

Resistencia bacteriana de patógenos en mascarillas del personal que asiste en pandemia por la COVID-19 a la Universidad Nacional del Altiplano, Puno Perú y Universidad Nacional de La Rioja, Argentina

68

Gonzales Alcos, Vicky Cristina*

Del Carpio Condori*

Youri Teresa*

Huarachi Valencia, Juan Pablo*

Bustos, Ilda Nicolasa**

* Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas,
Universidad Nacional del Altiplano, Perú

** Departamento Académico de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional de La Rioja, Sede Chepes, Argentina,
nibustos@unlar.edu.ar

Resistencia bacteriana de patógenos en mascarillas del personal que asiste en pandemia por la COVID-19 a la Universidad Nacional del Altiplano, Puno Perú y Universidad Nacional de La Rioja, Argentina

Resumen

La pandemia COVID-19 ha impuesto que la población lleve como mínimo mascarilla quirúrgica desechable que se desarrollaron originalmente para filtrar las gotas que contienen microorganismos expulsados por la boca y nariz, los cuales, por el contexto, se reutilizaron frecuentemente creando un problema de salud pública, razón por la cual el objetivo fue determinar la resistencia bacteriana de patógenos en mascarillas del personal que asistió en pandemia COVID-19 a la Universidad Nacional del Altiplano (UNA). La metodología aplicada para la toma de muestra se registró con un consentimiento informado, según técnica estandarizada del INS y CLSI para identificar bacterias patógenas en mascarillas. La técnica de siembra fue por agotamiento en medios de cultivo agar sangre, MacConkey, manitol salado y pruebas de diferenciación bioquímica para cada especie. Asimismo, para determinar la resistencia bacteriana se aplicó el método de Kirby Bauer (antibiograma), con discos de antibióticos según los protocolos del INS (2002) y, finalmente, para evaluar los factores predisponentes a la contaminación de patógenos se aplicó una ficha sociodemográfico-epidemiológica mediante encuesta directa y observación, los cuales fueron evaluados a través de estadística descriptiva e inferencial (chi cuadrado) con un $\alpha=0,05$ mediante el Programa R 4.2.2. Los resultados obtenidos demuestran la presencia de *E. coli* (31%) resistente a Cefaclor (60%), *S. aureus* (31%) resistente a cefotaxima (93%, $p<0,05$) y aztreonam (93%), *Enterobacter* sp. (4%) resistente a cefaclor (100%) y ceftazidima/ácido clavulánico (100%), y *Klebsiella* sp. (4%) resistente a ceftazidima/ácido clavulánico (100%) existiendo factores sociales, demográficos y epidemiológicos significativos.

Palabras clave

Bacterias patógenas, mascarillas, resistencia bacteriana, personal, COVID-19.

69

Bacterial resistance of pathogens in masks of the personnel that assists in a pandemic by COVID-19 at the National University of the Altiplano, Puno Perú and National University of La Rioja, Argentina

Abstract

The COVID-19 pandemic has forced the population to wear at least a disposable surgical mask that was originally developed to filter droplets containing microorganisms expelled through the mouth and nose, which due to the context were frequently reused, creating a public health problem, reason for which the objective was to determine the bacterial resistance of pathogens in masks of the personnel who assisted in the COVID-19 pandemic at the National University of the Altiplano (UNA), being the methodology that was followed for the determination of pathogenic bacteria in masks of the personnel who registered their informed consent according to the standardized technique of the INS and CLSI for sample collection, isolation and determination of antibiotic resistance; Likewise, for the evaluation of factors present in the contamination of pathogens in masks, a sociodemographic-epidemiological record was applied through direct survey and observation, which were evaluated through descriptive and inferential statistics (chi square) with $\alpha=0.05$ using the Program R 4.2.2. As a result, *E. coli* (31%) resistant to Cefaclor (60%), *S. aureus* (31%) resistant to cefotaxime (93%, $p<0.05$) and aztreonam (93%), *Enterobacter* sp. (4%) resistant to cefaclor (100%) and ceftazidime/clavulanic acid (100%), and *Klebsiella* sp. (4%) resistant to ceftazidime/clavulanic acid (100%) with significant social, demographic and epidemiological factors.

Keywords

Pathogenic bacteria, masks, bacterial resistance, personnel, COVID-19.

Introducción

En el contexto actual de pandemia, la protección de la salud personal es un imperativo para mitigar la transmisión, lo que ha dado lugar a una creciente demanda de equipos de protección personal (EPP), incluso antes de la implementación de programas efectivos de vacunas (Haque et al., 2020). De este modo, las máscaras faciales en particular se consideran equipos esenciales, ya que pueden filtrar eficazmente los aerosoles que transportan partículas de virus siendo obligatorias en la mayoría de países para frenar la propagación de COVID-19 (Feng et al., 2020). Sin embargo, las mascarillas por sí solas no pueden proporcionar una protección completa y destacan la necesidad de su uso junto con otras prácticas preventivas como el distanciamiento físico, horas límite de uso, además debe ser de tipo auto filtrante y cubrir parcialmente el rostro.

Actualmente, son millones las mascarillas, guantes y materiales contaminados para el diagnóstico, detección y tratamiento del SARS-CoV-2 y otros patógenos humanos que están pasando por el proceso irreversible de convertirse en desechos infecciosos, lo cual, si se emplean de forma inadecuada, no solamente causará problemas ambientales sino también de salud. Tal es así que después de iniciada la pandemia al 31 de julio 2020, China registraba el uso de 989 103 299 mascarillas (Sangkham, 2020), siendo obligatorias en la mayoría de países para frenar la propagación de COVID-19 y bacterias provenientes de la nariz y la boca del portador de la misma o del exterior (Feng et al., 2020).

El uso de mascarillas por el público en general sirve para limitar la propagación de la pandemia de COVID-19, reduciendo la propagación de partículas portadoras de bacterias o virus compuestas al toser, a pesar de las controversias de su eficacia positiva de esta intervención que es dudosa; no obstante, no debe olvidarse, las bacterias resistentes a los antimicrobianos (BRA) son una de las mayores amenazas a la salud pública. Mientras la atención mundial solo se enfoca en la pandemia de COVID-19, se ha demostrado que las BRA son transmisibles a los humanos en diferentes entornos, incluidos los públicos en entornos urbanos construidos, donde se puede encontrar actividad humana de alta densidad, incluido el transporte público, estadios y escuelas. Sin embargo, en comparación con los entornos de atención médica y de aguas residuales, existe muy poca vigilancia de BRA en otros entornos (Cave et al., 2021).

70

Sin embargo, debido a la naturaleza de la transferencia horizontal, incluso las bacterias no patógenas que poseen genes de resistencia a los antimicrobianos (RAM) deben considerarse una amenaza para la salud pública, ya que corren el riesgo de transferir los genes RAM a patógenos conocidos (Sun et al., 2019). Además, hay evidencia de que las BRA se propagan de los hospitales y la agricultura a lugares públicos como restaurantes, puestos de comida callejera y mercados (Sivaraman et al., 2021).

Además, el uso inadecuado de antibióticos y la automedicación en países de bajos y medianos ingresos, especialmente en comunidades socioeconómicas más bajas, también pueden contribuir a aumentar la RAM en la comunidad y en entornos públicos, incluido el transporte de elementos genéticos móviles por moscas domésticas (Sobur et al., 2019).

Ante la mayor frecuencia de uso de mascarillas por la pandemia de COVID-19, en Bélgica, Delanghe et al.(2021), determinaron que las mascarillas quirúrgicas desechables y las mascarillas de algodón caseras contenían *Bacillus*, *Staphylococcus* y *Acinetobacter* spp., los microorganismos más aislados con un 43% de resistencia a la ampicilina o eritromicina. Sin embargo, en las mascarillas de algodón predominó *Roseomonas*, *Paracoccus* y *Enhydrobacter*, mientras que en las quirúrgicas lo fue *Streptococcus* y *Staphylococcus*. Asimismo, solo 21% de ellos limpiaban su máscara de algodón casera, siendo los mejores métodos de limpieza hervir a 100 °C, lavar a 60 °C con detergente o planchar con vapor, pero algo que no funciona sería dejar la máscara durante toda la noche a -18 °C o a temperatura ambiente durante 72h.

Por otro lado, Zhigqing et al. (2018), en China, hallaron que las mascarillas quirúrgicas empleadas más de 2h en una operación contenían cantidades significativas de microorganismos hacia la cara interna de la mascarilla provenientes de la piel del cirujano que del quirófano. Según Sanders et al. (2019), en Estados Unidos, encontraron que el uso de máscaras faciales entre flebotomistas reducía la contaminación de los hemocultivos, al retener *Staphylococcus coagulasa negativo*, *Micrococcus spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Propionibacterium spp.*, *Streptococcus spp.* y *Bacillus spp.* Sin embargo, hay zonas de mayor riesgo como Sudáfrica, donde Williams et al. (2020) encontraron en el 86% de máscaras faciales, de pacientes sugerentes de tuberculosis, la confirmación del *M. tuberculosis*. Según Kennedy et al. (2018), en las mascarillas de personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) hay bacterias con genes de resistencia *mefA* (bomba de eflujo de macrólidos), *tetM* (proteína de protección ribosomal de tetraciclina), *ErmB* (metilación) y *blaTEM* (lactamasa).

Por otro lado, Patel et al. (2021), en Estados Unidos, habrían aislado más microorganismos de sujetos del servicio de oftalmología que no tenían mascarilla, seguido de los que usaban mascarilla facial suelta, mascarilla quirúrgica ajustada sin cinta y mascarilla quirúrgica ajustada con cinta, no existiendo diferencias entre el uso de una mascarilla quirúrgica con cinta y una KN95, sea que se hable o no. No obstante, se aisló flora oral cuando la persona habló (11% de cultivos, *Streptococcus mitis*, *S. viridans* y otros), pero también en situación que no hablaba (*Staphylococcus spp.*). Esto sería corroborado por Raevis et al. (2021), quienes hallaron más UFC en la zona periocular de aquellos sin mascarilla (1,93 UFC), seguido de los que usan máscara facial que cubre completamente la boca, pero se coloca justo debajo de la nariz (uso inapropiado), mascarilla que cubre la boca y nariz (uso recomendado) y mascarilla que cubre la boca y nariz, con cinta adhesiva (0,13 UFC).

71

Asimismo, Luksamijarulkul et al. (2014), en un hospital de Bangkok (Tailandia), han reportado que la cara interna de las mascarillas quirúrgicas tiene menos bacterias (*Staphylococcus spp.* y *Pseudomonas spp.*) y hongos (*Aspegillus spp.* y *Penicillium spp.*) que la cara externa, siendo mayor en personal de sala médica, existiendo también más carga bacteriana (*Staphylococcus spp.*) que fúngica (*Aspegillus spp.* y *Penicillium spp.*) en el aire de sala médica y Unidad de Cuidados Intensivos. Mostrando que además hay una baja relación, pero significativa, entre bacterias de la capa externa de la mascarilla y el recuento bacteriano y fúngico en el aire hospitalario.

Siendo que las mascarillas terminan contaminando fuentes de agua, en la Bahía de Xinglin, China, Zhou et al. (2022) establecieron que en mascarillas quirúrgicas y de carbón incubadas hasta por 30 días en ese ambiente había un incremento en los genes de resistencia a los antibióticos (aminoglucósido y multidrogo), dominando procesos estocásticos en la formación de comunidades bacterianas, los cuales coexisten dentro de protozoos; sin embargo, la mayoría de los estudios que investigan los entornos construidos y los entornos públicos no sanitarios han detectado *Staphylococcus*, *Enterobacteriaceae*, *Bacillus*, *Propionibacterium*, *Streptococcus*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas* y *Micrococcus* (Cave et al., 2021). Por esta razón, se realizó la determinación de la resistencia bacteriana de patógenos aislados de mascarillas del personal que asistieron en pandemia COVID-19 a la Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

Materiales y Métodos

Recolección de las mascarillas de uso común

Previo consentimiento informado del personal de la Universidad Nacional del Altiplano según la declaración de Helsinki, se procedió al llenado de una ficha sociodemográfica-epidemiológica validada por los autores y, posteriormente, a la recolección de la mascarilla mediante técnica estéril, los cuales fueron colocados en bolsas herméticas y estériles para luego colocarlos en 50 ml de caldo Infusión Cerebro Corazón (Britania) durante 20 minutos (Luksamijarulkul et al., 2014).

Resistencia antibacteriana en patógenos aislados Conteo y aislamiento de microorganismos

Se empleó el método de placa diseminada en agar de recuento en placa y se incubó a 37 °C durante 48 h. Asimismo se sembró en agar Mc Conkey (Britania), Agar Sangre (Oxoid) y Agar Manitol Salado (Oxoid) para el aislamiento de microorganismos Gram negativos y Gram positivos a 35-37 °C por 18-24h, sometiendo después colonias representativas a pruebas de diferenciación y reacción bioquímica (TSI, LIA, CS, SIM) (Oxoid) para su identificación según criterios CLSI (Fernández et al., 2010).

Valoración de la resistencia bacteriana

Esta se evaluó en medio de cultivo Müller Hinton (Britania) para lo cual se ajustó el inóculo bacteriano a una turbidez de 0,5 en la Escala de Mc Farland frente a un panel de discos de sensibilidad según la bacteria fue Gram negativa (Gentamicina 10g BIODISC SAC, Ampicilina 10g Bioanalyse, Ácido Nalidíxico 30g BIODISC, Cefaclor 30g BIOLABTEST, Ceftazidima/Ácido Clavulánico 30/10g Bioanalyse, Ciprofloxacino 5g BIODISC SAC, y Ampicilina/Sulbactam 10/10g Bioanalyse) o Gram positiva (Amoxicilina/Ácido clavulánico 30g BIODISC SAC, Eritromicina 15g BIODISC SAC, Dicloxacilina 10g BIODISC SAC BIOLABTEST, Cefotaxima 30g Bioanalyse, Cloxacilina 500g Bioanalyse, Aztreonam 30g Bioanalyse y Gentamicina 10g BIODISC SAC) que permitió evaluar sensibilidad bacteriana según halos de sensibilidad medidos en milímetros con un vernier siendo luego contrastado con diámetros críticos para cada antibiótico (INS, 2002).

72

Factores sociales, demográficos y epidemiológicos presentes en la contaminación por patógenos

A través de la ficha sociodemográfica-epidemiológica que comprende factores sociales (edad, sexo, área de trabajo, estado civil, domicilio, movilidad, tipo de mascarilla, número días de uso misma mascarilla, número de horas de uso de mascarilla, número y marca de vacunas anti COVID-19, frecuencia y material de lavado de manos), demográficos (número de miembros familiares en casa, número de niños, número de adultos mayores) y epidemiológicos (condición covid-19, familiar con COVID-19, animales en casa, número de veces que va a mercado, consumo de alimentos fuera de casa) validada por expertos, se procedió a evaluar cada uno de ellos como factor predisponente de contaminación por patógenos en mascarillas del personal de la Universidad Nacional del Altiplano que acude a trabajar en contexto pandemia COVID-19. Para ello, la información recolectada fue codificada e ingresada a una matriz de tabulación.

Análisis estadístico

La frecuencia de aislamientos de bacterias presentes en mascarillas contaminadas y factores sociales, demográficos y epidemiológicos del personal fue analizado a través de estadísticas descriptivas (% , media, desviación estándar) e inferenciales (chi cuadrado), con un nivel de significancia del 5%. Todos los datos fueron procesados con el programa R versión 4.2.2.

Resultados discusión

Bacterias patógenas en mascarillas del personal que asiste en pandemia por la COVID-19 a la Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

Como se aprecia en la Figura 1, de un total de 44 pacientes, se realizaron 49 aislamientos bacterianos, siendo relevantes especies como *E. coli* (15; 31%), *S. aureus* (15; 31%), *Enterobacter* sp. (2; 4%) y *Klebsiella* sp. (2%). No obstante, también se encontraron bacterias comensales como *Staphylococcus coagulasa* negativo (15; 31%), teniendo buena representatividad.

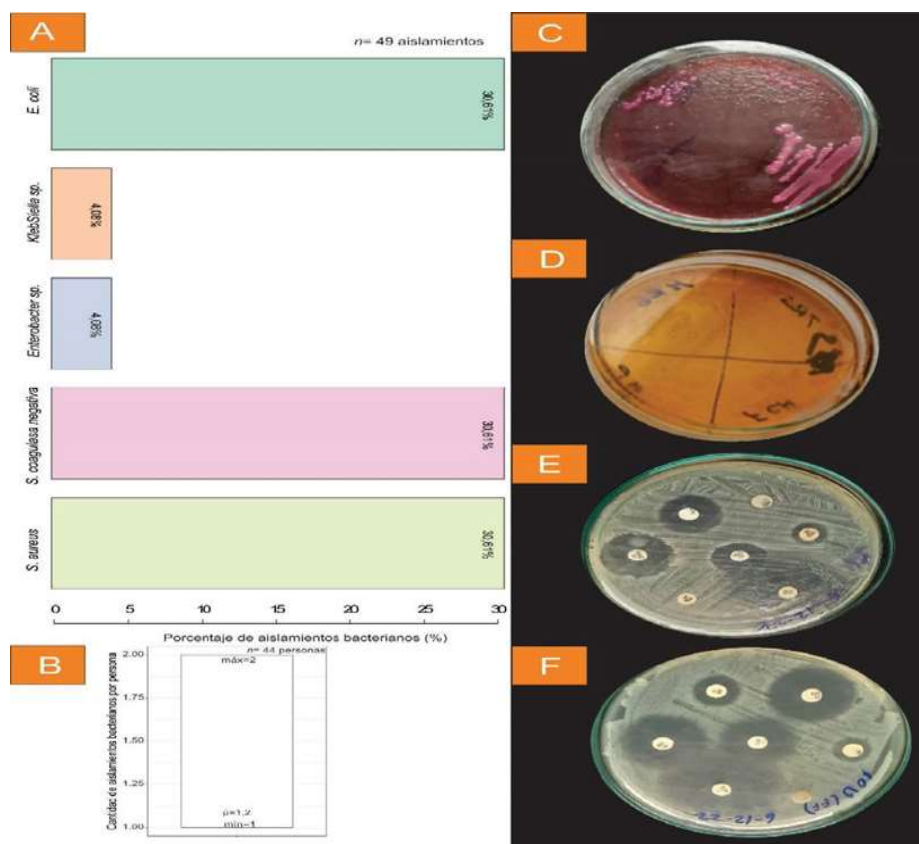


Figura 1. Bacterias aisladas en mascarillas del personal que asiste en pandemia por COVID-19 a la Universidad Nacional del Altiplano, Puno. A. Porcentaje de aislamientos bacterianos, B. Cantidad promedio de aislamientos bacteriano por persona, C. Aislamiento de *E. coli* en Agar Mac Conkey, D. Aislamiento de *S. aureus* en Agar Manitol Salado, E. Antibiógrama de *S. aureus* frente a un panel de 7 antibióticos, F. Antibiógrama de *E. coli* frente a un panel de 7 antibióticos

Asimismo, se aprecia que generalmente hay 1 aislamiento bacteriano por persona, siendo aislados mediante medios de cultivo enriquecido (Agar Sangre) y diferencial (Agar Mc Conkey y Manitol Salado) con características culturales específicas (colonias rosadas de *E. coli* productoras de ácido láctico, y colonias amarillas por hidrólisis del manitol, que acidifica el medio) y sensibilidad antibiótica variada a kit de 7 antibióticos, que en el caso de *S. aureus* es resistente principalmente a dicloxacilina y aztreonam, mientras que *E. coli* es resistente a cefaclor. Si bien el uso de las mascarillas utilizadas en estas épocas de pandemia por COVID-19 sirve para limitar la propagación de partículas portadoras como son las bacterias y virus, los resultados demuestran que existe enterobacterias como *E. coli* (15; 31%), *Enterobacter* sp. (2; 4%) y *Klebsiella* sp. (2%) y patógenos gran positivos como *S. aureus* (15; 31%), y comensales como *Staphylococcus coagulans* negativo (15; 31%), no se demuestra la limitación de la propagación, más bien la contaminación, ya sea por la misma persona falta de higiene, horas muy alargadas de uso recordando que la OMS no recomienda su uso en espacios públicos y las mascarillas quirúrgicas. Sin embargo, en los hospitales, las mascarillas empleadas más de 2h en una operación contiene cantidades significativas de microorganismos hacia la cara interna de la mascarilla provenientes de la piel, Zhiqing et al.(2018). Asimismo, en las máscaras faciales de paciente tuberculosos se observa la presencia de *M. tuberculosis* al 86% Williams et al. (2020), como también las personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) indica que hay bacterias con genes de resistencia *mef A* (bomba de flujo de macrólidos) *tetM* (proteína de protección ribosomal de tetraciclina, *ErmB* (metilación) y *bla TEM* (lactamasa) (Kennedy et al.2018).

La frecuencia de uso de mascarillas por la pandemia de COVID-19, en las mascarillas quirúrgicas desechables, demuestra la presencia de *Bacillus*, *Staphylococcus* y *Acinetobacter* spp. como es este caso se identificó *S. aureus* en un 15.31% enterobacterias en un 19.72% siendo resistentes a dicloxacilina y aztreonam, mientras que *E. coli* es resistente a cefaclor diferentes a los encontrados por Delanghe et al (2021) que demostró un 43% existiendo además más microbiota en las mejillas que en narices influenciada por el uso de mascarilla quirúrgicas (Delanghe et al. (2021)

74

Resistencia y factores presentes en la contaminación bacteriana de mascarillas del personal que asiste en pandemia por COVID-19 a la Universidad Nacional del Altiplano, Puno

En la Figura 2 se observa que *E. coli* fue frecuentemente resistente a Ceftazidima/Ácido clavulánico (73%) y Cefaclor (60%, $p<0,05$), aislado de personal no docente (100%) con 27,87,9 años, femenino (60%), soltero (67%, $p<0,05$), con instrucción superior universitaria (60%, $p<0,05$) con 8 a <16 h diarias (47%), que se moviliza en transporte público (87%, $p<0,05$), siendo la mascarilla quirúrgica desechable (87%) la más usada, con 2 a 5 días de utilidad (67%, $p<0,05$), asimismo la mayoría tenían 3 vacunas (87%, $p<0,05$) y estaban vacunados con Pfizer, Sinopharm y Aztrazeneca (33%), se lavaron 1-3 veces (53%) y emplearon agua y jabón líquido (60%, $p<0,05$). Además, se encontró que aparte del personal generalmente hay 3 miembros familiares (60%, $p<0,05$), con 2 niños (53%) y un adulto mayor (60%, $p<0,05$); de otro lado, 67% tuvo COVID-19, los cuales tenían un familiar con COVID-19 (100%), donde la mayoría señala tener animales en casa (53%), va hasta 1 vez por semana (67%, $p<0,05$) y consume alimentos fuera de casa hasta 5 veces (80%).

Como se aprecia en la Figura 3, *Enterobacter* sp. fue frecuentemente resistente a Cefaclor (100%) y Ceftazidima/Ácido clavulánico (100%), aislado de personal no docente (100%) con 20,01,4 años, masculino (100%), soltero (100%), con instrucción superior universitaria (100%) con 8 a <16 h diarias (100%), que se moviliza en transporte público (100%), siendo la mascarilla quirúrgica desechable (100%) la más usada, con <2 y >5 días de utilidad (50% respectivamente), asimismo la mayoría tenían 3 vacunas (100%) y estaban vacunados con Pfizer, Pfizer/Aztrazeneca (50% por igual), se lavaron 1-3 veces como 4-6 veces (50%, indistintamente) y emplearon agua y jabón líquido como agua con jabón sólido (50% respectivamente). Además, se encontró que aparte del personal generalmente hay 1 o >3 miembros familiares (50%), con 1 o más de 2 niños (53%) y uno más de 2 adultos mayores (50%); de otro lado, 100% tuvo COVID-19, con algún familiar con COVID-19 (100%), animales en casa (100%), van hasta 1 vez por semana (100%) y consumen alimentos fuera de casa más de 5 veces (100%).

En cuanto a la Figura 3, *Klebsiella* sp. fue frecuentemente resistente a Ceftazidima/Ácido clavulánico (100%), aislado de personal no docente (100%) con 35,5±17,68 años, femenino o masculino (50%), soltero (100%), con instrucción superior universitaria (100%), 8 a <16 h diarias de uso de la mascarilla (100%), que se moviliza en transporte público (100%), siendo la mascarilla quirúrgica desechable (100%) la más usada, con 2 a 5 días de utilidad (100%), asimismo la mayoría tenían 2 o 3 vacunas (50% respectivamente) y estaban vacunados con Pfizer/Sinopharm o Pfizer/Sinopharm/Aztrazeneca (50%, respectivamente), se lavaron 4-6 veces o <6 veces (50%, respectivamente) y emplearon agua y jabón líquido (100%). Además, se encontró que aparte del personal generalmente hay más de 3 miembros familiares (100%), con 1 niño (100%) y más de 2 adultos mayores (100%); de otro lado, 100% tuvo COVID-19, los cuales tenían un familiar con COVID-19 (100%), pero sin animales en casa (100%), yendo hasta 1 vez o 2-5 veces por semana (50% respectivamente) en la que consumían alimentos fuera de casa 2-5 veces o >5 veces (50% respectivamente).

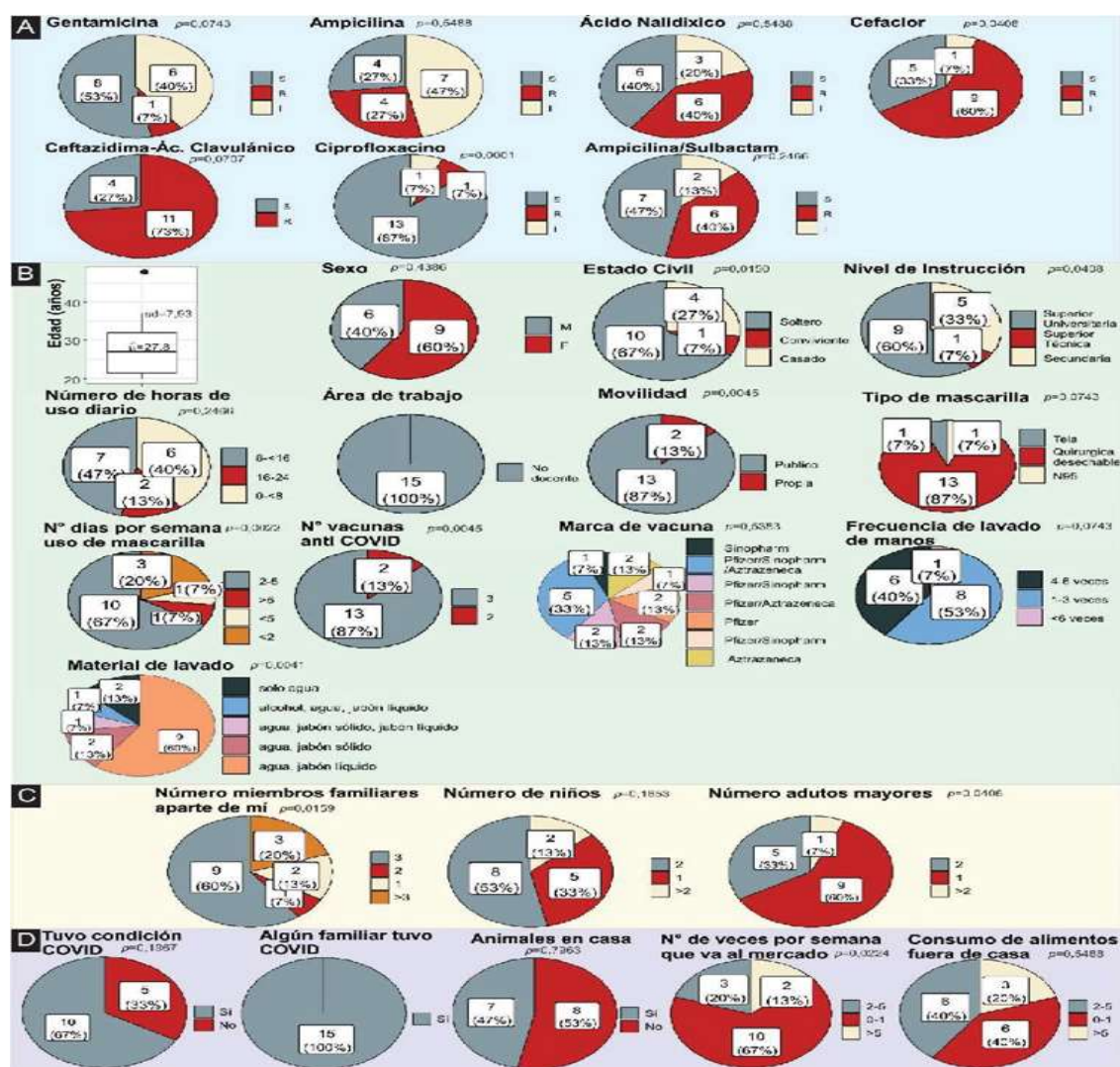


Figura 2. Resistencia bacteriana y factores presentes en la contaminación de mascarillas por *E. coli*. A. Resistencia bacteriana frente a un panel de 7 antibióticos, B. Factores sociales presentes en la contaminación bacteriana de mascarillas por *E. coli*, C. Factores demográficos presentes en la contaminación bacteriana de mascarillas por *E. coli*, D. Factores epidemiológicos presentes en la contaminación bacteriana

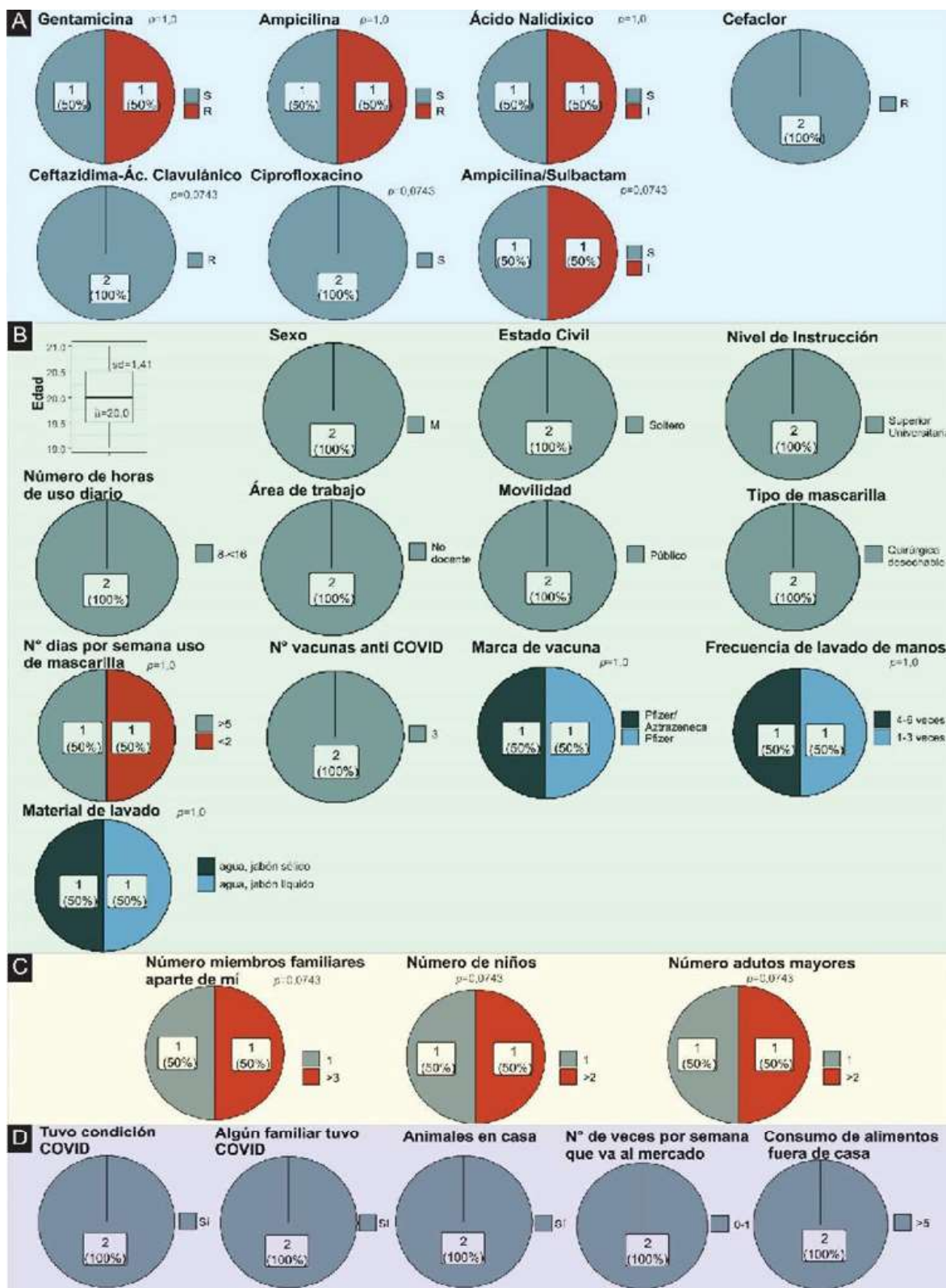


Figura 3. Resistencia bacteriana y factores presentes en la contaminación de mascarillas por *Enterobacter* sp. A. Resistencia bacteriana frente a un panel de 7 antibióticos, B. Factores sociales presentes en la contaminación bacteriana de mascarillas por *Enterobacter* sp., C. Factores demográficos presentes en la contaminación bacteriana de mascarillas por *Enterobacter* sp., D. Factores epidemiológicos presentes en la contaminación bacteriana de mascarillas por *Enterobacter* sp.

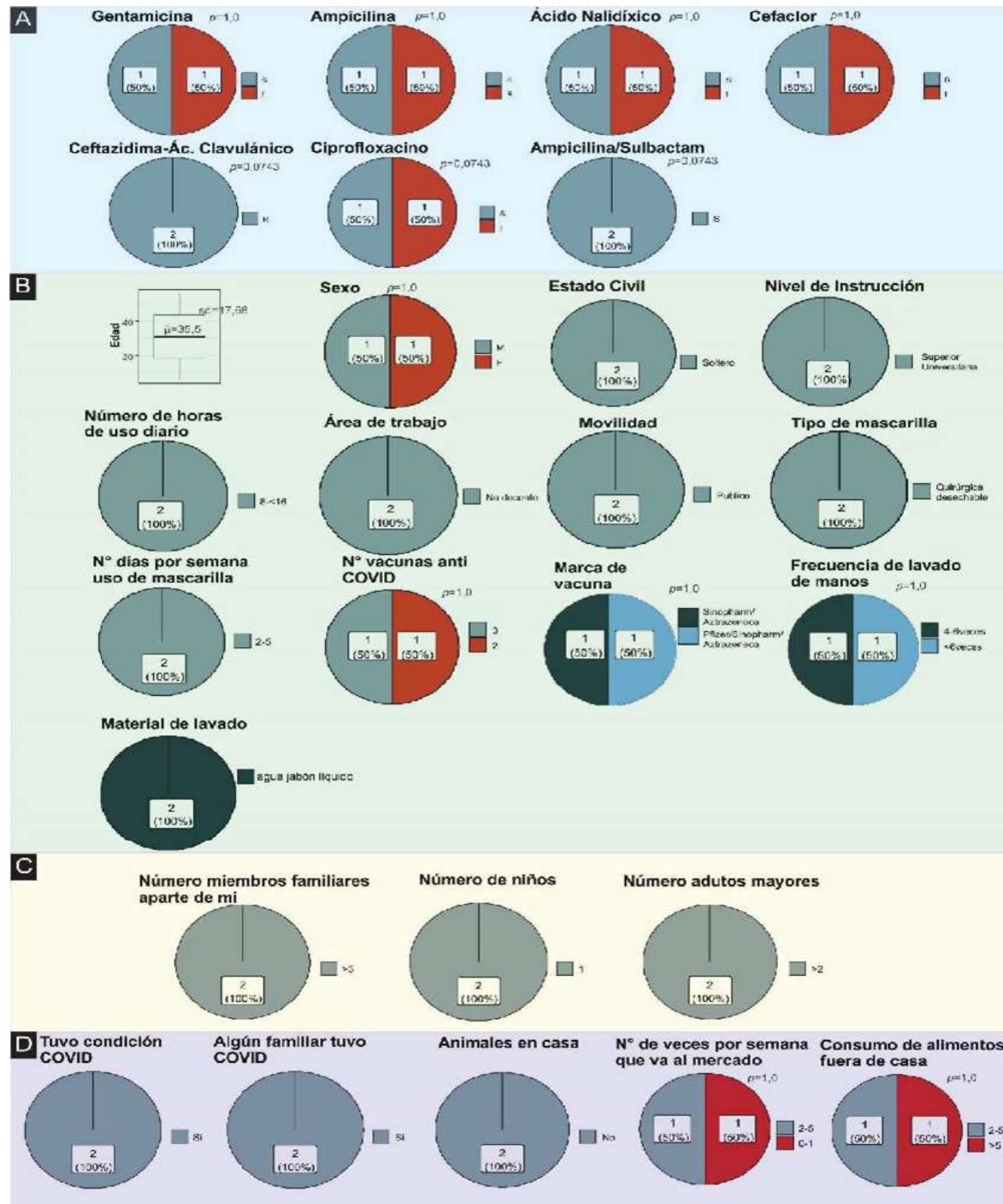
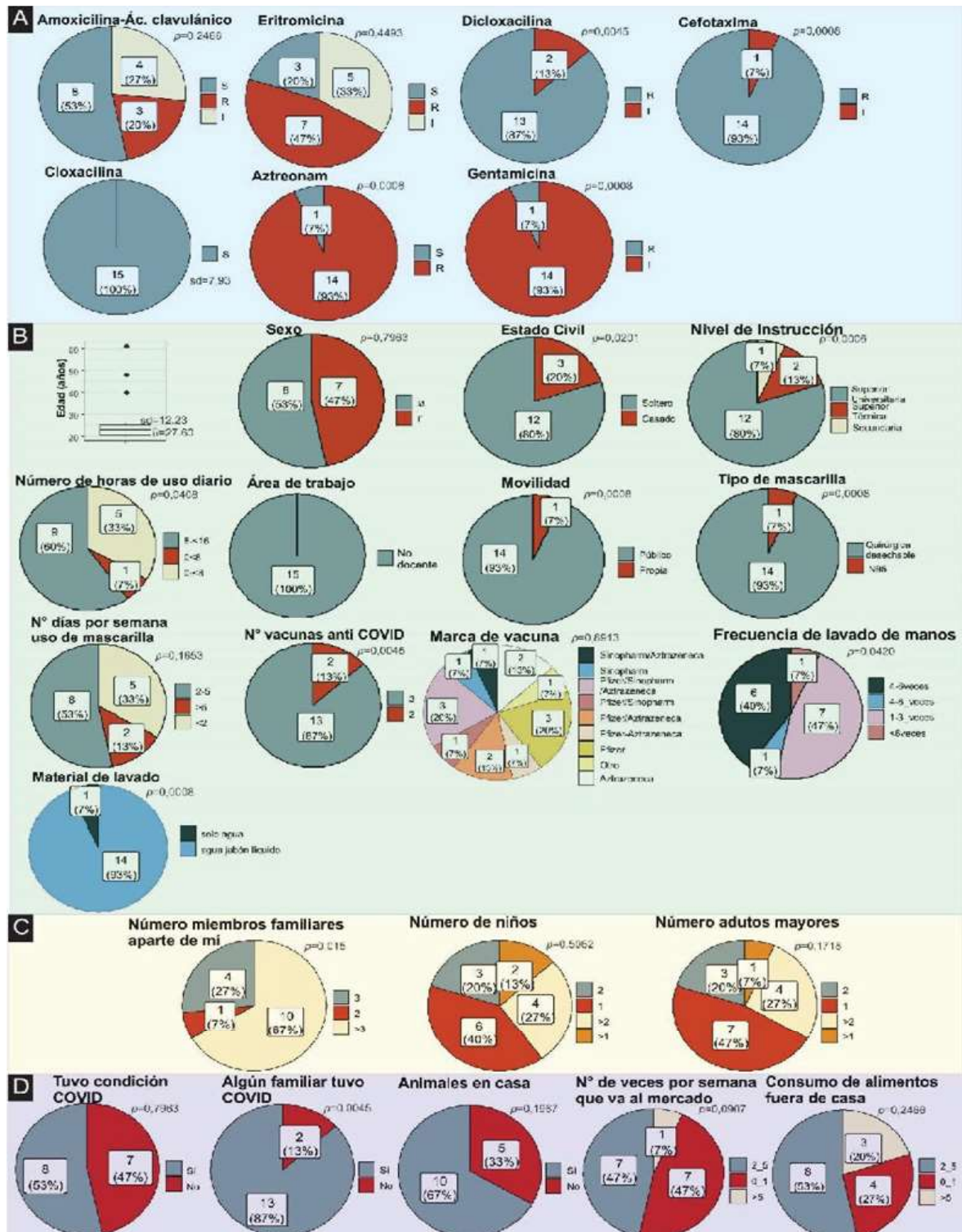


Figura 4. Resistencia bacteriana y factores presentes en la contaminación de mascarillas por *Klebsiella* sp. A. Resistencia bacteriana frente a un panel de 7 antibióticos, B. Factores sociales presentes en la contaminación bacteriana de mascarillas por *Klebsiella* sp., C. Factores demográficos presentes en la contaminación bacteriana de mascarillas por *Klebsiella* sp., D. Factores epidemiológicos presentes en la contaminación bacteriana de mascarillas por *Klebsiella* sp.



Respecto a la Figura 5, *S. aureus* fue frecuentemente resistente a Cefotaxima (93%, $p<0,05$) y Aztreonam (93%, $p<0,05$), aislado de personal no docente (100%) con 27,6 \pm 12,2 años, masculino (53%), soltero (67%, $p<0,05$), con instrucción superior universitaria (80%, $p<0,05$), 8 a <16 h diarias de uso de mascarilla (60%), la que se moviliza especialmente en transporte público (93%, $p<0,05$), siendo la mascarilla quirúrgica desechable (93%, $p<0,05$) la más usada, con 2 a 5 días de utilidad (53%), asimismo la mayoría tenían 3 vacunas (87%, $p<0,05$) y estaban vacunados con Pfizer, Sinopharm y Aztrazeneca (20%, $p<0,05$), se lavaron 1-3 veces (47%) y emplearon agua y jabón líquido (93%, $p<0,05$). Además, se encontró que aparte del personal generalmente hay más de 3 miembros familiares (67%, $p<0,05$), con 1 niño (40%) y un adulto mayor (60%); de otro lado, 53% tuvo COVID-19, los cuales tenían un familiar con COVID-19 (87%, $p<0,05$), donde la mayoría señala tuvo animales en casa (67%), el que iba hasta 5 vez por semana (80%, $p<0,05$) y consumía alimentos fuera de casa hasta de 2 a 5 veces (53%). Respecto a *Staphylococcus coagulasa* negativo, evaluándose como no patógeno, representó el 31% de aislamientos, razón por la cual no se evaluó su sensibilidad antibiótica, ni factores sociales, demográficos y epidemiológicos presentes en personal con estas bacterias.

Las bacterias resistentes a los antimicrobianos (BRA) son una de las mayores amenazas en la salud pública, mientras la atención mundial solo se enfoca en la pandemia de COVID-19 se ha demostrado que las BRA son transmisibles a los humanos en diferentes entornos públicos, urbanos, lugares donde se puede encontrar actividad humana de alta densidad, incluido el transporte público, estadios y escuelas, en comparación con los entornos de atención médica y de aguas residuales, existe muy poca vigilancia de BRA (Cave et al., 2021).

La cara interna de la mascarilla tiene bacterias frecuentes como: (*Staphylococcus* spp. y *Pseudomonas* spp.) Luksami-jarulkul et al. (2014). Es probable que los médicos y las enfermeras se contaminen la cara mientras usan las máscaras N95 debido a la incomodidad asociada a su uso (Smith et al. 2016).

79

Frente a patógenas contaminantes, los antibióticos se utiliza para prevenir las infecciones suscitadas por las bacterias (Ramírez 2018) con diferentes características específicas, existiendo tipos de antibióticos los cuales están dirigidos a destruir o inhibir el crecimiento bacteriano interfiriendo a nivel de la replicación del DNA, la transcripción del RNA, síntesis de proteínas o pared celular (Silva, 2006).

Algunos antimicrobianos que se adicionan a productos de higiene personal como son los jabones, pasta dental, enjuagues bucales, desodorantes, champú, talcos, detergentes, pueden promover el crecimiento de resistencia bacteriana originando la transmisión entre humanos y la naturaleza (Dreser et al., 2008); el excesivo e innecesario uso de antibióticos ha provocado la proliferación bacteriana resistente a su efecto siendo un problema muy grande en la salud pública, porque previene y destruye la capacidad de control de diversas enfermedades que afectan la vida del ser humano, en tanto la escasez de medicamentos provoca un aumento de mortalidad (Santos et al., 2014).

La resistencia adquirida es importante en la clínica porque constituye las transformaciones de los genes originada por mutación cromosómica (Fernández y Martínez, 2005), siendo la resistencia transmisible la más importante porque está mediada por integrones y plásmidos, con capacidad de traspasarla a otras bacterias; los mecanismos de resistencia presentes en las bacterias son la alteración enzimática mediante la biosíntesis de enzimas que desactivan a los antibióticos y la disminución de la permeabilidad de la membrana bacteriana externa en Gram negativas que posee gran cantidad de lipopolisacáridos, que no son accedidos por los antibióticos hidrófobos, debido a la mutación de las proteínas de membrana; las bacterias pueden adquirir mecanismos de resistencia a más de un antibiótico haciendo multirresistencia. (Mandell y Bennetts 2010).

La respuesta de los antibióticos se utiliza para prevenir y tratar las infecciones suscitadas por las bacterias (Ramírez, 2018), con diferentes características específicas como destruir o inhibir el crecimiento bacteriano interfiriendo a nivel

de la replicación del DNA, la transcripción del RNA, síntesis de proteínas o pared celular (Silva, 2006). La resistencia a varios antibióticos existentes es un problema muy grande en la salud pública, porque previene y destruye la capacidad de control de diversas enfermedades que afectan la vida del ser humano, en tanto la escasez de medicamentos provoca un aumento de mortalidad (Santos et al., 2014).

Conclusiones

Se concluye que se aisló *E. coli* (31%) resistente a Cefaclor (60%), *S. aureus* (31%) resistente a cefotaxima (93%, $p < 0,05$) y aztreonam (93%), *Enterobacter* sp. (4%) resistente a cefaclor (100%) y ceftazidima/ácido clavulánico (100%), y *Klebsiella* sp. (4%) resistente a ceftazidima/ácido clavulánico (100%) existiendo factores sociales, demográficos y epidemiológicos significativos.¹

Referencias

Cave, R., Cole, J., & Mkrtchyan, H. V. 2021. Surveillance and prevalence of antimicrobial resistant bacteria from public settings within urban built environments: Challenges and opportunities for hygiene and infection control. *Environment International*, 157, 106836. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106836>.

Delanghe, L., Cauwenberghs, E., Spacova, I., De Boeck, I., Van Beeck, W., Pepermans, K., Claes, I., Vandenhevel, D., Verhoeven, V., & Lebeer, S. 2021. Cotton and Surgical Face Masks in Community Settings: Bacterial Contamination and Face Mask Hygiene. *Frontiers in Medicine*, 8, 732047. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.732047>.

Feng, S., Shen, C., Xia, N., Song, W., Fan, M., & Cowling, B. J. 2020. Rational use of face masks in the COVID-19 pandemic. *The Lancet. Respiratory Medicine*, 8(5), 434–436. [https://doi.org/10.1016/s2213-2600\(20\)30134-x](https://doi.org/10.1016/s2213-2600(20)30134-x)

80

Fernández, A., García, C., Saéz, J. A., & Valdezate, R. 2010. Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología (E. Cercenado & R. Cantón (eds.)). Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. <https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia37.pdf>.

Haque, M., Islam, S., Iqbal, S., Urmi, U. L., Kamal, Z. M., Rahman, A., Kamal, M., Haque, M., Jahan, I., Islam, Z., Hossain, M. M., Murshid, M. E., Sefah, I., Kurdi, A., & Godman, B. 2020. Availability and price changes of potential medicines and equipment for the prevention and treatment of COVID-19 among pharmacy and drug stores in Bangladesh; findings and implications. *Bangladesh Journal of Medical Science*, 19, S36–S50. <https://www.banglajol.info/index.php/BJMS/article/view/48106>.

INS. 2002. Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión. Serie de Normas Técnicas N° 30. Instituto Nacional de Salud. https://antimicrobianos.ins.gob.pe/images/contenido/documentos/nacionales/manua_l_sensibilidad.pdf

Kennedy, M., Ramsheh, M. Y., Williams, C. M. L., Auty, J., Haldar, K., Abdulwhhab, M., Brightling, C. E., & Barber, M. R. 2018. Face mask sampling reveals antimicrobial resistance genes in exhaled aerosols from patients with chronic obstructive pulmonary disease and healthy volunteers. *BMJ Open Respiratory Research*, 5(1), e000321–e000321. <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2018-000321>.

Luksamijarulkul, P., Aiempadit, N., & Vatanasomboon, P. 2014. Microbial Contamination on Used Surgical Masks among Hospital Personnel and Microbial Air Quality in their Working Wards: A Hospital in Bangkok. *Oman Medical Journal*, 29(5), 346–350. <https://doi.org/10.5001/omj.2014.92>.

¹ Agradecimientos: A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Biología de la salud y virología por facilitarnos la realización de la presente investigación. A la Universidad Nacional de La Rioja Sede Regional Chepes por su colaboración en la realización de la presente investigación.

Patel, S. N., Mahmoudzadeh, R., Salabati, M., Soares, R. R., Hinkle, J., Hsu, J., Garg, S. J., Regillo, C. D., Ho, A. C., Cohen, M. N., Khan, M. A., Yonekawa, Y., Chiang, A., Gupta, O. P., & Kuriyan, A. E. 2021. Bacterial Dispersion Associated With Various Patient Face Mask Designs During Simulated Intravitreal Injections. *American Journal of Ophthalmology*, 223, 178–183. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2020.10.017>.

Raevis, J. J., Gjyzeli, G., Mititelu, M., Rogers, J., Lasarev, M., & Chang, J. S. 2021. Face Masks and Bacterial Dispersion Toward the Periocular Area. *Ophthalmology*, 128(8), 1236–1238. <https://doi.org/10.1016/j.opthta.2021.01.007>.

Sanders, A. M., Agger, W. A., Gray, A. M., Fischer, C. M., & Kamprud, E. A. (2019). Use of hair nets and face masks to decrease blood culture contamination rates. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 95(1), 15–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2019.04.001>.

Sangkham, S. 2020. Face mask and medical waste disposal during the novel COVID-19 pandemic in Asia. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2, 100052. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.csee.2020.100052>.

Santos, Paipay, Calderón Ubaqui, Maurtua Torres, y Cristóbal Delgado. 2014. “Evaluación de La Contaminación Microbiológica En Los Equipos Radiográficos de Una Clínica Dental Privada.”

Silva, J. 2006. “Resistencia a Antibioticos.” Medigraphic Artemisa.

Sivaraman, G. K., Muneeb, K. H., Sudha, S., Shome, B., Cole, J., & Holmes, M. 2021. Prevalence of virulent and biofilm forming ST88-IV-t2526 methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* clones circulating in local retail fish markets in Assam, India. *Food Control*, 127, 108098. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108098>.

Sobur, A., Haque, Z. F., Sabuj, A. A. M., Levy, S., Rahman, A. M. M. T., El Zowalaty, M. E., & Rahman, T. 2019. Molecular detection of multidrug and colistin-resistant *Escherichia coli* isolated from house flies in various environmental settings. *Future Microbiology*, 14(10), 847–858. <https://doi.org/10.2217/fmb-2019-0053>.

Sun, D., Jeannot, K., Xiao, Y., & Knapp, C. W. 2019. Editorial: Horizontal Gene Transfer Mediated Bacterial Antibiotic Resistance. In *Frontiers in Microbiology* (Vol. 10). <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2019.01933>.

Williams, C. M., Abdulwhhab, M., Birring, S. S., De Kock, E., Garton, N. J., Townsend, E., Pareek, M., Al-Taie, A., Pan, J., Ganatra, R., Stoltz, A. C., Haldar, P., & Barer, M. R. (2020). Exhaled *Mycobacterium tuberculosis* output and detection of subclinical disease by face-mask sampling: prospective observational studies. *The Lancet. Infectious Diseases*, 20(5), 607–617. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(19\)30707-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(19)30707-8).

Zhiqing, L., Yongyun, C., Wenxiang, C., Mengning, Y., Yuanqing, M., Zhenan, Z., Haishan, W., Jie, Z., Kerong, D., Huiwu, L., Fengxiang, L., & Zanjing, Z. 2018. Surgical masks as source of bacterial contamination during operative procedures. *Journal of Orthopaedic Translation*, 14, 57–62. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2018.06.002>.
Zhou, S.-Y.-D., Lin, C., Yang, K., Yang, L.-Y., Yang, X.-R., Huang, F.-Y., Neilson, R., Su, J.-Q., & Zhu, Y.-G. (2022). Discarded masks as hotspots of antibiotic resistance genes during COVID-19 pandemic. *Journal of Hazardous Materials*, 425, 127774. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127774>.