VALORACIÓN DEL PERFIL DE ANTIBIORRESISTENCIA DE *Proteus mirabilis* AISLADO DE CARNE DE POLLO EXPENDIDA EN AMBATO

ASSESSMENT OF THE ANTIBIOTIC RESISTANCE PROFILE OF Proteus mirabilis ISOLATED FROM CHICKEN MEAT SOLD IN AMBATO

Evelyn Liliana Velasteguí Valencia [1*]

[1] Facultad de Ciencias agropecuarias, Universidad técnica de Ambato, Ecuador. ORCID: https://orcid.org/0009-0005-0817-2119. Correo: evelastegui5667@uta.edu.ec

Carolina Alejandra Coka Escobar [2]

[2] Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1189-4594. Correo: carolinacokavet@gmail.com

Sandra Margarita Cruz Quintana [3]

[3] Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8510-1294. Correo: sm.cruz@uta.edu.ec

*** Autor para correspondencia: sm.cruz@uta.edu.ec**

Resumen

Con el objetivo de evaluar la resistencia antimicrobiana de *Proteus mirabilis*, aislada de la carne de pollo comercializada en Ambato se recolectaron muestras previamente en la cuidad de Ambato- Ecuador, tomadas de forma aleatoria de centros de expendios formales (45), informales (45) y de camales de abastecimiento de la cuidad (45), resultando un total de 135 muestras, las cuales fueron conservadas a -20 °C. Para la siguiente investigación se utilizaron 15 cepas identificadas molecularmente y mediante el método de difusión en agar (Kirby-Bauer) se determinó la sensibilidad a: amikacina, gentamicina, ciprofloxacina, ceftriaxona y amoxicilina/ácido clavulánico. Los resultados mostraron alta sensibilidad a aminoglucósidos, resistencia significativa a fluoroquinolonas y resistencia intermedia a amoxicilina/ácido clavulánico. Los mecanismos moleculares asociados incluyen la producción de BLEE, modificaciones en porinas y bombas de eflujo. Las cepas más resistentes provinieron de puntos de expendio con licencia e informales, lo que refleja deficiencias en el control de calidad sanitaria. La presencia de esta bacteria en productos cárnicos constituye un riesgo para la salud pública debido a su capacidad para causar infecciones tras el consumo. Estos hallazgos subrayan la necesidad de estrategias para mitigar la resistencia antimicrobiana y mejorar las prácticas de inocuidad alimentaria.

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

Palabras clave: *Proteus mirabilis*; pruebas de sensibilidad microbiana; salud publica veterinaria; pruebas antimicrobianas de difusión por disco

Abstract

In order to evaluate the antimicrobial resistance of Proteus mirabilis, isolated from chicken meat sold in Ambato, samples were previously collected in the city of Ambato, Ecuador, taken randomly from formal (45) and informal (45) sales centers and from slaughterhouses supplying the city (45), resulting in a total of 135 samples, which were stored at -20 ° C. For the following investigation, 15 molecularly identified strains were used and the agar diffusion method (Kirby-Bauer) was determined by the following: amikacin, gentamicin, ciprofloxacin, ceftriaxone and amoxicillin / clavulanic acid. The results showed high sensitivity to aminoglycosides, significant resistance to fluoroquinolones and intermediate resistance to amoxicillin / clavulanic acid. The associated molecular mechanisms include the production of BLEE, modifications in porins and efflux pumps. The most resistant strains originated from licensed and informal retail outlets, reflecting deficiencies in sanitary quality control. The presence of this bacterium in meat products poses a public health risk due to its ability to cause infections after consumption. These findings underscore the need for strategies to mitigate antimicrobial resistance and improve food safety practices.

Keywords: *Proteus mirabilis; microbial susceptibility testing; veterinary public health; antimicrobial disk diffusion testing*

Fecha de recibido: 14/04/2025
Fecha de aceptado: 18/06/2025
Fecha de publicado: 01/07/2025

Introducción

La resistencia a los antimicrobianos es un problema de carácter global, debido a sus mecanismos inherentes o adquiridos durante el proceso infeccioso o por el uso desmedido de antibióticos en la producción animal. La ONU afirma que la antibiorresistencia es de las principales amenazas para la salud pública, interfiriendo la elección de un tratamiento efectivo. *Proteus mirabilis* es una bacteria Gram negativa ubicada en la lista de las 12 bacterias más dañinas para la salud humana según la OMS, siendo la principal responsable de causar infecciones urinarias en pacientes ambulatorios (Giono et al., 2020; OMS, 2024; Parrales et al., 2024).

El género *Proteus* puede llegar a medir 0,4 a 0,6 µm por 1 a 3 µm, se mueven mediante flagelos peritricos dando lugar al efecto swarming que contribuye a su rápido desplazamiento en medios sólidos donde aumentan rápidamente sus flagelos por medio de una reestructuración de su anatomía en medios líquidos, finalmente en este fenómeno las bacterias se dividen activamente formando grandes masas en el borde de la colonia, estas toman el nombre de bacterias swarmer reconocidas por ser la forma virulenta de este género (Espinoza & Esparza, 2020; Musa et al., 2019).

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).
Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

Proteus mirabilis forma parte de la flora intestinal de animales y humanos, está altamente distribuida en el ambiente y por tanto en la carne de pollo que es de consumo usual gracias a su capacidad de producir ureasa y su motilidad en enjambre logrando causar infecciones oculares, respiratorias, cutáneas y gastrointestinales, además es capaz de producir toxinas solubles. La resistencia a los antibióticos en *P. mirabilis* se relaciona especialmente con mutaciones en las enzimas ADN-girasa y topoisomerasa IV, conjuntamente con modificaciones en lipopolisacáridos o porinas, dificultando la entrada de los antibióticos en las bacterias. Además, debido al aumento de bombas de eflujo encargadas de expulsar antibióticos (Coka, 2023; Hafiz, 2024; Ucho & Estevez, 2024).

En sectores rurales de Latinoamérica, zonas de Medio Oriente o África la inocuidad de los alimentos está íntimamente ligado con infecciones bacterianas debido a escasos recursos y al limitado acceso a medicamentos afectando a grupos vulnerables como niños, neonatos, personas de la tercera edad y pacientes inmunocomprometidos por patologías previas. En cuanto a la prevalencia de *Proteus mirabilis* encontramos en primer lugar a Uruguay seguido de Colombia, Ecuador y Venezuela donde Brasil tiene el menor índice (Cortez et al., 2023; Parrales et al., 2024).

Gracias a su veloz diseminación, esta bacteria puede llegar al sistema urogenital desde el intestino, es decir que la ingesta de alimentos contaminados puede llegar a provocar infecciones urinarias con síntomas clínicos como uretritis, cistitis, prostatitis o pielonefritis. Es de importancia mencionar hasta el 50% de mortalidad en ancianos se debe a infecciones de este tipo, presentándose con signos como disuria, ardor al orinar, orina turbia, poliuria, malestar estomacal y cuadros febriles (Chakkour et al., 2024; Ramatla et al., 2024).

En el Ecuador, la infección por *Proteus mirabilis*, representa un problema de salud pública, principalmente por su diseminación en la carne de pollo distribuida en los mercados comerciales y por el abuso indiscriminado de antibióticos en las explotaciones avícolas. En la cuidad de Ambato se identificaron 17 cepas en distintas muestras comerciales de carne de pollo, estas en su mayoría son patógenos oportunistas que infectan el trato urinario donde un recuento mayor a $\geq 10^5$ de unidades formadoras de colonias (UFC) es un dato significativo, pero también son agentes causales de infecciones gastrointestinales comunitarias en el Ecuador según las normas de inocuidad alimentaria la presencia de esta bacteria es un indicador de calidad y prácticas higiénicas (Coka, 2023; Cortez et al., 2023; Kass, 1956; Markley et al., 2018).

El objetivo de esta investigación es evaluar la resistencia antimicrobiana de *Proteus mirabilis* mediante el método de difusión en agar y describir los mecanismos moleculares de resistencia presentes en cepas aisladas de carne de pollo comercializada en la ciudad de Ambato.

Materiales y métodos

Diseño de estudio

Se realizó una investigación de tipo experimental donde, las muestras de carne de pollo que se utilizaron fueron previamente recolectadas en la cuidad de Ambato- Ecuador, tomadas de forma aleatoria de centros de expendios formales, informales y de camales de abastecimiento de la cuidad, siendo 45 de cada uno de estos, resultando un total de 135 muestras de carne de pollo, las cuales fueron conservadas a -20 °C en el Laboratorio de Microbiología Molecular del Campus Querochaca, de la Universidad técnica de Ambato en Ecuador,

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

cantón Cevallos. Para la siguiente investigación se analizan 15 cepas identificadas molecularmente de *Proteus mirabilis*, aplicando un muestreo no probabilístico por juicio o criterio.

Método de difusión en agar

Para la difusión en agar se utilizó la prueba Kirby-Bauer, de esta manera se evaluó la sensibilidad bacteriana. Se utilizó Agar Tripticasa de Soya no selectivo para la reactivación de las 18 cepas de *Proteus* spp de las cuales se analizan 15 cepas identificadas molecularmente de *Proteus mirabilis* que se presentan en la tabla 1. Posteriormente fueron cultivadas en Agar Müller-Hilton como medio especializado para evaluar la resistencia antibiótica de cada una de las cepas, cada cepa fue sembrada en tres placas para cada uno de los antibióticos que se utilizan como replicas para la reducción de errores.

Tabla 1.- Cepas de *Proteus mirabilis* a utilizadas en el estudio según su lugar de expendio Ambato-Ecuador, 2023.

#	CEPA	Lugar de procedencia
1	PM1 16S	Registrado
2	MPE4069	Registrado
3	NCTC 11938 16S	Registrado
4	BLPS5 16S	Registrado
5	UFV 131 16S	Registrado
6	M17_J16 16S	Registrado
7	MPE5203	Registrado
8	JCM 1669	Registrado
9	UFV 105 16S	Registrado
10	FR207 16S	Camal
11	MHF ENV 410 16S	Camal
12	ATCC 29906	Camal
13	CRE14IB	Registrado
14	10B 16S	No registrado
15	MPE0346	No registrado

Fuente: Elaborado a partir del registro de cepas conservadas en el laboratorio de microbiología y biología molecular de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.

Los discos de antibióticos estándar que fueron aplicados corresponden a Amikacina, Ceftriaxona, Ciprofloxacina, Gentamicina y Amoxicilina + Ácido Clavulánico, las cuales se colocaron en las placas y los resultados fueron verificados según las recomendaciones de la CLSI (Clinical & Laboratory Standards Institute) 2023, para la amikacina (AK), los diámetros de inhibición se clasificaron como resistentes si eran menores o iguales a 14 mm, intermedios entre 15 y 16 mm, y sensibles cuando eran mayores o iguales a 17 mm. En el caso de la gentamicina (CN), los valores correspondientes fueron menores o iguales a 12 mm (resistentes), de 13 a 15 mm (intermedios), y mayores o iguales a 16 mm (sensibles).

Por su parte, la ciprofloxacina (CIP) se consideró resistente con diámetros menores o iguales a 15 mm, intermedia entre 16 y 20 mm, y sensible a partir de 21 mm. La ceftriaxona (CRO) se clasificó como resistente con diámetros menores o iguales a 19 mm, intermedia entre 20 y 23 mm, y sensible a partir de 24 mm. Finalmente, para la combinación de amoxicilina con ácido clavulánico (AMP), los valores fueron resistentes con diámetros menores o iguales a 13 mm, intermedios entre 14 y 17 mm, y sensibles si eran mayores o

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

iguales a 18 mm. Estos se incubaron durante 24 horas a 37 °C, seguido a ello se midieron los halos de inhibición en milímetro para clasificar cepas como sensibles, intermedias o resistentes, cuya lectura se basó en los valores establecidos por el CLSI (CLSI, 2023).

Análisis de datos

Los datos se analizaron con pruebas estadísticas no paramétricas, incluyendo Kruskal-Wallis complementada con la U de Mann-Whitney, utilizando el software SPSS versión 26.0. Los resultados se presentaron mediante tablas y gráficos para facilitar su interpretación.

Resultados y discusión

Evaluación de antibioresistencia mediante la prueba Kirby-Bauer o difusión en agar

Tras medir los halos indicadores de inhibición de los diferentes antibióticos usados, las cepas a evaluar se clasificaron como sensible, intermedia o resistente al fármaco, según la CLSI (2023). Para el análisis estadístico se consideró la media de las réplicas tomadas de cada una de las cepas, considerando el tamaño de los halos y basándonos en los valores referenciales aportados por la CLSI (2023).

Es decir que los resultados presenciados muestran que solo 6 de las 18 cepas son resistentes, representadas por el 33.33%, donde el 0% pertenece a ambos aminoglucósidos como es la Amikacina y la Gentamicina. Por el contrario, para Ceftriaxona y Criprofloxacina la resistencia es considerable, es de relevancia mencionar a la Amoxicilina + Ác. Clavulánico con una resistencia intermedia del 22.22%. Datos que se representan en la tabla 2.

Tabla 2. Porcentaje de resistencia antibiótica en cepas de *Proteus* spp, Ambato-Ecuador, 2023.

Antibiótico	Resistencia (%)
Ciprofloxacina	27.7
Ceftriaxona	16.6
Amoxicilina + Ácido Clavulánico	22.2
Gentamicina	0
Amikacina	0

Fuente: Elaborado por los autores a partir de los resultados del estudio.

Para el análisis de los datos recolectados se consideró la media de las tres réplicas de cada cepa en relación con el tamaño de los halos según los puntos de corte expuestos por la CLSI (2023). Siendo así las cepas de *Proteus mirabilis* consideradas sensibles tienen una media cercana a 3 o igual a 3, y las más resistentes tienen una media cercana al 1, tal como se muestra en la tabla 3 donde las cepas que comparten la misma letra no presentan diferencias estadísticas según la prueba Kruskal Wallis con la prueba U de Mann Whitney para $p<0,05$.

El género *Proteus* posee la cualidad de producir BLEE (ß-lactamasas de espectro extendido), que pertenecen a enzimas de clase A, las cuales son reconocidas por su actividad degradadora de penicilinas, cefalosporinas y monobactámicos, cita que justifica la resistencia a la Ceftriaxona. Las enzimas mencionadas pueden ser inhibidas por el ácido clavulánico, es por ello que este mecanismo de resistencia no funciona para Amoxicilina + Ác. Clavulánico y la resistencia a esta se relaciona más bien a la existencia de TEM-1 o también llamadas penicilinasas plasmídicas que presenta el género (Lepe & Martínez, 2022).

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

La resistencia a la Ceftriaxona obtenida en la investigación no concuerda con otras instigaciones realizadas en canales de pollo de engorde belgas en venta minorista cuyo objetivo principal fue caracterizar y evaluar la resistencia de antibióticos de *P. mirabilis*, donde el porcentaje de resistencia y resistencia intermedia fue del 0% (Yu et al., 2021). Información que difiere frente a una investigación que estudió la sensibilidad a los antibióticos de las infecciones urinarias por *P. mirabilis* en pacientes con cálculos urinarios ubicando a la ceftriaxona entre los antibióticos con sensibilidad moderada en el 61,8% (Mo et al., 2022).

Por otro lado, otro estudio corrobora la resistencia del género *Proteus* a la Amoxicilina + Ác. Clavulánico en el perfil de plásmidos de muestras aisladas de carne de pollo vendida al por menor en Nigeria con un 100% es decir resistencia completa. Información que se complementa con la evaluación de tres residuos de producción animal donde *P. mirabilis* fue la especie presente más frecuente, donde los mayores porcentajes de resistencia se obtuvieron con Amoxicilina + Ác. Clavulánico atribuyéndolo a la selección frecuente de este fármaco en las producciones animales (Ferreira et al., 2023; Uzeh et al., 2021). En comparación con los resultados obtenidos en esta investigación donde la Amoxicilina + Ác. Clavulánico presenta resistencia intermedia frente a *P. mirabilis* sugiriendo la importancia de tomar medidas inmediatas tras confirmar la rápida evolución de su resistencia, considerando otras alternativas terapéuticas.

La Amoxicilina + Ác. Clavulánico es un antibiótico de amplio espectro perteneciente a las penicilinas combinadas, ya que por un lado el ácido clavulánico actúa inhibiendo β-lactamasas que son enzimas que degradan a los β-lactámicos en este caso la amoxicilina. Como ya se mencionó *P. mirabilis* posee la capacidad de hidrolizar diversos antibióticos β-lactámicos mediante las enzimas BLEE relacionando esta acción comúnmente a los genes ablaTEM, blaSHV y blaCTX-M (Bush & Jacoby, 2010). Se han reportado casos donde la presencia de carbapenemasas disminuyen la eficacia de este antibiótico en los genes blaKPC, blaNDM, y blaVIM de *P. mirabilis* (Logan & Weinstein, 2017). Otro mecanismo de resistencia frente a este fármaco son las modificaciones de porinas o proteínas de membranas como OmpF sobre todo en situaciones donde se combina con otro mecanismo de resistencia como son las bombas de eflujo (Nikaido & Pagès, 2012).

Los resultados obtenidos se sustentan con las investigaciones realizadas en muestras aisladas de cadáveres de pollos nativos en Egipto donde el 67,7% de ellas pertenecían a *P. mirabilis* estas presentaron una alta tasa de resistencia del 73, 9% frente a la Ciprofloxacina (Yu et al., 2021). Complementando con la información proporcionada por otra investigación donde se estudió la resistencia de varias bacterias entre ellas *P. mirabilis* durante el proceso de compostaje de desechos de la producción animal, donde varias cepas de esta bacteria resultaron resistentes, lo que refleja el impacto de la presión selectiva ejercida por el uso de antimicrobianos en los sistemas de producción, cuyo impacto radica en que las cepas resistentes presentes en desechos animales actúan como reservorios de genes de resistencia y contribuyen a la transferencia de estos a otras bacterias en el medio ambiente (Ferreira et al., 2023).

La ciprofloxacina al ser una fluoroquinolona actúa inhibiendo las enzimas ADN girasa y topoisomerasa IV, esenciales para la replicación y transcripción del ADN bacteriano, además de otras mutaciones en los genes gyrA y parC que codifican estas enzimas reducen la afinidad de la ciprofloxacina por sus dianas, generando resistencia. Además, las bombas de eflujo bacterianas expulsan los antibióticos del interior de la célula, en *P. mirabilis* se ha asociado a la sobreexpresión de bombas como ArcAB-TolC con la resistencia general a fluoroquinolonas (Hooper & Jacoby, 2015; Nikaido & Pagès, 2012).

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

Tabla 3.- Sensibilidad in vitro de cepas de *Proteus mirabilis* aisladas de carne de pollo frente a Amikacina, ciprofloxacina, ceftriaxona, gentamicina y Amoxicilina + Ácido Clavulánico en Ambato-Ecuador, 2023.

Cepas *Proteus mirabilis*	Rango promedio	Media de la escala
CRE14IB	119,9 b	2,40
BLPS5 16S	151,1b	2,80
JCM 1669	151,1b	2,79
MPE0346	151,1b	2,60
PM1 16S	174,5 a	3,00
NCTC 11938 16S	174,5 a	3,00
UFV 131 16S	174,5 a	3,00
M17_J16 16S	174,5 a	3,00
FR207 16S	174,5 a	3,00
MHF ENV 410 16S	174,5 a	3,00
10B 16S	65,3 b	1,80
MPE5203	80,9 b	1,80
MPE4069	88,7 b	2,00
ATCC 29906	88,7 b	2,00
UFV 105 16S	96,5 b	2,20

Cepas de *Proteus mirabilis* que comparten letras en una misma columna no difieren estadísticamente según la prueba de Kruskal Wallis complementada con la prueba U de Mann Whitney para $p<0,05$.

Tras el análisis de datos se logró reconocer que las cepas más resistentes fueron MPE5203 (registrado) y 10B 16S (no registrado) pertenecientes a *Proteus mirabilis*, la resistencia según los antibióticos usados se muestra en la figura 1, mientras que las cepas más sensibles fueron PM1 16S y FR207 16S. Se reconoce que desde la cepa MPE0346 se evidencia un incremento de la resistencia en las cepas.

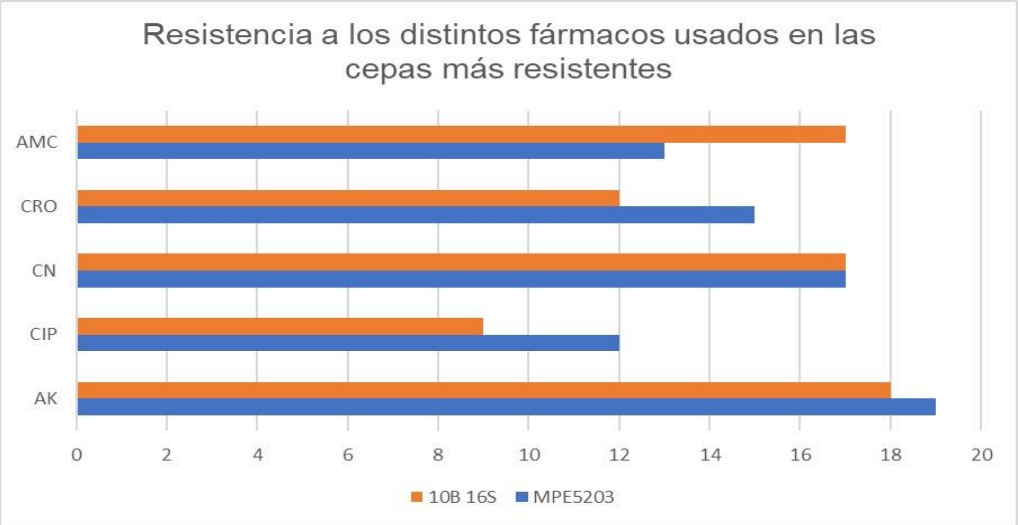


Figura 1.- Resistencia a los distintos fármacos usados en las cepas más resistentes (MPE5203 y 10B16S) en Ambato-Ecuador, 2023.

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Por otro lado, en base a la misma media se puede analizar la escala de sensibilidad de los antibióticos probados, tal como se muestra en la tabla 4 donde se observó una sensibilidad simétrica entre las cepas.

Tabla 4.- Efectividad de los cinco antibióticos evaluados mediante ensayo in vitro de cepas de *Proteus mirabilis* aisladas de la carne de pollo en Ambato-Ecuador, 2023.

Antibiótico	Rangos promedios	Media (1-3) Sensible – Resistente
Amikacina	131,17a	3,00
Ciprofloxacina	133,33a	2,33
Gentamicina	142,00a	2,83
Ceftriaxona	135,50a	2,78
Amoxicilina + Ácido Clavulánico	135,50a	2,61

Antibióticos que en una misma columna compartan letras, no difieren estadísticamente según la prueba de Kruskal Wallis complementada con la prueba U de Mann Whitney para $p<0,05$

En la tabla número 4 se muestra una alta sensibilidad a los aminoglucósidos en este caso la gentamicina, a diferencia de la amikacina que se muestra resistente a pesar de pertenecer a la misma familia. Por ello es importante conocer las cuatro formas en la que actúan los aminoglucósidos frente a las enterobacterias como es la presencia de enzimas ß-lactamasas, el transporte activo a través de la membrana interna, difusión pasiva a través de la membrana externa y por la afinidad de aminoglucósidos por su diana que es mejor conocida por ser una proteína ribosomal (Lepe & Martínez, 2022).

Para entender mejor estos resultados realizamos un estudio bibliográfico donde se describen los fenotipos marcadores de resistencia frente a los aminoglucósidos, que ayuda a explicar porque la gentamicina muestra menos sensibilidad al género *Proteus* si esta pertenece a la misma familia que la Amikacina que muestra ser más sensible, tras los resultados de esta investigación se presume que esto se debe a la enzima AAC de tipo AmpC que provoca mutaciones a nivel de la trascripción de genes impidiendo de esta manera en ingreso del fármaco, acontecimiento que puede influir mayoritariamente cuando se expone una interacción con gentamicina, traduciéndose en la ausencia de resistencia junto con la disminución del halo de la misma comprendido entre 16 y 19 mm (Rosario, 2023).

El análisis genético de las características de resistencia y virulencia de los aislamientos clínicos de *P. mirabilis* resistentes a múltiples fármacos, nos confirman el alto potencial de virulencia y la importancia de que esta sea una amenaza urgente la salud pública. Esta afirmación se basa en datos obtenidos tras la investigación en un hospital donde se apreció la presencia de genes ESBL en aislamientos de *P. mirabilis* multirresistentes, mencionando que también los plásmidos, aunque en menor medida, contribuyen a la propagación de virulencia. Comprobando conjuntamente la presencia de genes de virulencia resistentes a múltiples fármacos (Li et al., 2023).

De igual manera como se observa en un estudio, donde se demostró la similitud genética y de factores de virulencia de las infecciones del tracto urinario adquiridas en la comunidad con aislamientos de carne de pollo, res y cerdo, concluyendo que en la carne de pollo se formaron biopelículas muy fuertes, mientras que en la carne de res y cerdo las biopelículas fueron muy débiles y moderadas, afirmando que las carnes especialmente de pollo pueden ser una fuente importante de diseminación de *P. mirabilis* en las comunidades (Silva et al., 2021).

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

Conclusiones

Se logró evaluar la resistencia antimicrobiana de cepas de *Proteus mirabilis* aisladas de carne de pollo que se expende en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua, donde se determinó la resistencia significativa hacia las fluoroquinolonas, resistencia intermedia a la Amoxicilina + Ác. Clavulánico y la sensibilidad a aminoglucósidos. Las cepas que mostraron mayor resistencia fueron MPE5203 de expendio registrado y 10B 16S de expendio no registrado, lo que evidencia un control deficiente de sanidad en centros de expendio formales, informales y así también como de camales.

Además, se describieron los principales mecanismos moleculares de resistencia de *Proteus mirabilis*, adquiridos debido a la constante exposición terapéutica a los fármacos resistentes. Los mecanismos propios del género *Proteus* como la producción de BLEE que logran la degradación de las cefalosporinas, la modificación de las porinas conjuntamente con las bombas de eflujo forma parte de otro mecanismo de resistencia. La presencia de esta enterobacteria representa un problema de salud pública debido a su capacidad para provocar infecciones sobre todo tras el consumo de cárnicos, por ello se reconoce la necesidad de estrategias para mitigar la resistencia antimicrobiana y mejorar las prácticas de inocuidad alimentaria.

Referencias

Bush, K., & Jacoby, G. (2010). Updated functional classification of β-lactamases. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, *54*(3), 969–976. https://doi.org/10.1128/AAC.01009-09

Chakkour, M., Hammoud, Z., Farhat, S., El Roz, A., Ezzeddine, Z., & Ghssein, G. (2024). Overview of *Proteus mirabilis* pathogenicity and virulence. Insights into the role of metals. *Frontiers in Microbiology*, *15*(April), 1–17. https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1383618

CLSI. (2023). Normas de rendimiento para pruebas de susceptibilidad de dilución y disco antimicrobiano para bacterias aisladas de animales. In *Csivet.Org* (Vol. 6).

Coka, C. (2023). Evaluación de antibiorresistencia de cepas de *proteus* spp aisladas en carne de pollo en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. In *Universidad Técnica de Ambato*.

Cortez, D., Escobar, S., Gómez, J., Manzanilla, C., & Cruz, S. (2023). Identificación de *Proteus mirabilis* en carne de pollo procedente de comercios en Cantón Ambato. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, *5*(5), 631–643. https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i5.766

Espinoza, D., & Esparza, G. (2020). Resistencia enzimática en *Pseudomonas aeruginosa*, aspectos clínicos y de laboratorio. *Universidad de Cuenca, Ecuador.*, *38*(1), 69–80. www.revinf.cl

Ferreira, P., Xavier, J. F., Nunes, J. F., Fonseca, I. P., de Mattos de Oliveira Coelho, S., Soares de Souza, M. M., & da Silva Coelho, I. (2023). Bacteria and antimicrobial resistance profile during the composting process of wastes from animal production. *Brazilian Journal of Microbiology*, *54*(2), 1157–1167. https://doi.org/10.1007/s42770-023-00912-8

Giono, S., Santos, J., Morfín, M., Torres, F., & Alcántarl, M. (2020). Resistencia antimicrobiana. Importancia y esfuerzos por contenerla. *Gaceta Médica de México*, *156*(2), 172–180.

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

https://doi.org/10.24875/gmm.20005624

Hafiz, A. (2024). Infecciones por *Proteus mirabilis* resistentes a múltiples fármacos y Resultado clínico en un hospital terciario de Arabia Saudita. *Clínico King Fahad Medical City*.

Hooper, D., & Jacoby, G. (2015). Mechanisms of drug resistance: Quinolone resistance. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1354*(1), 12–31. https://doi.org/10.1111/nyas.12830

Kass, E. (1956). Asymptomatic infections of the urinary tract. *Transactions of the Association of American Physicians*, *69*, 56–64. https://doi.org/10.1097/00005392-200208000-00004

Lepe, J. ., & Martínez, L. (2022). Resistance mechanisms in Gram-negative bacteria. *Medicina Intensiva*, *46*(7), 392–402. https://doi.org/10.1016/j.medin.2022.02.004

Li, Y., Yin, M., Fang, C., Fu, Y., & Dai, X. (2023). Genetic analysis of resistance and virulence characteristics of clinical multidrug-resistant *Proteus mirabilis* isolates. *Frontiers*, *August*, 1–11. https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1229194

Logan, L., & Weinstein, R. (2017). The epidemiology of Carbapenem-resistant enterobacteriaceae: The impact and evolution of a global menace. *Journal of Infectious Diseases*, *215*(Suppl 1), S28–S36. https://doi.org/10.1093/infdis/jiw282

Markley, D., Pakyz, A. L., Stevens, M., Bearman, G., & Ponce, S. (2018). Guía para el control de infecciones asociadas a la atención en Salud Optimización de antimicrobianos en el entorno hospitalario Autores Editor del capítulo En idioma español. *Internacional Society for Infectius Diseases*. http://www.investigacionsalud.gob.ec/webs/intranet/wp-content/uploads/sistema-de-calidad/manuales/EDC-11-MANUAL-DE-CALIDAD-INTEGRADO-INSPI.pdf

Mo, L., Wang, J., Qian, J., & Peng, M. (2022). Antibiotic Sensitivity of *Proteus mirabilis* Urinary Tract Infection in Patients with Urinary Calculi. *International Journal of Clinical Practice*, *2022*. https://doi.org/10.1155/2022/7273627

Musa, H., Osman, M., Abdelaziz, Y., Mohamed, S., & Ibrahim-Saeed, M. (2019). Distribution of extended-spectrum beta-lactamase TEM and CTX-M resistance genes among *Proteus* species isolated in Sudan. *VacciMonitor*, *28*(2), 80–84.

Nikaido, H., & Pagès, J. M. (2012). Broad-specificity efflux pumps and their role in multidrug resistance of Gram-negative bacteria. *FEMS Microbiology Reviews*, *36*(2), 340–363. https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00290.x

OMS. (2024). WHO bacterial priority pathogens list, 2024. In *Bacterial pathogens of public health importance to guide research, development and strategies to prevent and control antimicrobial resistance*. https://www.who.int/publications/i/item/9789240093461

Parrales, L., Flores, C., & Ramirez, D. (2024). *Proteus mirabilis*: factores de patogenicidad y mecanismos de resistencias que influyen en infecciones del tracto urinario en pacientes ambulatorios, Latinoamérica. *Revista Científica de Salud BIOSANA*, *4*(2), 186–199. https://doi.org/10.62305/biosana.v4i4.187

Ramatla, T., Ramaili, T., Lekota, K., Mileng, K., Ndou, R., Mphuthi, M., Khasapane, N., Syakalima, M., &

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com

Thekisoe, O. (2024). Antibiotic resistance and virulence profiles of *Proteus mirabilis* isolated from broiler chickens at abattoir in South Africa. *Veterinary Medicine and Science*, *10*(2), 1–12. https://doi.org/10.1002/vms3.1371

Rosario, M. (2023). *Frecuencia de bacterias aerobias y sensibilidad antibiótica halladas en infecciones de pie diabético en hospitales de Lambayeque enero–abril 2021*. http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/5882

Silva, M., Rodrigues, C., Carvalho, L., Hugo, V., Gabriel, M., Barboza, L., Henrique, G., Guidone, M., Henrique, B., Oliva, D. De, Kenji, E., Carla, L., Galhardi, F., Carolina, E., Corr, M., Paulo, S., & Rocha, D. (2021). Microbial Pathogenesis *Proteus mirabilis* from community-acquired urinary tract infections (UTI-CA) shares genetic similarity and virulence factors with isolates from chicken , beef and pork meat. *ELSEVIER*, *158*(July), 1–8. https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.105098

Ucho, M., & Estevez, E. (2024). Mecanismos de resistencia en enterobacterias aisladas de urocultivos. *Polo Del Conocimiento*, *9*(1), 1507–1525. https://doi.org/10.23857/pc.v9i1

Uzeh, R. E., Adewumi, F., & Odumosu, B. T. (2021). Antibiotic resistance and plasmid analysis of Enterobacteriaceae isolated from retail meat in Lagos Nigeria. *One Health Outlook*, *3*(1). https://doi.org/10.1186/s42522-021-00042-x

Yu, Z., Joossens, M., Van den Abeele, A., Kerkhof, P., & Houf, K. (2021). Isolation, characterization and antibiotic resistance of *Proteus mirabilis* from Belgian broiler carcasses at retail and human stool. *Food Microbiology*, *96*(December 2020), 103724. https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103724

Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Grupo Editorial "ALEMA-Pentaciencias" E-mail: alema.pentaciencias@gmail.com