargo, es paradójico que justamente debido a estas características, sea tan difícil que los trabajadores de la salud ejecuten a cabalidad este procedimiento y lo incluyan como una parte fundamental de su práctica de trabajo diaria. Los microorganismos presentes en las manos se pueden clasificar en tres grupos: (1) la microbiota transitoria, que se adquiere por contacto con el medio ambiente, superficies

y de persona a persona; (2) la microbiota residente, que son los microorganismos que viven permanentemente en la piel; (3) la microbiota infecciosa [24,25].

*Higiene de las manos con agua y jabón:* El objetivo de la higiene de manos es eliminar la microbiota transitoria e infecciosa sin alterar la residente, y se puede realizar con agua corriente y jabón común o antiséptico. El agua y los jabones comunes a base de detergentes no alteran la microbiota residente de la piel, pero pueden reducir la presencia de la transitoria e infecciosa de las manos y provocar resequeidad e irritación [23,26]. Lavarse las manos con jabón común es tan eficaz como lavárselas con jabón antiséptico, pues ambos son capaces de eliminar bacterias y virus [26], pero la eficacia está directamente relacionada con el tiempo utilizado para el lavado de las mismas. El tiempo recomendado por la OMS es de 40 a 60 seg [24].

Desafortunadamente, el personal de la salud suele lavarse las manos por un tiempo inferior a los 10 seg, que es insuficiente para eliminar la biota transitoria e infecciosa. El alegato más común que impide este procedimiento es la sobrecarga de trabajo [27], seguido de otras causas como: la escasez de lavamanos o ubicación inadecuada de los mismos, las necesidades del paciente son prioritarias, la higiene de las manos interfiere con la relación entre el personal de la salud y el paciente, creencias de que existe bajo riesgo de contraer infecciones de los pacientes, creencias de que el uso de guantes evita la necesidad de la higiene de las manos, escepticismo sobre el valor de la higiene de las manos, falta de conocimiento del protocolo, estar en desacuerdo con las recomendaciones del protocolo, falta de información científica sobre el impacto positivo que genera la higiene de las manos en la prevención de las infecciones asociadas a la atención en salud y el olvido, entre otras [24].

La mayoría de los laboratorios clínicos y de microbiología utilizan jabones o productos antisépticos con regularidad, en presentación líquida contenida en dispensadores. La selección del producto apropiado para la higiene de las manos en el laboratorio depende del tipo de microorganismos presentes en las muestras biológicas, de la fragancia, la consistencia y su capacidad para provocar irritación y sequedad en la piel. Los productos de uso común contienen gluconato de clorhexidina, yodóforos, derivados del cloro, cloroxilenol, compuestos de amonio cuaternario y triclosán [24].

*Higiene de las manos con geles a base de alcohol:* Otra forma de realizar la higiene de las manos es mediante la utilización de geles o productos sin agua a base de alcohol, que son una alternativa rápida y conveniente al lavado de manos convencional, sobre todo cuando no es posible acceder de inmediato a un lavamanos con agua corriente [26]. Para que estos productos sean eficaces deben contener de 75 a 85% de etanol, isopropanol o n-propanol, o una combinación de estos productos. Las formulaciones recomendadas por la OMS contienen isopropanol al 75% v/v o etanol al 80% v/v [24].

Estos geles son tan activos como el alcohol al 70% para eliminar bacterias y hongos de las manos contaminadas,

siempre y cuando se utilicen correctamente, pero hay estudios que han reportado que su eficacia se reduce ante microorganismos formadores de esporas y virus. Sin embargo, otras investigaciones han demostrado que frotarse las manos con un gel a base de alcohol elimina las bacterias y la mayoría de los virus de manera más eficaz que lavarse las manos con agua y un jabón antiséptico. Es necesario destacar que los investigadores no determinaron si el nivel de eliminación de los microorganismos estaba relacionado con la eficacia para prevenir las infecciones asociadas a la atención de la salud. Cuando las manos están visiblemente sucias, contaminadas con materiales proteicos o que tienen una elevada carga microbiana no es recomendable el uso de los geles; en estos casos es mandatorio realizar la higiene de las manos con agua y jabón [26,28].

Una de las principales ventajas de los geles a base de alcohol es que reducen en un 25% el tiempo requerido para lavarse las manos (20 a 30 seg) [27]. Si bien se ha reportado que el lavado de las manos no supera el 40% [23], un estudio demostró que el uso de geles a base de alcohol superó al lavado de las manos con agua y jabón [29].

Los geles a base de alcohol tienen otras ventajas prácticas frente al lavado con agua y jabón para la higiene de las manos. Los dispensadores de geles son más económicos y pueden instalarse en lugares convenientes y más cercanos al sitio de atención al paciente, lo que facilita su uso por el personal de salud; a diferencia de los lavamanos y los dispensadores de jabones líquidos, los dispensadores de geles no se han asociado con brotes [24]. Debido a las ventajas de estos productos, las pautas actuales de higiene de las manos de los CDC recomiendan que los centros de salud consideren la posibilidad de introducir geles a base de alcohol como el modo principal de higiene de las manos [23]. La mayoría de las instituciones de salud en EEUU promueven la higiene de las manos con geles a base de alcohol como estándar de atención, según las directrices publicadas por la OMS [24,25].

Las recomendaciones y pautas a seguir para la higiene de manos con agua y jabón y geles a base de alcohol (Tabla 2) se formularon con base en un sistema de clasificación, utilizado para calificar las recomendaciones emitidas por consenso de expertos, el cual fue adaptado del desarrollado por los CDC [23,24]:

- Categoría IA: Muy recomendado para su implementación y fuertemente respaldado por estudios experimentales, clínicos o epidemiológicos bien diseñados.
- Categoría IB: Muy recomendado para su implementación y respaldado por algunos estudios experimentales, clínicos o epidemiológicos, y una sólida justificación teórica.
- Categoría IC: Requerido para su implementación según lo ordenado por la reglamentación o estándar federal y/o estatal.
- Categoría II: Sugerido para su implementación y apoyado por algunos estudios clínicos o epidemiológicos, o una justificación teórica o el

Tabla 2. Recomendaciones para la higiene de las manos según los criterios y categorías de recomendación del consenso de expertos.

Indicaciones para la higiene de las manos	Selección y manipulación de productos para la higiene de las manos	Técnica para la higiene de las manos
Lavarse las manos con agua y jabón cuando estén visiblemente sucias, manchadas con sangre u otros fluidos corporales (IB), y después de usar el baño (II)	Las instituciones hospitalarias deben proporcionar al personal de la salud productos eficaces para la higiene de las manos que tengan un bajo potencial de irritación (IB)	Aplicar a la palma de la mano una porción de gel a base de alcohol suficiente para cubrir la superficie de ambas manos y frotar hasta que se sequen (IB)
Lavarse las manos con agua y jabón es el método preferido si se sospecha o se prueba la exposición a posibles patógenos formadores de esporas (incluido <i>C. difficile</i> ) (IB)	Para maximizar la aceptación de los productos para la higiene de las manos, por parte de los trabajadores sanitarios, es necesario solicitar su opinión sobre la tolerancia, la sensación y la fragancia de cualquier producto en consideración (IB).	Al lavarse las manos con agua y jabón se deben mojar las manos con agua y aplicar la cantidad de producto necesaria para cubrir toda su superficie. Enjuagar las manos con agua y secarlas bien con una toalla de un solo uso (IB)
Usar un gel a base de alcohol es el método preferido para la antisepsia de las manos de rutina, en todas las situaciones clínicas que se describirán a continuación, solo si las manos no están visiblemente sucias (IA): (a) antes y después de tocar al paciente (IB). (b) antes de manipular un dispositivo invasivo para el cuidado del paciente, independientemente si se usan guantes o no (IB). (c) después del contacto con fluidos corporales o secreciones, membranas mucosas, piel no intacta o vendajes para heridas (IA). (d) si durante la atención del paciente las manos tienen contacto primero con un sitio anatómico infectado o contaminado y después tienen contacto con otro sitio anatómico del mismo paciente (IB). (e) después del contacto con superficies y objetos inanimados (incluyendo equipos médicos) en las inmediaciones del paciente (IB). (f) después de quitarse los guantes estériles (II) o no estériles (IB). Si no puede tener acceso a un gel a base de alcohol ante estas situaciones, las manos se deben lavar con agua y jabón (IB).	Al seleccionar productos para la higiene de las manos: (a) determinar cualquier interacción conocida entre los productos utilizados para la higiene de las manos, productos para el cuidado de la piel y los tipos de guantes utilizados en la institución (II). (b) solicitar información a los fabricantes sobre el riesgo de contaminación del producto (IB). (c) asegurar que los dispensadores de los productos para la higiene de las manos sean accesibles en los sitios de atención a los pacientes (IB). (d) asegurar que los dispensadores funcionen de manera adecuada y confiable y que entreguen un volumen apropiado del producto (II). (e) asegurar que los dispensadores de geles a base de alcohol tengan la aprobación de uso para materiales inflamables (IC). (f) solicitar y evaluar información suministrada por los fabricantes con respecto a cualquier efecto que puedan tener las lociones, cremas o geles a base de alcohol sobre los jabones antisépticos que se utilizan en la institución (IB). (g) las comparaciones de costos solo deben realizarse para productos que cumplan con los requisitos de eficacia, tolerancia cutánea y aceptabilidad (II).	Usar agua corriente limpia siempre que sea posible. Evitar el uso de agua caliente, ya que la exposición repetida al agua caliente puede aumentar el riesgo de dermatitis (IB)
		Usar una toalla para cerrar el grifo del lavamanos (IB). Se debe asegurar que las toallas no se utilicen varias veces ni sean utilizadas por varias personas (IB)
		Los jabones líquidos, en barra o en polvo son aceptables para la higiene de las manos. Cuando se use jabón en barra, se deben usar barras pequeñas dispuestas en rejillas que faciliten el drenaje para permitir que las barras se sequen (II).
		No se debe utilizar de forma concomitante jabón y gel para manos a base de alcohol (II).

Elaboración por los autores con información de las referencias [24,25].

consenso de un panel de expertos.

La OMS ha preparado una gran variedad de materiales en diversos formatos (folletos, afiches, infografías, videos, informes técnicos, reportes, entre otros), disponibles en su página web, con la finalidad de compartir información clara, práctica y precisa acerca de este procedimiento, la cual se ha diseminado viralmente como nunca antes en plataformas como Facebook®, Twitter®, WhatsApp® y LinkedIn®, entre otras, a propósito de la pandemia de la COVID-19. Una muestra de ello son las infografías que muestran los procedimientos para la limpieza de las manos con agua y jabón (Figura 1) y con gel a base de alcohol (Figura 2).

*Productos antisépticos utilizados para la higiene de las manos:* Los productos antisépticos tienen la propiedad de inactivar microorganismos o inhibir su crecimiento con diferentes espectros de acción. Los espectros antimicrobianos de los agentes disponibles comercialmente se resumen en la tabla 3. Como ya se ha descrito anteriormente, la elección del agente debe tomar en cuenta tanto los efectos deseados como los indeseados. Los antisépticos rara vez causan efectos secundarios graves y la mayoría de los agentes en el mercado tienen excelentes perfiles de seguridad.

- *Equipos de protección personal (EPP):* Los EPP constituyen elementos importantes, tanto de las precauciones estándares como de las precauciones adicionales. El uso, tipo y optimización de los EPP requerirá la evaluación de riesgo relacionada a las actividades de salud [22,30].

¿Qué son los EPP?: Es un conjunto de diversos artículos que pueden usarse solos o en forma combinada; tiene por objeto conformar una barrera que impida el contacto entre un paciente, objeto o ambiente y el personal de salud, con el fin de evitar la transmisión de agentes infecciosos durante la atención. Dada su capacidad de prevenir infecciones entre el personal de salud al evitar el contacto entre las distintas puertas de entrada (mucosas, piel y vía aérea) de ese personal y microorganismos de los pacientes, se denominan equipos de protección personal [18]. Los EPP corresponden a la ropa o equipo especializado utilizado por las personas para la protección contra materiales infecciosos, que deben ser utilizados de acuerdo con el escenario clínico de exposición [31,32].

La OMS publicó dos documentos sobre recomendaciones para el uso de los EPP. El primero trata sobre los requerimientos para el uso de estos equipos frente al SARS-



# Limpia tus manos

## CON AGUA Y JABÓN

 Duración de este procedimiento: 40-60 segundos



-  **0** Mójese las manos con agua.
-  **1** Deposite en la palma de la mano una cantidad de jabón suficiente para cubrir todas las superficies de las manos.
-  **2** Frótese las palmas de las manos entre sí.
-  **3** Frótese la palma de la mano derecha contra el dorso de la mano izquierda entrelazando los dedos y viceversa.
-  **4** Frótese las palmas de las manos entre sí, con los dedos entrelazados.
-  **5** Frótese el dorso de los dedos de una mano con la palma de la mano opuesta, agarrándose los dedos.
-  **6** Frótese con un movimiento de rotación el pulgar izquierdo, atrapándolo con la palma de la mano derecha y viceversa.
-  **7** Frótese la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la mano izquierda, haciendo un movimiento de rotación y viceversa.
-  **8** Enjuáguese las manos con agua.
-  **9** Séquese con una toalla desechable.
-  **10** Sírvese de la toalla para cerrar el grifo.
-  **11** Sus manos son seguras.

**Tener las manos limpias reduce la propagación de enfermedades como COVID-19**

**OPS**



Organización  
Panamericana  
de la Salud



Organización  
Mundial de la Salud  
ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

**Conócelo. Prepárate. Actúa.**

[www.paho.org/coronavirus](http://www.paho.org/coronavirus)

Figura 1. Infografía sobre cómo limpiarse las manos con agua y jabón correctamente. Publicada por la Organización Mundial de la Salud el 10 de marzo 2020. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/infografia-limpia-tus-manos-con-agua-jabon>.

# Limpia tus manos

## CON UN GEL A BASE DE ALCOHOL

**⌚ Duración de este procedimiento: 20-30 segundos**

**1a** Deposite en la palma de la mano una dosis de producto suficiente para cubrir todas las superficies.

**1b** Deposite en la palma de la mano una dosis de producto suficiente para cubrir todas las superficies.

**2** Frótese las palmas de las manos entre sí.

**3** Frótese la palma de la mano derecha contra el dorso de la mano izquierda entrelazando los dedos y viceversa.

**4** Frótese las palmas de las manos entre sí, con los dedos entrelazados.

**5** Frótese el dorso de los dedos de una mano con la palma de la mano opuesta, agarrándose los dedos.

**6** Frótese con un movimiento de rotación el pulgar izquierdo, atrapándolo con la palma de la mano derecha y viceversa.

**7** Frótese la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la mano izquierda, haciendo un movimiento de rotación y viceversa.

**8** Una vez secas, sus manos son seguras.

**Tener las manos limpias reduce la propagación de enfermedades como COVID-19**

**OPS** Organización Panamericana de la Salud

**Organización Mundial de la Salud**

**Conócelo. Prepárate. Actúa.**  
www.paho.org/coronavirus

Figura 2. Infografía sobre como limpiar correctamente las manos con un gel a base de alcohol. Publicada por la Organización Mundial de la Salud el 11 de marzo 2020. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/infografia-limpia-tus-manos-con-gel-base-alcohol>.

Tabla 3. Actividad antimicrobiana y propiedades de los antisépticos utilizados en la higiene de las manos.

Antiséptico	BGP	BGN	VcE	VsE	MB	Hongos	Esporas	Actividad residual	Concentración (%)	Uso
Alcoholes <sup>a</sup>	+++	+++	+++	++	+++	+++	-	-	70-95	FM
Clorhexidina	+++	++	++	+	+	+	-	+++	0,5-4,2 en alcohol	FM; LM
Yodóforos	+++	+++	++	++	++	++	- <sup>d</sup>	+	0,5; 2; 7,5; 10	LM
Triclosán <sup>b</sup>	++	++	++	IND	+	± <sup>e</sup>	-	+++	0,3-2	LM ocasional
Cloroxilenol	+++	+	+	±	+	+	-	f	0,5-4	LM
Compuestos de amonio cuaternario <sup>c</sup>	++	+	+	IND	±	±	-	-	ND	FM; LM ocasional + alcohol

Elaboración por los autores con información de las referencias [25,42]. Excelente: +++. Buena o moderada: ++. Escasa o pobre: +. Ninguna: -. BGP: bacilos Grampositivos. BGN: bacilos Gramnegativos. VcE: virus con envoltura; VsE: virus sin envoltura. MB: micobacterias. ND: no disponible. a: el etanol a concentraciones mayores de 95% es altamente efectivo contra los virus; el isopropanol tiene efectividad limitada contra virus sin envoltura. b: actividad mayormente bacteriostática. c: bacteriostático y fungistático; microbicida a elevadas concentraciones. d: en las concentraciones comúnmente usadas como antisépticos no son esporicidas. e: tiene actividad contra *Candida* spp., pero escasa actividad contra hongos filamentosos. f: evidencias contradictorias. FM: frotarse las manos. LM: lavarse las manos. IND: información no disponible.

CoV-2 en establecimientos de salud [22], en el cual se describen sus características, especificaciones técnicas y uso según el nivel de atención. En el segundo documento [30] se realizan recomendaciones sobre el uso racional de los EPP frente a la COVID-19, los aspectos a considerar en situaciones de escasez grave de los mismos y las estrategias para optimizar su disponibilidad.

Los componentes mínimos del EPP para prevenir infecciones, en casos confirmados o sospechosos de la COVID-19, que debe utilizar el personal de salud son [2-4,31-35]:

- Protección respiratoria: Respirador N95 o FFP2, N99 o FFP3
- Protección ocular: Lentes o pantalla facial (*Face shield*)
- Protección corporal: Bata de manga larga resistente al agua/Delantal plástico
- Protección de las manos: Guantes
- Protección adicional: Gorros, cubrebocas

Una infografía muy didáctica sobre las características de los EPP se puede encontrar en la referencia 32 de esta revisión (Figura 3).

**Guantes:** son esenciales en los EPP y son utilizados por el personal de salud para prevenir la exposición directa al contacto con sangre, fluidos corporales o muestras biológicas de un paciente infectado. Los guantes no reemplazan la higiene de las manos [2-4,17,18,36].

**Batas y delantales:** Las batas deben utilizarse sobre todo si hay riesgo de salpicaduras de fluidos corporales en el cuerpo del personal de la salud. Los delantales de plástico deben utilizarse además de las batas si el material de la bata no es resistente o impermeable a los líquidos y si la tarea a realizar puede dar lugar a salpicaduras en el cuerpo del trabajador de salud [2-4,17,18,36].

**Protección ocular y facial:** La protección ocular, como lentes y protectores faciales, también es una pieza importante de los EPP y se utilizan para proteger los ojos, la nariz y la mucosa bucal del personal de la salud ante cualquier riesgo



Figura 3. Infografía sobre el equipo de protección personal (EPP) para trabajadores de salud que se ocupan de la atención de pacientes con infección por SARS-CoV-2 (COVID-19). Fuente: Referencia [32].

de contacto con las secreciones respiratorias, salpicaduras de sangre, fluidos corporales o secreciones de un paciente [2-4,17,18,36].

**Mascarilla quirúrgica (precaución de gotitas):** Las máscaras médicas están destinadas a garantizar la protección unidireccional de los trabajadores de la salud, reduciendo la propagación de su gotitas respiratorias a otras personas y al medio ambiente, además de proporcionar una protección general de las gotas generadas por la tos o los estornudos, y las salpicaduras de fluidos corporales. Las mascarillas médicas o quirúrgicas pueden ser planas o con forma de copa, deben cubrir adecuadamente la nariz y la boca y son desechables [2-4,17,18,36-39]. Una infografía sobre cómo ponerse y quitarse la mascarilla fue publicada por la OMS (Figura 4).

**Respiradores (precaución de aerosoles):** Los respiradores son dispositivos protectores ajustados para sellar la nariz y la boca, diseñados para filtrar núcleos de gotitas en el aire y proteger al usuario contra su inhalación. Son desechables.



# CÓMO UTILIZAR UNA MASCARILLA MÉDICA DE FORMA SEGURA

who.int/epi-win

## QUÉ DEBEMOS HACER →

Lávese las manos antes de tocar la mascarilla

Compruebe que no esté rasgada ni con agujeros

Localice la parte superior, donde está la pieza metálica o borde rígido

Asegúrese que el lado de color quede hacia fuera

Coloque la pieza metálica o borde rígido sobre la nariz

Cúbrase la boca, la nariz y la barbilla o mentón

Ajustela para que no queden aberturas por los lados

Evite tocarla

Quítesela manipulándola desde detrás de las orejas o la cabeza

Mientras se la quita, manténgala alejada de usted y de cualquier superficie

Deséchela inmediatamente después de usarla, preferiblemente en un recipiente con tapa

Lávese las manos después de desecharla

## QUÉ NO DEBEMOS HACER →

No utilice mascarillas rasgadas o húmedas

No se cubra solo la boca, cúbrase también la nariz

No use la mascarilla poco ajustada

No toque la parte frontal de la mascarilla

No se la quite para hablar ni para realizar otra acción que requiera tocarla

No deje su mascarilla usada al alcance de otras personas

No reutilice la mascarilla

Recuerde que las mascarillas por sí solas no lo protegen de la COVID-19. Aunque lleve puesta una mascarilla, mantenga al menos 1 metro de distancia de otras personas y lávese bien las manos frecuentemente.

Figura 4. Infografía sobre cómo utilizar una mascarilla médica de forma segura. Publicada por la Organización Mundial de la Salud el 29 de mayo 2020. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/infografia-sobre-uso-mascarilla>.



Están etiquetados de manera diferente en función de sus propiedades de filtración y de las regulaciones nacionales que definen las condiciones estándar en las que se probaron. El sistema europeo clasifica a los respiradores según las etiquetas FFP1, FFP2 y FFP3 (por sus siglas en inglés *Filtering Face Pieces*). La etiqueta FFP2 se refiere a un respirador capaz de reducir una concentración de aerosol específica de al menos el 94%, mientras que la FFP3 corresponde a un rendimiento de filtración de al menos el 99%. El sistema americano clasifica los respiradores según el porcentaje de partículas de diámetro  $>0,3 \mu\text{m}$  que pueden ser filtradas. El respirador N95 según el sistema de clasificación estadounidense es capaz de eliminar el 95% de todas las partículas con un diámetro  $>0,3 \mu\text{m}$  y es comparable a una máscara FFP2 según el sistema de clasificación europeo [2-4,17,18,36-39]. En la tabla 4 se puede observar la eficiencia de filtración de los respiradores según las clasificaciones americanas y europeas.

Tabla 4. Eficiencia de filtración de los respiradores según las clasificaciones americanas y europeas.

Tipo de respirador	% de eficiencia de filtración
Sistema de clasificación americano	
N95	$\geq 95$
N99	$\geq 99$
Sistema de clasificación europeo	
FFP1	$\geq 80$
FFP2	$\geq 94$
FFP3	$\geq 99$

Elaborada por los autores con información de la referencia [37]. %: porcentaje. N95 o N99 (Certificado del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo de los Estados Unidos (NIOSH). FFP1, FFP2 o FFP3 (Norma de la Unión Europea 149N95).

El documento provisional de la OMS sobre el uso de mascarillas en el contexto de la COVID-19 [40] establece las orientaciones y recomendaciones sobre el uso de mascarillas y respiradores durante la pandemia. En él se comparan el tipo de mascarilla y respirador que debe usar el personal de salud según el escenario de transmisión, el lugar y la actividad a ejecutar.

Existen algunos principios generales que se aplican a la utilización de todos los EPP que siempre deben tenerse en cuenta [32]:

- Realizar siempre la higiene de las manos antes de manipular y ponerse cualquier elemento de los EPP.
- Cualquier pieza dañada o rota del EPP reutilizable debe retirarse y reemplazarse de inmediato.
- Todos los elementos del EPP deben retirarse lo antes posible después de completar el procedimiento de atención médica para evitar contaminar otras superficies.
- Todos los elementos de los EPP de un solo uso deben desecharse inmediatamente después de su uso,

utilizando las instalaciones de gestión de desechos adecuadas.

- Realizar siempre la higiene de las manos inmediatamente después de retirar y desechar cualquier elemento del EPP.

Infografías muy didácticas sobre cómo ponerse y quitarse el equipo de protección personal correctamente se pueden encontrar en la referencia 31 de esta revisión. La OMS también publicó una infografía sobre este particular (Figura 5).

La Sociedad de Enfermedades Infecciosas de Estados Unidos (*Infectious Diseases Society of America*, IDSA) publicó las directrices sobre la prevención de infecciones en casos sospechosos y confirmados de la COVID-19. El panel de expertos resaltó la importancia del uso del “EPP apropiado” para el cuidado de estos pacientes que incluye batas, guantes y protección para los ojos. El panel también reconoció la necesidad de abordar el papel potencial de la protección ocular y el uso de mascarillas y respiradores como parte de las precauciones a considerar para la protección contra el SARS-CoV-2. La IDSA recomienda que el personal que atiende a pacientes con la COVID-19, sospechosos o confirmados, use una mascarilla quirúrgica o un respirador N95 (o N99 o su equivalente europeo FFP2 o FFP3) como parte del EPP apropiado, con grado de recomendación fuerte y certeza de evidencia moderada [34].

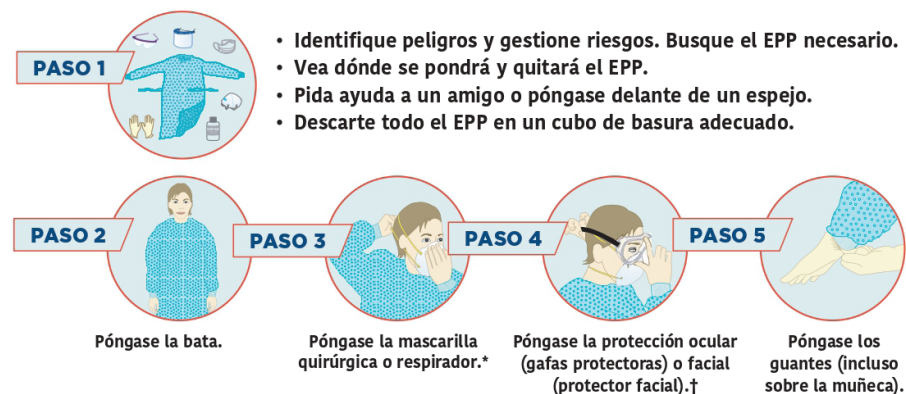
*Proceso de descontaminación en el laboratorio de microbiología:* En un laboratorio de microbiología, así como en cualquier laboratorio clínico o de investigación, los conocimientos sobre la descontaminación de instrumentos, equipos, superficies y espacios dentro del laboratorio son cruciales para la bioseguridad. La descontaminación es el proceso mediante el cual se eliminan o matan los microorganismos, el cual incluye métodos de limpieza, desinfección y esterilización. El objetivo a lograr es hacer que un espacio sea seguro para trabajar y que un instrumento sea seguro para ser manipulado o utilizado [2,7,41,42].

Las directrices para el control de infecciones ambientales en establecimientos de salud, publicadas por los CDC en el año 2003 y actualizadas en julio del 2019, no contienen información acerca de las medidas de control y prevención de la COVID-19; la información disponible corresponde a la infección por SARS-CoV (coronavirus responsable del Síndrome Respiratorio Agudo Severo), causante de la pandemia que duró desde noviembre de 2002 hasta finales de junio de 2003. Es importante destacar que en la actualización de este documento se describe que la epidemiología de la infección por SARS-CoV aún no se comprende completamente, por lo tanto, las medidas de control y prevención recomendadas para contener su propagación evolucionarán a medida que se disponga de nueva información, lo que indica que no se ha investigado sobre este particular a profundidad. Si bien el modo de transmisión del SARS-CoV es similar al del SARS-CoV-2, las directrices destacan que, en la actualidad, no hay

# COVID-19

## Enfermedad por coronavirus 2019

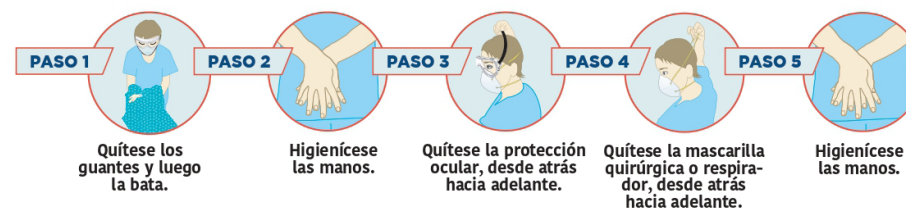
### CÓMO PONERSE EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)



\*Puede ser una mascarilla quirúrgica o un respirador (N95 o similar), según el nivel de atención. En el procedimiento generador de aerosoles (PGA), use un respirador (N95 o similar).  
 †Por ejemplo, visor, careta o gafas protectoras (considere la posibilidad de usar gafas antiempañante o un líquido antiempañante).

### CÓMO QUITARSE EL EPP

- Evite la contaminación para usted mismo, los demás y el entorno.
- Quítese primero los elementos más contaminados.



Nivel de atención	Higiene de las manos	Bata	Mascarilla quirúrgica	Respirador (N95 o similar)	Gafas protectoras (protección ocular) o protección de cara (protección facial)	Guantes
Triaje						
Recogida de muestras para diagnóstico de laboratorio						
Caso sospechoso o confirmado de COVID-19 que requiera ser admitido en el establecimiento de salud, pero no requiera ningún procedimiento generador de aerosoles						
Caso sospechoso o confirmado de COVID-19 que requiera ser admitido en el establecimiento de salud y que requiera algún procedimiento generador de aerosoles†						

†Los procedimientos que generan aerosoles comprenden la ventilación con presión positiva (sistema de bipresión positiva o sistema de presión positiva continua), intubación endotraqueal, aspiración de las vías respiratorias, ventilación oscilatoria de alta frecuencia, traqueotomía, fisioterapia torácica, tratamiento con nebulizador, inducción del esputo, broncoscopia y necropsias.

**OPS** Organización Panamericana de la Salud Organización Mundial de la Salud

**Conócelo. Prepárate. Actúa.**  
[www.paho.org/coronavirus](http://www.paho.org/coronavirus)

Figura 5. Infografía sobre cómo ponerse y quitarse el equipo de protección personal correctamente. Publicada por la Organización Mundial de la Salud el 27 de marzo 2020. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/infografia-como-ponerse-equipo-proteccion-personal>.

evidencias de que las estrategias de limpieza y desinfección de materiales, equipos y superficies ambientales necesiten algún cambio para controlar la contaminación ambiental que pueda causar el SARS-CoV y por ende el SARS-CoV-2. Se recomienda realizar limpieza y desinfección en áreas y superficies de trabajo al menos una vez al día y puede aumentar dependiendo de la frecuencia de contacto con estas superficies. En EEUU actualmente no hay desinfectantes registrados en la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA) que se usen específicamente para la inactivación del SARS-CoV ni del SARS-CoV-2; los desinfectantes hospitalarios registrados que son equivalentes a los germicidas de nivel bajo e intermedio se pueden usar en superficies duras no porosas, previamente limpiadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante para la desinfección de superficies. Lo más importante es vigilar el cumplimiento de las pautas ya establecidas para la limpieza y desinfección, ya que son fundamentales para contener la propagación del SARS-CoV y del SARS-CoV-2 [43].

La información que se proporcionará a continuación aplica para los laboratorios de microbiología en condiciones generales de trabajo, por lo tanto, es aplicable también bajo las condiciones generadas durante una pandemia como la del COVID-19, pues este tipo de proceso es de obligatorio cumplimiento en estos laboratorios y esperamos que sea de utilidad para el abordaje de los mismos.

Aunque en el laboratorio de microbiología las superficies contaminadas pueden servir como reservorios de patógenos potenciales, éstas generalmente no están directamente asociadas con la transmisión de infecciones ni al personal ni a los pacientes. Si bien la higiene de las manos es importante para minimizar el impacto de esta transferencia, limpiar y desinfectar las superficies ambientales, según corresponda, es fundamental para reducir su posible contribución a la incidencia de infecciones asociadas a la atención médica. La desinfección elimina casi todos los microorganismos patógenos reconocidos, pero no necesariamente todas las formas microbianas en objetos y superficies inanimados (por ejemplo, esporas bacterianas, priones). Su eficacia está afectada por factores como la naturaleza y el número de microorganismos (especialmente la presencia de esporas bacterianas), la cantidad de materia orgánica presente (por ejemplo heces, sangre e incluso medios de cultivo en el laboratorio), el tipo y condición de los instrumentos, dispositivos y materiales a desinfectar, la resistencia innata de esos microorganismos a los efectos del germicida, su tipo, concentración, duración y temperatura de contacto temperatura [2,7,41-43].

Los CDC y la Administración de Alimentos y Medicamentos de EEUU (*Food and Drug Administration*, FDA) utilizan el sistema propuesto por Spaulding para la clasificación de superficies inanimadas y germicidas (químico o mezcla de químicos que mata microorganismos). Las superficies inanimadas se dividen en tres categorías, en función del riesgo teórico de infección si las superficies están contaminadas al momento de su uso y al contacto

directo con la piel o mucosa de una persona [2,7,41,43]:

- Críticas: superficies, instrumentos o dispositivos que están expuestos a áreas del cuerpo normalmente estériles y que requieren esterilización.
- Semicríticas: superficies, instrumentos o dispositivos que tocan las membranas mucosas y pueden esterilizarse o desinfectarse.
- No críticas: superficies, instrumentos o dispositivos que tocan la piel o entran en contacto con personas solo de manera indirecta y que pueden: (1) limpiarse y luego desinfectarse con un desinfectante de nivel intermedio; (2) desinfectarse con un desinfectante de bajo nivel; (3) simplemente limpiarse con agua y jabón.

Los CDC propusieron una categoría adicional denominada superficies ambientales, compuesta por pisos, paredes y otras superficies que no hacen contacto directo con la piel de una persona [43]. En estas dos últimas categorías se encuentran las superficies, instrumentos y dispositivos presentes en un laboratorio de microbiología. El conocimiento de estas cuatro categorías ayuda a planificar los procesos de descontaminación y a prevenir gastos innecesarios en la compra de desinfectantes.

Los germicidas químicos líquidos se clasifican por nivel de actividad en las siguientes categorías de procesos [2,7,41,43]:

- Nivel alto: son desinfectantes que matan microorganismos en fase vegetativa e inactivan virus, pero no necesariamente eliminan esporas bacterianas. Son capaces de esterilizar solo después de un tiempo de contacto prolongado (por ejemplo, de 6 a 10 horas). Los desinfectantes de alto nivel se utilizan durante períodos de tiempo relativamente cortos (de 10 a 30 minutos). Existen germicidas químicos que son esporicidas muy potentes, clasificados por la FDA como esterilizantes/desinfectantes y como esterilizadores por la EPA. Están formulados para su uso en instrumental y dispositivos médicos, pero no en superficies tales como mesones de laboratorio o pisos.
- Nivel intermedio: matan los microorganismos en estado vegetativo, incluyendo *Mycobacterium tuberculosis* y todos los hongos, e inactivan la mayoría de los virus con y sin envoltura lipídica (entre los que tienen envoltura lipídica se encuentra el SARS-CoV-2). Los germicidas químicos utilizados frecuentemente en este procedimiento están clasificados por la EPA como desinfectantes hospitalarios que tienen actividad tuberculicida. Son utilizados comúnmente en los laboratorios para la desinfección de mesones de laboratorio y la limpieza de pisos y otras superficies.
- Nivel bajo: matan la mayoría de las bacterias en estado vegetativo, excepto *M. tuberculosis* y algunos hongos, e inactivan algunos virus, entre ellos al SARS-CoV-2. Estos germicidas están aprobados por la EPA como desinfectantes para hospitales o sanitizantes.

Los germicidas utilizados generalmente en los laboratorios de microbiología en condiciones generales de trabajo están incluidos en las dos últimas categorías. En condiciones de

pandemia es necesario realizar una evaluación del riesgo, como se ha mencionado previamente, ya que la frecuencia de uso cambiará según esta evaluación.

La descontaminación en el laboratorio de microbiología requiere de gran cuidado. Implica la desinfección de las superficies de trabajo y la descontaminación de los instrumentos para que sean seguros de manipular, es decir, razonablemente libres de riesgo de transmisión de enfermedades. Independientemente del método, el propósito es reducir el nivel de contaminación microbiana de manera que se minimice el riesgo de transmisión de infecciones, proteger al personal del laboratorio, a quienes ingresan al mismo, a los que manipulan productos de laboratorio fuera del mismo, reducir la contaminación cruzada y proteger el medio ambiente [2,7,41-43].

Los germicidas químicos líquidos se utilizan como desinfectantes para la descontaminación de derrames de material infeccioso (causado por muestras biológicas líquidas, por ejemplo) así como para la descontaminación de grandes superficies. La presencia de cualquier materia orgánica puede interferir con la desinfección y requiere un mayor tiempo de contacto del desinfectante, sobre todo si el instrumento o la superficie no se han limpiado previamente, por lo tanto, es muy importante revisar las instrucciones de uso del fabricante del desinfectante antes de proceder a su uso, porque algunos requieren limpieza previa para ejercer su acción apropiadamente. Los desinfectantes que se utilizan para la descontaminación incluyen soluciones de hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno, compuestos fenólicos y yodóforos, entre otros. Las concentraciones y los tiempos de exposición varían según la formulación y las instrucciones de uso del fabricante [43-45]. La tabla 5 muestra los germicidas químicos líquidos.

Con relación a la esterilización con vapor, este método se emplea en el laboratorio de microbiología para descontaminar desechos infecciosos como requisito previo a su disposición final (por ejemplo, cultivos ya procesados, muestras biológicas, materiales sin limpieza previa), ya que contienen una elevada carga de microorganismos. El ciclo de esterilización de estos desechos requiere generalmente de un tiempo de exposición más largo que el habitualmente utilizado para esterilizar materiales con limpieza previa y medios de cultivo recién preparados para su uso (20 minutos a 120 °C), ya que influyen factores adicionales como el volumen, el tamaño y el tipo de empaque [2,7,41,42].

La descontaminación de áreas o grandes espacios, como por ejemplo laboratorios o GSB, debe ser realizada por especialistas capacitados, utilizando EPP y procedimientos adecuados [46]. Estos últimos estarán influenciados significativamente por el tipo de agente etiológico involucrado y las características de la estructura y materiales presentes en el espacio. Generalmente se emplean [7,41]:

- Peróxido de hidrógeno: se usa en fase gaseosa para descontaminar incubadoras y cuartos o áreas pequeños. La concentración óptima de este agente es de aproximadamente 2,4 mg/L con un tiempo de contacto de al menos 1 hora. Una ventaja de este sistema es que

los productos finales (agua y oxígeno) no son tóxicos.

- Dióxido de cloro: se usa en fase gaseosa para la descontaminación de salas de laboratorio, equipos, incubadoras y GBS. La concentración del gas en el sitio a descontaminar debe ser de aproximadamente 10 mg/L por un tiempo de contacto de 1 a 2 horas. El gas de dióxido de cloro posee las propiedades bactericidas, viricidas y esporicidas del cloro.

#### *Manejo de los desechos en el laboratorio de microbiología:*

En todos los centros hospitalarios, incluyendo por supuesto los laboratorios clínicos y de microbiología, se generan desechos o residuos (son sinónimos), los cuales deben ser clasificados para que reciban el tratamiento adecuado [47]:

- Desechos o residuos infecciosos: Son aquellos que pueden ser transmisores de enfermedades infecciosas, especialmente los microbiológicos (derivados de muestras y cultivos), elementos punzo-cortantes (agujas, bisturíes), sangre y/o fluidos corporales, entre otros.
- Residuos no infecciosos: Son aquellos considerados como comunes (material de oficina, de limpieza general, de preparación de alimentos, etc.), químicos (productos químicos y drogas antineoplásicas) y radioactivos.

Para efectos de esta revisión nos referiremos únicamente a los desechos infecciosos.

Con relación a la manipulación de los desechos provenientes del procesamiento de las muestras de pacientes sospechosos o confirmados de la COVID-19 en el laboratorio, los CDC acotan que no hay evidencia que sugiera que estos desechos necesiten procedimientos adicionales de empaque o desinfección, por lo tanto, deben ser tratados como todos los demás desechos infecciosos [14].

En las directrices para el control de infecciones ambientales en establecimientos de salud publicadas por los CDC (actualización del año 2019) se puede encontrar la clasificación del manejo de los desechos infecciosos según la evidencia suministrada por datos científicos, fundamentos teóricos, experiencia obtenida de eventos previos, aplicabilidad y posible beneficio económico, emitidas por consenso de expertos. Esta clasificación es la misma que se mencionó en el apartado de higiene y desinfección de las manos de esta revisión, y para los desechos infecciosos agregan una categoría adicional, denominada “Problema no resuelto”: No se ofrece ninguna recomendación. No existe consenso o evidencia insuficiente con respecto a la eficacia. Ciertas recomendaciones están calificadas con dos categorías (por ejemplo, Categorías IA e IC o Categorías IB e IC), indicando que la recomendación está basada en evidencia y también es un estándar o regulación en EEUU [43].

Entre las recomendaciones para el tratamiento y disposición final de los desechos infecciosos se citan las siguientes [43]:

1. Los desechos médicos que requieren precauciones especiales de manipulación y eliminación son



Tabla 5. Germicidas químicos líquidos.

Germicida	Concentración	Nivel de desinfección <sup>a</sup>	Actividad							Características					
			Bacteria	Virus con EL	Hongos	Virus hidrofílicos	M. tuberculosis	Esporas bacterianas	Efecto corrosivo	Inactivación por MO	Irritante cutáneo	Irritante ocular	Irritante respiratorio	Tóxico	Amigable con el ambiente
Glutaraldehído	2-3,2% <sup>c</sup>	Alto – EQ	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-
Peróxido de hidrógeno	3-25%	Alto - EQ	+	+	+	+	+	±	+	±	+	+	-	+	-
Compuestos a base de cloro <sup>b</sup>	100-1.000 ppm de cloro libre <sup>d</sup>	Alto	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	±
Alcohol isopropílico	60-95% <sup>e</sup>	Intermedio	+	+	+	±	+	-	±	±	±	+	-	+	-
Compuestos fenólicos	0,4-5% acuoso <sup>f</sup>	Intermedio	+	+	+	±	+	-	-	-	+	+	-	+	+
Iodóforos	30-50% ppm de yodo libre <sup>g</sup>	Intermedio	+	+	+	+	±	-	±	+	±	+	-	+	-
Compuestos de amonio cuaternario	0,4-1,6% acuoso <sup>h</sup>	Bajo	±	+	±	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-

Elaborada por los autores con información de las referencias [41-43]. Si: +. No: -. Resultados variables: ±. EL: Envoltura lipídica. MO: Materia orgánica. EQ: Esterilizante químico. ppm: partes por millón. a: La eficacia de los desinfectantes se basa en un tiempo de exposición inferior a 30 min a temperatura ambiente. Las esporas requieren tiempos de exposición prolongados (hasta 10 h). b: Los desinfectantes genéricos que contienen cloro están disponibles en forma líquida o sólida, por ejemplo, hipoclorito de sodio o calcio. Las concentraciones indicadas son de acción rápida y de amplio espectro (tuberculicida, bactericida, fungicida y virucida). En EEUU ninguna fórmula patentada de hipoclorito está registrada formalmente por la EPA ni aprobada por la FDA. El blanqueador doméstico común es una fuente excelente y económica de hipoclorito de sodio. Las concentraciones entre 500 y 1.000 mg/L de cloro son apropiadas para la desinfección que requiere un nivel intermedio de actividad germicida. Las concentraciones más altas son extremadamente corrosivas e irritantes para el personal y su uso debe limitarse a situaciones en las que existe una cantidad excesiva de material orgánico o concentraciones inusualmente altas de microorganismos (por ejemplo, derrames de material cultivado en el laboratorio). c: Recomendado para desinfección de endoscopios. d: 500-5.000 mg/L de cloro libre. e: Recomendado para desinfección de superficies pequeñas. La eficacia de los alcoholes como germicidas de nivel intermedio es limitada porque se evaporan rápidamente, lo que resulta en tiempos de contacto muy cortos y también carecen de la capacidad de penetrar el material orgánico residual. Son rápidamente tuberculicidas, bactericidas y fungicidas, pero pueden variar en el espectro de actividad virucida. Los artículos que se vayan a desinfectar con alcoholes deben limpiarse previamente con cuidado y luego sumergirse por completo durante un tiempo de exposición adecuado (por ejemplo, 10 minutos). f: Recomendado para descontaminación de instrumental quirúrgico. g: Recomendado para desinfección de equipos médicos y superficies duras. Se deben seguir estrictamente las instrucciones del fabricante con respecto a la dilución adecuada y la estabilidad del producto. Los yodóforos para uso como antisépticos no son adecuados para desinfectar instrumentos, dispositivos médicos ni superficies ambientales. h: recomendado para la desinfección de suelos.

## (Categoría II):

- Desechos de laboratorio de microbiología (por ejemplo cultivos)
  - Muestras de sangre y fluidos corporales
  - Objetos punzantes (por ejemplo agujas y bisturíes)
2. Es necesario desarrollar un plan para la recolección, manejo, tratamiento previo a la disposición final y disposición final de los desechos infecciosos (Categoría IC).
  3. Se debe designar una persona o personas para que sean responsables de establecer, monitorear, revisar y administrar el plan (Categoría II).
  4. Se debe informar al personal involucrado en la manipulación y eliminación de desechos potencialmente infecciosos de los posibles peligros para la salud y la seguridad; este personal debe estar capacitado en los métodos adecuados de manipulación y eliminación estos desechos (Categoría IC).
  5. Las jeringas desechables con agujas, los objetos

punzantes estériles, las hojas de bisturí y otros elementos afilados que se vayan a desechar deben ser colocados en recipientes resistentes a las perforaciones ubicados lo más cerca posible del punto de uso. Estos recipientes deben ser capaces de mantener su impermeabilidad después de ser sometidos a tratamiento para evitar daños físicos posteriores al personal que los manipula durante su disposición final (Categoría IC).

6. Los desechos infecciosos deben ser tratados utilizando métodos como esterilización con vapor, incineración o una tecnología de tratamiento alternativa, aprobados por la autoridad competente que tenga jurisdicción, antes de su eliminación en un relleno sanitario (Categoría IC).
7. Los laboratorios que trabajan con microorganismos provenientes de muestras clínicas deben cumplir con las regulaciones vigentes para la recepción, transferencia, manejo y eliminación adecuada de estos agentes (Categoría IC).

8. Los laboratorios de microbiología con NBS-2 deben desarrollar estrategias para inactivar los cultivos en un sitio adecuado dentro del laboratorio mediante el uso de un método de inactivación aprobado (por ejemplo, autoclave), en lugar de envasar y enviar los desechos no tratados a una instalación externa para su tratamiento y eliminación (Categoría II).
9. Los desechos en espera de tratamiento deben ser almacenados en un área adecuadamente ventilada y utilizando contenedores que eviten el desarrollo de olores desagradables (Categoría IC).
10. Si las opciones de tratamiento no están disponibles en el sitio donde se generan los desechos infecciosos, estos deben ser transportados en contenedores cerrados e impermeables a otra instalación para su tratamiento, según corresponda (Categoría IC).

En Venezuela, las normas para la clasificación y manejo de desechos en establecimientos de salud están reglamentadas en el Decreto Presidencial N° 2.218, publicado en la Gaceta Oficial N° 4.418 del 27 de abril de 1992. En el Artículo 5 se describe la clasificación de los desechos generados en establecimientos de salud, donde los desechos producidos por los laboratorios se encuentran clasificados como Desechos Infecciosos Tipo C. Todos los establecimientos relacionados con el sector salud, incluyendo los laboratorios, deben dar cumplimiento a lo establecido en estas normas, las cuales son muy similares a las ya descritas en las directrices de los CDC mencionadas anteriormente [48].

Una mención especial merece el tratamiento y disposición final de los EPP. El incremento de su uso y eliminación posterior, debido a las condiciones generadas por pandemia de la COVID-19, ha traído como consecuencia, aparentemente, la aparición de una nueva categoría de desechos, que ha aumentado considerablemente convirtiéndose en un desafío para los laboratorios y las empresas de recolección de los mismos. La pregunta principal que se plantea es si los EPP deben manejarse como desechos infecciosos o no infecciosos, independientemente de las funciones operativas de la instalación, ya sean sanitarias o no.

Según el programa de manejo de desechos del Departamento de Ecología del Estado de Washington, basado en las directrices de los CDC, los EPP de un solo uso, generados como resultado de las actividades de rutina en los centros hospitalarios pueden descartarse como desechos no infecciosos, es decir, como basura común. Los EPP utilizados en la atención de pacientes con la COVID-19 o en los laboratorios pueden descartarse de la misma forma, siempre y cuando no estén saturados con sangre o fluidos corporales a tal punto que fluyan libremente o al exprimir los EPP. Los centros hospitalarios deben utilizar sus protocolos estándar para determinar si el uso de los EPP está sujeto a requisitos especiales de manipulación o si puede ir al flujo regular de desechos no infecciosos. Por lo tanto, estos centros deben fomentar la eliminación adecuada de los EPP proporcionando recipientes de desechos sólidos adecuados, así como bolsas, que deben estar bien cerradas como medida de precaución. Los recipientes deben

ser vaciados con frecuencia por el personal del centro hospitalario designado para estos procedimientos, el cual también debe estar equipado con los EPP apropiados para realizar estas actividades. Los EPP a ser eliminados nunca deben colocarse en contenedores de reciclaje, ya que los empleados que realizan la clasificación de los materiales se exponen a estos equipos, poniendo en peligro su seguridad y aumentando los riesgos para la salud pública [49].

El tratamiento y disposición de los EPP en Europa es bastante diferente. En la Unión Europea (UE), los EPP se clasifican como desechos médicos, separados o mixtos según la fuente de su generación [50]. Debido a la preocupación por la posible transmisión del virus SARS-CoV-2 desde las superficies de las mascarillas, guantes y batas desechables, la gestión de estos equipos se ha convertido en una tarea desafiante, ya que es necesario combinar métodos de almacenamiento, recolección, transporte y tratamiento de los mismos. La eliminación adecuada también requiere la preparación de programas de recolección y manejo de estos desechos en laboratorios y centros médicos [51,52].

Los desechos de los servicios sanitarios, de los laboratorios y de todas las actividades relacionadas con la atención de los pacientes con la COVID-19 deben manipularse y tratarse de acuerdo con la legislación de la UE expuesta en la Directiva 2008/98/CE y en las disposiciones nacionales que se aplican a los desechos infecciosos, teniendo en cuenta las orientaciones actualizadas proporcionadas por el Centro Europeo de Control y Prevención de Enfermedades (*European Centre for Disease Prevention and Control*, ECDC) [45]. Además, las directrices específicas del ECDC [44] se aplican a los desechos no infecciosos en entornos sanitarios y no sanitarios potencialmente contaminados con el SARS-CoV-2, por lo que estos desechos deben tratarse como infecciosos de categoría B (UN3291), según la guía de Transporte de Desechos Clínicos Infecciosos de la OMS [53].

Un trabajo de reciente publicación sobre este tema, realizado en Polonia [54], destaca que los elementos más importantes del sistema de gestión de los EPP en ese país son asignar bolsas con una etiqueta o de un color determinado, recoger los desechos al menos cada siete días, proporcionar transporte directo desde los puntos de recolección hasta una planta de incineración o una instalación para el tratamiento adecuado de los desechos y desinfectar los contenedores de los EPP. Estos elementos son muy similares a los utilizados en otros países pertenecientes a la UE.

Otro problema que ha surgido en la manipulación de los EPP es la contaminación ambiental por plásticos y microplásticos debido a la eliminación de mascarillas y guantes en lugares inadecuados. Estos desechos pueden contaminar áreas verdes como parques, bosques o playas, y se han convertido en un grave problema en Asia [55,56].

En Venezuela, el tratamiento y disposición de los EPP debe ser considerado como desecho potencialmente peligroso Tipo B (todos aquellos materiales, que sin ser por su naturaleza peligrosos, por su ubicación, contacto o cualquier otra circunstancia puedan resultar contaminados,

incluyendo aquí los provenientes de áreas de hospitalización de los enfermos y de consulta externa), o directamente como desecho infeccioso Tipo C (todos aquellos desechos que por su naturaleza, ubicación, exposición, contacto o por cualquier otra circunstancia, resulten contentivos de agentes infecciosos provenientes de todas las áreas donde puedan generarse desechos infecciosos, incluyendo los laboratorios) [48].

### Consideraciones finales

La pandemia causada por el SARS-CoV-2 y la rápida generación de información relacionada con este nuevo coronavirus prácticamente obligó a organismos internacionales como la OMS y los CDC americanos y europeos a actualizar guías, manuales y documentos normativos para los centros hospitalarios, los laboratorios clínicos, de microbiología y de investigación involucrados en el diagnóstico de la COVID-19.

Los laboratorios de microbiología están en la obligación de aplicar las normas de bioseguridad para el procesamiento de todas las muestras clínicas, incluyendo aquellas provenientes de los pacientes con la COVID-19, así como de incluir estas normas en sus manuales de calidad y seguridad. El personal del laboratorio debe estar debidamente capacitado en la aplicación de los principios, técnicas y prácticas de contención para prevenir la exposición a los microorganismos patógenos y la adquisición de infecciones asociadas a la atención en salud.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

### Referencias

1. Esparza J. COVID-19: una pandemia en pleno desarrollo. *Gac Méd Caracas*. 2020; 28:5-11. Disponible en: <https://sostelemedicina.ucv.ve/covid19/manuales/COVID-19.%20Una%20pandemia%20en%20pleno%20desarrollo.pdf> Acceso 15 de noviembre 2020.
2. World Health Organization. Laboratory biosafety manual. Third edition. Geneva: World Health Organization; 2004. Disponible en: [https://www.who.int/medical\\_devices/publications/lab\\_biosafety\\_manual/en/](https://www.who.int/medical_devices/publications/lab_biosafety_manual/en/) Acceso 20 de noviembre 2020.
3. World Health Organization. Laboratory biosafety manual. Fourth edition. Geneva: World Health Organization; 2020. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/337956/9789240011311-eng.pdf> Acceso 15 de diciembre 2020.
4. World Health Organization. Biorisk management. Laboratory biosecurity guidance. WHO/CDS/EPR/2006.6. Geneva: World Health Organization; 2006. [https://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/WHO\\_CDS\\_EPR\\_2006\\_6.pdf](https://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/WHO_CDS_EPR_2006_6.pdf) Acceso 5 de noviembre 2020.
5. Pérez Mellado, R. Biotecnología: bioseguridad y biocustodia en la investigación biotecnológica. *Arbor*. 2014; 190:a150. Doi: <https://doi.org/10.3989/arbor.2014.768n4004>
6. Noble MA. Prevention of laboratory-acquired infections. En: Jorgensen JH, Pfaller MA (Ed). *Manual of clinical microbiology*. 11<sup>th</sup> edition. Canada: ASM Press; 2015. p 169-82. Doi: <https://doi.org/10.1128/9781555817381.ch12>
7. Centers for Disease Control and prevention (CDC). *Biosafety in microbiological and biomedical laboratories*. Fifth edition. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service Centers for Disease Control and Prevention National Institutes of Health; 2009. Disponible en: <https://www.cdc.gov/labs/pdf/CDC-BiosafetyMicrobiologicalBioMedicalLaboratories-2009-P.pdf> Acceso 5 de octubre 2020.
8. International Organization for Standardization. *Medical Laboratories-Requirements for Quality and Competence*. ISO 15189:2012. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2012.
9. International Organization for Standardization. *Medical Laboratories: Requirements for Safety*. ISO 15190:2020. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2003.
10. Fondonorma. Norma venezolana. Medidas de seguridad e higiene ocupacional en laboratorios. Parte 2: Bioseguridad. COVENIN 2340-2:2002. Disponible en: [http://fastmed.com.ve/wp-content/uploads/2014/07/2340-2-2002\\_Bioseguridad.pdf](http://fastmed.com.ve/wp-content/uploads/2014/07/2340-2-2002_Bioseguridad.pdf) Acceso 3 de octubre 2020.
11. Organización Mundial de la Salud. Orientaciones de bioseguridad en el laboratorio relacionadas con la COVID-19. Orientaciones provisionales. 13 de mayo de 2020. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud; 2020. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332285> Acceso 17 de octubre 2020.
12. Organización Mundial de la Salud. Guía sobre la reglamentación relativa al transporte de sustancias infecciosas 2019-2020. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2019 (WHO/WHE/CPI/2019.20). Disponible en: <https://www.who.int/ihr/publications/WHO-WHE-CPI-2019.20/en/> Acceso 15 de octubre 2020.
13. Reviakina V, Panizo MM. Transporte de muestras biológicas para su análisis en el laboratorio de microbiología. *Rev Soc Ven Microbiol*. 2019; 39:4-14. Disponible en: [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_vm/article/download/19215/144814485596](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_vm/article/download/19215/144814485596) Acceso 15 de octubre 2020.
14. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Interim laboratory biosafety guidelines for handling and processing specimens associated with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Disponible en: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-nCoV/lab/lab-biosafety-guidelines.html> Acceso 17 de octubre 2020.

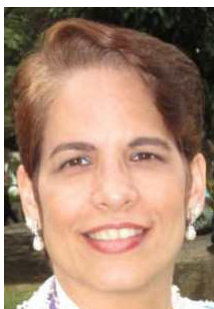
15. International Organization for Standardization. Risk management. ISO 31000:2018. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2018.
16. International Organization for Standardization. Risk management – Risk assessment techniques. ISO 31010:2019. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2019.
17. World Health Organization. Infection prevention and control of epidemic and pandemic prone acute respiratory infections in health care. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2014. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/112656> Acceso 2 de diciembre de 2020.
18. Organización Panamericana de la Salud. Prevención y control de infecciones asociadas a la atención de la salud. Recomendaciones Básicas. Washington, DC: OPS; 2017. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51447> Acceso 2 de diciembre 2020.
19. World Health Organization. Infection prevention and control during health care when COVID-19 is suspected. Interim guidance. 29 June 2020. Disponible en: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/WHO-2019-nCoV-IPC-2020.4> Acceso 5 de diciembre 2020.
20. Centers for Disease Control and Prevention. Interim U.S. guidance for risk assessment and work restrictions for healthcare personnel with potential exposure to COVID-19. Disponible en: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/guidance-risk-assesment-hcp.html> Acceso 28 de noviembre 2020.
21. Organización Mundial de la Salud. Transmisión del SARS-CoV-2: repercusiones sobre las precauciones en materia de prevención de infecciones. Reseña científica. 9 de julio de 2020. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/333390> Acceso 1 de diciembre 2020.
22. Organización Panamericana de la Salud. Requerimientos para uso de equipos de protección personal (EPP) para el nuevo coronavirus (2019-nCoV) en establecimientos de salud. Recomendaciones interinas. 2020. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51976> Acceso 4 de diciembre 2020.
23. Boyce JM, Pittet D. Guideline for hand hygiene in health-care settings: recommendations of the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2002; 30:S1-S46. Doi: <https://doi.org/10.1067/mic.2002.130391>
24. World Health Organization. WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2009. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241597906> Acceso 5 de noviembre 2020.
25. World Health Organization. WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care: a Summary. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2009. Disponible en: [https://www.who.int/gpsc/information\\_centre/hand-hygiene-summary/en/](https://www.who.int/gpsc/information_centre/hand-hygiene-summary/en/) Acceso 5 de noviembre 2020.
26. Sickbert-Bennett EE, Weber DJ, Gergen-Teague MF, Sobsey MD, Samsa GP, Rutala WA. Comparative efficacy of hand hygiene agents in the reduction of bacteria and viruses. *Am J Infect Control.* 2005; 33:67-77. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2004.08.005>
27. Trampuz A, Widmer AF. Hand hygiene: a frequently missed lifesaving opportunity during patient care. *Mayo Clin Proc.* 2004; 79:109-16. Doi: <https://doi.org/10.4065/79.1.109>
28. Zarpellon MN, Soares VS, Albrecht NR, Bergamasco DR, Garcia LB, Cardoso CL. Comparison of 3 alcohol gels and 70% ethyl alcohol for hand hygiene. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2008; 29:960-2. Doi: <https://doi.org/10.1086/591092>
29. Pittet D, Hugonnet S, Harbarth S, Mourouga P, Sauvan V, Touveneau S, Perneger TV. Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene. *Lancet.* 2000; 356:1307-12. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)02814-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)02814-2)
30. Organización Mundial de la Salud. Uso racional del equipo de protección personal frente a la COVID-19 y aspectos que considerar en situaciones de escasez graves. Orientaciones provisionales. 6 de abril de 2020. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331810> Acceso 7 de diciembre 2020.
31. Saavedra CA, y Grupo ACIN-IETS de Consenso Colombiano para recomendaciones de atención COVID19. Consenso colombiano de atención, diagnóstico y manejo de la infección por SARS-CoV-2/COVID-19 en establecimientos de atención de la salud Recomendaciones basadas en consenso de expertos e informadas en la evidencia. *Infectio.* 2020; 24(Supp 1):1-153. Doi: <http://dx.doi.org/10.22354/in.v24i3.851>
32. Saavedra CH, y Grupo ACIN-IETS de Consenso Colombiano para recomendaciones de atención COVID-19. Consenso colombiano de atención, diagnóstico y manejo de la infección por SARS-CoV-2/COVID-19 en establecimientos de atención de la salud. Segunda Edición. Recomendaciones basadas en consenso de expertos e informadas en la evidencia. Sección VIII. Prevención y control de la infección por SARS-CoV-2/COVID-19. *Infectio.* 2020; 24(Supp 2):178-297. Doi: <http://dx.doi.org/10.22354/in.v24i3.872>
33. World Health Organization. Epidemic-prone and pandemic-prone acute respiratory diseases. Summary guidance. Infection prevention & control in health-care facilities. 2007. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/69793> Acceso 7 de diciembre de 2020
34. Lynch J, Davitkov P, Anderson D, Bhimraj A, Chi Chung Cheng V, Guzman-Cottrill J, et al. Infectious Diseases Society of America (IDSA) Guidelines on infection prevention for health care personnel caring for patients with suspected or known COVID-19. *Infectious Diseases Society of America;* 2020. Disponible en:



- <https://www.idsociety.org/COVID19guidelines/ip>  
Acceso 5 de diciembre 2020.
35. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Personal protective equipment (PPE) needs in healthcare settings for the care of patients with suspected or confirmed 2019-nCoV. Stockholm: ECDC; 2020. Disponible en: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/personal-protective-equipment-ppe-needs-healthcare-settings-care-patients> Acceso 5 de diciembre 2020.
  36. Servín T, Nava L, Romero G, Sánchez G, Huerta G. Equipo de protección personal y COVID-19. *Cir Gen*. 2020; 42:116-23. Doi: <https://doi.org/10.35366/95370>
  37. Ferioli M, Cisternino C, Leo V, Pisani L, Palange P, Nava S. Protecting healthcare workers from SARS-CoV-2 infection: practical indications. *Eur Respir Rev*. 2020; 29:200068. Doi: <https://doi.org/10.1183/16000617.0068-2020>
  38. Ippolito M, Vitale F, Accurso G, Iozzo P, Gregoretti C, Giarratano A, Cortegiani A. Medical masks and respirators for the protection of healthcare workers from SARS-CoV-2 and other viruses. *Pulmonology*. 2020; 26:204-12. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2020.04.009>
  39. Aranaz J, Gea MT, Vicente-Guijarro J, Beltrán J, García M, Valencia-Martín JL, et al. Mascarillas como equipo de protección individual durante la pandemia de COVID-19: cómo, cuándo y cuáles deben utilizarse. *J Healthc Qual Res*. 2020; 35:245-52. Doi: <https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.jhqr.2020.06.001>
  40. Organización Mundial de la Salud. Recomendaciones sobre el uso de mascarillas en el contexto de la COVID-19. Orientaciones provisionales. 5 de junio de 2020. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332657> Acceso 6 de diciembre de 2020.
  41. Arduino MJ. Decontamination in the microbiology laboratory. In: Wooley DP & Byers KB (Ed). *Biological safety: principles and practices*. Fifth edition. Washington, DC: ASM Press; 2017. p 463-73. Doi: <https://doi.org/10.1128/9781555819637>
  42. Wendt C, Frei R, Widmer AF. Decontamination, Disinfection, and Sterilization. In: Jorgensen JH, Pfaller MA (Ed). *Manual of clinical microbiology*. 11th edition. Canada: ASM Press; 2015. p 183-216. Doi: <https://doi.org/10.1128/9781555817381.ch13>
  43. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention (CDC); 2003. Updated: July 2019. Disponible en: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/pdf/guidelines/environmental-guidelines-P.pdf> Acceso: 15 de diciembre 2020.
  44. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Interim guidance for environmental cleaning in non-healthcare facilities exposed to SARS-CoV-2. 18 February 2020. Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control; 2020. Disponible en: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/coronavirus-SARS-CoV-2-guidance-environmental-cleaning-non-healthcare-facilities.pdf> Acceso 12 de diciembre de 2020.
  45. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Infection prevention and control and preparedness for COVID-19 in healthcare settings. Fifth update - 6 October 2020. Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control; 2020. Disponible en: [https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Infection-prevention-and-control-in-healthcare-settings-COVID-19\\_5th\\_update.pdf](https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Infection-prevention-and-control-in-healthcare-settings-COVID-19_5th_update.pdf) Acceso 12 de diciembre 2020.
  46. United States Environmental Protection Agency. Compilation of available data on building decontamination alternatives. EPA/600/R-05/036. Washington, DC: National Homeland Security Research Center; 2005. Disponible en: [https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_file\\_download.cfm?p\\_download\\_id=514244](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_file_download.cfm?p_download_id=514244) Acceso 12 de diciembre 2020.
  47. Acosta-Gnass SI. Manual de control de infecciones y epidemiología hospitalaria. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud; 2011. Disponible en: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51545/ControlInfecHospitalarias\\_spa.pdf?sequence=1](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51545/ControlInfecHospitalarias_spa.pdf?sequence=1) Acceso 5 de diciembre 2020.
  48. Gaceta Oficial N° 4.418 Extraordinario del 27 de abril de 1992. Decreto N° 2.218. 23 de abril de 1992. Normas para la Clasificación y Manejo de Desechos en Establecimientos de Salud. Disponible en: [https://www.medicinalaboraldevenezuela.com.ve/archivo/doc\\_ergo\\_higiene/Decreto2218.pdf](https://www.medicinalaboraldevenezuela.com.ve/archivo/doc_ergo_higiene/Decreto2218.pdf) Acceso 5 de diciembre 2020.
  49. Department of Ecology State of Washington. Solid Waste Management Program. Focus on: Disposal of Single Use Personal Protective Equipment and COVID-19. Washington: Solid Waste Management Program; July 2020. Disponible en: <https://apps.ecology.wa.gov/publications/documents/2007020.pdf> Acceso 5 de diciembre 2020.
  50. European Commission. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on Waste and Repealing Certain Directives. EUR-Lex-32008L0098-EN-EUR-Lex. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0098> Acceso 3 de diciembre 2020.
  51. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Infection prevention and control in the household management of people with suspected or confirmed coronavirus disease (COVID-19). Stockholm: ECDC; 2020. Disponible en: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Home-care-of-COVID-19-patients-2020-03-31.pdf> Acceso 3

- de diciembre 2020.
52. European Commission. Waste management in the context of the Coronavirus crisis. Disponible en: [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/waste\\_management\\_guidance\\_dg-env.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/waste_management_guidance_dg-env.pdf) Acceso 3 de diciembre 2020.
  53. Pieper U. Transport of infectious clinical waste (UN3291). Geneva: WHO Regional Office for Europe; 2013. Disponible en: <https://www.washinhcf.org/wp-content/uploads/2019/03/Guidelines-Transport-of-infectious-waste-UN3291.pdf> Acceso 3 de diciembre 2020.
  54. Nowakowski P, Kuśnierz S, Sosna P, Mauer J, Maj D. Disposal of personal protective equipment during the COVID-19 pandemic is a challenge for waste collection companies and society: a case study in Poland. Resources. 2020; 9:116. Doi: <https://doi.org/10.3390/resources9100116>
  55. Rajmohan KVS, Ramya C, Viswanathan MR, Varjani S. Plastic pollutants: effective waste management for pollution control and abatement. Curr Opin Environ Sci Health. 2019; 12:72-84. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2019.08.006>
  56. Rist S, Almroth BC, Hartmann NB, Karlsson TM. A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics. Sci Total Environ. 2018; 626:720-6. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.092>

**María Mercedes Panizo:** Venezolana. Licenciada en Bioanálisis de la Universidad Central de Venezuela. Especialista en Micología Médica del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel (INHRR). Magister Scientiarum en Micología de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Magister en Sistemas de la Calidad de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). Ex Jefe del Departamento de Micología y ex Coordinadora Académica del Postgrado Especialización en Micología Médica del INHRR. Miembro de la Comisión Editora de la Revista de la SVM y de la Revista Kasma. Veintiocho años de ejercicio profesional, 23 de ellos en el área de micología médica, con experiencia nacional e internacional en investigación y coordinación de proyectos, como conferencista en jornadas y congresos y como tutora y jurado de tesis de pregrado y postgrado. Cuenta con más de 60 publicaciones en revistas nacionales e internacionales indizadas y arbitradas. Actualmente es consultor independiente en microbiología y sistemas de la calidad.



**Giuseppe Antonio Ferrara Valvano:** Venezolano. Licenciado en Bioanálisis de la Universidad Central de Venezuela. Especialista en Bacteriología Clínica, Especialista en Micología Médica y Magister en Sistemas de la Calidad. Como Bioanalista, ha ejercido en el ámbito público y privado desde hace 23 años. Actualmente trabaja como Microbiólogo en el Laboratorio Bioanalítico Referlab. En el área de investigación, ha participado en diferentes proyectos en la Cátedra de Micología - Escuela de Bioanálisis - UCV, en la Cátedra de Parasitología - Escuela de Medicina José María Vargas y en el Departamento de Micología del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel. Ha participado como tutor y jurado de tesis de pregrado y postgrado. Ha realizado más de 90 presentaciones de trabajos científicos en congresos nacionales e internacionales y tiene 32 publicaciones, así como también ha sido invitado a participar en conferencias nacionales durante la realización de eventos científicos.



**Vera Reviakina:** Médico Microbiólogo, graduada en Rusia. Especialista en Bacteriología Clínica (Rostov del Don, Rusia) y en Micología Médica (Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel, INHRR, Venezuela). Magister Scientiarum en Micología (Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Venezuela). Trabajó como Médico Microbiólogo en la Unidad de Microbiología y Enfermedades Infecciosas del Hospital Vargas de Caracas. Fue Jefe del Departamento de Micología y Coordinadora Académica del Postgrado Especialización en Micología Médica del INHRR hasta su jubilación. Docente, conferencista, coordinadora de numerosos cursos nacionales e internacionales y tutora y jurado de tesis de postgrado, con 34 años de ejercicio profesional. Miembro Titular de la Sociedad Venezolana de Microbiología (SVM), integrante de la Junta Directiva Nacional por 5 años y miembro de la Comisión Editora de la Revista de la SVM. Cuenta con 63 publicaciones y más de 150 presentaciones en eventos científicos.

