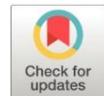


Análisis bacteriológico de superficies y efectividad *in vitro* de desinfectantes en el área de neonatología y quirófano del Hospital Humanitario Fundación Pablo Jaramillo Crespo. Cuenca – Ecuador

Bacteriological analysis of surfaces and in vitro effectiveness of disinfectants in the neonatology and operating room area of the Pablo Jaramillo Crespo Foundation Humanitarian Hospital. Cuenca - Ecuador

- ¹ Stephany Michelle Ordóñez Patiño  <https://orcid.org/0009-0008-4229-4939>
Estudiante, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
patino.ordonez.17@est.ucacue.edu.ec
- ² Christy Viviana Jiménez Barros  <https://orcid.org/0009-0006-9077-7789>
Estudiante, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
christy.jimenez.02@est.ucacue.edu.ec
- ³ Jonnathan Gerardo Ortiz Tejedor.  <https://orcid.org/0000-0001-6770-2144>
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
jonnathan.ortiz@est.ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/12/2023

Revisado: 11/01/2024

Aceptado: 19/02/2024

Publicado: 05/03/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i1.2.3006>

Cítese:

Ordóñez Patiño, S. M., Jiménez Barros, C. V., & Ortiz Tejedor, J. G. (2024). Análisis bacteriológico de superficies y efectividad *in vitro* de desinfectantes en el área de neonatología y quirófano del Hospital Humanitario Fundación Pablo Jaramillo Crespo. Cuenca – Ecuador. *Anatomía Digital*, 7(1.2), 117-142. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i1.2.3006>



Ciencia Digital
Editorial



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

Neonatología,
quirófano,
susceptibilidad
microbiana,
antibióticos,
desinfectantes.

Resumen

Introducción: La resistencia bacteriana hacia antibióticos y desinfectantes es un severo problema sanitario mediado por mecanismos de resistencia, afecta a los sistemas de salud mundial debido a las pocas alternativas de tratamiento y elevados costos. Por otro lado, la sensibilidad a desinfectantes se ha visto disminuida al evaluar su efectividad *in vitro* según concentraciones recomendadas por entidades sanitarias como la OMS y MSP. **Objetivo:** Valorar la efectividad *in vitro* de desinfectantes de uso hospitalario en bacterias aisladas en las áreas de neonatología y quirófano del Hospital Humanitario Fundación Pablo Jaramillo Crespo – Cuenca – Ecuador. **Metodología:** Se realizó un estudio de campo, de tipo descriptivo de corte transversal. Se obtuvieron muestras de las áreas de neonatología y quirófano del hospital Humanitario Fundación Pablo Jaramillo Crespo. Cuenca – Ecuador. Identificación bacteriológica mediante métodos fenotípicos para su posterior evaluación de susceptibilidad y resistencia por medio del método de Kirby – Bauer. **Resultados:** En el 48% de muestras hubo crecimiento microbiano identificando cepas de *S. aureus*, *Enterococcus spp*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Streptococcus agalactiae*, *Pseudomonas spp*, *E. coli*, *Klebsiella spp*. Destacando resistencia hacia β -lactámicos, cefalosporinas. *Pseudomonas* resistente a meropenem y *Enterococcus* resistente hacia linezolid. La sensibilidad hacia desinfectantes es muy escasa con resistencia total a etanol, hipoclorito, Monopersulfato de potasio, glutaraldehído, sensibilidad de media a elevada con yodopovidona, amonio cuaternario, peróxido de hidrógeno a concentraciones aprobadas por autoridades sanitarias. **Conclusión:** Se valoró la efectividad *in vitro* de antibióticos y desinfectantes de uso hospitalario en bacterias aisladas de las áreas: neonatología y quirófano, encontrando un alto porcentaje de muestras resistentes. **Área de estudio general:** Microbiología. **Área de estudio específico:** Bacteriología. **Tipo de estudio:** Artículo original

Keywords:

Neonatology,
operating room,

Abstract

Introduction: Bacterial resistance to antibiotics and disinfectants is a severe health problem mediated by resistance

microbial
susceptibility,
antibiotics,
disinfectants.

mechanisms, affecting global healthcare systems due to limited treatment alternatives and prohibitive costs. On the other hand, disinfectant sensitivity has decreased when evaluating in vitro effectiveness according to concentrations recommended by health entities such as the World Health Organization and the Ministry of Public Health. **Objective:** To assess the in vitro effectiveness of hospital disinfectants on bacteria isolated in the neonatology and operating room areas of the Humanitarian Hospital 'Pablo Jaramillo Crespo' - Cuenca - Ecuador. **Methodology:** A descriptive cross-sectional field study was conducted. Samples were obtained from the neonatology and operating room areas of the Humanitarian Hospital 'Pablo Jaramillo Crespo' in Cuenca - Ecuador. Bacteriological identification was performed using phenotypic methods for subsequent evaluation of susceptibility and resistance using the Kirby - Bauer method. **Results:** Microbial growth was observed in 48% of samples, identifying strains of *S. aureus*, *Enterococcus* spp, *Staphylococcus saprophyticus*, *Streptococcus agalactiae*, *Pseudomonas* spp, *E. coli*, and *Klebsiella* spp, highlighting resistance to β -lactams and cephalosporins, where *Pseudomonas* are resistant to meropenem, and *Enterococcus* is resistant to linezolid. Sensitivity to disinfectants is exceptionally low, with total resistance to ethanol, hypochlorite, potassium monopersulfate, glutaraldehyde, and medium to high sensitivity to iodopovidone, quaternary ammonium, hydrogen peroxide at concentrations approved by health authorities. **Conclusion:** The in vitro effectiveness of hospital antibiotics and disinfectants was assessed in bacteria isolated from the neonatology and operating room areas, finding a high percentage of resistant samples.

Introducción

Al pasar de los años se ha generado un severo problema de salud pública a nivel mundial por infecciones adquiridas en el medio hospitalario, prolongando la estadía del paciente y con alta probabilidad de secuelas a largo plazo (1). Las Enterobacterias y *Staphylococcus aureus* tienen alta prevalencia en el medio hospitalario principalmente en

manijas, mesas, grifos, entre otras superficies de fácil contaminación que provocan un riesgo en la salud de los pacientes (2).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que la resistencia a los antimicrobianos muestra señales de alerta en los sistemas de salud que cada vez generan mayores infecciones con tendencia a la farmacorresistencia (3). Esto se relaciona al uso excesivo de antibióticos, lo que representa gastos económicos considerables, aumento de la morbimortalidad en pacientes susceptibles a infecciones y la demanda de nuevos esquemas de tratamiento más agresivos o alternativas a terapias convencionales como el uso de anticuerpos, bacteriófagos, probióticos o péptidos antimicrobianos a través de biología molecular (4).

La complejidad de la problemática impulsa buscar acciones coordinadas con innovaciones en la industria farmacéutica de forma sostenible, investigación, programas de apoyo al paciente en el tratamiento farmacológico, programas de legislación, concientización y adherencia al tratamiento principalmente en bacterias multirresistentes como *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus*, Enterobacterias, *Pseudomonas*, entre otras (5).

Por otro lado, resistencia bacteriana frente a desinfectantes es un problema frecuente, en varias ocasiones se relacionan con Infecciones asociadas a la Atención en Salud (IAAS) (6). El uso de desinfectantes de grado hospitalario ayuda a evitar estas infecciones garantizando esterilidad y limpieza de estas áreas; sin embargo, actualmente las infecciones nosocomiales han incrementado en gran medida (7). Se puede observar en los últimos años la aparición de resistencias ligada a biosidas, particularmente a desinfectantes de uso hospitalario, siendo este un punto un factor favorable en la supervivencia y multirresistencia dando como resultado contaminación intrahospitalaria (8).

Los desinfectantes presentan una actividad antibacteriana no específica por lo que un mal empleo de estos desencadena nuevos mecanismos de resistencia contribuyendo a prolongar el tiempo de estancia hospitalaria y generar costes adicionales en la salud pública (9). Uno de los mecanismos de resistencia microbiana se ve mediado por cambios de la pared bacteriana en exposición de antibióticos o desinfectantes formando biopelículas que ayudan a la supervivencia en superficies inertes y en dispositivos médicos (10).

Un ejemplo de este mecanismo es *Staphylococcus aureus* que representa más del 80% de biopelículas en superficie seca; de estos aproximadamente el 50% al 58% son altamente patógenos por lo que se debe evaluar la susceptibilidad frente a desinfectantes hospitalarios (11). Otros mecanismos de resistencia a desinfectantes son: Permeabilidad de membrana, enzimas degradables, y bombas de flujo que se caracterizan por responder

rápido al estrés, además la resistencia generada a los desinfectantes se transmite por medio de genes como patrones de herencia, que disminuye la eficacia de desinfectantes hacia bacterias patógenas (9).

Las infecciones nosocomiales o también llamadas infecciones adquiridas en el hospital, son un reto importante a nivel mundial debido al incremento en la mortalidad y morbilidad (2). Un estudio realizado en Miami Estados Unidos demuestra que los neonatos prematuros tienen alta susceptibilidad a infecciones nosocomiales, asociada a la falta de higiene en el medio hospitalario. El uso excesivo e indiscriminado de antibióticos, retrasos en detección y tratamiento de infecciones bacterianas generando resistencia hacia biocidas, motivo por el cual el análisis de la carga bacteriana presente en superficies y la identificación de la susceptibilidad hacia desinfectantes juega un papel importante para la prevención de infecciones transmitidas en la estancia hospitalaria (12).

En el Hospital Humanitario Fundación Pablo Jaramillo Crespo, Cuenca - Ecuador no se han realizado estudios que determinen la efectividad *in vitro* de desinfectantes de uso hospitalario en bacterias como *Staphylococcus aureus* y Enterobacterias. Por tal razón, esta investigación es de gran importancia con el fin de identificar las bacterias presentes en las áreas de neonatología y quirófano, determinar la susceptibilidad antimicrobiana y verificar los efectos de cada desinfectante en 24 horas para establecer desinfectantes efectivos que reduzcan la carga microbiana en áreas que se necesitan condiciones estrictas de esterilidad. La presente investigación busca analizar la efectividad *in vitro* de desinfectantes en bacterias que se encuentren en las superficies de las áreas de neonatología y quirófano, garantizando su uso continuo, efectivo y seguro.

Por los antecedentes expuestos, el objetivo de la presente investigación es: Evaluar la efectividad *in vitro* de desinfectantes de uso hospitalario en bacterias aisladas de las áreas, neonatología y quirófano del Hospital Humanitario Fundación Pablo Jaramillo Crespo – Cuenca – Ecuador.

Metodología

Se realizó un estudio de campo, de tipo descriptivo de corte transversal. En el que se obtuvieron muestras de las áreas de neonatología y quirófano del hospital Humanitario Fundación Pablo Jaramillo Crespo – Cuenca – Ecuador. Se obtuvieron 40 muestras en las áreas mencionadas, las tomas de muestras se realizaron de improviso para evitar desinfección previa.

Criterios de inclusión

- Superficies con mayor contacto (camillas, lámparas, estantes, equipos, mesas, sillas, envases, manijas y grifos) en las áreas de quirófano y neonatología.

Criterios de exclusión

- Áreas fuera de quirófano y neonatología

Toma de muestra: En el área de neonatología y quirófano se obtuvieron 40 muestras por medio de la técnica de hisopado, mismas que fueron enriquecidas en caldo tripticasa soya en tubos de tapa con rosca para mantener la viabilidad de conservación de las bacterias hasta la siembra, se trasladó las muestras al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Bioquímica y Farmacia de la Universidad Católica de Cuenca para incubación, siembra en CHROMagar orientation y posterior identificación microbiana .

Identificación Bacteriológica, mediante métodos fenotípicos

Identificación de Staphylococcus aureus: Se realizó la siembra en agar manitol salado, hasta obtener colonias aisladas para la posterior observación de las características bioquímicas y pruebas microbiológicas como: tinción de Gram, catalasa y coagulasa (13).

Identificación de Enterobacterias: Para realizar la siembra se usó placas CHROMagar Orientation para identificar bacterias como: (*E. coli.*, *Enterococcus spp.*, *Klebsiella spp.*, *Enterobacter spp.*, *Proteus spp.*, *Morganella spp.*, *Pseudomona*) permite observar las características coloniales de cada especie (14).

Susceptibilidad y resistencia antimicrobiana

Las pruebas de susceptibilidad bacteriana con antibióticos y desinfectantes se realizaron mediante la técnica de disco difusión o Kirby – Bauer.

Los antibióticos usados para determinar la susceptibilidad antimicrobiana fueron: Cefoxitina de 30µg, Eritromicina 15µg, Penicilina G 10 unidades y Clindamicina de µg. Por otro lado, para las enterobacterias se utilizó Ampicilina de 10µg, amoxicilina + ácido clavulánico de 20/10µg, piperacilina + tazobactam de 100/10 µg, cefalexina de 30µg, ceftazidima de 30µg, cefuroxima de 30µg, aztreonam de 30µg, ertapenem de 10µg, imipenem 10µg, meropenem de 10µg, gentamicina de 10µg, amikacina de 30µg, ciprofloxacina de 5µg, levofloxacino de 5µg, trimetoprima-sulfa 1,25%23,75µg, fosfomicina de 200µg, eritromicina de 15µg, clindamicina de 2µg, cefoxitina de 30µg y ceftriaxona de 30µg.

Valoración in vitro de desinfectantes.

Se utilizó la técnica de Kirby – Bauer en cajas Petri con medio de cultivo agar Mueller Hinton se realizó una siembra en toda la superficie y se procedió a colocar discos impregnados de desinfectantes en la concentración recomendada por MSP y OMS, que se detallan en el siguiente párrafo. Se inocula 5ul, del desinfectante, y se mide el halo de

inhibición formado luego de 24 horas de incubación de leer resultados y se verifica la susceptibilidad por medio de la escala de Duraffourd (15).

Los desinfectantes de uso hospitalario que se utilizaron fueron:

Hipoclorito de sodio al 1% o 0,5%: Concentración de 0.5% diluyendo 250 ml de agua con 25ml de hipoclorito de sodio 5% denominado cloro comercial (16). El mecanismo de acción de este desinfectante se basa en la inactivación de ácidos nucleicos, desnaturalización de proteínas e inhibición de reacciones enzimáticas, además, su espectro microbiano está asociado a bacterias, virus lipofílicos, virus hidrofílicos, *Micobacterium Tuberculosis* y hongos, son netamente corrosivos llegan a inactivarse con la presencia de materia orgánica y producen inestabilidad frente a la luz, pueden producir irritación de piel y mucosas (16).

Glutaraldehído al 2%: Se encuentra en concentraciones entre 1% a 50%, como desinfectante de superficies en medio hospitalarios es entre 1 y 2% (17). Usado como bactericida, viricida, fungicida y esporicida, según su concentración el tiempo de esterilización se encuentra entre las 10 horas, posee un pH alcalino y vida útil de por lo menos 28 días (18).

Clorhexidina al 1,5%: De los antisépticos quirúrgicos y antiséptico bucal más importantes y usado en la actualidad, esto se debe a su eficacia, sustentabilidad, baja irritación y sobre todo a su amplio espectro de acción, posee un pH entre 5 y 8, y una excelente estabilidad a temperatura ambiente pero muy inestable en solución (18). Es bactericida ante bacterias gramnegativas y grampositivas, tiene actividad antiviral variable incluyendo VIH, herpes simple, citomegalovirus e influenza, para lograr una mejor eficacia es recomendable combinar con alcohol. En Ecuador se comercializa en combinación con cetrímide para recostitución al 1% (18).

Etanol al 70%: Bactericida por su eficacia ante toda forma vegetativa de bacterias, además es tuberculicidas, fungicida y viricida, su actividad varía según su concentración, para acción bactericida está indicado un rango entre 60% y 90% de solución en agua (volumen/volumen), un rango de concentraciones entre 60% y 80% es viricida potente, considerado para tratar casos de virus lipofílicos e hidrofílicos, en la presente investigación se usará la concentración de alcohol al 70% (18).

Yodopovidona al 10%: Es un yodóforo, representante de los antisépticos, sus concentraciones van del 2% al 10%, complejo inestable de yodo elemental unido a sustancia tensoactiva como la polivinilpirrolidona, es activa contra bacterias grampositivas, gramnegativas, hongos, virus, micobacterias y efectiva contra el *S. aureus* MRSA y especies de *Enterococcus*, además, es usado como antiséptico y desinfectante de la piel (18, 19).

Peróxido de hidrogeno 10%: Agua oxigenada, es un agente químico líquido incoloro a temperatura ambiente, con sabor amargo, posee propiedades antisépticas y es el más utilizado en el mercado en formulaciones del 5% al 20%, para la obtención de mejores resultados se utilizará peróxido de hidrógeno al 10% con 33 volúmenes (18, 20). Tiene efectos oxidantes por producir OH y radicales libres, los cuales atacan a los componentes esenciales de los microorganismos como lípidos, proteínas y ADN (18,20).

Monopersulfato de potasio al 1%: Está compuesto por un polvo para reconstitución que contiene tensioactivos favoreciendo su actividad, durabilidad es de 24 horas, sus formas comerciales vienen en presentaciones para reconstituir en uno, tres y ocho litros de agua (18). A una concentración del 1% mostró actividad bactericida contra *Pseudomona aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus* y *Mycobacterium smegmatis*, además, se demostró su actividad viricida contra el poliovirus (18).

Amonio cuaternario al 0,4%: Compuestos generalmente incoloros, inodoros, no irritantes y desodorantes, tienen acción detergente, solubles en agua y alcohol, además, la presencia de cualquier residuo proteico anula su efectividad, se puede encontrar de forma comercial con concentraciones al 80%, y generar diluciones a partir de esta concentración, por lo que se recomienda utilizarlo al 0,4% como sanitizante y desinfectante (18,20).

Resultados

A partir 40 muestras aisladas pertenecientes a las áreas de quirófano y neonatología del hospital Humanitario Fundación Pablo Jaramillo Crespo – Cuenca – Ecuador, 19 muestras resultaron positivas con crecimiento de colonias en CHROMagar Orientation que representan el 48%, como se muestra en la figura 1.

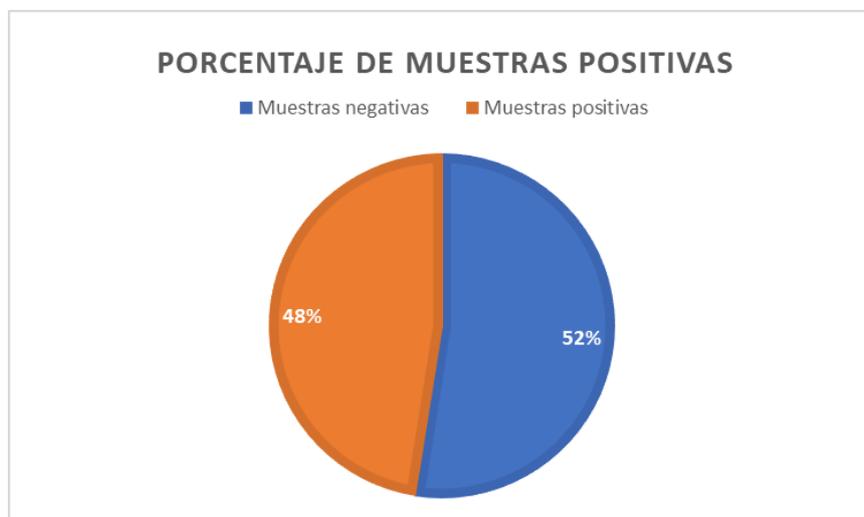


Figura 1. Porcentaje de muestras positivas del muestreo en las áreas hospitalarias

Se aisló seis cepas de *S. aureus* en Agar Manitol Salado, así como una cepa de *S. agalactiae*, cuatro cepas de *Enterococos*, dos cepas de *S. saprophyticus*, dos cepas de *Klebsiella*, una cepa de *Pseudomona*, y tres cepas de *E. coli*, n=19 cepas identificadas.

En cuanto a cocos gram positivos se identificaron: 6 cepas identificadas como *S. aureus* por diferentes pruebas bioquímicas (32%), dos cepas de *Staphylococcus saprophyticus* (11%), una cepa gram positiva Betahemolítica de *Streptococcus agalactiae* (5%) y, 4 cepas con aspecto pequeño y liso en agar sangre de *Enterococcus spp.* (21%).

En cuanto a cocos gram negativos fermentadores se identificaron: dos cepas *Klebsiella spp.* (10%) y, tres cepas con aspecto pequeño no mucoide color rosa, *E. coli* (16%). En cuanto a cocos gram negativos no fermentadores se identificó: una cepa de colonias irregulares con olor característico de *Pseudomona spp.* (5%), como se muestra en la figura 2.

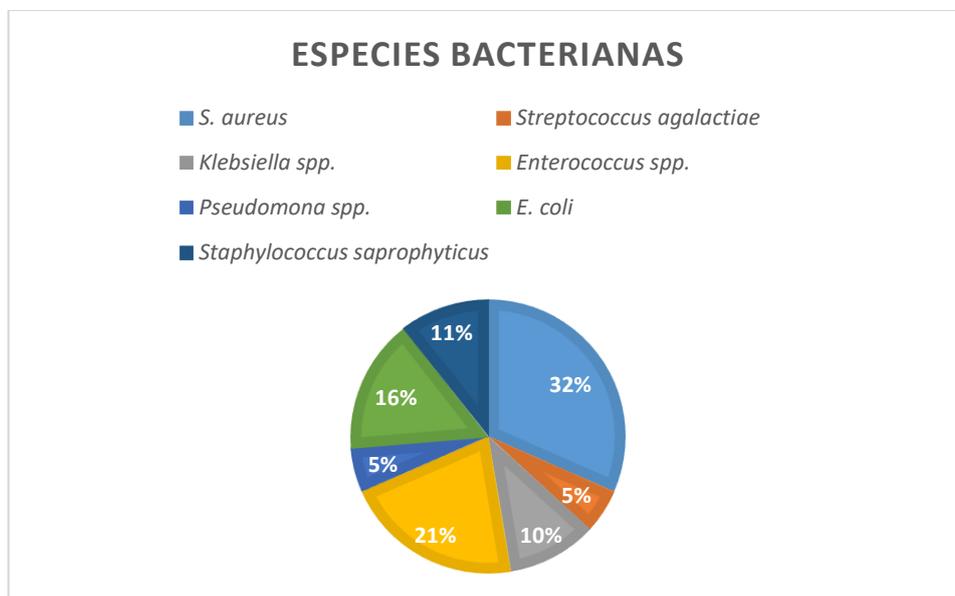


Figura 2. Porcentaje de especies bacterianas identificadas en el área de Neonatología y Quirófano del hospital Humanitario Fundación Pablo Jaramillo Crespo – Cuenca – Ecuador, 2023.

En cuanto al aislamiento de especies bacterianas en las áreas hospitalarias, 11 cepas bacterianas aisladas que pertenecen al área de quirófano representan el 58% y, 8 cepas bacterianas fueron aisladas en el área de neonatología representando el 42%, indicando mayor prevalencia de contaminación en el área de quirófano, como se muestra en la figura 3.

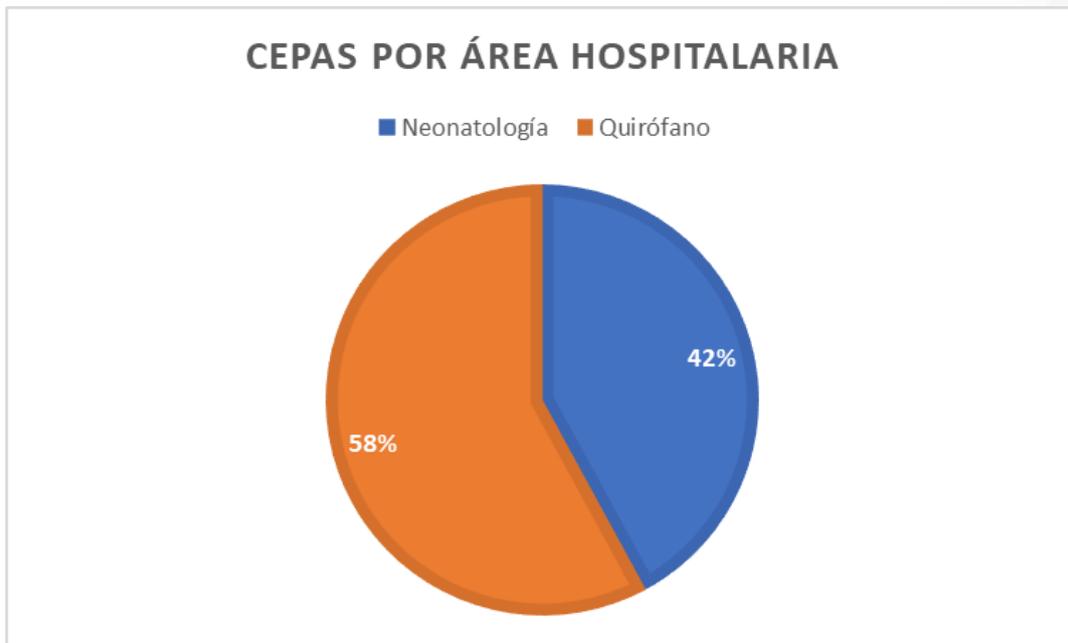


Figura 3. Porcentaje de cepas bacterianas identificadas por área hospitalaria en el hospital Humanitario Fundación Pablo Jaramillo Crespo – Cuenca – Ecuador, 2023.

De las cepas identificadas dentro del área de neonatología se reconocen cuatro cepas de *S. aureus.*, dos cepas de *Enterococcus spp.*, y dos cepas de *Staphylococcus saprophyticus.* Por otra parte, en el área de quirófano en la cual se identificaron dos cepas de *S. aureus.*, una cepa de *Streptococcus agalactiae.*, dos cepas de *Klebsiella spp.*, dos cepas de *Enterococos spp.*, una cepa de *Pseudomona spp.*, y tres cepas de *E. coli.*

Susceptibilidad y resistencia antimicrobiana

De las 6 cepas identificadas como *S. aureus* se evidenció que existe resistencia del 50% para penicilina, 33% para eritromicina y clindamicina. Además, se observó sensibilidad intermedia del 33% en eritromicina, y el 100% de sensibilidad en cefoxitin, como se observa en la tabla 1.

Para evaluar la sensibilidad a la meticilina se utilizó cefoxitin, según las recomendaciones del CLSI 2023, dando como resultado total sensibilidad, además la prueba D-test fue positiva en el 33,33% del 100% de muestras pertenecientes a *S. aureus* como se muestra en la tabla 1 y figura 4.



Figura 4. Prueba D-test positivo

Tabla 1. Susceptibilidad de *S. aureus* a los diferentes antibióticos

| Muestra | Eritromicina | Clindamicina | Penicilina G | Cefoxitin |
|---------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| 1. | R | R | R | S |
| 2. | I | S | S | S |
| 3. | R | R | R | S |
| 4. | S | S | S | S |
| 5. | S | S | R | S |
| 6. | I | S | S | S |

Nota: Leyenda: S: sensible; R: resistente; I: sensibilidad intermedia.

De las otras 13 cepas que se identificaron como *E. coli.*, *Klebsiella.*, *Pseudomona*, *Staphylococcus saprophyticus.*, *Enterococos.*, *Streptococcus agalactie.* En *Klebsiella*, se observó el 100% de resistencia en ampicilina y amoxicilina/ácido clavulánico. En el caso de *E. coli*, se observó resistencia del 66% en amoxicilina/ácido clavulánico y del 33% en cefalexina, gentamicina, ciprofloxacina, levofloxacina y Trimetoprima/sulfametoxazol, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Susceptibilidad de *E. coli.*, y *Klebsiella* a diferentes antibióticos

| | <i>Klebsiella</i> | | <i>E. coli</i> | | |
|-----|-------------------|------------|----------------|-------------|-------------|
| | Muestra 2. | Muestra 3. | Muestra 9. | Muestra 10. | Muestra 11. |
| AMP | R | R | S | S | S |
| AUG | R | R | R | R | S |
| TZP | S | S | S | S | S |
| CFL | S | S | S | R | S |
| CAZ | S | S | S | S | S |
| CXM | S | S | S | S | S |
| ATM | S | S | S | S | S |
| ETP | S | S | S | S | S |
| IPM | S | S | I | S | S |
| MRP | S | S | S | S | S |
| CN | S | S | S | S | R |
| AMK | S | S | S | S | S |
| CIP | S | S | S | S | R |
| LEV | S | S | S | S | R |
| SXT | S | S | S | S | R |
| FF | S | S | S | S | S |

Nota: Leyenda: S: sensible; R: resistente; I: sensibilidad intermedia. AMP: ampicilina; AUG: amoxicilina/ácido clavulánico; TZP: piperacilina/tazobactam; CFL: cefalexina; CAZ: Ceftazidima; CXM: cefuroxima; ATM: aztreonam; ETP: ertapenem; IPM: imipenem; MRP: meropenem; CN: gentamicina; AMK: amicacina; CIP: ciprofloxacina; LEV: levofloxacina; SXT: Trimetoprima/sulfametoxazol; FF: fosfomicina.

En *Pseudomona*, se pudo observar sensibilidad del 100% en piperacilina/tazobactam, aztreonam, gentamicina y ciprofloxacina. Adicional se marca la resistencia hacia ceftazidima y meropenem, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Susceptibilidad de *Pseudomona* a los diferentes antibióticos

| Muestra | TZP | CAZ | ATM | MRP | CN | CIP |
|---------|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| 6. | S | R | S | R | S | S |

Nota: Leyenda: S: sensible; R: resistente; I: sensibilidad intermedia. TZP: piperacilina/tazobactam; CAZ: Ceftazidima; ATM: aztreonam; MRP: meropenem; CN: gentamicina; CIP: ciprofloxacina.

Al observar las cepas de *S. saprophyticus* se evidenció el 100% de resistencia a eritromicina y el 100% de susceptibilidad a clindamicina y cefoxitin, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Susceptibilidad de *Staphylococcus saprophyticus* a los diferentes antibióticos

| Muestra | Eritromicina | Clindamicina | Penicilina G | Cefoxitin |
|---------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| 12. | R | S | S | S |
| 13. | R | S | R | S |

Nota: Leyenda: S: sensible; R: resistente; I: sensibilidad intermedia.

En cuanto a los *Enterococcus* se observó la existencia de sensibilidad del 75% a penicilina G, linezolid y ampicilina, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Susceptibilidad de *Enterococcus* a los diferentes antibióticos.

| Muestra | Penicilina G | Linezolid | Ampicilina |
|---------|--------------|-----------|------------|
| 4. | S | S | S |
| 5. | S | S | S |
| 7. | S | S | S |
| 8. | R | R | R |

Nota: Leyenda: S: sensible; R: resistente; I: sensibilidad intermedia.

Streptococcus agalactiae indica sensibilidad del 100% a penicilina G y ampicilina, además, presenta el 33% de sensibilidad intermedia a ceftriaxona, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Susceptibilidad de *Streptococcus agalactiae* a los diferentes antibióticos.

| Muestra | Penicilina G | Ampicilina | Ceftriaxona |
|---------|--------------|------------|-------------|
| I. | S | S | I |

Nota: Leyenda: S: sensible; R: resistente; I: sensibilidad intermedia.

Valoración *in vitro* de desinfectantes

Al no existir un protocolo que nos ayude a la determinación de la sensibilidad de las bacterias hacia desinfectantes se tomó como referencia la escala de Duraffourd para determinar el grado de sensibilidad (15).

Se realizó la lectura después de una incubación de 24 horas, para determinar si existió o no actividad antimicrobiana, se observa el crecimiento de halos de inhibición y se mide el diámetro de los halos de inhibición para ser comparados con la escala de Duraffourd (21). Según la escala de Duraffourd se considera: Nula ≤ 8 mm; Sensible ≥ 9 a 14 mm; Muy sensible ≥ 15 a 19 mm; Sumamente sensible ≥ 20 mm (21).

Al observar las placas con los discos que han sido impregnados de desinfectantes como hipoclorito de sodio y etanol, se determinó la existencia del 100% de resistencia ante estas bacterias, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Valoración *in vitro* de hipoclorito de sodio y etanol en *S. aureus.*, *Streptococcus agalactiae.*, *Enterococcus.*, *S. saprophyticus.*, *Klebsiella.*, *Pseudomona.*, y *E. coli.*

| Cepas | Hipoclorito de sodio | Etanol |
|---------------------------------|----------------------|-------------------|
| <i>S. aureus</i> | Nula (Resistente) | Nula (Resistente) |
| <i>Streptococcus agalactiae</i> | Nula (Resistente) | Nula (Resistente) |
| <i>Enterococcus</i> | Nula (Resistente) | Nula (Resistente) |
| <i>S. saprophyticus</i> | Nula (Resistente) | Nula (Resistente) |

Tabla 7. Valoración *in vitro* de hipoclorito de sodio y etanol en *S. aureus.*, *Streptococcus agalactiae.*, *Enterococcus.*, *S. saprophyticus.*, *Klebsiella.*, *Pseudomona.*, y *E. coli.* (continuación)

| Cepas | Hipoclorito de sodio | Etanol |
|-------------------|----------------------|-------------------|
| <i>Klebsiella</i> | Nula (Resistente) | Nula (Resistente) |
| <i>Pseudomona</i> | Nula (Resistente) | Nula (Resistente) |
| <i>E. coli</i> | Nula (Resistente) | Nula (Resistente) |

Nota: Leyenda: Nula ≤ 8 mm; Sensible ≥ 9 a 14 mm; Muy sensible ≥15 a 19 mm; Sumamente sensible ≥ 20mm.

De las placas con los discos que han sido impregnados de desinfectantes de yodopovidona y monopersulfato de potasio, se identificó resistencia del 86% de las bacterias y el 14% de sensibilidad en monopersulfato de potasio, además, sensibilidad del 100% de las bacterias a yodopovidona, como se muestra la tabla 8.

Tabla 8. Valoración *in vitro* de monopersulfato de potasio y yodopovidona en *S. aureus.*, *Streptococcus agalactiae.*, *Enterococcus.*, *S. saprophyticus.*, *Klebsiella.*, *Pseudomona.*, y *E. coli.*

| Cepas | Monopersulfato de potasio | Yodopovidona |
|---------------------------------|---------------------------|--------------|
| <i>S. aureus</i> | Nula (Resistente) | Sensible |
| <i>Streptococcus agalactiae</i> | Nula (Resistente) | Sensible |
| <i>S. saprophyticus</i> | Nula (Resistente) | Sensible |
| <i>Klebsiella</i> | Nula (Resistente) | Sensible |
| <i>Pseudomona</i> | Nula (Resistente) | Sensible |
| <i>E. coli</i> | Nula (Resistente) | Sensible |
| <i>Enterococcus</i> | Sensible | Sensible |

Nota: Leyenda: Nula ≤ 8 mm; Sensible ≥ 9 a 14 mm; Muy sensible ≥15 a 19 mm; Sumamente sensible ≥ 20mm.

Con respecto a las placas que han sido impregnados discos de desinfectantes de glutaraldehído y clorhexidina, se comprobó resistencia del 43% de bacterias ante clorhexidina y el 100% de bacterias ante glutaraldehído. Así mismo, el 43% de las bacterias presentó sensibilidad y el 14% es sumamente sensible ante clorhexidina, como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Valoración *in vitro* de clorhexidina y glutaraldehído en *S. aureus.*, *Streptococcus agalactiae.*, *Enterococcus.*, *S. saprophyticus.*, *Klebsiella.*, *Pseudomona.*, y *E. coli.*

| Cepas | Clorhexidina | Glutaraldehído |
|---------------------------------|--------------------|-------------------|
| <i>S. aureus</i> | Sensible | Nula (Resistente) |
| <i>Streptococcus agalactiae</i> | Sumamente sensible | Nula (Resistente) |
| <i>S. saprophyticus</i> | Sensible | Nula (Resistente) |
| <i>Klebsiella</i> | Nula (Resistente) | Nula (Resistente) |
| <i>Pseudomona</i> | Nula (Resistente) | Nula (Resistente) |
| <i>E. coli</i> | Nula (Resistente) | Nula (Resistente) |
| <i>Enterococcus</i> | Sensible | Nula (Resistente) |

Nota: Leyenda: Nula ≤ 8 mm; Sensible ≥ 9 a 14 mm; Muy sensible ≥15 a 19 mm; Sumamente sensible ≥ 20mm.

Al verificar las placas impregnadas discos de desinfectantes de peróxido de hidrógeno y amonio cuaternario, se observó que el 100% de bacterias son sensibles al peróxido de hidrógeno y el 14 % al amonio cuaternario. Además, se determinó resistencia del 14% así como, el 14% de sensibilidad y el 58% es muy sensible frente amonio cuaternario, como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Valoración *in vitro* de clorhexidina y glutaraldehído en *S. aureus.*, *Streptococcus agalactiae.*, *Enterococcus.*, *S. saprophyticus.*, *Klebsiella.*, *Pseudomona.*, y *E. coli.*

| Cepas | Peróxido de hidrógeno | Amonio cuaternario |
|---------------------------------|-----------------------|--------------------|
| <i>S. aureus</i> | Sumamente sensible | Muy sensible |
| <i>Streptococcus agalactiae</i> | Sumamente sensible | Sumamente sensible |
| <i>S. saprophyticus</i> | Sumamente sensible | Muy sensible |
| <i>Klebsiella</i> | Sumamente sensible | Nula (Resistente) |
| <i>Pseudomona</i> | Sumamente sensible | Muy sensible |
| <i>E. coli</i> | Sumamente sensible | Sensible |
| <i>Enterococcus</i> | Sumamente sensible | Muy sensible |

Nota: Leyenda: Nula ≤ 8 mm; Sensible ≥ 9 a 14 mm; Muy sensible ≥ 15 a 19 mm; Sumamente sensible ≥ 20 mm.

Discusión

La contaminación bacteriana en el área de neonatología prevalece en mayor medida que en el área de quirófano, la principal especie bacteriana fue *S. aureus* representando un 32%, el cual es uno de los principales agentes causante de infecciones dentro del medio hospitalario y que necesitan vigilancia y tratamiento oportuno especialmente en estafilococos meticilino resistentes descrito por Kalu et al. (22), en la *American Journal of Perinatology* en su manuscrito “*Knowledge, Attitudes, and Perceptions about Antibiotic Stewardship Programs among Neonatology Trainees* ” (22).

De igual manera la contaminación en las áreas de quirófano es una de las áreas más representativa en el estudio, en las que se indican reportes en colonización de estafilococos, especialmente en vías respiratorias (23). Otros estudios muestran que este patógeno persiste incluso luego de una limpieza y desafección de quirófano con muestras positivas tomadas durante el periodo peri operatorio (24). Además, Sánchez, A., Rincón., et al., en el área de pediatría y otras investigaciones previas. En el área de neonatología han reportado presencia de bacterias como *Escherichia coli*, *enterococo spp*, *Klebsiella*, *pseudomona*, *Estafilococo aureus* y *epidermidis*, con alta resistencia a cefalosporinas (25).

Susceptibilidad de antibióticos

Actualmente la resistencia de *S. aureus* es marcada debido a su versatilidad lo vuelve resistente a esquemas convencionales, presentando mecanismos de resistencia inducible

con macrólidos, lincosamidas y estreptogramidas (26). Según Sharon y Gavin en un estudio realizado en Reino Unido, para el 2015 el uso de penicilina resultó ser poco efectivo ya que la tasa de resistencia bacteriana llegaba hasta un 90% (27).

Si comparamos los patrones de resistencia de *S. aureus* en la bibliografía actual encontramos que el primer mecanismo de resistencia de esta bacteria fue descrito en el año 1942 hacia la penicilina, mecanismo el cual por medio de enzimas penicilinasas o también llamadas β -lactamasas codificadas por el gen *blaZ*, transmitidas por plásmidos, estas enzimas hidrolizan los anillos β -lactámicos de la penicilina inactivándola siendo inservible para tratar infecciones por esta bacteria (27).

Luego de varios estudios se desarrollan β -lactámicos semisintéticos que sustituyan la penicilina, y resistentes β -lactamasas denominados meticilina, sin embargo, luego de su uso exitoso se encuentran las primeras cepas de *S. aureus* resistente a la meticilina (MRSA) como patógeno nosocomial mediado por el gen *mecA* que codifica a proteínas fijadoras de penicilina (PBP) dando resistencia a todos los fármacos β -lactámicos (27). Posteriormente como alternativa utiliza vancomicina (también muestra factores de resistencia debido al gen *vanA*) como las últimas opciones de tratamiento en infecciones graves además de otros nuevos antibióticos como linezolid y daptomicina (27).

Esta investigación evidencia en las cepas de *S. aureus* aisladas una resistencia del 50% a la penicilina, lo que indica la presencia de β -lactamasas, sin embargo, no presenta otros mecanismos de resistencia más complejos como síntesis de una nueva PBP (penicillin-binding-protein) y proteínas β -lactámicas de naturaleza cromosómica (gen *mec*) (27).

Pese a los resultados favorecedores, se debe evaluar clínicamente la resistencia inducible a Clindamicina mediante la prueba D-test para evitar fracasos en el tratamiento según la bibliografía (27). Por otra parte, las Enterobacterias son los principales mecanismos de resistencia giran en torno a la síntesis de β -lactamasas que engloba principalmente 4 subdivisiones de genes codificantes:

- BLEA: Este gen codifica para enzimas que confiere la resistencia guiada por plásmidos a todas las penicilinas naturales y sintéticas, pero sensibles a las cefalosporinas de primera y segunda generación (28).
- BLEE: Las betalactamasas de espectro extendido se expresan principalmente en bacterias como *Klebsiella* y *E. coli* les confiere resistencia a cefalosporinas de 1, 2 y 3ra generación, +/- a cefalosporinas de 4ta generación (29).

Son una herramienta de vigilancia ya que a partir de este gen se pueden identificar variantes que modifiquen la susceptibilidad microbiana. En la bibliografía se describen más de 300 variantes como TEM, SHV, CTX-M y OXA (28).

- AmpC: Pertenecen a la clase molecular C de Ambler Inciden en la resistencia al aztreonam, dando resistencia a este y todos los grupos anteriores, que incluye en la posterior creación de los carbapenémicos (30).
- Carbapenemasas: Estas confieren resistencia hacia fármacos usados como último recurso en infecciones intrahospitalarias hacia meropenem, emipinen, ertapenem, hay varios tipos como las carbapenemasas KPC, NDM, OXA-48 (31).

Los fenotipos AmpC y las carbapenemasas tiene un mecanismo mediado por mutaciones en el ADN girasa y la topoisomerasa IV o las mediadas por plásmidos inducidas por enzimas modificadas (30).

En el caso de *Klebsiella spp* se visualizó resistencia a dos de 16 antibióticos en las dos cepas aisladas de esta especie, estos son ampicilina y amoxicilina/ácido clavulánico, indicando resistencia de tipo BLEA, en el área de quirófano por lo cual el tratamiento de primera línea debe ser reevaluado en infecciones nosocomiales por esta bacteria. De igual forma la contaminación en las áreas de quirófano concuerdan con la bibliografía estudiada como en manuscrito por: Herrera, Andrade y Reinoso, sin embargo, esta investigación diverge con los patrones de resistencia encontrados, ya que, en el estudio se indican mecanismos de resistencia más desarrollados mediados por carbapenemasas de KPC-2, NDM y OXA-48, genes que en esta investigación no se vieron reflejados en la resistencia microbiana (32).

En el caso de *E. coli*, se observó la resistencia a penicilina, inhibidores, algunas cefalosporinas de primera generación y aminoglucósidos. De acuerdo con los factores de resistencia descritos para la bacteria, además vemos mecanismos de resistencia no avanzados como los destacados en otros estudios (33).

Un caso particular se presenta una cepa aislada de quirófano (muestra 11), con resistencia a 4 antibióticos entre estos Trimetoprima/sulfametoxazol, gentamicina, ciprofloxacino y levofloxacino fármacos usados para el tratamiento de vías urinarias. Si comparamos estos resultados con otras investigaciones como la realizada por Betrán, Et al., Encontramos similitud en los patrones de resistencia a estos antibióticos (34).

Los patrones de resistencia de Pseudomona requieren vigilancia hospitalaria estricta ya que puede presentar resistencia de forma natural y adquirida debido a que su membrana celular tienen excelentes propiedades de impermeabilidad y cada cepa puede transmitirse material genético que medie la resistencia, que también ocurre con bacterias gram negativas como enterobacterias de su medio (35).

Estos mecanismos incluyen: β -lactamasas y alteraciones en la permeabilidad de la membrana debido a la presencia de bombas de eflujo y mutaciones de las porinas transmembrana. Las dos clases de β -lactamasas son Amp-C y las BLEE, la primera tiene

la capacidad de ser inducida por los propios β -lactámicos, que puede dar paso a la resistencia a penicilinas y cefalosporinas (ceftazidime, cefepime). Además, esta enzima es inducible antes o en medio del tratamiento con β -lactámicos y cefalosporinas (35). En cuanto a las BLEE también se manifiestan con resistencia a penicilinas y a cefalosporinas. y producción de Carbapenmasas dando resistencia a carbapenémicos, adicional el polimorfismo PER-1 le confiere franca resistencia a ceftazidima (35).

Se han descrito carbapenemasas de clase A, de clase B o metalo-betalactamasas (MBL) que hidrolizan y no son inhibidas por los inhibidores como clavulanato, tazobactam, entre otros, y de clase D, oxacilinasas (OXA) que hidrolizan al imipenem y meropenem (36).

En *Pseudomona*, se pudo observar una interesante resistencia hacia ceftazidima y meropenem, preocupante luego de describir previamente los mecanismos de resistencia de pseudomona, sin embargo, el hecho de ser sensible a piperacilina/tazobactam el cual es un inhibidor de betalactamasa nos indica que en caso de infección intrahospitalaria existe la posibilidad de un tratamiento efectivo a pesar de ser carbapenemasa.

Al comparar con otros estudios como la revisión documental de Barbecho Diana que estudió la Susceptibilidad antimicrobiana en *Pseudomona spp.*, en el Hospital Vicente Corral Moscoso, Cuenca; coincide la resistencia carbapenémica en aumentos, sin embargo, no muestra mayor resistencia por cefalosporinas de tercera generación como lo encontrado en esta investigación (37). Añadiendo que para tener mayor conocimiento de los mecanismos de resistencia se necesitaría aislamiento de mayor número de cepas en diferentes áreas (37).

S. saprophyticus evidenció resistencia a la eritromicina, que no inducía a clindamicina. En la bibliografía este tipo de resistencia refiere al fenotipo MSB (38), codificado por el gen *msrA* que facilita la expulsión activa (39), cuando existe resistencia a la eritromicina y sensibilidad a clindamicina sin alteración en el halo, asimismo, se podría presentar el fenotipo MLSB en el cual la resistencia hacia eritromicina induce a la resistencia a clindamicina (38).

Si relacionamos estos resultados con otra caracterización bacteriológica en el quirófano realizada por Cáceres et al. Muestra patrones de resistencia de *Staphylococcus coagulasa* positivo hacia eritromicina sin inducir a la Clindamicina (40). La susceptibilidad de *Enterococcus* a los diferentes antibióticos, evidencia una muestra de relevancia en la que presenta un patrón interesante siendo resistente hacia penicilina, linezolid y ampicilina, una multirresistencia de extremo cuidado.

La sociedad Americana de Enfermedades infecciosas recomienda el uso de linezolid o daptomicina cuando las cepas de *Enterococcus* son resistentes a ampicilina y vancomicina (41). En el medio hospitalario se usa vancomicina o linezolid como

antibióticos de última línea, sin embargo, la resistencia en particular a esta oxazolidinona, que se describe en la literatura como una resistencia baja entre bacterias gram positivas (menor al 0,5%) al ser bacteriostático que inhibe la síntesis proteica mediante la unión a la subunidad 50S del ribosoma bacteriano, pero al encontrar cepas resistentes a este se vuelve preocupante y motivo control sanitario estricto dentro del medio hospitalario (41,42). Además, se necesita mayor estudio y caracterización de las cepas de *Enterococcus* con el objetivo de reducir el riesgo de padecer infecciones nosocomiales y monitorear la susceptibilidad *In vitro* frente a vancomicina (42).

Finalmente, la susceptibilidad hacia antibióticos de *Streptococcus agalactiae* es favorecedora al registrar sensibilidad a betalactámicos y una sensibilidad intermedia a Ceftriaxona (Cefalosporina de tercera generación) según el CLSI utilizado como guía (43).

Susceptibilidad de desinfectantes

Los productos desinfectantes desempeñan un papel fundamental en el manejo de la propagación de infecciones en ambientes relacionados con la salud, su función principal consiste en disminuir la presencia de microorganismos en superficies y equipos, con el fin de mitigar el riesgo de infecciones vinculadas a la atención médica (44). Estos desinfectantes pueden ser clasificados en función de su alcance de acción, abarcando desde aquellos de amplio espectro, eficaces contra bacterias, virus y hongos, hasta aquellos de espectro más limitado, dirigidos específicamente contra ciertos tipos de microorganismos (44).

La sensibilidad de *S. aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Enterococcus*, *S. saprophyticus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas* y *E. coli* hacia los desinfectantes nos mostró una marcada resistencia, preocupante en comparación a la sensibilidad hacia antibióticos. Chacón y Rojas en su revisión científica indican que la aparición de mecanismos de bacterias no obedece solo a la exposición hacia fármacos, sino a la exposición constante de biosidas favoreciendo la supervivencia y generando nuevos factores de resistencia microbiana (8).

En este estudio se determinó la resistencia de *S. aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Enterococcus*, *S. saprophyticus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas* y *E. coli* hacia hipoclorito de sodio y etanol. McDonnell y Russell mencionan que se ha demostrado que los alcoholes son efectivos como antisépticos y desinfectantes, debido a la rápida actividad antimicrobiana hacia bacterias, virus y hongos (45). Además, un estudio comparativo realizado por Galván et al. Usan concentraciones de hipoclorito de sodio al 6%, la cual da un resultado favorecedor sin crecimiento bacteriano, sin embargo, se trata de una sustancia altamente oxidante (46).

Aunque se ha comprobado que el monopersulfato de potasio es efectivo contra algunas bacterias y virus, incluso aquellos que no responden a otros desinfectantes, existe la posibilidad de que con el tiempo las bacterias se vuelvan resistentes a este producto, ya varios estudios han detectado bacterias que muestran resistencia a monopersulfato de potasio (47). Otro desinfectante muy importante es la yodopovidona, este tiene un amplio espectro antimicrobiano incluyendo bacterias gramnegativas como es *Klebsiella pneumoniae* y grampositivas *S. aureus* y *E. coli* resistentes a la meticilina, este desinfectante ha demostrado mayor efectividad en cuanto a la clorhexidina (48). Asimismo, la yodopovidona es una alternativa muy prometedora dentro de las áreas hospitalarias debido a su gran espectro antimicrobiano y efectividad (48).

Conclusiones

- Se valoró la efectividad *in vitro* de desinfectantes de uso hospitalario en bacterias aisladas de las áreas: neonatología y quirófano, encontrando un alto porcentaje de muestras resistentes a etanol, monopersulfato de potasio, hipoclorito de sodio y glutaraldehído, bajo las concentraciones medias establecidas por el MSP y OMS, predominantes frente a la resistencia hacia antibióticos que resultó ser baja, dando resultado la resistencia mayormente hacia B lactámicos, algunas cefalosporinas y un caso aislado de *Enterococcus* resistencia a Linezolid o una cepa de *Pseudomona* resistente a meropenem.
- Se relaciona la resistencia antibiótico-desinfectante principalmente en la capacidad de resistencia de bacterias hacia la mayoría de desinfectantes de uso hospitalario, que se convierte en un foco de infección de importante control debido a que las dos áreas estudiadas deben ser un medio estéril libre de macroorganismos patógenos, además considerar especialmente las cepas que han mostrado resistencia hacia antibióticos considerados de última línea de tratamiento.
- La concentración ideal para inhibir el crecimiento microbiano en estas áreas queda como objeto de estudio, al observar el crecimiento de *Enterobacterias*, posibles mecanismos de resistencia ya desarrollados, tiempo de acción residual luego de desinfección, control de procesos de sanitización y desinfección de superficies y personal sanitario (49).

Conflicto de intereses

No existe conflicto con los autores.

Declaración de contribución de los autores

El artículo fue desarrollado por todos los autores.

Referencias Bibliográficas

1. Pottier M, Gravey F, Castagnet S, Auzou M, Langlois B, Guérin F, et al. A 10-year microbiological study of *Pseudomonas aeruginosa* strains revealed the circulation of populations resistant to both carbapenems and quaternary ammonium compounds. *Sci Rep.* 14 de febrero de 2023;13(1):2639.
2. Facciola A, Pellicanò GF, Visalli G, Paolucci IA, Venanzi Rullo E, Ceccarelli M, et al. The role of the hospital environment in the healthcare-associated infections: a general review of the literature. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* febrero de 2019;23(3):1266-78.
3. Resistencia a los antimicrobianos - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. [citado 11 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/resistencia-antimicrobianos>
4. Cárdenas J, Castillo O. Combatiendo la resistencia bacteriana: una revisión sobre las terapias alternas a los antibióticos convencionales. *Boletín Venezolano de Infectología.* 2018;29(1):11-9.
5. Resistencia a los antimicrobianos [Internet]. [citado 11 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
6. Conoce las Infecciones Asociadas a la Atención de la Salud (IAAS) sus tipos, factores de riesgo y modos de transmisión | Hospital sin infecciones [Internet]. 2022 [citado 16 de enero de 2024]. Disponible en: <https://hospitalsininfecciones.com/3180/conoce-las-infecciones-asociadas-a-la-atencion-de-la-salud-iaas-sus-tipos-factores-de-riesgo-y-modos-de-transmision>
7. Sartelli M, Bartoli S, Borghi F, Busani S, Carsetti A, Catena F, et al. Implementation Strategies for Preventing Healthcare-Associated Infections across the Surgical Pathway: An Italian Multisociety Document. *Antibiotics (Basel).* 6 de marzo de 2023;12(3):521.
8. Chacón-Jiménez L, Rojas-Jiménez K, Chacón-Jiménez L, Rojas-Jiménez K. Resistencia a desinfectantes y su relación con la resistencia a los antibióticos. *Acta Médica Costarricense.* marzo de 2020;62(1):7-12.
9. Tong C, Hu H, Chen G, Li Z, Li A, Zhang J. Disinfectant resistance in bacteria: Mechanisms, spread, and resolution strategies. *Environ Res.* abril de 2021; 195:110897.

10. Ortega-Peña S, Hernández-Zamora E. Biopelículas microbianas y su impacto en áreas médicas: fisiopatología, diagnóstico y tratamiento. Boletín Médico del Hospital Infantil de México [Internet]. 2018 [citado 16 de enero de 2024];75(2). Disponible en: https://www.bmhim.com/frame_esp.php?id=12
11. Parvin F, Rahman MA, Deva AK, Vickery K, Hu H. Staphylococcus aureus Cell Wall Phenotypic Changes Associated with Biofilm Maturation and Water Availability: A Key Contributing Factor for Chlorine Resistance. Int J Mol Sci. 5 de marzo de 2023;24(5):4983.
12. del Moral T. Infecciones nosocomiales en recién nacidos prematuros, ¿hacia dónde vamos? An Pediatr (Barc). 1 de julio de 2019;91(1):1-2.
13. BD BBL™ Agar sal manitol cubo de 25 lb - 293689 | BD [Internet]. [citado 22 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.bd.com/en-us/products-and-solutions/products/product-page.293689#overview>
14. CHROMagar™ Orientation - Chromagar [Internet]. [citado 24 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.chromagar.com/es/product/chromagar-orientation/>
15. Duraffourd C, Lapraz JC, Hervicourt L d'. Cuadernos de fitoterapia clínica [Internet]. Masson; 1987 [citado 16 de enero de 2024]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=229853>
16. Cecilia V, Zambrano M. Control e historial de cambios.
17. NTP 506: Prevención de la exposición a glutaraldehído en hospitales.
18. Pública M de S. Manual de Bioseguridad para Los Establecimientos de Salud. 2016 [citado 25 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/11812>
19. McGraw Hill Medical [Internet]. [citado 25 de octubre de 2023]. Yodopovidona: Antisépticos y desinfectantes. Disponible en: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1552§ionid=90376372>
20. Diomedi A, Chacón E, Delpiano L, Hervé B, Jemenao MI, Medel M, et al. Antisépticos y desinfectantes: apuntando al uso racional. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, Sociedad Chilena de Infectología. Revista chilena de infectología. abril de 2017;34(2):156-74.

21. Alzamora L, Morales L, Armas L, Fernández G. Medicina Tradicional en el Perú: Actividad Antimicrobiana in vitro de los Aceites Esenciales Extraídos de Algunas Plantas Aromáticas. *Anales de la Facultad de Medicina*. 18 de junio de 2001;62(2):156-61.
22. Kalu IC, Mukhopadhyay S, Dukhovny D, Young R, Guzman-Cottrill JA. Knowledge, Attitudes, and Perceptions about Antibiotic Stewardship Programs among Neonatology Trainees. *Am J Perinatol*. junio de 2023;40(08):893-7.
23. Bouza E, Burillo A, de Egea V, Hortal J, Barrio JM, Vicente T, et al. Colonization of the nasal airways by *Staphylococcus aureus* on admission to a major heart surgery operating room: A real-world experience. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. 1 de diciembre de 2020;38(10):466-70.
24. Kanamori H, Rutala WA, Gergen MF, Weber DJ. Perioperative Bacterial Contamination from Patients on Contact Precaution in Operating Room Environment. *Open Forum Infectious Diseases*. 1 de noviembre de 2020;7(11):ofaa508.
25. Sánchez-Álvarez BP, Rincón-Zuno J, Mejía-Caballero L, Hernández-Castellanos CA, Diaz-Conde M, Magaña-Matienzo I, et al. Estado actual de resistencia antimicrobiana en población pediátrica en un hospital de México. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2022;60(4):371-8.
26. Castellano González MJ, Perozo Mena AJ, Molero Cubillán M de J, Montero Araujo S del C, Primera Rodríguez FJ. Resistencia a la clindamicina inducida por eritromicina en cepas de *Staphylococcus aureus* de origen clínico. *Kasmera*. junio de 2015;43(1):34-45.
27. Peacock SJ, Paterson GK. Mechanisms of Methicillin Resistance in *Staphylococcus aureus*. *Annual Review of Biochemistry*. 2015;84(1):577-601.
28. López DP, Torres MI, Castañeda LM, Prada CF. Determinación de genes que codifican la resistencia de betalactamasas de espectro extendido en bacilos Gram negativos aislados de urocultivos. *Rev Investig Salud Univ Boyacá*. 2016;107-26.
29. Álvarez Almanza D. Identificación de betalactamasas de espectro extendido en enterobacterias. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. noviembre de 2010;9(4):516-24.
30. Navarro F, Calvo J, Cantón R, Fernández-Cuenca F, Mirelis B. Detección fenotípica de mecanismos de resistencia en microorganismos gramnegativos. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 1 de agosto de 2011;29(7):524-34.

31. Santos AL, dos Santos AP, Ito CRM, Queiroz PHP de, de Almeida JA, de Carvalho Júnior MAB, et al. Profile of enterobacteria resistant to beta-lactams antibiotics. julio de 2020;9(7):410.
32. Herrera Dutan EV, Andrade Campoverde D, Reinoso Rojas YV, Herrera Dutan EV, Andrade Campoverde D, Reinoso Rojas YV. Resistencia antimicrobiana en *Klebsiella pneumoniae*, Ecuador. Vive Revista de Salud. diciembre de 2021;4(12):36-49.
33. García M, C M. *Escherichia coli* portador de betalactamasas de espectro extendido: resistencia. Sanidad Militar. diciembre de 2013;69(4):244-8.
34. Betrán A, Lavilla MJ, Cebollada R, Calderón JM, Torres L, Betrán A, et al. Resistencia antibiótica de *Escherichia coli* en infecciones urinarias nosocomiales y adquiridas en la comunidad del Sector Sanitario de Huesca 2016-2018. Revista Clínica de Medicina de Familia. 2020;13(3):198-202.
35. Gómez Álvarez CA, Leal Castro AL, Pérez de González M de J, Navarrete Jiménez ML. Mecanismos de resistencia en *Pseudomonas aeruginosa*: Entendiendo a un peligroso enemigo. Revista de la Facultad de Medicina. enero de 2005;53(1):27-34.
36. Estepa V, Rojo-Bezares B, Azcona-Gutiérrez JM, Olarte I, Torres C, Sáenz Y. Caracterización de mecanismos de resistencia a carbapenémicos en aislados clínicos de *Pseudomonas aeruginosa* en un hospital español. Enferm Infecc Microbiol Clin. 1 de marzo de 2017;35(3):141-7.
37. Coraisaca DVB. Susceptibilidad antimicrobiana en *Pseudomona spp.*, en el Hospital General Docente Cuenca-Ecuador. Revista de Investigación en Salud VIVE. 2021;4(12):484-99.
38. Orden-Martínez B, Martínez-Ruiz R, Millán-Pérez R. ¿Qué estamos aprendiendo de *Staphylococcus saprophyticus*? Enferm Infecc Microbiol Clin. 1 de octubre de 2008;26(8):495-9.
39. Montoya C I, Mira O M, Álvarez A I, Cofre G J, Cohen V J, Donoso W G, et al. Resistencia inducible a clindamicina en *Staphylococcus aureus* meticilino resistente. Revista chilena de pediatría. febrero de 2009;80(1):48-53.
40. Pinos HSC, Cedillo NJR, Cárdenas KEP, Tejedor JGO. Caracterización bacteriológica en las áreas de cirugía y quirófano del Hospital Homero Castanier Crespo, Azogues – Ecuador. Anatomía Digital. 30 de mayo de 2023;6(2):112-27.

41. García JLA, Flores AME, Barbosa PA, Cortina JHM. Susceptibilidad antimicrobiana de *Enterococcus faecalis* y *faecium* en un hospital de tercer nivel. *Rev Latin Infect Pediatr*. 23 de octubre de 2018;31(2):56-61.
42. Rincón S, Panesso D, Díaz L, Carvajal LP, Reyes J, Munita JM, et al. Resistencia a antibióticos de última línea en cocos Gram positivos: la era posterior a la vancomicina. *Biomedica*. abril de 2014;34(0 1):191-208.
43. Pulido-Colina A, Pastrana JS, Valencia-Bazalar E, Apestequi MZ, Pulido-Colina A, Pastrana JS, et al. Caracterización molecular de genes de virulencia (*lmb*, *bca* y *rib*) y de resistencia a macrólidos (*ermB*, *ermTR* y *mefA*) en aislamientos clínicos de *Streptococcus agalactiae*. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. octubre de 2021;38(4):615-20.
44. Hernández-Navarrete MJ, Celorrio-Pascual JM, Lapresta Moros C, Solano Bernad VM. Fundamentos de antisepsia, desinfección y esterilización. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 1 de diciembre de 2014;32(10):681-8.
45. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance. *Clinical Microbiology Reviews*. enero de 1999;12(1):147-79.
46. Galván Contreras R, Ruiz Tapia RA, Segura Cervantes E, Cortés Aguilar RMA. Estudio comparativo sobre la efectividad del hipoclorito de sodio al 6% vs. la solución bromo-cloro-dimetil-hidantoína para la desinfección en ambientes hospitalarios. *Perinatología y Reproducción Humana*. 1 de octubre de 2016;30(4):145-50.
47. Montagnin C, Cawthraw S, Ring I, Ostanello F, Smith RP, Davies R, et al. Efficacy of Five Disinfectant Products Commonly Used in Pig Herds against a Panel of Bacteria Sensitive and Resistant to Selected Antimicrobials. *Animals: An Open Access Journal from MDPI* [Internet]. octubre de 2022 [citado 17 de enero de 2024];12(20). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9597786/>
48. Eggers M. Infectious Disease Management and Control with Povidone Iodine. *Infect Dis Ther*. diciembre de 2019;8(4):581-93.
49. Lazovski J, Corso A, Pasteran F, Monsalvo M, Frenkel J, Cornistein W, et al. Estrategia de control de la resistencia bacteriana a los antimicrobianos en Argentina. *Rev Panam Salud Publica*. 19 de junio de 2017;41: e88.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Indexaciones

