



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,
Volumen 8, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5

**PERFILES DE SUSCEPTIBILIDAD Y
MECANISMOS DE RESISTENCIA
ANTIBACTERIANA DE UNA INSTITUCIÓN DE
SALUD EN RIOBAMBA, ECUADOR PERIODO 2023**

**SUSCEPTIBILITY PROFILES AND ANTIBACTERIAL
RESISTANCE MECHANISMS OF A HEALTH INSTITUTION IN
RIOBAMBA, ECUADOR, PERIOD 2023**

Katherine Briggith Caiza Cuello
Universidad Católica de Cuenca, Ecuador

Jonathan Gerardo Ortiz Tejedor
Universidad Católica de Cuenca, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13963

Perfiles de Susceptibilidad y Mecanismos de Resistencia Antibacteriana de una Institución de Salud en Riobamba, Ecuador Periodo 2023

Katherine Briggith Caiza Cuello¹
katherine.caiza.38@est.ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-9959-1413>
Universidad Católica de Cuenca
Cuenca - Ecuador

Jonathan Gerardo Ortiz Tejedor
jonnathan.ortiz@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6770-2144>
Universidad Católica de Cuenca
Cuenca - Ecuador

RESUMEN

La resistencia antimicrobiana es una problemática de salud pública, a medida que se propaga por todo el mundo la farmacoresistencia, los antibióticos son cada vez menos efectivos, lo que conlleva al incremento del índice de morbilidad y mortalidad. En los últimos años, también ha influenciado negativamente en ámbitos económicos, de productividad y social. El objetivo de esta investigación fue establecer los perfiles de sensibilidad y mecanismos de resistencia mediante un análisis comparativo de las muestras procedentes de institución de salud en Riobamba, Ecuador periodo 2023. Por la amenaza de microorganismos panresistentes, se decidió realizar un estudio descriptivo, transversal, no experimental, cuantitativo, a fin de establecer los perfiles de sensibilidad y mecanismos de resistencia de 633 muestras. Los agentes aislados fueron *Escherichia coli* 74,3% y *Enterococcus faecalis* 32,7% en orinas, mientras que *Staphylococcus aureus* 25% en heridas principalmente en adultos femeninos 79,2%. Los mecanismos de resistencia que predominaron fue en Enterobacterales, siendo BLEE el más frecuente 94,2% que en bacterias Gram positivas en porcentaje para oxacilino resistente 44,4% relativamente en *Staphylococcus aureus*. Los antimicrobianos con mayor sensibilidad destacaron nitrofurantoína, fosfomicina, ceftriaxona, cefepima. Se encontró un mayor porcentaje de resistencia para ampicilina, tetraciclina.

Palabras clave: susceptibilidad, mecanismos de resistencia, bacterias, antimicrobianos

¹ Autor principal
Correspondencia: katherine.caiza.38@est.ucacue.edu.ec

Susceptibility Profiles and Antibacterial Resistance Mechanisms of a Health Institution in Riobamba, Ecuador, Period 2023

ABSTRACT

Antimicrobial resistance is a public health problem. As drug resistance spreads throughout the world, antibiotics are becoming less and less effective, which leads to an increase in the morbidity and mortality rate. In recent years, it has also had a negative influence on economic, productivity and social areas. The objective of this research was to establish the sensitivity profiles and resistance mechanisms through a comparative analysis of the samples from a health institution in Riobamba, Ecuador period 2023. Due to the threat of pan-resistant microorganisms, it was decided to carry out a descriptive, cross-sectional study, non-experimental, quantitative, in order to establish the sensitivity profiles and resistance mechanisms of 633 samples. The isolated agents were *Escherichia coli* 74,3% and *Enterococcus faecalis* 32,7% in urine, while *Staphylococcus aureus* 25% in wounds, mainly in female adults 79,2%. The resistance mechanisms that predominated were in Enterobacterales, with ESBL being the most frequent 94,2% than in Gram positive bacteria in percentage for oxacillin resistant 44,4% relatively in *Staphylococcus aureus*. The antimicrobials with greater sensitivity included nitrofurantoin, fosfomicin, ceftriaxone, and cefepime. A higher percentage of resistance was found for ampicillin, tetracycline.

Keywords: susceptibility, resistance mechanisms, bacterium, antimicrobials

Artículo recibido 10 agosto 2024

Aceptado para publicación: 15 septiembre 2024



INTRODUCCIÓN

La resistencia antibiótica es una problemática de salud que ha evolucionado constantemente, de tal manera, se han reportado nuevos mecanismos de resistencia antimicrobiana ya sea en bacterias Gram positivas o Gram negativas, dando como resultados patógenos multirresistente (López-Martínez et al., 2013; Rodríguez-Noriega et al., 2014). La Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró que la resistencia antimicrobiana es una de las 10 principales amenazas de salud pública a las que se enfrenta la población, poniendo en riesgo el éxito de la cirugía mayor y la quimioterapia por la ausencia de antibióticos eficaces (OMS, 2021). Se estima que para el año 2050, la resistencia bacteriana ocasionará 10 millones de muertes por cada año, incrementando los costos en salud llegando hasta 1 billón de dólares, afectando a la reducción del 2 o hasta el 5 % del producto interno bruto en varios países, siendo un estimado de 25 millones de personas pobres podrían llegar a la extrema pobreza, como lo advierte el Banco Mundial (Giono-Cerezo et al., 2020).

Se estima que entre el 50% - 60% de más de 2 millones de infecciones hospitalarias en los Estados Unidos son causadas por bacterias resistentes, y que son responsables de cerca de 77.000 muertes por año. La resistencia a los antimicrobianos es un fenómeno que, al transcurrir el tiempo, se da modificaciones genéticas. Los principales factores para que se desencadene esta resistencia es el uso excesivo e inadecuado de antimicrobianos, la automedicación, y la presión antibiótica a nivel hospitalario. Así también, otras causas son: la explotación agrícola, la falta de conocimientos y el incumplimiento de la legislación (Tafur et al., 2008).

La resistencia antimicrobiana representa un gran impacto para los sistemas de salud ya que, al influir en la reducción de la eficacia terapéutica, desencadena en otras consecuencias como la falta de control de las enfermedades infecciosas aumentando la morbi-mortalidad, siendo una amenaza a la seguridad sanitaria aumentando los costos de la atención de salud (Galán Montemayor et al., 2014; OMS, 2020; Alós, 2015).

Los principales mecanismos de resistencia en bacterias gram positivas son: *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM), resistencia a la vancomicina o a la oxacilina, mientras que en bacilos gram negativas se encuentra la producción de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) y carbapenemasas tipo KPC (Tafur et al., 2008).



Conocer los perfiles de susceptibilidad antimicrobiana son de suma importancia debido a su aportación al control de los procesos infecciosos en los pacientes. La vigilancia de la resistencia antimicrobiana es fundamental para asegurar la calidad de los resultados de laboratorio, siendo imprescindible estandarizar procedimientos que involucran la elaboración de normas técnicas mediante información validada para sistematizarla, capacitación al personal del laboratorio y contribuir en el programa de control de calidad externo (Alós, 2015).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en el mes de octubre del 2015, realizó el lanzamiento del Sistema Mundial de Vigilancia de la Resistencia a los Antimicrobianos, nombrado “GLASS” en sus siglas en inglés. Para ello, estuvo involucrado los centros colaboradores y las redes existentes de vigilancia de esta resistencia (Gómez Duarte et al., 2018). En el año 2019, el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP), en equipo con la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura (FAO), pusieron en marcha el Plan Nacional para la Prevención y Control de la Resistencia Antimicrobiana 2019-2023, a fin de contener y frenar la resistencia a los antimicrobianos, siendo este país, el primero en lanzar este importante plan (MPS, 2019).

A pesar de ello, hasta la actualidad no se ha observado la reducción del uso indiscriminado de los antibióticos, así afectando al tratamiento oportuno. Por los antecedentes expuestos el objetivo de la presente investigación fue establecer los perfiles de sensibilidad y mecanismos de resistencia mediante un análisis comparativo de las muestras procedentes de una institución de salud en Riobamba, Ecuador periodo 2023.

METODOLOGÍA

Esta investigación fue de nivel descriptivo, de diseño no experimental, de corte transversal con enfoque cuantitativo, documental secundario. La población de estudio estuvo conformada por 633 aislados clínicos de diversa etiología bacteriana obtenidos de fuentes secundarias de información, recopilados de la base de datos de laboratorio en Riobamba, comprendidos en el periodo 2023 y se consideró los siguientes criterios:

Criterios de inclusión

Registros de aislados clínicos de microorganismos de etiología bacteriana de importancia clínica que presentaron resistencia al menos a uno de los antibióticos testeados en el antibiograma mediante métodos fenotípicos dentro del año 2023.

Criterios de exclusión

Registros de aislados que no sean de tipo bacteriano, así como resultados que hayan sido reportado como flora mixta. Además, informes que presenten prueba de susceptibilidad no justificada y datos que fueron del año 2023.

Extracción de datos

Para el análisis estadístico se generó una base de datos en el programa Excel y se empleó el programa BM SPSS versión 25.0. El análisis de datos se llevó a cabo mediante estadística descriptiva. Para la presentación de los resultados se utilizaron tablas de simple entrada, tablas cruzadas y los gráficos se representaron mediante el empleo de gráficas de barra.

Aspectos éticos

La investigación siguió las normas éticas para la investigación, establecidas en la declaración de Helsinki del año 2016. De tal manera, en todo momento se protegió la autonomía, dignidad, integridad y confidencialidad de los pacientes. Para la ejecución de la investigación se solicitó la autorización al directivo del Laboratorio para la utilización de los registros ingresados en la base de datos del año 2023. Esta información fue resguardada siendo usada exclusivamente en esta investigación, por cuanto, los resultados presentados fueron totalmente anónimos, de modo que se aseguró la privacidad del usuario.

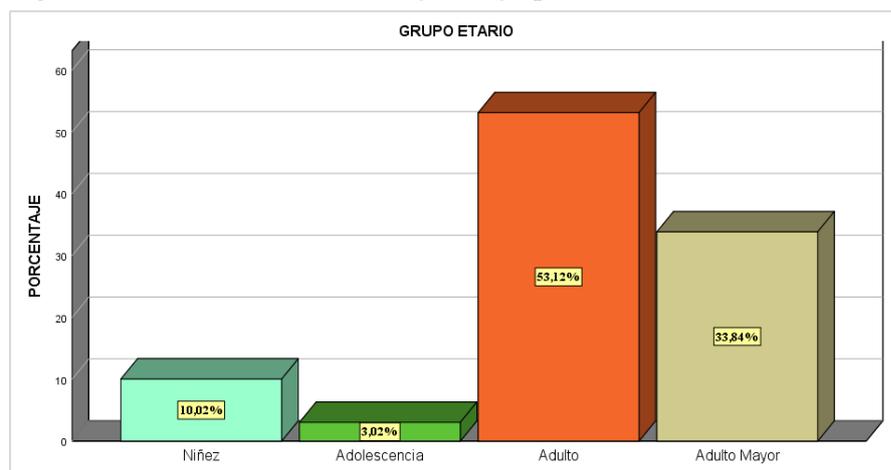
RESULTADOS

Durante el año 2023, dentro de las bacterias Gram negativas se identificaron 529 aislamientos microbiológicos. *Escherichia coli* fue el germen más frecuente (74,3%), y en segundo lugar *Klebsiella pneumoniae* (7,0%) mayoritariamente en muestras de orina (81,9%) y herida (9,1%), predominando en el género femenino (78,6 %) en una edad promedio de 50 años perteneciente al grupo etario adulto (53,12%) (Figura 1), en la ciudad de Riobamba (70,7 %) que en las muestras derivadas de Guaranda (29,3%) (Tabla 1).

Tabla 1. Características generales de la población de estudio de bacterias Gram negativos n=529.

Sexo	Aislados	Porcentaje
Femenino	416	78,6 %
Masculino	113	21,4 %
Zona geográfica		
Riobamba	374	70,7%
Guaranda	155	29,3%
Tipo de muestra		
Orina	433	81,9 %
Herida	48	9,1 %
Líquidos biológicos	15	2,8 %
Abscesos	11	2,1%
Heces	11	2,1 %
Espujo	8	1,5 %
Exudado faríngeo	3	0,6 %
Germen aislado		
<i>Escherichia coli</i>	393	74,3 %
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	37	7,0 %
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	21	4 %
<i>Proteus mirabilis</i>	21	4 %
<i>Klebsiella aerogenes</i>	15	2,8 %
<i>Salmonella spp.</i>	9	1,7 %
<i>Klebsiella oxytoca</i>	7	1,3 %
<i>Proteus vulgaris</i>	6	1,1 %
<i>Citrobacter amalonaticus</i>	4	0,8 %
<i>Morganella morganii</i>	4	0,8 %
<i>Serratia marcescens</i>	3	0,6 %
<i>Enterobacter cloacae</i>	2	0,4 %
<i>Shigella spp.</i>	2	0,4 %
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	2	0,4 %
<i>Citrobacter koseri</i>	1	0,2 %
<i>Acinetobacter spp.</i>	1	0,2 %
<i>Burkholderia spp.</i>	1	0,2%

Figura 1. Clasificación de edad según el grupo etario.



En cuanto a la susceptibilidad antimicrobiana para bacterias Gram negativas, las cefalosporinas de primera, segunda, tercera y cuarta generación presentaron una alta sensibilidad como son cefazolina (71,2%), cefuroxima (70,4 %), ceftriaxona (71,6 %), cefepima (70,5 %). Cabe indicar que los antibióticos se deben informar de manera selectiva como es el caso de la fosfomicina (85,2%), y nitrofurantoina (74,4 %) estas siendo solo eficaz en infecciones urinarias no complicadas. Otros antimicrobianos eficaces son tigeciclina (75,0 %), macrólidos como la azitromicina (84,6%), carbapenémicos por ejemplo meropenem (88,75 %). Para la elección de estos agentes antimicrobianos hay que considerar como fueron notificados de manera selectiva o en cascada para el buen uso de los mismos (Tabla 2).

Se testeó los antibióticos según el informe del método de cascada como es la ampicilina sulbactam (47,5 %), los aminoglucósidos como la gentamicina (63,7 %), los monobactamicos que es el aztreonam (36,7 %), sulfamidas siendo el sulfametoxazol - trimetropim (43,5 %), fluoroquinolonas de segunda generación por ejemplo el ciprofloxacino (43,7%), y de tercera generación el levofloxacino (66,7 %), al igual que, tetraciclinas siendo de primera generación (50 %), y la minociclina (30,8 %) que es de segunda, además el cloranfenicol (69,2 %), son antibióticos que han presentado una sensibilidad entre el 30 y el 70% , categorizándoles en un rango intermedio indicando que el antimicrobiano testeado puede ejercer su función si se administra una alta dosis y con más frecuencia, por lo que se puede dar una reacción de farmacotoxicidad (Tabla 2).

Las penicilinas como es el caso de la ampicilina resultó resistente, con una sensibilidad baja (22,0%) por cuanto no es de eficacia clínica en este estudio (Tabla 2).

Tabla 2. Perfil de susceptibilidad antimicrobiana de los aislamientos de bacterias Gram negativas.

Antibiótico	Siglas	Aislamiento	Porcentaje %
Ampicilina	AM	93	22,0 %
Cefazolina	CZ	294	71,2 %
Cefuroxima	CXM	312	70,4 %
Ceftriaxona	CRO	350	71,6 %
Cefepima	FEP	363	70,5 %
Gentamicina	CN	321	63,7 %
Nitrofurantoina	F	294	74,4 %
Fosfomicina	FF	404	85,2 %
Aztreoman	ATM	22	36,7 %
Ampicilina sulbactam	SAM	233	47,5 %
Tetraciclina	TE	1	50,0 %
Minociclina	MI	4	30,8 %
Tigeciclina	TGC	24	75,0 %
Cloranfenicol	C	9	69,2 %
Azitromicina	AZM	11	84,6 %
Ciprofloxacino	CIP	226	43,7 %
Levofloxacino	LEV	2	66,7 %
Sulfametoxazol Trimetropim	SXT	220	43,5 %
Meropenem	MEM	63	88,7 %

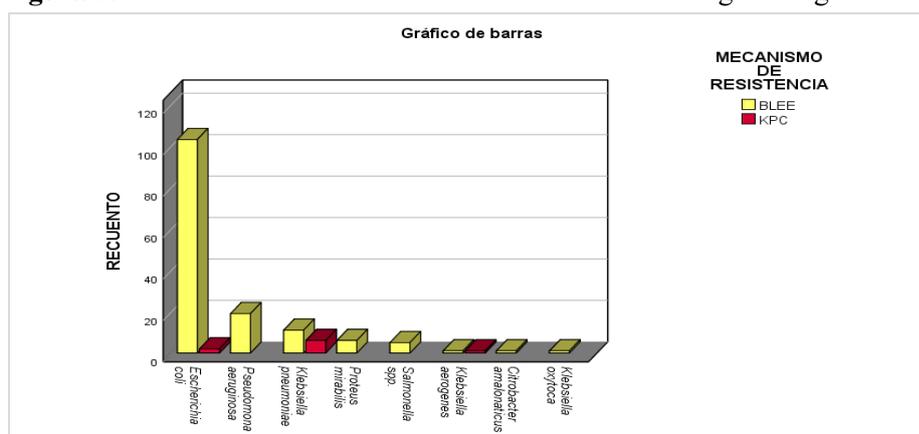
■ Sensible: más del 70% ■ Intermedio: entre el 30 - 70% ■ Resistente: menos del 30%

Se evidenció que, de los 529 aislamientos, el 29,5% presentaron un tipo de mecanismo de resistencia. Dentro de este el 94,2% son BLEE, y el 5,8% son KPC (Tabla 3). Se relacionó los microorganismos que desarrollaron el mecanismo de resistencia BLEE en gran cantidad fueron *Escherichia coli* (103), seguido de *Pseudomona aeruginosa* (19), *Klebsiella pneumoniae* (11), *Proteus mirabilis* (6), *Salmonella spp.* (5), y en menor cantidad *Klebsiella oxytoca* (1), *Klebsiella aerogenes* (1) y *Citrobacter amalonaticus* (1). En cambio, las bacterias que desarrollaron KPC fueron *Klebsiella pneumoniae* (6), *Escherichia coli* (2) y *Klebsiella aerogenes* (1) (Figura 2).

Tabla 3. Mecanismos de resistencia de bacterias Gram negativas

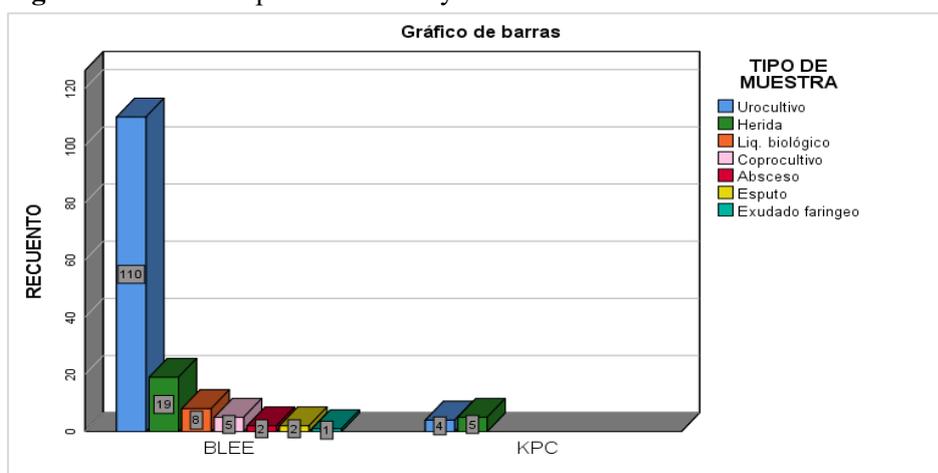
Resistencia bacteriana	Aislados	Porcentaje
Negativos	373	70,5 %
Positivos	156	29,5%
Mecanismo de resistencia		
BLEE	147	94,2 %
KPC	9	5,8 %

Figura 2. Relación mecanismos de resistencia con bacterias gram negativos



Se correlacionó el tipo de muestras con los mecanismos de resistencia, dando como resultado que, presentaron gran significancia el mecanismo BLEE con los urocultivos (110), heridas (19), en menor proporción líquidos biológicos (8), coprocultivo (5), absceso (2), esputo (2), exudado faringeo (1). Por el contrario, en menor cantidad, las muestras que se relacionaron con KPC fueron heridas (5) y urocultivos (4) (Figura 3).

Figura 3. Relación tipo de muestras y mecanismos de resistencia.

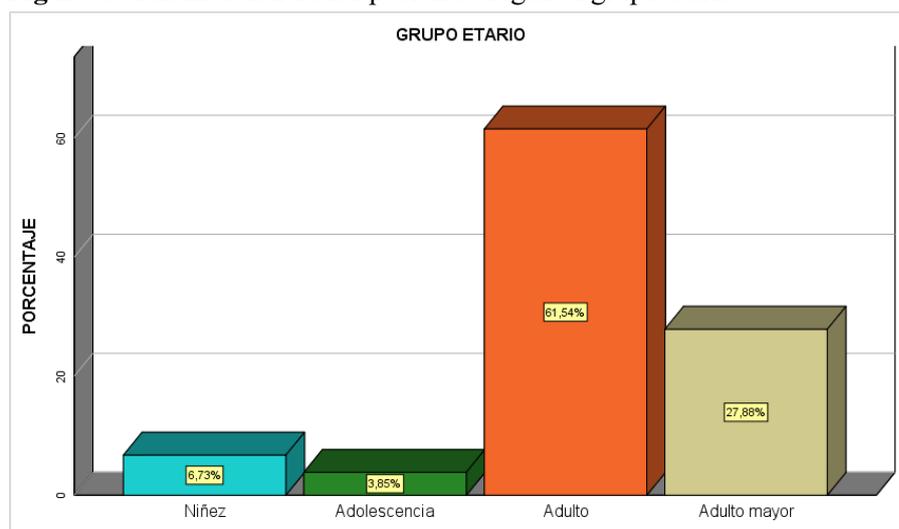


Las bacterias Gram positivas igual que en los aislamientos de bacterias Gram negativos se evidenció en mayor porcentaje en el género femenino (79,8 %) en los adultos aproximadamente de 43 años (Figura 4), en la zona geográfica de Riobamba (76,0 %). La muestra más común fue orina (54,85), a continuación, las heridas (23,1 %), exudados faríngeos (11,5 %) y los menos frecuentes los líquidos biológicos (5,8%), esputo (2,9 %), absceso (1,9%). Las tres bacterias más aisladas fueron el *Enterococcus faecalis* (32,7%), *Staphylococcus aureus* (25,0%), y el *Streptococcus beta hemolítico del grupo B* (14,4 %), cabe indicar que la población de estudio fue de 104, es decir hay menos contagios con bacterias Gram positivos (Tabla 4).

Tabla 4. Características generales de la población de estudio de bacterias Gram positivas n=104.

Sexo	Aislados	Porcentaje
Femenino	416	79,8 %
Masculino	113	20,2 %
Zona geográfica		
Riobamba	79	76,0%
Guaranda	25	24,0%
Tipo de muestra		
Orina	57	54,8 %
Heridas	24	23,1 %
Exudados faríngeos	12	11,5 %
Líquido biológico	6	5,8 %
Esputo	3	2,9 %
Absceso	2	1,9 %
Germen aislado		
<i>Enterococcus faecalis</i>	34	32,7 %
<i>Staphylococcus aureus</i>	26	25,0 %
<i>Streptococcus beta hemolítico del grupo B</i>	15	14,4 %
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	11	10,6 %
<i>Streptococcus beta hemolítico del grupo G</i>	6	5,8 %
<i>Streptococcus beta hemolítico del grupo F</i>	5	4,8 %
<i>Streptococcus beta hemolítico del grupo C</i>	3	2,9 %
<i>Streptococcus beta hemolítico del grupo A</i>	2	1,9 %
<i>Enterococcus faecium</i>	1	1,0 %
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	1	1,0 %

Figura 4. Clasificación de los pacientes según el grupo etario.



En el urocultivo hubo mayor aislamiento de la especie bacteriana *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus beta hemolítico del grupo B* y *Staphylococcus saprophyticus*, mientras que en secreciones de heridas predominó el *Staphylococcus aureus*.

La sensibilidad antimicrobiana frente a las bacterias Gram positivas que no desarrollaron algún mecanismo de resistencia se demostró que si fueron sensibles a la ampicilina (98,0%), oxacilina (73%), también fueron sensibles a β -lactámicos como la ceftriaxona, cefotaxima, cefepima en un 100%. Otros antibióticos que presentaron buena sensibilidad es el linezolid (96,8 %), que generalmente se utiliza en pacientes que son alérgicos a la penicilina. La nitrofurantoina (84,6 %) y fosfomicina (91,2 %) también fueron altamente efectivos especialmente para infecciones urinarias. Así también, los aminoglucósidos como la como la gentamicina (81,6%), fluoroquinolonas por ejemplo ciprofloxacino (93,3 %) y el levofloxacino (82,5%), sulfamidas como el caso de sulfametoxazol - trimetropim (81,6 %), además de la rifampicina (91,3%), esta última se utiliza como terapia combinada (Tabla 5).

Los microorganismos que son sensibles a la tetraciclina por lo general se consideran sensibles a doxiciclina y minociclina, pero no siempre es así, por cuanto, en este estudio se demostró tenían una alta sensibilidad a la minociclina (80,3 %) y doxiciclina (76,7%) pero una resistencia alta a la tetraciclina (Tabla 5).

Dentro de los macrólidos siendo la eritromicina y las lincosaminas como la clindamicina se observaron que está dentro del rango intermedio en un porcentaje 50% y 65,5% respectivamente, por lo que no son

antibióticos que no se recomendaría para el uso terapéutico de esta población, por los efectos tóxicos por la utilización alta de las dosis de concentración y con el uso pueden generar mecanismo de resistencia. No se registró vancomicina pese a que se utiliza en bacterias multirresistentes porque solo se testea por MIC y no por difusión de disco (Tabla 5).

Tabla 5. Perfil de susceptibilidad antimicrobiana de bacterias Gram positivos

Antibiótico	Siglas	Aislamiento	Porcentaje %
Ampicilina	AM	50	98,0 %
Cefoxitin/Oxacilina	FOX	27	73,0%
Ceftriaxona	CRO	7	100,0 %
Cefotaxima	CTX	1	100,0 %
Cefepima	FEP	1	100,0 %
Linezolid	LNZ	30	96,8 %
Nitrofurantoina	F	37	84,6 %
Fosfomicina	FF	31	91,2 %
Gentamicina	CN	31	81,6 %
Tetraciclina	TE	3	8,8 %
Minociclina	MI	21	80,8 %
Ciprofloxacino	CIP	14	93,3 %
Levofloxacino	LEV	52	82,5 %
Sulfametoxazol - Trimetropim	SXT	31	81,6 %
Rifampicina	RA	21	91,3 %
Doxiciclina	DO	23	76,7 %
Clindamicina	DA	19	65,5 %
Eritromicina	E	20	50,0 %

■ Sensible: más del 70% ■ Intermedio: entre el 30 - 70% ■ Resistente: menos del 30%

Se evidenció que los antibióticos que se podrían utilizar como tratamiento empírico en casos ante pacientes con infecciones graves que requieren atención rápida se podría utilizar las cefalosporinas, como la ceftriaxona, cefepima, así como la nitrofurantoina y fosfomicina, hay que tener en cuenta ciertos criterios como el tipo de infección, el mecanismo de acción y distribución del antibiótico. Se reflejó que los aminoglucósidos, fluoroquinolonas, sulfamidas en bacterias Gram negativos se encontraron con una sensibilidad intermedia que no es aconsejable la utilización de los mismos, en

cambio en los Gram positivos tuvieron una amplia sensibilidad incluida la ampicilina puede ser de utilidad terapéutica (Tabla 6).

Tabla 6. Antibióticos que se utilizan para bacterias Gram negativas y Gram positivas en este estudio.

Antibiótico	Porcentaje % Gram negativos	Porcentaje % Gram Positivos
Ampicilina	22,0 %	98,0%
Ceftriaxona	71,6 %	100%
Cefepima	70,5 %	100%
Gentamicina	63,7 %	81,6%
Nitrofurantoina	74,4 %	84,6%
Fosfomicina	85,2 %	91,2%
Tetraciclina	50,0 %	8,8%
Minociclina	30,8 %	80,8%
Ciprofloxacino	43,7 %	93,3%
Levofloxacino	66,7 %	82,5%
Sulfametoxazol	43,5 %	81,6%
Trimetropim		

Sensible: más del 70%
 Intermedio: entre el 30 - 70%
 Resistente: menos del 30%

Se observó que, de los 104 aislamientos, el 16,3% presentaron un tipo de mecanismo de resistencia. Dentro de este el 44,4% son de tipo Oxacilino resistente y en el mismo porcentaje Metilasa inducible, además los microorganismos que han desarrollado ambos mecanismos de resistencia son del 11,11% (Tabla 7).

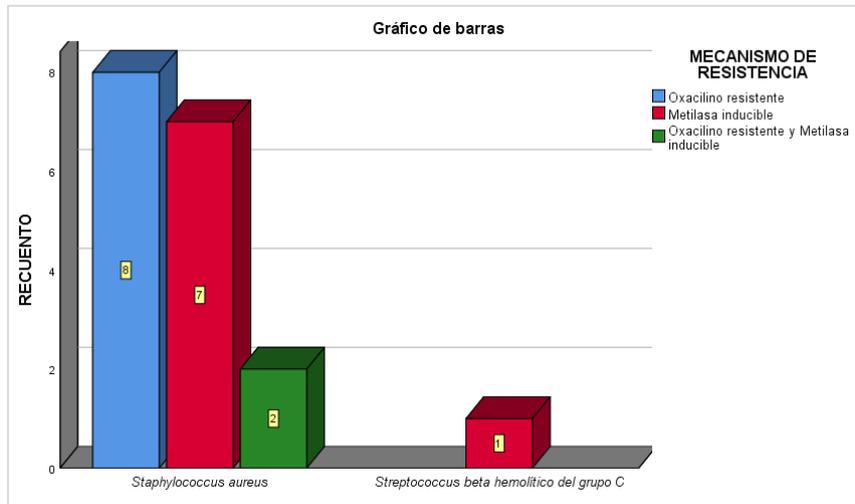
Tabla 7. Mecanismos de resistencia de bacterias Gram positivos n: 104

Resistencia bacteriana	Aislados	Porcentaje
Negativos	87	83,7 %
Positivos	17	16,3%
Mecanismo de resistencia		
Oxacilino resistente	8	44,4 %
Metilasa inducible	8	44,4 %
Oxacilino resistente y Metilasa inducible	2	11,11 %

Se observó que a pesar que existió una gran frecuencia de *Enterococcus faecalis*, estos no presentaron mecanismos de resistencia, por el contrario, el *Staphylococcus aureus* presentó los dos mecanismos, ya sea de forma individual siendo en mayor cantidad oxacilino resistente y en segundo lugar metilasa

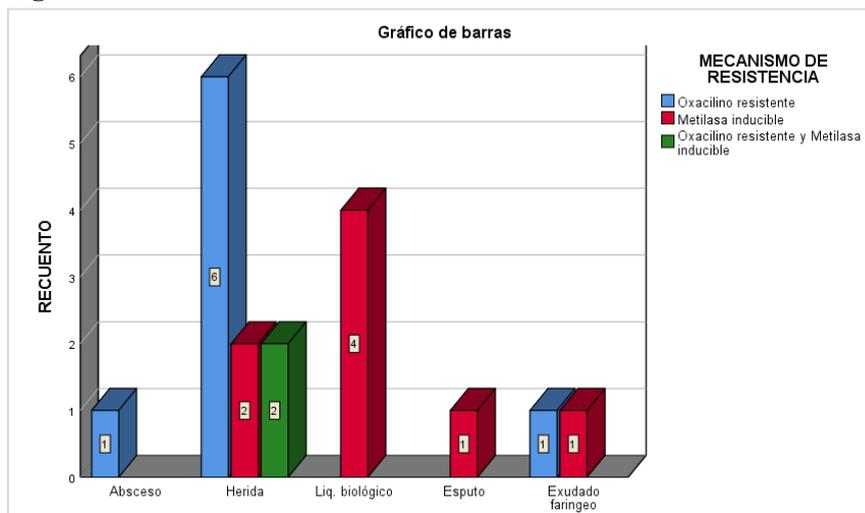
inducible y en menor cantidad adquiriendo ambos, mientras que, el *Staphylococcus beta hemolítico del grupo C* solo desarrollo metilasa inducible (Figura 5).

Figura 5. Relación mecanismos de resistencia con bacterias gram positivas.



En las muestras de heridas se desarrollaron con más frecuencia los mecanismos de resistencia oxacilino resistente, en segundo lugar, estuvieron en los líquidos biológicos con metilasa inducible, cabe indicar que solo en las muestras de herida se desarrollaron los dos mecanismos de resistencia ya sea de forma individual o presentando ambas (Figura 6),

Figura 6. Relación muestra con mecanismo de resistencia de bacterias Gram positivas.



DISCUSIÓN

En este estudio, el sexo femenino y el grupo etario adulto se mostraron predominantes similar a las investigaciones desarrolladas en Quito (Jaramillo & Amores, 2023) y en Cuenca (Ávila et al., 2022). En cuanto a las muestras más comunes fueron orina y herida, en las que las especies aisladas más

frecuentes se evidenció *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* y *Klebsiella pneumoniae*, coincidiendo con un estudio de Bolivia (Trigoso Agudo et al., 2021), y parcialmente con los artículos de mencionados al inicio ya que, manifiestan que *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Klebsiella pneumoniae* son los más recurrentes, pero no *Enterococcus faecalis* (Ávila et al., 2022; Jaramillo & Amores, 2023).

En términos generales, se evidenció alta frecuencia del mecanismo BLEE en *Escherichia coli* y en una menor cantidad de KPC, predominando en *Klebsiella pneumoniae* así obteniendo similitud con la investigación de Quito (Darwin et al., 2021), en el cual reflejaron una prevalencia de 15,2 % para *Escherichia coli* BLEE y 7,1 % para *Klebsiella pneumoniae* KPC, que tiene concordancia con lo publicado en Cuenca (Japón Gualán, 2021) y del Hospital Pediátrico William Soler Ledea (Falcon, 2024), en el cual se basó en las infecciones urinarias en niños, que demostraron que el 21 % de los aislamientos fueron productores de β -lactamasas de espectro extendido, siendo en un 74 % *Escherichia coli* mayor productora.

Hubo un mayor número de aislamientos en los cuales se identificaron en Enterobacterales, que presentaron gran susceptibilidad a las cefalosporinas, fosfomicina, nitrofurantoina, así también a los macrólidos y carbapémicos similar a lo encontrado en el estudio de Navarra (Aguinaga et al., 2018), en el cual coincide la sensibilidad, la cual fue nitrofurantoina 97,4%, fosfomicina 96,5% pero no de las cefalosporinas debido a que en esa institución presentan más casos de cepas productoras de Betalactamasas pero en otro artículo indicó que *Escherichia coli* presento altos porcentajes de resistencia a Ceftriaxona pero Cefepime obtuvo altos porcentajes de sensibilidad (Ávila et al., 2022).

Respecto al sulfametoxazol – trimetropim, aminoglucósidos como la gentamicina, fluoroquinolonas como el ciprofloxacino y levofloxacino resultó en un rango intermedio aproximadamente entre un 43,5 % y 66,7% de tal manera indicó que hay una tendencia a desarrollar resistencia con el uso inadecuado o una terapia prolongada, así como también fue demostrado en el estudio de Cuenca (Ávila et al., 2022), que a la sulfametoxazol - trimetropim presentaron una sensibilidad baja de 42,64% en *Escherichia coli*, y para *Klebsiella pneumoniae* el 61,54%, también en Honduras (Zúniga-Moya et al., 2016) se reportó una resistencia general del 50,1% a sulfametoxazol – trimetropim, 68,4% para amikacina, ciprofloxacino y al levofloxacino un 38,2% y 36,7% respectivamente. Otro artículo que presente

resultados similares a nivel nacional es en la provincia de Manabí (Negrete & Castro, 2023) en el cual mostró elevada resistencia frente a ciprofloxacina en un 45,6% a diferencia de la nitrofurantoina con un porcentaje de 2,7 %.

Según la OMS, el ciprofloxacino que es utilizado habitualmente para tratar infecciones urinarias, la tasa de resistencia oscilaba entre el 8,4% y el 92,9% en la *Escherichia coli*, mientras que para *Klebsiella pneumoniae* 4,1% al 79,4% en los países que presentaron datos del GLASS (OMS, 2021).

Un factor para el incremento de la resistencia a ciprofloxacina puede ser el uso excesivo de este antibiótico o debido a mutaciones, como se refleja en el país de Grecia que presenta un indiscriminado uso de quinolonas por cuanto se ha manifestado una alta incidencia de *Escherichia coli* resistente a quinolonas, mientras que Suecia es menor el consumo por cuanto menor incidencia de resistencia. Otro ejemplo es Estados Unidos, el incremento del 40% en el uso de esta familia de antibióticos provocó que se duplicara la tasa de resistencia contra enterobacteriales aislados en UCI. En España, el aumento de resistencia a quinolonas ha conllevado como consecuencia que se evite su uso como tratamiento de primera línea para las ITU desde el año de 1990 (Álvarez-Hernández et al., 2015).

La susceptibilidad a la ampicilina en la mayoría de bacterias Gram negativas fue de 22,0% por cuanto presenta una alta resistencia como indica en el estudio de Santo domingo (Ross et al., 2020), que presentó una resistencia en un porcentaje de 79,8%, por lo que han desarrollado resistencia intrínseca.

En Latinoamérica, los datos publicados en los diversos Sistemas de Vigilancia de Resistencia Antimicrobiana coinciden en que las bacterias grampositivas como el *Staphylococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Streptococcus pneumoniae* son causantes de distintas enfermedades, y representan el mayor índice de resistencia a los antibióticos (González Alemán, 2013).

Pese a que *Enterococcus faecalis* es el microorganismo más aislado en este estudio no presentó algún tipo de resistencia, en cambio en el *Staphylococcus aureus* que en su gran mayoría era de muestras de heridas se observó oxacilino resistente, metilasa inducible o ambas en una proporción 8:7:2 respectivamente, además la clindamicina y eritromicina en un porcentaje entre 50 y 65% de sensibilidad que se encuentra en el rango intermedio, y la tetraciclina altamente resistente, mientras que el ciprofloxacino y gentamicina con una buena sensibilidad que se asemeja en ciertos resultados (Ross et al., 2020), donde el *Staphylococcus aureus* aislado de muestras de heridas cutáneas presentaron una

alta resistencia a oxacilina (52,3%), intermedio a eritromicina (37,2%), clindamicina (27,9%), trimetoprim-sulfametoxazol (27,9%), tetraciclina (20,9%), y una alta sensibilidad para linezolid, baja resistencia a gentamicina (13,5%), ciprofloxacina (11,7%) y tetraciclina (18,6%), puesto que también se reportó en Cuba (Rodríguez et al., 2018), el 69,6 % de *Staphylococcus aureus* fueron resistentes a la meticilina, en el cual hubo porcentajes muy elevados de resistencia para penicilina (85,6 %) y eritromicina (65,2 %). Cabe mencionar en este estudio la oxacilina presentó una sensibilidad buena de 73,0% en concordancia con lo expuesto en Quito (Darwin et al., 2021).

CONCLUSIONES

Las infecciones principalmente se presentan en mujeres adultas en especial a nivel del tracto urinario. En general, el agente etiológico más frecuente sigue siendo *Escherichia coli* que presenta altos porcentajes de resistencia. En las bacterias que no desarrollaron ningún mecanismo de resistencia demostraron que las cefalosporinas, nitrofurantoina, fosfomicina y los carbapenémicos presentan porcentajes altos de sensibilidad, por lo que se recomienda su uso como antibioticoterapia empírica en pacientes con infecciones que requieran una rápida atención tomando en cuenta criterios como el tipo de infección, mecanismo de acción y distribución del antibiótico que favorecerá a la elección rápida del fármaco, por el contrario se ha visto un incremento de la resistencia de las quinolonas esto se debe a la automedicación por tiempos prolongados como ha demostrado varios estudios.

Las bacterias Gram positivas como el *Staphylococcus aureus* han desarrollado mecanismos de resistencia ya sea oxacilino resistente o metilasa inducible por cuanto la eritromicina y clindamicina ya se encuentra en un rango intermedio que con el uso continuo puede seguir incrementando la prevalencia de estos con tendencia a resistentes. La resistencia a la mayoría de los antibióticos observada en este estudio demuestra que los mecanismos de resistencia bacteriana son variados, complejos ya que se realiza la interpretación fenotípica de algunos mecanismos de resistencia por el método de difusión en disco, pero se carece de pruebas de Biología molecular para el estudio de mutaciones entre las especies. Una de las consecuencias más críticas de la resistencia bacteriana es la responsabilidad del éxito del tratamiento de las distintas enfermedades infecciosas que se requiera contrarrestar con un antimicrobiano.

Es importante enfatizar que el porcentaje de resistencia pueden variar completamente de una unidad hospitalaria a otro, de ciudad y nación. Es fundamental, monitorear permanentemente en cada casa asistencial o laboratorio, ya que se puede comparar los diferentes antimicrobianos, comprender el surgimiento y diseminación de la resistencia dentro del lugar, proporcionando información completa, para proteger a los microorganismos sensibles través de un uso adecuado y oportuno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguinaga, A., Gil-Setas, A., Mazón Ramos, A., Álvaro, A., García-Irure, J. J., Navascués, A., & Ezpeleta Baquedano, C. (2018). Infecciones del tracto urinario. Estudio de sensibilidad antimicrobiana en Navarra. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 41(1), 17-26. <https://doi.org/10.23938/assn.0125>
- Alós, J.-I. (2015). Resistencia bacteriana a los antibióticos: Una crisis global. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 33(10), 692-699. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2014.10.004>
- Álvarez-Hernández, D. A., Garza-Mayén, G. S., & Vázquez-López, R. (2015). Quinolonas: Perspectivas actuales y mecanismos de resistencia. *Revista chilena de infectología*, 32(5), 499-504. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182015000600002>
- Ávila, M. G. O., Andrade, P. S., Diana, I. R., Miriann, M. V., & Cesar, T. C. (2022). Prevalencia de uropatógenos bacterianos y su resistencia antimicrobiana en pacientes con infección al tracto urinario durante el año 2019 en la ciudad de Cuenca. *ATENEO*, 24(1), Article 1.
- Darwin, D. T.-T., Gualpa-Jácome, G., & Echeverría-Llumipanta, I. (2021). Indicadores de resistencia antimicrobiana en la unidad de cuidados intensivos en un hospital de Quito, Ecuador. *INSPILIP*, 1-7. <https://doi.org/10.31790/inspilip.v5i2.43>
- Falcon, A. O. (2024). Resistencia bacteriana y detección de β -lactamasas en niños ingresados por infección del tracto urinario. *Revista Cubana de Pediatría*, 96(0), Article 0. <https://revpediatria.sld.cu/index.php/ped/article/view/5189>
- Galán Montemayor, J. C., Moreno Bofarull, A., & Baquero Mochales, F. (2014). Impacto de los movimientos migratorios en la resistencia bacteriana a los antibióticos. *Revista Española de Salud Pública*, 88(6), 829-837. <https://doi.org/10.4321/S1135-57272014000600014>



- Giono-Cerezo, S., Santos-Preciado, J. I., Rayo Morfín-Otero, M. del, Torres-López, F. J., Alcántar-Curiel, M. D., Giono-Cerezo, S., Santos-Preciado, J. I., Rayo Morfín-Otero, M. del, Torres-López, F. J., & Alcántar-Curiel, M. D. (2020). Resistencia antimicrobiana. Importancia y esfuerzos por contenerla. *Gaceta médica de México*, 156(2), 172-180. <https://doi.org/10.24875/gmm.20005624>
- Gómez Duarte, G. E., Buena Mereles, S. M., Vega Bogado, M. E., Gómez Duarte, G. E., Buena Mereles, S. M., & Vega Bogado, M. E. (2018). Perfil de resistencia de microorganismos aislados en el Servicio de Microbiología del Hospital Nacional en el año 2017. *Revista del Nacional (Itauguá)*, 10(2), 21-38. <https://doi.org/10.18004/rdn2018.0010.02.021-038>
- González Alemán, M. (2013). Resistencia antimicrobiana, una amenaza mundial. *Revista Cubana de Pediatría*, 85(4), 414-417.
- Japón Gualán, E. C. (2021). *Tendencia actual de la resistencia a los antimicrobianos en bacilos gramnegativos. Ecuador periodo 2010-2020.* <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/10168>
- Jaramillo, A. G., & Amores, S. P. Q. (2023). *CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL DE RESISTENCIA BACTERIANA DE LOS SERVICIOS CLÍNICOS Y QUIRÚRGICOS DEL HOSPITAL VOZANDES QUITO, DURANTE EL PERIODO DE ENERO A DICIEMBRE DEL 202.*
- López-Martínez, B., Alcázar-López, V., Castellanos-Cruz, M. del C., Franco-Hernández, M. I., Jiménez-Tapia, Y., De León-Ham, A., Mejía-Albarrán, M. E., Pichardo-Villalón, L., Tapia-Madrigal, M. L., Moreno-Espinosa, S., & Calderón-Jaimes, E. (2013). Vigilancia institucional de la susceptibilidad antimicrobiana en patógenos de interés clínico. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 70(3), 222-229.
- MPS. (2019). *MSP presentó Plan Nacional para la Prevención y Control de la Resistencia Antimicrobiana (RAM) 2019 – 2023 – Ministerio de Salud Pública.* <https://www.salud.gob.ec/msp-presento-plan-nacional-para-la-prevencion-y-control-de-la-resistencia-antimicrobiana-ram-2019-2023/>

- Negrete, M. F. A., & Castro, T. I. V. (2023). Resistencia bacteriana a Ciprofloxacina y Nitrofurantoina por el uso indiscriminado en pacientes con sintomatología urinaria. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(3), 435-450.
<https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i3.561>
- OMS. (2020). *Resistencia a los antibióticos*.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antibiotic-resistance>
- OMS. (2021). *Resistencia a los antimicrobianos*.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
- Rodríguez, L. E. C., Rigau, L. D., Núñez, T. F., Oliva, S. D., Miraya, A. C., Fumero, Y. G., León, Y. G., & García, G. O. (2018). Susceptibilidad antimicrobiana de aislados bacterianos en pacientes hospitalizados y comunitarios. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 70(2), Article 2.
<https://revmedtropical.sld.cu/index.php/medtropical/article/view/210>
- Rodríguez-Noriega, E., León-Garnica, G., Petersen-Morfin, S., Pérez-Gómez, H. R., González-Díaz, E., & Morfin-Otero, R. (2014). La evolución de la resistencia bacteriana en México, 1973-2013. *Biomédica*, 34(1), 181-190. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v34i0.2142>
- Ross, J., Larco, D., Colon, O., Coalson, J., Gaus, D., Taylor, K., & Lee, S. (2020). Evolución de la Resistencia a los antibióticos en una zona rural de Ecuador. *Práctica Familiar Rural*, 5(1), Article 1. <https://practicafamiliarrural.org/index.php/pfr/article/view/144>
- Tafur, J. D., Torres, J. A., & Villegas, M. V. (2008). *Mecanismos de resistencia a los antibióticos en bacterias Gram negativas*. 12(3), 223-233.
- Trigoso Agudo, C., Vargas Nattez, S. G., Trigoso Agudo, C., & Vargas Nattez, S. G. (2021). Perfil de sensibilidad y resistencia antimicrobiana de bacterias “ESKAPE” en las unidades de internación del Hospital del Norte 2019, La Paz-Bolivia. *Revista CON-CIENCIA*, 9(2), 12-32.
<https://doi.org/10.53287/txri1388ir72h>
- Zúñiga-Moya, J. C., Bejarano-Cáceres, S., Valenzuela-Cervantes, H., Gough-Coto, S., Castro-Mejía, A., Chinchilla-López, C., Díaz-Mendoza, T., Hernández-Rivera, S., Martínez-López, J., Zúñiga-Moya, J. C., Bejarano-Cáceres, S., Valenzuela-Cervantes, H., Gough-Coto, S., Castro-Mejía, A., Chinchilla-López, C., Díaz-Mendoza, T., Hernández-Rivera, S., & Martínez-López,

J. (2016). Perfil de sensibilidad a los antibióticos de las bacterias en infecciones del tracto urinario. *Acta Médica Costarricense*, 58(4), 146-154.

