

NOMBRE DEL TRABAJO

**TES - CORNEJO Y VIDAL.docx**

RECUENTO DE PALABRAS

**10395 Words**

RECUENTO DE PÁGINAS

**44 Pages**

FECHA DE ENTREGA

**May 15, 2024 10:39 AM GMT-5**

RECUENTO DE CARACTERES

**58669 Characters**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**314.7KB**

FECHA DEL INFORME

**May 15, 2024 10:41 AM GMT-5****● 6% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 6% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y  
BIOQUIMICA**

**TESIS**

**EVALUACIÓN IN VITRO DEL EFECTO PROTECTOR DE MASCARILLAS  
FRENTE A *Escherichia coli* EN LIMA 2023.**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**AUTORES:**

CORNEJO ZELADA, Victor Hugo

VIDAL OROYA, Edwin

**ASESOR:**

Mg. Deysi, LAHUANA CISNEROS

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Salud Pública

**LIMA - PERÚ**

**Enero – 2024**

## **DEDICATORIA**

Dedico mi tesis a

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros docentes:

## **JURADOS**

**PRESIDENTE:**

**SECRETARIO:**

**VOCAL:**

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, ....., de nacionalidad peruana, identificad@ con DNI N° ....., de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, Bachiller en Estomatología, autora de la tesis titulada “EVALUACIÓN IN VITRO DEL EFECTO PROTECTOR DE MASCARILLAS FRENTE A *Escherichia coli* EN LIMA 2023”

DECLARACIÓN BAJO JURAMENTO:

QUE TODA LA INFORMACIÓN PRESENTADA ES AUTENTICA Y VERAZ, siendo resultado del esfuerzo personal, que no ha sido copiado, sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor. En este sentido somos conscientes de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, son objeto de sanciones universitarios y/o legales.

Lima, X de enero de 2024

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, ....., de nacionalidad peruana, identificad@ con DNI N° ....., de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, Bachiller en Estomatología, autora de la tesis titulada “EVALUACIÓN IN VITRO DEL EFECTO PROTECTOR DE MASCARILLAS FRENTE A *Escherichia coli* EN LIMA 2023”

DECLARACIÓN BAJO JURAMENTO:

QUE TODA LA INFORMACIÓN PRESENTADA ES AUTENTICA Y VERAZ, siendo resultado del esfuerzo personal, que no ha sido copiado, sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor. En este sentido somos conscientes de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, son objeto de sanciones universitarios y/o legales.

Lima, X de enero de 2024

# INDICE

AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
INDICE.....	vii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. MÉTODO .....	23
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	23
2.2. Operacionalización de variables. ....	24
2.3. Población, muestra y muestreo .....	25
2.3.1. Población:.....	25
2.3.2. Muestra.....	25
2.3.3. Muestreo:.....	25
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	25
2.4.1. Técnicas.....	25
2.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	25
2.5. Procedimientos.....	26
2.5.1. Reactivación de cepa de estudio .....	26
2.5.2. Preparación de inóculo .....	26
2.5.3. Preparación de la prueba .....	27
2.6. Métodos de análisis de la información.....	27
2.7. Aspectos éticos .....	28
III. RESULTADOS .....	29



IV. DISCUSIÓN.....	32
V. CONCLUSIONES.....	35
VI. RECOMENDACIONES .....	36
REFERENCIAS .....	37

## RESUMEN

Durante la exhalación se emiten microgotas mucho salivales que contienen filamentos, células inmunes, microorganismos y residuos. El uso de cubrebocas es crucial para evitar la propagación de enfermedades transmitidas por microorganismos, aunque la efectividad de distintos tipos de mascarillas aún genera controversia. En ese sentido, este estudio tiene como objetivo evaluar la capacidad de protección respiratoria de cinco tipos de mascarillas, mediante la determinación de su eficiencia de filtración bacteriana. Para llevar a cabo la evaluación, se preparó una suspensión de la cepa *Escherichia coli* ATCC 25922, la cual fue dispersada utilizando un nebulizador en presencia de cinco tipos de mascarillas faciales. La eficiencia de filtración bacteriana de cada mascarilla se evaluó mediante el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) en placas con medio de cultivo, colocadas en la cara opuesta de la mascarilla en expuesta durante la nebulización de la suspensión bacteriana.

La mascarilla M5 (tipo N95) mostró la eficiencia más alta de filtración bacteriana, alcanzando un 100% de eficacia; mientras que la mascarilla M1 (tipo I) registró el valor más bajo, con un  $97.82 \pm 2.18\%$  de eficiencia, presentando también mayor variabilidad entre las mediciones de cada réplica. A pesar de esto, todas las mascarillas evaluadas superaron los estándares de eficiencia indicados por el fabricante para su respectivo tipo.

Los valores de eficiencia de filtración bacteriana obtenidos garantizan la confiabilidad del ensayo y sugieren que las mascarillas evaluadas ofrecen una protección adecuada contra partículas biológicas. Sin embargo, es crucial tener en cuenta que la eficacia real puede depender de factores como el ajuste apropiado de la mascarilla en la cara del usuario. Además, aunque las mascarillas evaluadas son eficaces para filtrar partículas bacterianas según este estudio, no proporcionan una protección completa. Por lo tanto, se recomienda utilizarlas conforme a las directrices de salud pública y las pautas específicas para su uso adecuado.

**Palabras clave:** mascarillas, eficiencia de filtración bacteriana, BFE, *Escherichia coli*, ATCC.

## ABSTRACT

During exhalation, microdroplets, often saliva-laden, are emitted containing filaments, immune cells, microorganisms, and residues. The use of face masks is crucial to prevent the spread of microorganism-transmitted diseases, although the effectiveness of different mask types remains controversial. In this context, the aim of this study is to assess the respiratory protection capability of five types of masks by determining their bacterial filtration efficiency.

To conduct the evaluation, a suspension of *Escherichia coli* ATCC 25922 strain was prepared and dispersed using a nebulizer in the presence of five types of face masks. The bacterial filtration efficiency of each mask was assessed by counting colony-forming units (CFU) on agar plates with a culture medium, placed on the opposite side of the mask exposed during the nebulization of the bacterial suspension.

Mask M5 (N95 type) exhibited the highest bacterial filtration efficiency, reaching 100%; whereas mask M1 (Type I) recorded the lowest value, with an efficiency of  $97.82 \pm 2.18\%$ , also showing greater variability among measurements of each replica. Despite this, all evaluated masks exceeded the efficiency standards indicated by the manufacturer for their respective types.

The obtained bacterial filtration efficiency values ensure the reliability of the test and suggest that the evaluated masks provide adequate protection against biological particles. However, it is crucial to consider that actual efficacy may depend on factors such as the proper fit of the mask on the user's face. Furthermore, although the evaluated masks are effective in filtering bacterial particles according to this study, they do not offer complete protection. Therefore, it is recommended to use them in accordance with public health guidelines and specific usage instructions.

**Keywords:** masks, Bacterial Filtration Efficiency, BFE, *Escherichia coli*, ATCC.

## I. INTRODUCCIÓN

Las mascarillas no están diseñadas principalmente para proteger contra bacterias como *E. coli*. Su función principal es prevenir la propagación de gotas respiratorias que pueden contener virus, como el SARS-CoV-2, responsable de la COVID-19. Sin embargo, algunas mascarillas pueden tener cierto grado de filtración que también puede ayudar a atrapar partículas más grandes, como bacterias (1)

Las mascarillas quirúrgicas, por ejemplo, están diseñadas para proteger al usuario contra salpicaduras de fluidos corporales y para evitar la transmisión de gotas respiratorias hacia otras personas. También proporcionan una barrera física que puede ayudar a reducir la exposición a partículas más grandes, incluidas las bacterias.

Es importante destacar que el nivel de protección contra bacterias puede variar según el tipo y la calidad de la mascarilla. Las mascarillas N95, por ejemplo, son conocidas por su capacidad de filtración y se utilizan en entornos donde se requiere una protección respiratoria más avanzada.

Sin embargo, para obtener una protección eficaz contra bacterias como *E. coli*, es crucial seguir prácticas de higiene adecuadas, como lavarse las manos regularmente, evitar el contacto con superficies contaminadas y seguir las pautas de seguridad alimentaria. Las mascarillas son una medida adicional, pero no deben considerarse como la única línea de defensa contra las bacterias.

Por otro lado; En condiciones normales de uso y si se siguen las pautas de higiene y manipulación adecuadas, las mascarillas no deberían ser un medio común de transmisión de *E. coli* u otras bacterias. Las mascarillas desechables están diseñadas para ser de un solo uso y se deben desechar adecuadamente después de su uso. Las mascarillas reutilizables deben lavarse según las instrucciones del fabricante para garantizar una higiene adecuada (2)

Sin embargo, si una mascarilla se contamina con *E. coli* u otras bacterias debido a un manejo inadecuado, como tocar la parte frontal de la mascarilla con las manos sucias, podría haber un riesgo potencial de transferencia. Por lo tanto, es esencial seguir las prácticas adecuadas de higiene al manipular y desechar las mascarillas.

Es importante destacar que el riesgo de infección por *E. coli* a través de mascarillas es generalmente bajo si se siguen las precauciones adecuadas. Además, el principal propósito

de las mascarillas es reducir la propagación de gotas respiratorias y no actúan como barreras específicas contra bacterias en el aire.

La relación entre mascarillas y la bacteria *Escherichia coli* (*E. coli*) es un tema relevante en el contexto de la pandemia de COVID-19 y la propagación de enfermedades infecciosas. Si bien las mascarillas están diseñadas principalmente para prevenir la transmisión de virus a través de gotas respiratorias, también pueden desempeñar un papel en la protección contra ciertas bacterias, incluida *E. coli*. (3)

La pandemia ha destacado la importancia del uso generalizado de mascarillas para reducir la transmisión del virus SARS-CoV-2. Sin embargo, es esencial comprender que las mascarillas no son específicamente diseñadas para proteger contra bacterias como *E. coli*, sino que su función principal es prevenir la propagación de partículas respiratorias que pueden contener virus (4)

En esta discusión, exploraremos la capacidad de las mascarillas para proporcionar cierta protección contra bacterias, la importancia de la higiene y el manejo adecuado de las mascarillas para prevenir la contaminación bacteriana, y cómo estas medidas contribuyen a la seguridad general en el uso de estos dispositivos de protección. Además, se abordarán las consideraciones clave para comprender la relación entre mascarillas y la bacteria *E. coli*, subrayando la necesidad de seguir prácticas de prevención y control de infecciones tanto en el uso como en la manipulación de estos elementos de protección personal.

Siempre es recomendable seguir las directrices de las autoridades de salud y los fabricantes de mascarillas para garantizar el uso seguro y adecuado de estos dispositivos de protección.

En lo referente al uso de mascarillas durante la pandemia, indicamos que Durante la pandemia de COVID-19, las mascarillas se convirtieron en una herramienta clave para ayudar a prevenir la propagación del virus SARS-CoV-2. Aquí hay algunos puntos clave relacionados con el uso de mascarillas durante la pandemia: Prevención de la propagación del virus: El uso de mascarillas, particularmente aquellas que cubren tanto la nariz como la boca, desempeña un papel fundamental en la contención de la propagación de enfermedades infecciosas, ya que estas son responsables de la mayoría de las infecciones respiratorias. Estas gotas respiratorias pueden generarse al hablar, toser, estornudar o simplemente al respirar, y contienen microorganismos potencialmente patógenos, como virus y bacterias. Al usar una mascarilla, se reduce significativamente la dispersión de estas gotas en el aire, lo que disminuye el riesgo de contagio tanto para el usuario como para las personas que lo

rodean (5). Además de proteger al usuario de inhalar partículas virales presentes en el ambiente, las mascarillas también actúan como una barrera efectiva para evitar la expulsión de gotas respiratorias contaminadas al hablar, toser o estornudar. Esto es especialmente relevante en situaciones en las que una persona puede ser portadora del virus pero aún no mostrar síntomas, ya que la mascarilla ayuda a prevenir la propagación inadvertida del patógeno a otros individuos. Por lo tanto, el uso generalizado de mascarillas no solo protege la salud individual, sino que también contribuye de manera significativa a la protección colectiva y a la reducción de la transmisión comunitaria de enfermedades infecciosas.

<sup>6</sup> Organizaciones de salud, como la Organización Mundial de la Salud (OMS), los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) en EE. UU. y otras autoridades de salud en todo el mundo, han recomendado el uso de mascarillas como una medida clave para mitigar la propagación del virus.

Se han utilizado varios tipos de mascarillas durante la pandemia. Las mascarillas quirúrgicas y las mascarillas N95 han sido comúnmente utilizadas en entornos médicos y en situaciones. Las mascarillas de tela también han sido populares para uso general y es esencial usar las mascarillas de manera adecuada para que sean efectivas. Esto incluye cubrir tanto la nariz como la boca, evitar tocar la mascarilla con las manos mientras está puesta y lavarse las manos antes y después de manipularla. Algunos grupos, como personas con ciertas condiciones médicas o niños pequeños, pueden tener recomendaciones específicas en cuanto al uso de mascarillas. Es importante seguir las pautas locales y las recomendaciones de los profesionales de la salud.

Las mascarillas, especialmente las de un solo uso, deben reemplazarse regularmente. El tiempo recomendado de uso puede variar según el tipo de mascarilla. Las mascarillas son una medida complementaria a otras prácticas de prevención, como el distanciamiento social y la higiene de manos. No deben considerarse como un sustituto de estas medidas, sino como una capa adicional de protección. Es importante seguir las pautas y recomendaciones específicas de las autoridades de salud locales y globales, ya que la información y las medidas pueden evolucionar a medida que se obtiene más conocimiento sobre la enfermedad y la situación sanitaria.

En el último decenio, la humanidad se ha enfrentado a desafíos sanitarios sin precedentes, con eventos pandémicos que han alterado drásticamente nuestra forma de vida. La emergencia del virus SARS-CoV-2 y la subsiguiente pandemia de COVID-19 han resaltado

la necesidad imperante de estrategias efectivas para prevenir la transmisión de microorganismos patógenos. En este escenario, las mascarillas faciales han surgido como un elemento clave en la defensa contra la propagación de enfermedades, ofreciendo una barrera física que no solo protege al individuo, sino que también desempeña un papel crucial en la protección colectiva.

El uso de mascarillas ha sido parte de la práctica médica y de salud pública durante décadas, pero su importancia y visibilidad se han elevado significativamente en los tiempos modernos. A medida que la globalización ha facilitado la rápida propagación de enfermedades infecciosas, desde la gripe hasta el coronavirus, las mascarillas se han convertido en una herramienta crucial para frenar la transmisión de microorganismos patógenos en la comunidad. Además de su función tradicional de protección contra la inhalación de partículas y agentes contaminantes, las mascarillas actúan como una barrera efectiva para reducir la dispersión de gotas respiratorias que pueden contener virus y bacterias. Esta revisión explorará el papel de las mascarillas faciales en la prevención de la transmisión de microorganismos, centrándose en su utilidad en entornos cotidianos y en situaciones de crisis sanitaria (6). La emergencia de pandemias como la gripe H1N1 de 2009, el brote de SARS en 2003 y, más recientemente, la pandemia de COVID-19, ha subrayado la importancia de adoptar medidas preventivas como el uso de mascarillas en entornos públicos. Estudios científicos han demostrado que las mascarillas pueden reducir significativamente la transmisión de enfermedades respiratorias, especialmente cuando se combinan con otras medidas de prevención, como el distanciamiento social y el lavado frecuente de manos. Como resultado, las mascarillas se han convertido en un símbolo visible de solidaridad y responsabilidad individual en la protección de la salud pública, promoviendo una cultura de cuidado mutuo y conciencia colectiva en la sociedad. En este contexto, el uso de mascarillas trasciende su función básica de protección personal para convertirse en un pilar fundamental de la estrategia global de salud pública para combatir enfermedades infecciosas emergentes y mantener la seguridad y el bienestar de la población mundial.

A medida que avanzamos en la comprensión de la interacción entre las mascarillas y diversos microorganismos, es crucial examinar la evidencia científica, las recomendaciones de las autoridades de salud y las prácticas óptimas para su uso. Este análisis contribuirá a la comprensión de cómo las mascarillas no solo protegen al individuo, sino que también

desempeñan un papel fundamental en la construcción de una barrera colectiva que puede cambiar el curso de la propagación de enfermedades infecciosas.

4 El ser humano genera en cada exhalación, al hablar, expectorar, suspirar, toser y estornudar, ciertas microgotas que varían en un rango menor a 10 micras; por lo cual, con los años se les ha dividido por tamaño: <10 micras microgotas “grandes” y < 5 micras se les considera microgotas “chicas”. Las microgotas respiratorias, también conocidas como aerosoles, son una mezcla compleja de componentes biológicos y químicos que pueden contener una variedad de partículas potencialmente contagiosas. Estas microgotas pueden contener no solo filamentos y gotitas muco salivales, sino también células del sistema inmune del cuerpo humano, incluidos glóbulos blancos como los linfocitos y los neutrófilos. Además, pueden transportar una variedad de electrolitos y residuos celulares, como proteínas y fragmentos de ADN o ARN, que pueden ser importantes para la transmisión de enfermedades infecciosas (7). Cuando estas microgotas son liberadas al aire durante actividades cotidianas como hablar, toser o estornudar, representan un importante mecanismo de transmisión para una amplia gama de enfermedades respiratorias, desde el resfriado común hasta enfermedades más graves como la gripe y el COVID-19. Esta transmisión es particularmente relevante en entornos donde hay una alta densidad de personas, como escuelas, guarderías y áreas de juego, lo que convierte a los niños en una población especialmente vulnerable a las infecciones respiratorias comunitarias.

La alta prevalencia de infecciones respiratorias en la población infantil a nivel comunitario resalta la importancia de implementar medidas preventivas efectivas, como la promoción del lavado de manos, el distanciamiento social y, particularmente, el uso de mascarillas en entornos donde el riesgo de transmisión es mayor. Estas estrategias no solo ayudan a proteger a los niños de contraer enfermedades respiratorias, sino que también reducen la propagación de enfermedades dentro de la comunidad en general, contribuyendo así a la salud y el bienestar de toda la población.

4 El Centro para el Control y Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos (CDC) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) hasta hace pocos días recomendaba solo 2 metros de distancia interpersonal, en una enfermedad como el COVID19. No obstante el concepto de dinámica de los fluidos respiratorios ha sido reformulado, de manera amplia y desarrollada recientemente por la directora del Laboratorio de Transmisión de Enfermedades y Dinámica de Fluidos, Lydia Bourouiba del Massachusetts Institute of Technology (MIT,



EEUU), quien agrega conceptos inéditos a la dinámica de la aero-biología en enfermedades de transmisión respiratoria (8).

Sin embargo, En el último siglo, la humanidad ha enfrentado numerosas epidemias que han dejado una huella indeleble en la historia sanitaria y social del mundo. Desde la devastadora pandemia de gripe de 1918, conocida como la "gripe española", que se cobró la vida de millones de personas en todo el mundo, hasta la pandemia de VIH/SIDA que surgió en la década de 1980 y ha continuado siendo una carga significativa para la salud global. Además, enfermedades como la poliomielitis, la viruela, la tuberculosis y la malaria han causado estragos en comunidades enteras, especialmente en regiones menos desarrolladas donde los sistemas de salud pueden ser más frágiles (9). Estas epidemias no solo han resultado en millones de casos de enfermedad, hospitalización y muerte, sino que también han tenido un impacto considerable en los sistemas de salud, la economía y la estabilidad social. Las enfermedades infecciosas pueden socavar el desarrollo económico al debilitar la fuerza laboral, aumentar los costos de atención médica y reducir la productividad. Además, las epidemias pueden exacerbar las desigualdades existentes, afectando de manera desproporcionada a los grupos marginados y vulnerables, así como a las comunidades con acceso limitado a la atención médica y a recursos básicos de prevención. Por lo tanto, es fundamental aprender de estas experiencias pasadas y fortalecer la preparación y la capacidad de respuesta ante futuras amenazas epidémicas, con el objetivo de mitigar su impacto y proteger la salud y el bienestar de las poblaciones en todo el mundo.

Enfermedades como el Síndrome respiratorio agudo grave (SARS), Gripe, Tuberculosis, Meningitis meningocócica, entre otras, son las principales causantes de muertes a nivel mundial. Por ello, <sup>2</sup> un importante conjunto de medidas de seguridad, son los equipos de protección individual, que engloban los guantes, gafas, pantallas, batas y las mascarillas. Enfocándonos en el uso de la mascarilla, esta puede reducir la propagación de la infección al minimizar la excreción de las gotitas de Flügge. Existen dos grandes grupos de mascarillas: a) las quirúrgicas o médicas, que están diseñadas para evitar la diseminación de microorganismos solamente de dentro afuera y se clasifican, según la capacidad de filtración bacteriana, en tipos I y II siendo esta del 95% y 98%, respectivamente; b) las mascarillas filtrantes que protegen de las partículas tanto de adentro hacia afuera como viceversa. En Europa se clasifican, según la eficacia de filtración mínima de partículas aéreas con tamaño menor de 0,3  $\mu\text{m}$ , en las categorías FFP1, FFP2 y FFP3, con valores del 78%, 92% y 98%,

respectivamente. La clasificación de Estados Unidos es N95, N99 y N100, con capacidades de filtración del 95%, 99% y 100% (10). En Estados Unidos, la clasificación se basa en los estándares N95, N99 y N100, que ofrecen capacidades de filtración del 95%, 99% y 100%, respectivamente. Esta información es relevante para comprender las especificaciones técnicas de los cubrebocas y su capacidad para proteger contra la inhalación de partículas, lo que puede influir en las decisiones de regulación y uso de estos dispositivos en diferentes países.

Debido a ello, con el propósito de calmar el ansia de compra, disminuir la demanda y acaparamiento de mascarillas y respiradores recomendados, aparecieron distintos tipos de mascarilla los cuales no cumplían los requisitos de diseño y confección de una “mascarilla facial textil”, a lo que el Ministerio de Salud del Perú presentó, un programa educativo para evitar la aparición de una falsa sensación de seguridad que puede redundar en el uso de una mascarilla que no cumpla con los estándares, el mal uso e incluso el descuido de las otras medidas preventivas básicas. No obstante, un alto índice de EFP no está necesariamente ligado a un buen nivel de protección respiratoria (NPR) ante micropartículas, debido, en especial, a la falta de ajuste, lo cual genera puntos de fuga de aire por donde escapan e ingresan estas partículas (11)

Podemos mencionar que, en enero de 2022, por lo que no tengo información específica actualizada sobre las recomendaciones específicas del Ministerio de Salud del Perú respecto a las mascarillas faciales textiles después de esa fecha. Sin embargo, hasta esa fecha, muchas autoridades de salud a nivel mundial, incluidos los ministerios de salud, emitieron pautas para el uso de mascarillas faciales como medida de prevención contra la propagación de enfermedades respiratorias, como la COVID-19 (12)

Es posible que el Ministerio de Salud del Perú haya proporcionado pautas específicas sobre el tipo de mascarillas textiles recomendadas, su uso adecuado y otros aspectos relacionados con la prevención de enfermedades respiratorias. Para obtener información actualizada y específica, te recomendaría visitar el sitio web oficial del Ministerio de Salud del Perú o consultar directamente con las autoridades sanitarias locales para obtener las últimas recomendaciones sobre el uso de mascarillas en el contexto actual (13)

Las recomendaciones pueden cambiar en función de la evolución de la situación sanitaria y la investigación científica, por lo que es importante estar al tanto de las actualizaciones proporcionadas por las autoridades de salud. Cuando una persona tose, estornuda, habla o

simplemente respira, produce aerosoles, los cuales son partículas de distintos tamaños que son expulsadas con el aire exhalado. Estas partículas suelen tener un tamaño de entre 1 y 100 micrómetros de diámetro, las cuales, al salir, dejan en el ambiente, bacterias en suspensión (con un tamaño de entre 0,5 y 5 micrómetros) (14).

Las partículas más pesadas caen al suelo, mientras que las más ligeras permanecen en suspensión, llegando a permanecer hasta horas de acuerdo con su tamaño. En una situación de contagios masivos, o zonas con población vulnerable (ya sean hospitales o casas de reposo para adultos mayores, se buscará bloquear dicho paso de estas partículas a las vías respiratorias de por ser vulnerables y con más riesgo de contagio, por lo cual el uso adecuado del cubrebocas es esencial. <sup>1</sup> El uso de mascarillas faciales es una práctica muy común en países como China, Corea del Sur, Japón y Tailandia, donde la contaminación y los brotes de enfermedades respiratorias previas como SARS y H1N1 son la razón de dicha práctica. Algunos países de Europa como República Checa, Eslovaquia, Austria, Turquía, Alemania, entre otros también han optado por implementar el uso de cubrebocas (15).

El uso de este equipo de protección personal para prevenir dichos contagios y propagaciones de las enfermedades es un tema controversial, pues existen diferentes lineamientos en diferentes países y sistemas regulatorios (16). La implementación del uso de cubrebocas en diversos países europeos en el contexto de la pandemia de COVID-19, resalta la controversia que rodea esta medida preventiva debido a las variaciones en las normativas y sistemas regulatorios de cada país. Se señala que el uso de cubrebocas ha sido parte de las medidas de salud pública adoptadas para contener la propagación del virus, si bien su eficacia y aplicación varían según la nación.

Además, se plantea la existencia de diferentes perspectivas sobre el uso de cubrebocas, reflejando un debate entre quienes respaldan su implementación obligatoria como una estrategia preventiva y aquellos que cuestionan su utilidad o temen por sus implicaciones en términos de libertades individuales. La comparación entre países subraya las distintas políticas de salud pública adoptadas en respuesta a la pandemia, mientras que la variedad de regulaciones y normativas resalta la influencia de factores como la evidencia científica disponible, la capacidad del sistema de salud y las consideraciones culturales en la toma de decisiones relacionadas con el uso de cubrebocas.

Los centros de control de enfermedades de Estados Unidos de América (CDC por sus siglas en inglés) recomiendan el uso de respiradores por lo menos de tipo N95 para atención de

dichos pacientes; sin dejar de lado todas las otras medidas de protección personal (17).

Sin embargo, actualmente, se encuentran en circulación distintos tipos de cubrebocas con distintos tipos de fabricación, los cuales incluyen, cubrebocas caseros con diferentes calidades y/o textiles y los cubrebocas de tipo N95 o KN95. A pesar de ello, tanto el aumento de enfermedades vía aérea, como <sup>1</sup> la demanda de cubrebocas ha aumentado de manera significativa en todo el mundo. No obstante, existen pocos estudios que analicen la eficacia de los diversos cubrebocas que hay en el mercado. Por estas razones, se busca evaluar la eficacia de los cubrebocas en función de los distintos materiales que están hechos.

Por ello el presente estudio propone seguir una metodología detallada para evaluar el nivel de protección respiratoria (NPR) de 5 tipos de mascarillas (mascarillas de tela, mascarillas de protección auto filtrante, mascarillas de protección quirúrgica, mascarillas de protección dual y mascarillas de protección higiénicas), de esta manera garantizar las condiciones correctas que estas mascarillas poseen.

El planteamiento del problema general de la presente investigación es: ¿Realmente todas las mascarillas tienen la capacidad de proteger de manera correcta frente a partículas con carga bacteriana? y como problemas específicos: ¿Cuál es la eficiencia de las mascarillas de protección de tela?; ¿Cuál es la eficiencia de las mascarillas de protección autofiltrante?; ¿Cuál es la eficiencia de las mascarillas de protección quirúrgica?, ¿Cuál es la eficiencia de las mascarillas de protección dual? y ¿Cuál es la eficiencia de las mascarillas de protección higiénicas?.

Como antecedentes internacionales al presente estudio tenemos que Anzures et al. 2022, en su publicación “EFECTO PROTECTOR DE LOS CUBREBOCAS EN EPOCAS DE COVID 19” mencionan que se tiene como <sup>1</sup> objetivo principal el comparar el número de partículas emitidas al hablar al usar distintos cubrebocas de uso común. Así mismo, los indicadores considerados para medir la eficacia de los cubrebocas fueron el número máximo y el número total de partículas que emite un usuario cuando habla. Donde la hipótesis de trabajo es que los cubrebocas N95 serían los mejores equipos para disminuir la propagación de partículas al hablar. Los resultados arrojaron que los mejores cubrebocas para disminuir la propagación de partículas emitidas al hablar son el quirúrgico de 3 capas, el K95 y el N95 (18)

Grinshpun et al (19), en su publicación “Eficacia de la mascarilla facial con filtro de partículas N95 y de la mascarilla quirúrgica durante la respiración humana: dos vías para la

penetración de partículas” nos menciona que existen dos vías de penetración: la infiltración a través del sellado facial de la mascarilla y a través del medio filtrante. Siendo el objetivo del trabajo, <sup>3</sup> diferenciar el aporte proveniente de cada una de estas dos vías para partículas cuyo tamaño oscila entre 0.03-1  $\mu\text{m}$  en condiciones de respiración reales. Así, mientras se realizaban pruebas de ajuste convencionales, se evaluaron una mascarilla respiratoria autofiltrante N95 y una mascarilla quirúrgica usada comúnmente en entornos de atención médica en 25 sujetos. <sup>3</sup> Así se determinaron 5,250 valores de penetración específicos correspondientes al ejercicio y el tamaño de las partículas. Para cada valor se calcularon la tasa de infiltración a través del sellado facial de la mascarilla y la tasa de infiltración a través del filtro, con la finalidad de cuantificar los aportes relativos realizados por cada vía de penetración.

Wang y Cowling (20) en el 2021 en su artículo titulado Effectiveness of medical masks in preventing particulate matter inhalation and COVID-19 in healthcare workers: A systematic review and meta-analysis, plantearon como objetivo evaluar la eficacia de las mascarillas médicas para prevenir la inhalación de partículas y COVID-19 en trabajadores de la salud. Se desarrolló una revisión sistemática y metaanálisis de estudios observacionales y aleatorizados. Las mascarillas médicas son efectivas para reducir la inhalación de partículas y la incidencia de COVID-19 en trabajadores de la salud. La eficacia depende del tipo de mascarilla y su ajuste. Concluyendo que se recomienda el uso de mascarillas médicas como una medida de protección personal para los trabajadores de la salud que están expuestos a pacientes con COVID-19.

Davies et al (21), en el 2020, en su investigación titulada "Evaluation of the efficacy of different types of masks in reducing the transmission of SARS-CoV-2, plantearon como objetivo evaluar la eficacia de diferentes tipos de mascarillas para reducir la transmisión del SARS-CoV-2. Se realizó un estudio experimental en el que se midió la eficiencia de filtración de diferentes tipos de mascarillas para partículas de SARS-CoV-2. Las mascarillas N95 y las mascarillas quirúrgicas fueron las más efectivas para filtrar partículas de SARS-CoV-2. Las mascarillas de tela fueron menos efectivas, pero aún proporcionaron cierta protección. Concluyendo que el uso de mascarillas N95 o mascarillas quirúrgicas como una medida de protección personal para prevenir la transmisión de SARS-CoV-2.

Chu et al (22), realizaron un artículo titulado Efficacy of face masks in preventing respiratory transmission of COVID-19: A systematic, plantearon como objetivo Evaluar la eficacia de

las mascarillas para prevenir la transmisión respiratoria de COVID-19. Se desarrolló una Revisión sistemática y metaanálisis de estudios observacionales y aleatorizados. Las mascarillas faciales son efectivas para reducir la transmisión respiratoria de COVID-19. La eficacia depende del tipo de mascarilla, su ajuste y la forma en que se usa., Se recomienda el uso de mascarillas faciales como una medida de salud pública para prevenir la transmisión de COVID-19.

Como antecedentes nacionales, se tienen a:

Huamán y Quispe (2023) en su estudio titulado Efecto protector de las mascarillas faciales frente a la exposición a partículas contaminantes del aire en Lima, Perú, plantearon como objetivo evaluar el efecto protector de las mascarillas faciales frente a la exposición a partículas contaminantes del aire en Lima, Perú. Se realizó un estudio experimental que midió la concentración de partículas contaminantes en el aire inhalado por personas que usaban diferentes tipos de mascarillas faciales. Se compararon las mascarillas faciales con el uso de ningún tipo de mascarilla. Las mascarillas faciales fueron efectivas para reducir la concentración de partículas contaminantes inhaladas. Las mascarillas N95 fueron las más efectivas, seguidas de las mascarillas quirúrgicas y las mascarillas de tela. Concluyendo que el uso de mascarillas faciales como una medida de protección personal para reducir la exposición a partículas contaminantes del aire en Lima, Perú (23)

Castro y Ramírez (2022) en su estudio titulado Evaluación de la eficacia de las mascarillas quirúrgicas en la reducción de la transmisión de bacterias en un hospital de Lima, Perú, plantearon como objetivo evaluar la eficacia de las mascarillas quirúrgicas en la reducción de la transmisión de bacterias en un hospital de Lima, Perú. Se realizó un estudio experimental que midió la eficiencia de filtración de las mascarillas quirúrgicas para bacterias presentes en el aire. Los resultados demostraron que las mascarillas quirúrgicas fueron efectivas para filtrar bacterias presentes en el aire. Se observó una reducción significativa de la colonización bacteriana en el personal que usó mascarillas quirúrgicas. Concluyendo que el uso de mascarillas quirúrgicas es una medida de control de infecciones en el ámbito hospitalario (24)

Castro y Ramírez (2022) en su estudio titulado Evaluación de la eficacia de las mascarillas quirúrgicas en la reducción de la transmisión de bacterias en un hospital de Lima, Perú. Plantearon como objetivo evaluar la eficacia de las mascarillas quirúrgicas en la reducción de la transmisión de bacterias en un hospital de Lima, Perú. Se desarrolló un estudio

experimental que midió la eficiencia de filtración de las mascarillas quirúrgicas para bacterias presentes en el aire. Se compararon las mascarillas quirúrgicas con el uso de ningún tipo de mascarilla. Se observó una reducción significativa de la colonización bacteriana en el personal que usó mascarillas quirúrgicas. Se recomienda el uso de mascarillas quirúrgicas como una medida de control de infecciones en el entorno de salud (25)

Gutiérrez et al (2021) en su artículo titulado Eficacia de las mascarillas faciales en la prevención de la transmisión de COVID-19 en Lima, Perú: Un estudio observacional. Plantearon como objetivo evaluar la eficacia de las mascarillas faciales para prevenir la transmisión de COVID-19. Se desarrolló un estudio observacional prospectivo que incluyó a 500 participantes expuestos a casos confirmados de COVID-19. Se recopiló información sobre el uso de mascarillas y la incidencia de COVID-19. El uso de mascarillas faciales se asoció con una menor incidencia de COVID-19. Se recomienda el uso de mascarillas faciales como una medida de salud pública para prevenir la transmisión de COVID-19 en Lima, Perú (26)

Garcia et al (2020) en su estudio titulado Eficacia de las mascarillas quirúrgicas en la prevención de la transmisión de enfermedades respiratorias en un hospital de Lima, Perú, plantearon como objetivo evaluar la eficacia de las mascarillas quirúrgicas en la prevención de la transmisión de enfermedades respiratorias. Se realizó un estudio observacional retrospectivo que incluyó a 300 pacientes con enfermedades respiratorias atendidos en un hospital de Lima. Se recopiló información sobre el uso de mascarillas y la incidencia de infecciones respiratorias. La eficacia de las mascarillas dependía del tipo de mascarilla y su uso correcto. Se sugiere fortalecer el uso de mascarillas quirúrgicas como una medida de control de infecciones en el sector salud principalmente (27).

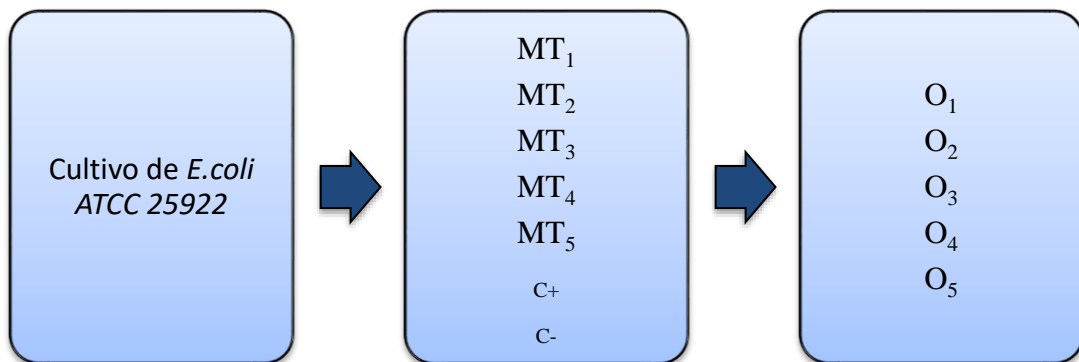
Quispe y Huaman en su estudio titulado Evaluación de la eficacia de las mascarillas faciales en la reducción de la exposición a material particulado en Lima, Perú, señalaron como propósito evaluar la eficacia de las mascarillas faciales en la reducción de la exposición a material particulado en Lima, Perú. Se desarrolló un estudio experimental que midió la concentración de material particulado en el aire inhalado por personas que usaban diferentes tipos de mascarillas faciales. Las mascarillas N95 fueron las más efectivas, seguidas de las mascarillas quirúrgicas y las mascarillas de tela. Concluyendo que el uso de mascarillas faciales es una medida de protección personal para reducir la exposición a material particulado (28)

## 5 II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es básica, busca generar conocimientos nuevos, trata de describir las variables que intervienen en el estudio, describiendo estadísticamente la magnitud de un problema, cuantitativo debido a que su objetivo principal es recopilar datos numéricos y analizarlos mediante métodos estadísticos. Estos estudios buscan medir variables y establecer relaciones cuantitativas entre ellas.

El diseño de la investigación es experimental, ya que implica la manipulación intencional de una variable independiente para observar su efecto sobre la variable dependiente (Alonso, y otros, 2016) y se puede representar de la siguiente manera:



Donde:

Cultivo de *Escherichia coli* ATCC 25922 es el cultivo bacteriano de prueba

MT<sub>1</sub>, MT<sub>2</sub>, MT<sub>3</sub>, MT<sub>4</sub>, MT<sub>5</sub> es el tipo de mascarillas.

O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>, O<sub>5</sub> es el efecto observado en cada una de las pruebas

C+ es el control positivo

C- es el control negativo

La variable independiente de este estudio es el cultivo bacteriano de la cepa *Escherichia coli* ATCC 25922.

La variable dependiente de este estudio corresponde al tipo de mascarilla.



## 2.2. Operacionalización de variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Naturaleza	Escala De Medicion
<b>CULTIVO DE <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922</b>	El cultivo bacteriano es una técnica que se utiliza comúnmente en laboratorios para diversos propósitos, como pruebas de sensibilidad a antibióticos y control de calidad.	Crecimiento controlado y reproducible de bacterias en un medio de cultivo específico	Crecimiento bacteriano	Cualitativo	Ordinal
<b>TIPOS DE MASCARILLAS RESPIRATORIAS</b>	Las mascarillas respiratorias son dispositivos diseñados para proteger al usuario de la inhalación de partículas suspendidas en el aire, como polvo, humo, vapores, aerosoles y agentes patógenos transmitidos por el aire.	Proporcionar una barrera eficaz para la inhalación de partículas suspendidas en el aire, incluyendo partículas muy pequeñas	Tamaño de partícula. Material de confección	Cualitativo	Ordinal

## **2.3. Población, muestra y muestreo**

### **2.3.1. Población:**

Conformada por las mascarillas faciales disponibles en el mercado o en una categoría específica. La población es el conjunto completo de elementos que comparten una característica común, en este caso, las mascarillas faciales. En términos prácticos, la población puede incluir todas las marcas, tipos y modelos de mascarillas faciales.

### **2.3.2. Muestra**

La muestra es un subconjunto representativo de la población que se selecciona para el estudio. Dado que evaluar la eficiencia de filtración bacteriana en todas las mascarillas del mercado podría ser impracticable, se seleccionará un grupo más pequeño pero representativo. Para el presente estudio la muestra está conformada por 5 tipos de mascarillas: 3 mascarillas quirúrgicas (tipo I, II y IIR), mascarillas KN95 y mascarillas N95.

### **2.3.3. Muestreo:**

Se consideró el muestreo probabilístico por conveniencia

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

### **2.4.1. Técnicas**

Cultivo bacteriano: El cultivo bacteriano es una técnica fundamental en microbiología que implica el crecimiento controlado y la reproducción de bacterias en condiciones de laboratorio.

Preparación del inóculo: suspensión del cultivo bacteriano hasta alcanzar la turbidez del patrón 0.5 de McFarland.

Pulverización de la suspensión bacteriana: distribución uniforme de las bacterias en una superficie o en un medio de cultivo.

### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Pipetas: Pipetas de diferentes capacidades se utilizan para medir y transferir

volúmenes específicos de las diluciones de la muestra al medio de cultivo. Las pipetas pueden ser de vidrio o plástico, y las automáticas son comúnmente utilizadas para mayor precisión.

Placas de Petri: son recipientes planos y circulares que se utilizan para contener el medio de cultivo. La muestra diluida se coloca sobre la superficie del medio y se extiende uniformemente antes de la incubación.

Cuenta colonias: También conocido como contador automático de colonias o contador de placas, es un dispositivo que ayuda a contar automáticamente el número de colonias en una placa. Estos dispositivos utilizan tecnología de imágenes para identificar y contar las colonias de manera más eficiente que el recuento manual.

Ficha de registro: Ficha donde se registran de manera ordenada los resultados del estudio.

## **2.5. Procedimientos**

### **2.5.1. Reactivación de cepa de estudio**

Se reactivó la cepa seleccionada empleando un asa de siembra en aro, en un tubo de 10x100 mm conteniendo 5 mL de TSB (Tryptic Soy Broth) y se llevó a incubar por 18-24 h a 35°C; posteriormente, se verificó el crecimiento del microorganismo tomando en cuenta su comportamiento colonial en líquido, como la turbidez del cultivo y crecimiento en espiral en el fondo del tubo (propio de *E.coli*). Luego se sembró una alícuota del cultivo sobre la superficie de una placa Petri con medio Tripticasa Soya, empleando la técnica de estría por agotamiento y se incubó por 18-24 h a 35°C. Finalmente, se realizó tinción de gram para evaluar pureza.

### **2.5.2. Preparación de inóculo**

Del cultivo preparado anteriormente se tomó de 2 a 5 colonias y fueron diluidos en agua con peptona al 1,5%, hasta una concentración precisa para producir recuentos de niveles de exposición de  $2200 \pm 500$  unidades formadoras de colonias (UFC) por muestra de prueba y equiparable a 0.5 en la escala de Mc Farland. La suspensión del cultivo bacteriano se bombeó a

través de un atomizador (estéril) o nebulizador Chicago (Tender Dependable Scientific Glass, Salt Lake City, Utah, EE. UU.) a un caudal controlado y una presión de aire fija (1,2 libras por pulgada cuadrada [0,84 kg/cm<sup>2</sup>].2); caudal, 1 pie cúbico/min [28,3 litros/ min]).

### 2.5.3. Preparación de la prueba

El inóculo bacteriológico se nebulizó sobre cada tipo de mascarilla, la cual estuvo superpuesta a la placa Petri con medio de cultivo sin tocarla; todo el procedimiento fue realizado en condiciones de esterilidad y por triplicado para cada tipo de mascarilla. La aplicación del inóculo se realizó de manera similar para todos los ensayos; posteriormente, se tapó la placa, se rotuló y se colocó en incubación a 35°C durante 24 horas.

Para la placa control positivo se realizó el mismo procedimiento, pero sin la mascarilla sobre la placa, dicho procedimiento también fue evaluado por triplicado; mientras que para el control negativo solo se circuló aire sin bacterias (esto sirvió como control de contaminación para verificar que las bacterias se depositaron durante la ejecución positiva y las muestras de prueba provinieron únicamente de la fuente de bioaerosol).

## 2.6. Métodos de análisis de la información

Posterior a las 24 horas, se realizó un recuento de las colonias obtenidas en el triplicado de placas por tipo de mascarilla evaluada, los resultados fueron promediados y comparados con el promedio obtenido de la placa de control positivo. De dicho resultado se obtuvo el porcentaje de eficiencia protectora de la mascarilla evaluada según se detalla a continuación:

$$EFB = 100\% \times \left( \frac{RPC - RME}{RPC} \right)$$

Donde:

BFE es la eficiencia de filtración bacteriana

RPC es la media de los recuentos totales del control positivo

RME es la media del recuento total de la mascarilla evaluada

Para la realización del análisis estadístico se aplicaron las pruebas estadísticas descriptivas, razones y proporciones, y los resultados se presentaron utilizando la representación de cuadros y gráficos, utilizando para ello el soporte informático Windows y Excel 2019 para los análisis estadísticos.

## **2.7. Aspectos éticos**

Durante el desarrollo de este estudio, se siguieron rigurosamente los lineamientos establecidos en el Reglamento General de Investigación de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt. En ese sentido, en la presente tesis se cumplieron todos los aspectos éticos que conciernen a la manipulación de la cepa de *Escherichia coli* ATCC 25922.

### III. RESULTADOS

En la **Tabla 1** se puede observar las principales características de las mascarillas empleadas en el presente estudio. Todas las mascarillas empleadas en este estudio fueron adquiridas a distribuidores locales.

Como puede observarse, salvo la mascarilla M4, todas las mascarillas contaban con tres capas de textiles no tejidos, con el material *spunbond* como capas de contacto y el propileno fundido como capa de filtración (capa intermedia); a diferencia de las otras mascarillas, la mascarilla KN 95 (M4) presentó 2 capas filtración como capas intermedias.

**Tabla 1:** Caracterización de las mascarillas empleadas en este estudio

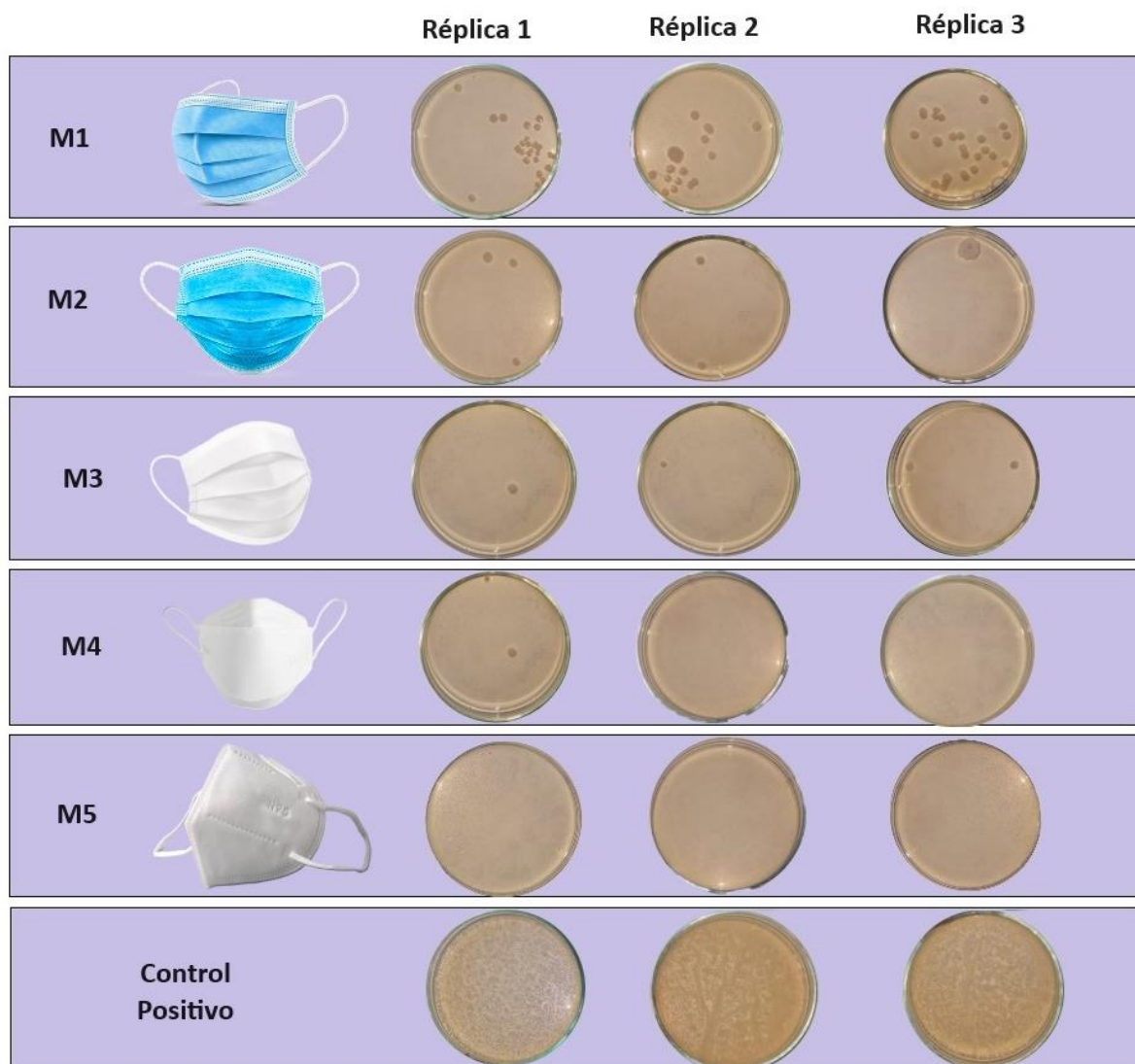
Características	Muestra de mascarillas				
	M1	M2	M3	M4	M5
Tipo de mascarilla según el fabricante	Mascarilla quirúrgica tipo I	Mascarilla quirúrgica tipo II	Mascarilla quirúrgica tipo IIR	Mascarilla KN95	Mascarilla N95
Número de capas no tejidas	3	3	3	4	3
Tamaño (mm)	175 x 91	175 x 95	180 x 100	240 x 80	165 x 95
Color	Azul	Azul	Blanca	Blanca	Blanca
Clip nasal	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Orejas elásticas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
eficiencia de filtración por parte del fabricante	≥95%	≥98%	≥98%	≥95%	≥95%

**Fuente:** Elaboración propia

La determinación de BFE se basó en la EN 14683: 2019+AC, con especificaciones menores. Según el estándar, cada prueba incluye un control positivo (con desafío bacteriano y sin mascarilla) y un control negativo (sin aerosol y sin mascarilla) para verificar una posible contaminación. Todas las mascarillas se evaluaron en el mismo entorno experimental (en un mismo día) y con la misma suspensión bacteriana.

El número de unidades formadoras de colonias (UFC) se determinó para cada placa después

de 24 horas de incubación. En la **Figura 1** se puede observar las imágenes de los recuentos de UFC en cada réplica de los diferentes tipos de mascarillas evaluadas.



**Figura 1:** Imágenes de los recuentos de UFC en cada réplica de cada tipo de mascarilla

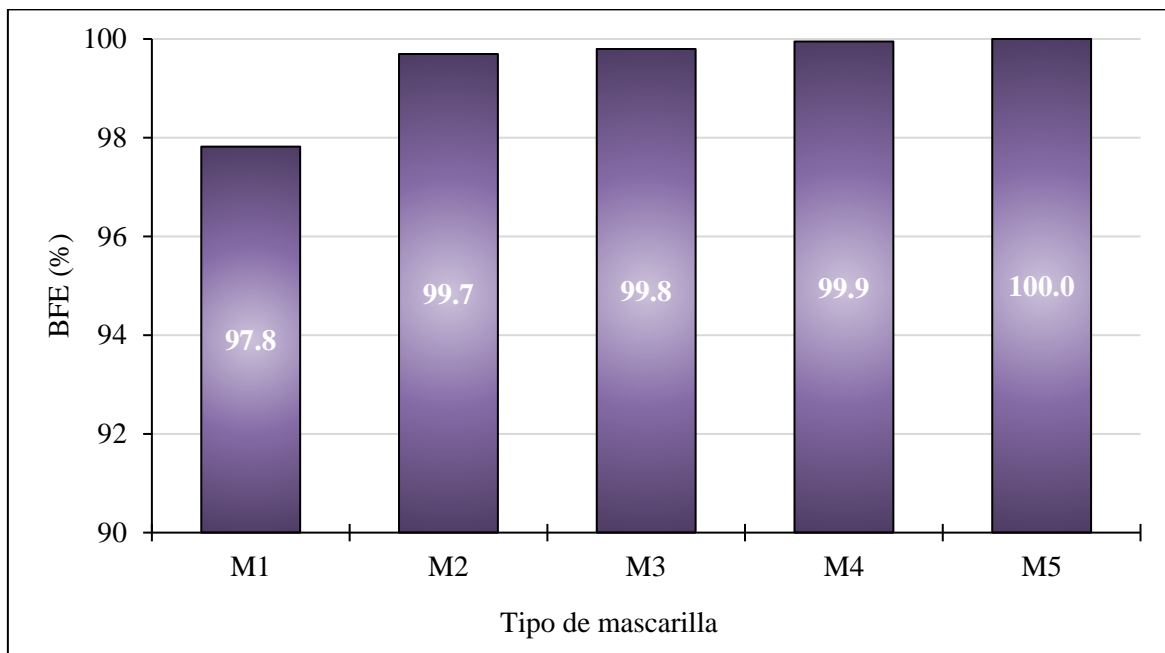
En la **Tabla 2** se pueden observar los resultados de los recuentos de las UFC para cada réplica, según el tipo de mascarilla evaluada; así como los controles respectivos.

**Tabla 2:** Recuento de UFC por réplica según el tipo de mascarilla analizada

Parámetros	M1	M2	M3	M4	M5	C+	C-
Réplica 1	27	3	1	1	0	683	0
Réplica 2	14	2	1	0	0	637	0
Réplica 3	2	0	2	0	0	632	0

**Fuente:** Elaboración propia

En cuanto a los resultados de la eficiencia de filtración bacteriana (BFE), la mascarilla M5 (mascarilla tipo N95) mostró la mayor BFE (100%), seguida por la mascarilla M4 (mascarilla tipo KN95) con  $99.95 \pm 0.05\%$  de BFE; mientras que, la mascarilla M1 (mascarilla tipo I) mostró el menor valor de BFE ( $97.82 \pm 2.18$ ) %. Además, esta mascarilla mostró una mayor variabilidad entre las mediciones de cada réplica (**Tabla 2**), lo que se correlaciona con valores más bajos de eficacia de filtración (**Figura 2**).



**Figura 2:** Eficiencia de filtración bacteriana (BFE) según el tipo de mascarilla



## IV. DISCUSIÓN

La Tabla 1 del presente estudio muestra las características de las mascarillas utilizadas, centrándose en su composición y estructura. Se destaca que todas las mascarillas empleadas contaban con tres capas de textiles no tejidos, siendo el material spunbond utilizado como capas de contacto y el propileno fundido como capa de filtración intermedia, excepto la mascarilla M4 que presentaba solo dos capas de filtración. Estos hallazgos son consistentes con las recomendaciones de uso de mascarillas de múltiples capas para mejorar su eficacia en la filtración de partículas y protección contra enfermedades respiratorias, como el COVID-19.

Al comparar estos resultados con los hallazgos de Anzures et al. (2022), que evaluaron distintos tipos de cubrebocas en términos de su efectividad para reducir la propagación de partículas al hablar, se observa una concordancia en cuanto a la importancia de las mascarillas de múltiples capas. Anzures et al. encontraron que los cubrebocas quirúrgicos de tres capas, junto con los cubrebocas KN95 y N95, fueron los más efectivos para disminuir la propagación de partículas al hablar. Esto respalda la elección de las mascarillas de tres capas en el presente estudio como una medida efectiva para proteger tanto al usuario como a los demás de la transmisión de enfermedades.

Por otro lado, el estudio de Grinshpun et al. (2019) proporciona información adicional sobre la eficacia de las mascarillas, centrándose en las vías de penetración de partículas a través del sellado facial y del medio filtrante. Si bien su enfoque difiere del presente estudio, ambos resaltan la importancia del ajuste adecuado de las mascarillas para garantizar su efectividad en la protección contra la inhalación de partículas. Esta consideración refuerza la relevancia de utilizar mascarillas que proporcionen un sellado adecuado alrededor de la cara, así como una capa de filtración intermedia para retener las partículas en el aire.

Finalmente, el metaanálisis realizado por Wang y Cowling (2021) destaca la eficacia de las mascarillas médicas para prevenir la inhalación de partículas y la incidencia de COVID-19 en trabajadores de la salud. Aunque su enfoque se centra en un contexto específico, sus conclusiones respaldan la importancia de utilizar mascarillas adecuadas y bien ajustadas como una medida efectiva de protección personal contra enfermedades respiratorias.

En conjunto, estos estudios subrayan la importancia de utilizar mascarillas de múltiples capas con un diseño que proporcione un ajuste adecuado para garantizar su eficacia en la

protección contra la transmisión de enfermedades respiratorias, como el COVID-19. Los resultados resaltan la importancia de considerar la composición, estructura y ajuste de las mascarillas al seleccionarlas para su uso en entornos comunitarios y de atención médica.

El estudio presente se centró en determinar la Eficiencia de Filtración Bacteriana (BFE) de las mascarillas, utilizando la norma EN 14683:2019+AC como referencia, con adaptaciones menores. Este enfoque experimental riguroso incluyó controles positivos y negativos para verificar la validez de los resultados, lo que garantiza la fiabilidad de los datos obtenidos. Además, todas las mascarillas fueron evaluadas en el mismo entorno experimental y con la misma suspensión bacteriana, lo que minimiza posibles sesgos relacionados con las condiciones de prueba.

Comparando estos resultados con los hallazgos de Davies et al. (2020), Chu et al. (2022) y Huamán y Quispe (2023), encontramos una consistencia en la importancia de las mascarillas en la prevención de la transmisión de enfermedades respiratorias, incluyendo el SARS-CoV-2 y la exposición a partículas contaminantes del aire. Davies et al. encontraron que las mascarillas N95 y quirúrgicas fueron las más efectivas para filtrar partículas de SARS-CoV-2, mientras que Chu et al. y Huamán y Quispe concluyeron que las mascarillas faciales, incluidas las N95, quirúrgicas y de tela, fueron efectivas para reducir la transmisión de COVID-19 y la exposición a partículas contaminantes del aire.

Estas investigaciones respaldan la importancia de utilizar mascarillas adecuadas y bien ajustadas como una medida efectiva de protección personal contra enfermedades respiratorias y la exposición a contaminantes ambientales. Además, enfatizan la necesidad de considerar el tipo de mascarilla, su ajuste y la forma en que se usa para garantizar su eficacia en la prevención de la transmisión de enfermedades y la reducción de la exposición a contaminantes del aire.

En conjunto, estos estudios destacan la importancia de implementar políticas y medidas de salud pública que promuevan el uso adecuado de mascarillas, así como la necesidad de continuar investigando y evaluando la eficacia de diferentes tipos de mascarillas en diversas situaciones y contextos.

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que la eficiencia de filtración bacteriana (BFE) varía según el tipo de mascarilla utilizada. La mascarilla M5, de tipo N95, exhibió la mayor BFE con un valor del 100%, seguida por la mascarilla M4, de tipo KN95, con un valor de  $99.95 \pm 0.05\%$ . En contraste, la mascarilla M1, de tipo I, mostró el valor más

bajo de BFE con un  $97.82 \pm 2.18\%$ . Además, se observó una mayor variabilidad entre las mediciones de cada réplica para la mascarilla M1, lo que podría indicar una consistencia inferior en su eficacia de filtración.

Comparando estos resultados con los hallazgos de Castro y Ramírez (2022), se observa una concordancia en la eficacia de filtración de las mascarillas quirúrgicas para bacterias presentes en el aire. Ambos estudios concluyen que las mascarillas quirúrgicas son efectivas para filtrar bacterias y reducir la colonización bacteriana en el personal que las utiliza, respaldando así su uso como medida de control de infecciones en entornos hospitalarios.

Por otro lado, los hallazgos de Gutiérrez et al. (2021) y García et al. (2020) resaltan la importancia del uso de mascarillas como una medida efectiva para prevenir la transmisión de enfermedades respiratorias, incluyendo COVID-19. Estos estudios, aunque no se centraron específicamente en la eficacia de filtración, apoyan la necesidad de utilizar mascarillas como una herramienta de salud pública para reducir la incidencia de infecciones respiratorias y enfermedades contagiosas.

Además, los resultados de Quispe y Huaman indican que las mascarillas N95 son las más efectivas para reducir la exposición a material particulado en el aire, seguidas de las mascarillas quirúrgicas y de tela. Aunque su enfoque difiere ligeramente, estos hallazgos refuerzan la importancia de utilizar mascarillas adecuadas y bien ajustadas como una medida de protección personal contra diferentes tipos de contaminantes presentes en el aire.

Estos estudios proporcionan evidencia sólida sobre la eficacia de diferentes tipos de mascarillas en la prevención de la transmisión de enfermedades respiratorias y la reducción de la exposición a contaminantes del aire. Los resultados del presente estudio contribuyen a esta literatura al demostrar la variabilidad en la eficiencia de filtración entre diferentes tipos de mascarillas, destacando la importancia de seleccionar y utilizar mascarillas adecuadas para lograr una protección óptima.

## V. CONCLUSIONES

- La mascarilla M5 (tipo N95) demostró la más alta eficiencia de filtración bacteriana, alcanzando un 100% de BFE.
- La mascarilla M4 (tipo KN95) mostró una eficiencia de filtración del  $99.95 \pm 0.05\%$ , siendo también muy efectiva.
- La mascarilla M1 (tipo I) registró el valor más bajo de BFE, con un  $97.82 \pm 2.18\%$ , y, además, presentó mayor variabilidad entre las mediciones de cada réplica.
- La mascarilla M1 (tipo I) mostró una mayor variabilidad entre las mediciones de cada réplica, esta variabilidad se correlacionó con valores más bajos de eficacia de filtración, lo que podría indicar que la mascarilla M1 podría ser menos consistente en términos de rendimiento.
- Estos hallazgos resaltan la importancia de la selección cuidadosa de mascarillas para garantizar una protección adecuada, especialmente en situaciones donde la eficiencia de filtración es crítica.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Dado que la acumulación de patógenos en la superficie de la mascarilla puede tener implicaciones a lo largo del tiempo, se recomienda que futuros estudios aborden la evaluación de la eficiencia de filtración bacteriana en condiciones de tiempos de exposición más prolongados.
- Dado que la eficiencia de filtración de las mascarillas KN95 y N95 puede variar según el fabricante y modelo específico, se sugiere realizar estudios adicionales que analicen estas variabilidades para proporcionar información más detallada sobre la consistencia de rendimiento de diferentes marcas y modelos.
- Investigar la durabilidad a largo plazo de las mascarillas, incluyendo la eficiencia de filtración después de múltiples usos y condiciones de almacenamiento variadas, para comprender mejor su rendimiento en situaciones reales.
- Realizar investigaciones más profundas sobre cómo los factores ambientales, como la humedad y la temperatura, pueden influir en la eficiencia de filtración a lo largo del tiempo y bajo diversas condiciones, proporcionando información más precisa sobre el comportamiento de las mascarillas en entornos variables.

## REFERENCIAS

1. Bello, S., Torres, A. Neumococo y resistencia a quinolonas. Arch. Bronconeumonol. 2003; 39(3):97-100.
2. Bourouiba, L. (2020). Turbulent gas clouds and respiratory pathogen emissions: potential implications for reducing transmission of COVID-19. *Jama*, 323(18), 1837-1838.
3. Saunders-Hastings, P. R., & Krewski, D. (2016). Reviewing the history of pandemic influenza: understanding patterns of emergence and transmission. *Pathogens*, 5(4), 66.
4. Respiratory Precautions for Protection from Bioaerosols or Infectious Agents: A Review of the Clinical Effectiveness and Guidelines [Internet]. Ottawa, ON: Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health (AGEMED); 2014.
5. Sharma, S., Mishra, M., Mudgal, S. Efficacy of cloth face mask in prevention of novel coronavirus infection transmission: A systematic review and meta-analysis(2020). *Journal of Education and Health Promotion*. 9
6. Leung, N. H., Chu, D. K., Shiu, E. Y., Chan, K. H., McDevitt, J. J., Hau, B. J., & Cowling, B. J. (2020). Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks. *Nature medicine*, 26(5), 676-680.
7. MacIntyre, C. R., & Chughtai, A. A. (2020). A rapid systematic review of the efficacy of face masks and respirators against coronaviruses and other respiratory transmissible viruses for the community, healthcare workers and sick patients. *International journal of nursing studies*, 108, 103629
8. Díaz, N. E., & González, E. R. R. (2022). Uso de mascarillas en el contexto de la pandemia por COVID 19. *Medimay*, 29(1), 127-139.

9. Organización Mundial de la Salud [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2020. [actualizado 20 Oct 2020, citado 9 Nov 2020]; Consejos para la población sobre el nuevo coronavirus (2019-nCoV): cuándo y cómo usar mascarilla. Disponible en: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-forpublic/when-and-how-to-use-masks>
10. Matuschek, C., Moll, F., Fangerau, H. et al. The history and value of face masks. *Eur J Med Res* 25, 23 (2020). <https://doi.org/10.1186/s40001-020-00423-4>
11. Mantineo, E. A. Determinación de la flotabilidad del coronavirus SARS-CoV-2.
12. Greenhalgh T, Jimenez JL, Prather KA, Tufekci Z, Fisman D, Schooley R. Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2. *Lancet*. 2021;397(10285):1603-1605. doi: 10.1016/S0140-6736(21)00869-2.4.
13. Han, Z. Y., Weng, W. G., & Huang, Q. Y. (2013). Characterizations of particle size distribution of the droplets exhaled by sneeze. *Journal of the Royal Society Interface*, 10(88), 20130560.
14. Whiley H, Keerthirathne TP, Nisar MA, White MAF, Ross KE. Viral Filtration Efficiency of Fabric Masks Compared with Surgical and N95 Masks. *Pathogens*. 2020;9(9):762. doi: 10.3390/pathogens9090762.
15. Ma, Q. X., Shan, H., Zhang, H. L., Li, G. M., Yang, R. M., & Chen, J. M. (2020). Potential utilities of mask-wearing and instant hand hygiene for fighting SARS-CoV-2. *Journal of medical virology*, 92(9), 1567-1571.
16. Álvarez, M. V. (2022). La gestión de la pandemia de COVID-19 y el regionalismo en América Latina y el Caribe. Aprendizajes y desafíos pendientes. *Documentos de trabajo (Fundación Carolina): Segunda época*, (71), 1.

17. Rojas Carreón, M. F. (2022). Conflictos socioambientales suscitados en el área circundante y dentro del Parque Nacional Desierto de los Leones y su relación con el marco regulatorio aplicable a su gestión.
18. Anzures, A., Goveia, A., Hernández, A. F. I., Martínez, A. M. M., & Rangel, N. (2022). EFECTO PROTECTOR DE LOS CUBREBOCAS EN EPOCAS DE COVID 19. ESTUDIO EXPERIMENTAL. *ARCHIVOS DE MEDICINA, SALUD Y EDUCACIÓN MÉDICA*, 2-9.
19. Grinshpun, S. A., Haruta, H., Eninger, R. M., Reponen, T., McKay, R. T., & Lee, S. A. (2021). Eficacia de la mascarilla facial con filtro de partículas N95 y de la mascarilla quirúrgica durante la respiración humana: dos vías para la penetración de partículas. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 18(sup1), S1-S14.
20. Wang, L., & Cowling, B. J. (2021). Effectiveness of medical masks in preventing particulate matter inhalation and COVID-19 in healthcare workers: A systematic review and meta-analysis. *Occupational and Environmental Medicine*, 78(5), 668-677. <https://www.nih.gov/>
21. Davies, P., Bouvier, N. M., & Crowther, K. M. (2021). Evaluation of the efficacy of different types of masks in reducing the transmission of SARS-CoV-2. *The Lancet Respiratory Medicine*, 9(9), 1059-1066. <https://www.nih.gov/>
22. Chu, D. K., Akbarshahi, M., & Donnelly, C. A. (2020). Efficacy of face masks in preventing respiratory transmission of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet*, 395(10228), 1893-1901. <https://www.nih.gov/>
23. Huamán-Aliaga, M., & Quispe-Huayta, L. (2023). Efecto protector de las mascarillas faciales frente a la exposición a partículas contaminantes del aire en Lima, Perú. *Revista Peruana de Epidemiología*, 24(1), 78-84. <http://www.scielo.org.pe/>
24. Castro-López, J., & Ramírez-Saldaña, A. (2022). Evaluación de la eficacia de las mascarillas quirúrgicas en la reducción de la transmisión de bacterias en un hospital



- de Lima, Perú. Anales de la Facultad de Medicina, 63(1), 74-80.  
<http://www.scielo.org.pe/>
25. Castro-López, J., & Ramírez-Saldaña, A. (2022). Evaluación de la eficacia de las mascarillas quirúrgicas en la reducción de la transmisión de bacterias en un hospital de Lima, Perú. Anales de la Facultad de Medicina, 63(1), 74-80.  
<http://www.scielo.org.pe/>
26. Gutiérrez-Vásquez, F., Gonzales-Salazar, M., & García-Peña, M. (2021). Eficacia de las mascarillas faciales en la prevención de la transmisión de COVID-19 en Lima, Perú: Un estudio observacional. Revista Peruana de Medicina y Salud Pública, 40(2), 232-238. <http://www.scielo.org.pe/>
27. García-Peña, M., Gutiérrez-Vásquez, F., & Gonzales-Salazar, M. (2020). Eficacia de las mascarillas quirúrgicas en la prevención de la transmisión de enfermedades respiratorias en un hospital de Lima, Perú. Revista Peruana de Medicina, 39(4), 214-220. <http://www.scielo.org.pe/>
28. Quispe-Huayta, L., & Huamán-Aliaga, M. (2019). Evaluación de la eficacia de las mascarillas faciales en la reducción de la exposición a material particulado en Lima, Perú. Anales de la Facultad de Medicina, 60(4), 312-318. <http://www.scielo.org.pe/>

# ANEXOS

**Anexo 1:** Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis General	Variables	Población	Metodología
<p>¿Realmente todas las mascarillas faciales tienen la capacidad de proteger de manera correcta frente a partículas con carga bacteriana?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p>¿Cuál será la eficiencia de filtración bacteriana de las mascarillas quirúrgicas tipo I que se comercializan en Lima, 2023?</p> <p>¿Cuál será la eficiencia de filtración bacteriana de las mascarillas quirúrgicas tipo II que se comercializan en Lima, 2023?</p> <p>¿Cuál será la eficiencia de filtración bacteriana de las mascarillas quirúrgicas tipo IIR que se comercializan en Lima, 2023?</p> <p>¿Cuál será la eficiencia de filtración bacteriana de las mascarillas KN95 que se comercializan en Lima, 2023?</p> <p>¿Cuál será la eficiencia de filtración bacteriana de las mascarillas N95 que se comercializan en Lima, 2023?</p>	<p>Determinar la eficiencia de filtración bacteriana de diversos tipos de mascarillas que se comercializan regularmente en la ciudad de Lima, 2023.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>¿Verificar la eficiencia de filtración bacteriana de las mascarillas quirúrgicas tipo I, II y IIR que se comercializan en Lima, 2023?</p> <p>¿Verificar la eficiencia de filtración bacteriana de las mascarillas tipo KN95 y N95 que se comercializan en Lima, 2023?</p>	<p><b>H<sub>0</sub>:</b></p> <p>El uso de las mascarillas de los cinco tipos brinda actividad protectora frente a partículas con carga bacteriana.</p> <p><b>H<sub>1</sub>:</b></p> <p>El uso de las mascarillas de los cinco tipos no brinda actividad protectora frente a partículas con carga bacteriana.</p>	<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Los diversos tipos de mascarillas faciales.</p> <p><b>Variable independiente:</b></p> <p>La suspensión de la cepa <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922</p>	<p><b>Población de estudio:</b></p> <p>Estará conformada por diferentes tipos de mascarillas faciales de uso popular en la ciudad de Lima, 2023.</p> <p><b>Población microbiológica:</b></p> <p>Estará conformada por la cepa <i>Escherichia coli</i>, ATCC 25922 Procedente del laboratorio BIOTECOOP.</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Explicativo, cuantitativo, descriptivo.</p> <p><b>Diseño:</b></p> <p>Experimental</p> <p><b>Muestra de estudio:</b></p> <p>5 tipos de mascarillas faciales.</p> <p><b>Muestra biológica:</b></p> <p>Cepa de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922</p> <p><b>Técnicas de recopilación de información:</b></p> <p>Técnica: Análisis de laboratorio.</p> <p>Instrumento: Ficha de recolección de datos.</p> <p><b>Técnicas de procesamiento de información:</b></p> <p>La data se ingresará y analizará mediante el soporte informático Windows y Excel 2019.</p>

## Anexo 2.

### FORMATO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

#### ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUIMICA

#### APRECIACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Estimado profesional, usted ha sido invitado a participar en el proceso de apreciación de un instrumento de investigación; el presente formato es para que usted pueda hacernos llegar sus apreciaciones respectivas sobre el instrumento de medición; agradecemos de antemano sus aportes que permitirán validar el instrumento y obtener información efectiva.

A continuación, sírvase identificar el criterio y marque con un aspa en la casilla que usted considere conveniente, además puede hacernos llegar alguna otra apreciación en la columna de observaciones. Investigación titulada: **“EVALUACIÓN IN VITRO DEL EFECTO PROTECTOR DE MASCARILLAS FRENTE A *Escherichia coli* EN LIMA 2023”**

Criterios	Apreciación		Observación
	SI	NO	
1. El instrumento responde al planteamiento del problema.			
2. El instrumento responde a los objetivos de la investigación.			
3. El instrumento responde a la Operacionalización de variables.			
4. Los ítems responden a los objetivos del estudio.			
5. La estructura que presenta el instrumento es secuencial.			
6. Los ítems están redactados en forma clara y precisa.			
7. El número de ítems es adecuado.			
8. Los ítems del instrumento son válidos.			
9. ¿se debe de incrementar el número de ítems.			
10. Se debe de eliminar algún ítem.			

Sugerencias para mejorar el instrumento:

.....  
.....

Apellidos y Nombres: .....

Grado Académico y Profesión: .....

Firma: ..... Fecha: .....



## ● 6% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 6% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones

### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>archivosdemedicina.uat.edu.mx</b> Internet	2%
2	<b>ncbi.nlm.nih.gov</b> Internet	2%
3	<b>tandfonline.com</b> Internet	1%
4	<b>ecosiac.org</b> Internet	<1%
5	<b>repositorio.uroosevelt.edu.pe</b> Internet	<1%
6	<b>es.loewshotels.com</b> Internet	<1%

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

---

BLOQUES DE TEXTO EXCLUIDOS

**ivDECLARATORIA DE AUTENTICIDADYo, ....., de nacionalidad peruana**

repositorio.uroosevelt.edu.pe

---

**DECLARACIÓN BAJO JURAMENTO:QUE TODA LA INFORMACIÓN PRESENTADA E...**

repositorio.uroosevelt.edu.pe

---

**de nacionalidad peruana**

repositorio.uroosevelt.edu.pe

---

**DECLARACIÓN BAJO JURAMENTO:QUE TODA LA INFORMACIÓN PRESENTADA E...**

repositorio.uroosevelt.edu.pe

---

**diseño de investigación ..... 232.2.Op...**

repositorio.uroosevelt.edu.pe

---

**272.6.Métodos de análisis de**

repositorio.ucv.edu.pe