



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN CEPAS DE *Escherichia coli* AISLADAS A
PARTIR DE DOS ESTIRPES DE GALLINAS PRODUCTORAS DE HUEVO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

DAVID GARCÍA ORTIZ

ASESORA:

CECILIA ROSARIO CORTÉS

CIUDAD UNIVERSITARIA, Cd. Mx. 19 de marzo de 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN	4
1.1 Hipótesis	
1.2 Objetivos	
II. MATERIAL Y MÉTODOS	9
2.1 Cepas de <i>Escherichia coli</i>	
2.2 Susceptibilidad antimicrobiana	
III. RESULTADOS	10
IV. DISCUSIÓN	12
V. CONCLUSIONES	17
a. REFERENCIAS.....	19
b. CUADROS	28

Lista de cuadros

Cuadro 1. Resistencia presente en las 66 cepas provenientes de dos estirpes (A y B) de pollitas de reemplazo ligeras desafiadas ante 11 antimicrobianos.

Cuadro 2. Comparación de la resistencia entre la estirpe A (40 cepas) y en la estirpe B (26 cepas).

Cuadro 3. Patrones de resistencia de antimicrobianos encontrados a partir de 66 aislamientos de dos estirpes de gallinas de postura de diferentes órganos (hígado, pulmón, médula ósea y saco vitelino).

Cuadro 4. Patrones de resistencia de antimicrobianos encontrados en la estirpe A (40 aislamientos).

Cuadro 5. Patrones de resistencia de antimicrobianos encontrados en la estirpe B (26 aislamientos).

I. Introducción

La rama ganadera mexicana más importante en valor y volumen de producción es la avicultura debido a que genera proteína de origen animal con elevadas cualidades nutricionales, variadas formas de preparación y un precio accesible comparado con otras carnes (1). La avicultura en México representó en 2022 el 63 % de la producción pecuaria, el pollo 34.2 %, el huevo 28.7 % y el pavo 0.2 %. Cabe mencionar que México a nivel mundial es el quinto país en producción de huevo y de pollo, de igual manera el primero en consumir huevo con 25.23 kg *per capita* y el onceavo en consumo de pollo con 33.62 kg *per capita*. Esta industria ha tenido un gran crecimiento y se estima que esta tendencia incrementará en el futuro (2).

Las aves, durante la etapa productiva, son desafiadas por una gran cantidad de patógenos virales, bacterianos, fúngicos, parasitarios y a estímulos ambientales que son factores de estrés latentes que reducen la eficacia del sistema inmune y las hace más susceptibles a sufrir enfermedades (3,4). Se ha observado que la inmunosupresión se ha asociado con la involución de los órganos linfoides, lo cual disminuye la inmunidad y aumenta la morbilidad. Las enfermedades infecciosas son las principales causas de mortalidad en pollos; entre las de tipo bacteriano se encuentra la colibacilosis, cuyo agente etiológico es la *Escherichia coli* perteneciente al orden Enterobacterales y familia Enterobacteriaceae (5,6). Éste es un bacilo gramnegativo, anaerobio facultativo, mesófilo, no forma esporas, fermentativo, provisto de flagelos periféricos y fimbrias; entre otras características que facilitan su identificación incluyen pruebas bioquímicas como: oxidasa negativa, indol positivo, lactosa positiva y citrato negativo (7, 8, 9, 10).

E. coli es microbiota en el tracto gastrointestinal de las aves y animales poiquilothermos; aunque la mayoría de las cepas de este microorganismo son comensales, algunas son virulentas y capaces de inducir enfermedades en las aves como agente causal, o bien, como patógeno secundario. Hay cepas patógenas de *E. coli* que causan diarrea (DEC), dentro esta clasificación hay seis patotipos: enteropatógeno (EPEC), productor de toxina shiga (STEC), enteroagregativo (EAEC), enterotoxigénico (ETEC), enteroinvasivo (EIEC) y *E. coli* de adherencia difusa (DAEC). Por otro lado, se encuentra la *E. coli* extraintestinal (ExPEC), la *E. coli* uropatógena (UPEC) que causa infecciones del tracto urinario y *E. coli* asociada a meningitis neonatal (NMEC), se encuentran dentro de este grupo (51, 71). La *E. coli* patógena aviar (APEC) es un miembro de ExPEC (49).

Entre otras características descritas en las cepas APEC se encuentra la producción de colicina V (Col V), expresión de fimbria tipo F1, letalidad embrionaria, resistencia al complemento, presencia de cápsula, producción de citotoxinas, así como la pertenencia a serogrupos específicos en enfermedades avícolas: O1, O2, O78 y O no tipificable (52, 53, 54, 63).

Las condiciones patológicas más comunes que provoca la colibacilosis en aves son la perihepatitis, pericarditis y aerosaculitis; aunque también pueden encontrarse otras patologías tales como coligranuloma, onfalitis, orquitis, síndrome de la cabeza hinchada, celulitis, sinovitis, osteomielitis, artritis y panoftalmitis (11, 12, 13, 14, 15). Las lesiones que se presentan generalmente en gallinas de postura son la infección del saco vitelino, salpingitis y peritonitis (16, 17). La manifestación más severa de la colibacilosis aviar es la septicemia (colisepticemia). En conjunto, todas ellas

provocan grandes pérdidas económicas en la industria avícola debido al retraso en el crecimiento, conversión alimentaria ineficiente, aumento en el decomiso en la planta de procesamiento y aumento en la morbilidad y mortalidad (11, 18, 19). Aunque en México no se tienen las cifras exactas del impacto económico causado por la colibacilosis, se estima que son elevadas, ya que afectan el precio y la calidad del producto.

Actualmente, la medida más usada para controlar la colibacilosis causada por APEC es el uso de agentes antimicrobianos, que se han utilizado por más de seis décadas en la avicultura para la prevención y el tratamiento de estas infecciones bacterianas además de ser usadas como promotores de crecimiento (20, 21, 22). El uso de agentes antimicrobianos en la producción animal ha creado varios efectos adversos, tales como cambios en la biota intestinal, presencia de antibióticos residuales en productos alimenticios y la resistencia antimicrobiana (15, 23).

La alta incidencia de resistencia antimicrobiana está asociada a la capacidad de adaptación de las bacterias, denotando dos tipos de resistencia: la resistencia innata y resistencia adquirida. La resistencia innata es una propiedad natural de cada grupo bacteriano; un ejemplo de esto es la resistencia de los micoplasmas ante los beta-lactámicos dado que carecen de pared celular, el cual es el sitio de acción de estos antimicrobianos (25, 29, 38, 39, 40, 41).

Por otro lado, la resistencia adquirida se da por mutaciones en ciertos genes (sustituciones o deleciones) y por la adquisición de ADN externo por medio de la transferencia horizontal de genes (conjugación, transformación y transducción), mediada por plásmidos, transposones y bacteriófagos (30, 42, 43).

Las bacterias se hacen resistentes a los antimicrobianos desarrollando estrategias que impiden al antibiótico ejercer su mecanismo de acción; entre ellos son fundamentales cuatro: inactivación del fármaco, limitación de la absorción del fármaco, modificación del sitio diana y eflujo del fármaco activo (44, 45).

El uso de antimicrobianos en los animales y en su alimento tiene implicaciones importantes en la salud pública; ya que selecciona y mantiene un reservorio de bacterias capaces de transmitir la resistencia a patógenos humanos. En el 2015, en Estados Unidos de América, el 62 % de los 34.3 millones de libras de antibióticos vendidos fueron destinados para animales. A pesar de la creciente preocupación de la salud pública, la cantidad de antibióticos vendidos y distribuidos para el uso en animales aumento entre 2009 y 2015 (24). Sin embargo, la industria pecuaria no es la única responsable del desarrollo de las bacterias RAM (resistencia antimicrobiana), en el sector de la salud pública se realizan prácticas y actividades que funcionan como impulsores para que la RAM crezca, entre ellos se encuentran: la falta de conocimiento farmacéutico, mala praxis por parte del personal médico, escasez de nuevos antibióticos, mala gestión de aguas residuales y antibióticos remanentes en el medio ambiente (31, 32, 33, 34). Las bacterias RAM pueden surgir y transmitirse a los humanos a través del consumo y la manipulación de alimentos de origen animal; se ha demostrado que éstos, particularmente la carne, son un reservorio significativo de bacterias resistentes. Pueden propagarse a través de las fronteras mediante el comercio y los viajes, por lo tanto, se consideran un problema global; que afecta a países en desarrollo y países industrializados (25, 26). Todas estas cuestiones han posicionado a la resistencia antimicrobiana como uno de los

problemas más graves para la salud humana, dada la mayor severidad de las enfermedades, tratamientos médicos poco efectivos, exacerbada morbilidad y mortalidad, tanto humana como animal (22, 27, 28).

Objetivo

El objetivo de este trabajo fue identificar la susceptibilidad a diferentes antimicrobianos en cepas de *Escherichia coli* obtenidas de la mortalidad de pollitas de reemplazo de una semana de edad de dos estirpes de gallina de postura ligera.

Hipótesis

Las cepas de *E. coli* aisladas a partir de diferentes órganos (hígado, pulmón, médula ósea y saco vitelino) de pollitas de reemplazo de dos estirpes de gallinas de postura ligeras de una empresa del estado de Jalisco presentarán resistencia a los fármacos evaluados en el presente estudio similares a los descritos previamente en cepas APEC.

II. Material y métodos

Cepas de *Escherichia coli*

Se utilizaron 66 cepas de *Escherichia coli* conservadas en viales con medio de cultivo Dorset, todas fueron sometidas a pruebas bioquímicas para la identificación de las bacterias. Estos aislamientos se obtuvieron previamente de una empresa de gallinas de postura ubicada en el estado de Jalisco. Las muestras fueron obtenidas de la mortalidad de pollitas de reemplazo de una semana de edad, a partir de diferentes órganos (hígado, pulmón, médula ósea y saco vitelino). Las pollitas pertenecían a dos estirpes de gallina de postura ligera; 40 de las cepas pertenecían a la estirpe A y los 26 restantes a la B.

Susceptibilidad antimicrobiana

Se realizó la prueba de susceptibilidad a los antimicrobianos por medio del método de Kirby-Bauer. Este método consiste en sembrar 1 colonia en 4 ml de caldo nutritivo e incubar a 37°C hasta lograr una suspensión bacteriana a una densidad igual al tubo No. 0.5 del Nefelómetro de McFarland (concentración de 10^5 Unidades Formadoras de Colonia/ml). La suspensión se sembró a estría cerrada en diferentes direcciones en agar Müeller-Hinton, después se colocaron los discos para sensibilidad y se incubó por 18 a 24 horas a 37°C. Después de este tiempo se realizó la lectura al medir el diámetro del halo de inhibición con un vernier y se comparó el resultado con tablas del Instituto de Normas Clínicas y de Laboratorio (31), para determinar la susceptibilidad de las bacterias si el microorganismo es sensible, intermedio o resistente.

Se emplearon 11 antimicrobianos comúnmente utilizados en el sector veterinario y de salud pública: enrofloxacina (ENR, 5 µg, Productos Biológicos de México, S. A.), gentamicina (CN, 120 µg, OXOID), azitromicina (AZM, 15 µg, OXOID), sulfametoxazol con trimetoprim (SXT, 25 µg, OXOID), ceftriaxona, (CRO, 30 µg, OXOID), oxitetraciclina, (OXI, 30 µg, Productos Biológicos de México, S. A.), doxiciclina, (DOX, 30 µg, BD BBL), amikacina, (AK, 30 µg, OXOID), ceftiofur, (EFT, 30 µg, OXOID), sulfacloropiridacina sódica con trimetoprim (SUL, 23.75 µg/1.25 µg, Cosumix Plus) y amoxicilina con ácido clavulánico (AMC, 30 µg, OXOID), para observar la susceptibilidad de las 66 cepas de este estudio.

III. Resultados

El método de Kirby-Bauer demostró que las 66 cepas son resistentes por lo menos a un antimicrobiano. Se encontraron elevados índices de resistencia para la mayoría de los antimicrobianos (Cuadro 1).

La oxitetraciclina fue el antimicrobiano al cual mostraron mayor resistencia, con el 100 % (66 cepas), en el polo opuesto se encuentra la amikacina; 4.54 % (3 cepas) fue resistente.

Como se observa en el cuadro 2, el porcentaje de resistencia entre las cepas de la estirpe A y la B fue similar para seis antimicrobianos (doxiciclina, oxitetraciclina, ceftriaxona, ceftiofur, amoxicilina con ácido clavulánico y amikacina).

La oxitetraciclina, doxiciclina, ceftriaxona, ceftiofur, amoxicilina con ácido clavulánico, enrofloxacina, sulfacloropiridacina con trimetoprim y sulfametoxazol con trimetoprim en ambas estirpes tuvieron una resistencia superior al 50 %. En la estirpe A el 100 % (40 cepas) fueron resistentes ante la oxitetraciclina y doxiciclina,

la estirpe B (26 cepas) fue resistente en su totalidad a la oxitetraciclina y 88.46 % a la doxiciclina (23 cepas).

Se hallaron 23 patrones de resistencia en ambas estirpes, los más frecuentes fueron: ENR, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT y SUL, presentes en 19 cepas, seguidos del AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT y SUL, en 6 cepas y el tercer patrón de resistencia más común fue el ENR, CRO, OXI, DOX y EFT, en 6 cepas (Cuadro 3).

Se observaron 17 patrones de resistencia para la estirpe A, el patrón ENR, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL fue el que más se encontró, en un total de 15 cepas (Cuadro 4); y 12 patrones de resistencia para la estirpe B, el patrón AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL, se repitió en unas 5 cepas, posicionándose como el patrón dominante (Cuadro 5).

La cepa más resistente de la estirpe A fue obtenida a partir de medula ósea, resistente a los 11 antimicrobianos (enrofloxacina, gentamicina, azitromicina, sulfametoxazol con trimetoprim, ceftriaxona, oxitetraciclina, doxiciclina, amikacina, ceftiofur, sulfacloropiridacina sódica con trimetoprim y amoxicilina con ácido clavulánico) y las más susceptible obtenida del saco vitelino, susceptible a 9 antimicrobianos (enrofloxacina, gentamicina, azitromicina, sulfametoxazol con trimetoprim, ceftriaxona, amikacina, ceftiofur, sulfacloropiridacina sódica con trimetoprim y amoxicilina con ácido clavulánico), solo resistente a doxiciclina y a oxitetraciclina. Mientras que, en la estirpe B, la cepa más resistente proviene de medula ósea resistente a 10 antimicrobianos (enrofloxacina, gentamicina, azitromicina, sulfametoxazol con trimetoprim, ceftriaxona, oxitetraciclina, doxiciclina, ceftiofur, sulfacloropiridacina sódica con trimetoprim y amoxicilina con ácido

clavulánico), solo susceptible a la amikacina, por otro lado, la cepa menos resistente fue obtenida también de medula ósea únicamente resistente a la oxitetraciclina.

IV. Discusión

Las infecciones por APEC son responsables de pérdidas económicas significativas en la industria avícola de todo el mundo debido a la alta mortalidad, el decomiso de canales, disminución en la producción de huevo y descenso de otros parámetros productivos (32,33).

En el presente estudio se pudo observar la elevada resistencia presente en las 66 cepas provenientes de dos estirpes (A y B) de pollitas de reemplazo ligeras desafiadas ante 11 antimicrobianos que son usados en la industria avícola. El 100 % de las cepas fueron resistente a la oxitetraciclina y el 95.4 % a la doxiciclina. En un trabajo realizado por *Han et al.* (34) reportaron una resistencia del 100 % ante la oxitetraciclina (Shandong, China en 2020) y *Zhang et al.* (35) una resistencia del 84.76 % ante la oxitetraciclina y un 70.12 % a la doxiciclina (norte de China en 2012). No obstante, la doxiciclina y la oxitetraciclina no fueron los únicos antimicrobianos con altos índices de resistencia, se mostró una resistencia superior al 50 % en otros 6 antimicrobianos: ceftriaxona (89.3 %), ceftiofur (87.7 %), amoxicilina con ácido clavulánico (74.2 %), enrofloxacin (72.7 %), sulfacloropiridacina con trimetoprim (65.9 %) y sulfametoxazol con trimetoprim (59 %). *Meguenni et al.* (36) lograron identificar una resistencia del 66.6 % contra sulfametoxazol con trimetoprim y 83.3 % en amoxicilina con ácido clavulánico (zona centro de Argelia en 2019), mientras

que Xu *et al.* (37) encontraron una resistencia del 58.49 % en el sulfametoxazol con trimetoprim (este de China en 2019), y Hess *et al.* (55) reportaron una resistencia de 6.22 % en gentamicina, oxitetraciclina del 53.59 % y sulfametoxazol del 95.22 % (Viena, Austria en 2022). Persoons *et al.* (64) mencionaron altos índices de resistencia hacia ceftiofur con un 63 % (Marelkebe, Bélgica en 2010), McDonald *et al.* (65) notificaron que solo el 1.9 % de las cepas de su estudio eran resistentes a la azitromicina (Ontario, Canadá en 2018) y por último Jiménez-Belenguer *et al.* (66) informaron que todas las cepas fueron sensibles a la ceftriaxona (Valencia, España en 2016). No se encontraron estudios que desafiaron a la sulfacloropiridacina con trimetoprim frente a cepas APEC, no obstante, al ser una sulfonamida al igual que el sulfametoxazol con trimetoprim, se especula que los resultados sean similares.

En México Rosario *et al.* (46) describieron que el sulfametoxazol con trimetoprim presentaron una resistencia del 72.4 % y la gentamicina 5.3 %, además de presentar 25 patrones de resistencia (México, 2005), el más común fue ENO (Enrofloxacin), CIP (Ciprofloxacino) y STX (Sulfametoxazol con trimetoprim), presente en 13 cepas, en este estudio se lograron identificar 19 patrones de resistencia antimicrobianos para la estirpe A y 13 perfiles de resistencia para la estirpe B. Mientras que Ramírez *et al.* (67) reportaron una resistencia del 28.6 % del sulfametoxazol con trimetoprim y 1.3% a la amikacina (Aguascalientes, México en 2013).

Las muestras que se compararon con las de este estudio fueron recolectadas de diversas fuentes, Hess *et al.* y Rosario *et al.* obtuvieron sus muestras de gallinas de postura mientras que Jiménez-Belenguer *et al.* de pollitas de gallinas ligeras; por otro lado, Han *et al.*, Zhang *et al.*, Meguenni *et al.*, Xu *et al.*, Persoons *et al.* y

McDonald *et al.* obtuvieron sus muestras a partir de pollo de engorda; y Ramirez *et al.* recabaron sus muestras de agua del río de San Pedro del estado de Aguascalientes.

Los valores de resistencia obtenidos en México y los países antes mencionados tuvieron ciertas variaciones entre ellos, pero la diferencia no fue tan alta. La amikacina y azitromicina fueron los antimicrobianos más efectivos en contra de las cepas APEC mientras que la oxitetraciclina y doxiciclina a los que fueron más resistentes.

La oxitetraciclina y la doxiciclina pertenecen a la familia de las tetraciclinas, las cuales son antibióticos de amplio espectro que desempeñan una actividad bactericida al prevenir la síntesis de proteínas bacterianas; han sido ampliamente utilizados en la prevención y tratamiento de enfermedades avícolas; sin embargo, su administración conduce directamente a la producción de resistencia a los medicamentos. Hasta el momento, se han identificado más de 40 tipos de genes de resistencia a la tetraciclina, los genes *tetA*, *tetB*, *tetC* y *tetM* son los más usuales (68, 69). Estos genes se transfieren fácilmente entre bacterias a través de plásmidos o transposones, lo que genera una amplia resistencia a los medicamentos. Muchos genes de eflujo activo (*tetA*, *tetB* y *tetC*) y los genes de protección ribosomal (*tetM*, *tetW*, *tetO*, *tetK* y *tetL*) existen en bacterias gramnegativas (70).

Los genes de resistencia a la tetraciclina: *tetA* y *tetB* también se han encontrado en todas las *E. coli* resistentes a la tetraciclina aisladas de pollos y cerdos sanos de acuerdo con lo reportado por Zhang *et al.* (35).

Debido a los elevados índices de resistencia antimicrobiana en cepas aisladas de diversos orígenes, ha aumentado el interés por alternativas naturales; las plantas medicinales y los hongos representan una parte esencial de la medicina tradicional y se han utilizado a lo largo de la historia como tratamientos para diferentes patologías. Este efecto de las plantas medicinales se debe a que contienen fitoquímicos que pueden tratar enfermedades por sus efectos antioxidantes, antiinflamatorias, además de tener propiedades antimicrobianas. Estos fitoquímicos se pueden obtener mediante la preparación de extractos de plantas o aceites esenciales (AE), tales como el cinamaldehído (canela), eugenol (clavo), cuminaldehído (comino), timol y calvacrol (orégano), ácidos fenólicos (pimienta), borneol (romero), sulfuro de dialilo y alicina (ajo) y geraniol (*fructus Tsaoko*), que provocan alteraciones en la membrana celular, provocando la ruptura de la membrana celular, el bloqueo de los sistemas enzimáticos, la interrupción del intercambio iónico, las alteraciones del gradiente de pH y el potencial eléctrico de la fuerza motriz de los protones (57, 58, 59)

Desafortunadamente la información sobre la granja en la que se obtuvieron las muestras del presente estudio es casi inexistente, por lo cual se desconoce el foco de infección; sin embargo, de acuerdo con Osman *et al.* (47) y a Banach *et al.* (48), se puede suponer que las cepas aisladas pudieron haberse adquirido mediante la transmisión horizontal (polvo y fómites) o transmisión vertical (gallinas reproductoras infectadas o contaminación del huevo fértil en la incubadora).

El control de las infecciones por APEC en las aves de corral depende principalmente de la implementación adecuada de las medidas de bioseguridad, descontaminación,

desinfección y evitar factores ambientales estresantes. La ejecución oportuna del calendario de vacunación en contra de Bronquitis infecciosa aviar, Enfermedad de *Newcastle* y *Mycoplasma gallisepticum* ha demostrado que reduce la incidencia de APEC. Entre estas vacunas se encuentran las que confieren protección contra la colibacilosis, como aquella que contiene una cepa atenuada de *E. coli* del serotipo 078 y la aquella que contiene antígenos fimbriales F11 y flagelares FT disponibles comercialmente para uso en pollos (49, 50); sin embargo, el principal inconveniente de estas vacunas es la falta de protección contra infecciones de cepas heterólogas de APEC. No obstante, Lozica *et al.* (60) usaron una vacuna autógena en el cual se incluyó una cepa obtenida de la mortalidad de aves muertas en una granja de Croacia, administrando 0.3 ml por vía intramuscular para cada ave. La inmunogenicidad de la vacuna se probó mediante la determinación de los niveles de anticuerpos específicos en los sueros de las aves utilizando ELISA. Poco después de la vacunación, las tasas de morbilidad y mortalidad disminuyeron significativamente y mejoró la producción de huevos.

Según la Agencia Europea de Medicamentos (EMA, por sus siglas en inglés European Medicines Agency's), los antibióticos se clasifican según las posibles consecuencias para la salud pública del aumento de la RAM debido a su uso en animales. En la categorización de EMA, hay cuatro categorías, A (Evitar), B (Restringir), C (Precaución) y D (Prudencia). En este estudio el ceftiofur y la enrofloxacin pertenecen a la categoría B, la amikacina, gentamicina y amoxicilina con ácido clavulánico a la categoría C, por último, la oxitetraciclina, la doxiciclina,

sulfametoxazol con trimetoprim y sulfacloropiridazina con trimetoprim a la categoría D (56).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), considera a las quinolonas, macrólidos, cetólidos, glucopéptidos y cefalosporinas de tercera y cuarta generación como medicamentos de máxima prioridad para el tratamiento de enfermedades humanas (61). Lamentablemente el uso incorrecto de los antimicrobianos tanto en la salud pública como en la medicina veterinaria fomenta la propagación de las RAM. Un ejemplo de esto es el estudio que se realizó en el 2021 en Brasil con 26 médicos veterinarios que trabajan con gallinas productoras de huevo y sus conocimientos sobre las RAM; si bien no les era desconocido el tema, la mayoría no creía que los huevos fueran portadores de bacterias resistente o que persistieran en el medio ambiente. Por lo tanto, las prácticas veterinarias se pueden mejorar considerando las guías nacionales e internacionales sobre resistencia a los antimicrobianos para minimizar el desarrollo de resistencia (62).

V. Conclusiones

En el presente estudio se logró observar altos índices de resistencia bacteriana en las 66 cepas de ambas estirpes. En estas hubo una resistencia superior al 50 % en ocho antimicrobianos (oxitetraciclina, doxiciclina, ceftriaxona, ceftiofur, amoxicilina con ácido clavulánico, enrofloxacina, sulfacloropiridazina con trimetoprim y sulfametoxazol con trimetoprim. Solo tres antimicrobianos tuvieron una resistencia inferior al 20 % (gentamicina, azitromicina y amikacina).

Las cepas de la estirpe A (40) y B (26) fueron resistentes en un 100 % a la oxitetraciclina, por otro lado, solo tres cepas de la estirpe A resistieron a la amikacina, convirtiéndose en el antimicrobiano con menor resistencia (7.5 %).

a) Referencias

1. Quintana López JA. Avitecnia: Manejo de las Aves Domésticas más Comunes. 4ta Edición. México: Editorial Trillas; 2011.
2. Unión Nacional de Avicultores. Compendio de Indicadores Económicos del Sector Avícola 2022. México; 2022.
3. Huang CM, Lee TT. Immunomodulatory effects of phytogenics in chickens and pigs - A review. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2018 May;31(5):617-627.
4. Shini S, Huff GR, Shini A, Kaiser P. Understanding stress-induced immunosuppression: exploration of cytokine and chemokine gene profiles in chicken peripheral leukocytes. *Poult Sci.* 2010 Apr;89(4):841-51.
5. Dalia AM, Loh TC, Sazili AQ, Jahromi MF, Samsudin AA. Effects of vitamin E, inorganic selenium, bacterial organic selenium, and their combinations on immunity response in broiler chickens. *BMC Vet Res.* 2018 Aug 24;14(1):249.
6. Carter GR, Claus GW, Chengappa MM. *Bacteriología y Micología Veterinaria, Aspectos generales.* México: El Manual Moderno, 1994.
7. Aguilar Romero F, Anguiano Báez R, Atilano López D, et al. *Atlas Fotográfico de Laboratorio de Bacteriología y Micología Veterinarias.* 1ª Edición. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2014.
8. Gyles CL, Prescott JF, Songer JG, Theon CO. *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals.* Third Edition. USA: Blackwell Publish, 2014.
9. Quinn PJ, Markey BK, Carter ME, Donnelly WJC, Leonard FC, Maghire D. *Microbiología y enfermedades infecciosas veterinarias.* España: Editorial ACRIBIA, 2002.
10. Nolan LK, Barnes JH, Vaillancourt J-P, Abdul-Aziz T, Logue CM. Colibacillosis. In: *Diseases of Poultry.* 13th Ed. Wiley-Blackwell; 2013. p. 751–805.
11. Guabiraba R, Schouler C. Avian colibacillosis: still many black holes. *FEMS Microbiol Lett.* 2015 Aug;362(15).

12. Ibrahim RA, Cryer TL, Lafi SQ, Basha EA, Good L, Tarazi YH. Identification of *Escherichia coli* from broiler chickens in Jordan, their antimicrobial resistance, gene characterization and the associated risk factors. *BMC Vet Res.* 2019 May 22;15(1):159.
13. Oladokun S, Adewole DI. Biomarkers of heat stress and mechanism of heat stress response in Avian species: Current insights and future perspectives from poultry science. *J Therm Biol.* 2022 Dec; 110:103332.
14. Chansiripornchai N, Ramasoota P, Sasipreeyajan J, Svenson SB. Differentiation of avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC) strains by random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. *Vet Microbiol.* 2001 May 3;80(1):75-83.
15. Subedi M, Luitel H, Devkota B, Bhattarai RK, Phuyal S, Panthi P, Shrestha A, Chaudhary DK. Antibiotic resistance pattern and virulence genes content in avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC) from broiler chickens in Chitwan, Nepal. *BMC Vet Res.* 2018 Mar 27;14(1):113.
16. Monroy MA, Knöbl T, Bottino JA, Ferreira CS, Ferreira AJ. Virulence characteristics of *Escherichia coli* isolates obtained from broiler breeders with salpingitis. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis.* 2005 Jan;28(1):1-15.
17. Jordan FT, Williams NJ, Wattret A, Jones T. Observations on salpingitis, peritonitis and salpingoperitonitis in a layer breeder flock. *Vet Rec.* 2005 Nov 5;157(19):573-7.
18. Delgado MP, González DA, Rodríguez LE, Robles LE, Rodríguez SH, Santoyo RM. El plásmido ColV iss+ confiere resistencia al complemento en *Escherichia coli* Patogénica Aviar. *Archivos de Medicina;* 2014, Vol.10 No. 1:3.
19. Stehling EG, Yano T, Brocchi M, da Silveira WD. Characterization of a plasmid-encoded adhesin of an avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC) strain isolated from a case of swollen head syndrome (SHS). *Vet Microbiol.* 2003 Aug 29;95(1-2):111-20.

20. Chantziaras I, Smet A, Filippitzi ME, Damiaans B, Haesebrouck F, Boyen F, Dewulf J. The effect of a commercial competitive exclusion product on the selection of enrofloxacin resistance in commensal *E. coli* in broilers. *Avian Pathol.* 2018 Oct;47(5):443-454.
21. Chalmers G, Cormier AC, Nadeau M, Côté G, Reid-Smith RJ, Boerlin P. Determinants of virulence and of resistance to ceftiofur, gentamicin, and spectinomycin in clinical *Escherichia coli* from broiler chickens in Québec, Canada. *Vet Microbiol.* 2017 May; 203:149-157.
22. Jiménez-Belenguer A, Doménech E, Villagrà A, Fenollar A, Ferrús MA. Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* isolated in newly-hatched chickens and effect of amoxicillin treatment during their growth. *Avian Pathol.* 2016 Aug;45(4):501-7.
23. Yassin AK, Gong J, Kelly P, Lu G, Guardabassi L, Wei L, Han X, Qiu H, Price S, Cheng D, Wang C. Antimicrobial resistance in clinical *Escherichia coli* isolates from poultry and livestock, China. *PLoS One.* 2017 Sep 21;12(9).
24. Davis GS, Waits K, Nordstrom L, Grande H, Weaver B, Papp K, Horwinski J, Koch B, Hungate BA, Liu CM, Price LB. Antibiotic-resistant *Escherichia coli* from retail poultry meat with different antibiotic use claims. *BMC Microbiol.* 2018 Nov 3;18(1):174.
25. Nahar A, Awasthi SP, Hatanaka N, Okuno K, Hoang PH, Hassan J, Hinenoya A, Yamasaki S. Prevalence and characteristics of extended-spectrum β -lactamase-producing *Escherichia coli* in domestic and imported chicken meats in Japan. *J Vet Med Sci.* 2018 Mar 30;80(3):510-517.
26. Abdelgader SA, Shi D, Chen M, Zhang L, Hejair HMA, Muhammad U, Yao H, Zhang W. Antibiotics Resistance Genes Screening and Comparative Genomics Analysis of Commensal *Escherichia coli* Isolated from Poultry Farms between China and Sudan. *Biomed Res Int.* 2018 Aug 26;2018.27. Nhung NT, Chansiripornchai N, Carrique-Mas JJ. Antimicrobial Resistance in Bacterial Poultry Pathogens: A Review. *Front Vet Sci.* 2017 Aug 10; 4:126.

28. Matin MA, Islam MA, Khatun MM. Prevalence of colibacillosis in chickens in greater Mymensingh district of Bangladesh. *Vet World*. 2017 Jan;10(1):29-33.
29. Kapoor G, Saigal S, Elongavan A. Action and resistance mechanisms of antibiotics: A guide for clinicians. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2017 Jul-Sep;33(3):300-305.
30. Blair JM, Webber MA, Baylay AJ, Ogbolu DO, Piddock LJ. Molecular mechanisms of antibiotic resistance. *Nat Rev Microbiol*. 2015 Jan;13(1):42-51.
31. The Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing CLSI supplement M100S. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA. 2016. 256.
32. Schouler C, Schaeffer B, Brée A, Mora A, Dahbi G, Biet F, Oswald E, Mainil J, Blanco J, Moulin-Schouleur M. Diagnostic strategy for identifying avian pathogenic *Escherichia coli* based on four patterns of virulence genes. *J Clin Microbiol*. 2012 May;50(5):1673-8.
33. Rojas TC, Maluta RP, Parizzi LP, Koenigkan LV, Yang J, Yu J, Pereira GA, Dias da Silveira W. Genome Sequences of Avian Pathogenic *Escherichia coli* Strains Isolated from Brazilian Commercial Poultry. *Genome Announc*. 2013 Mar 21;1(2).
34. Han T, Zhang Q, Liu N, Wang J, Li Y, Huang X, Liu J, Wang J, Qu Z, Qi K. Changes in antibiotic resistance of *Escherichia coli* during the broiler feeding cycle. *Poult Sci*. 2020 Dec;99(12).
35. Zhang T, Wang CG, Lv JC, Wang RS, Zhong XH. Survey on tetracycline resistance and antibiotic-resistant genotype of avian *Escherichia coli* in North China. *Poult Sci*. 2012 Nov;91(11).
36. Meguenni N, Chanteloup N, Tourtereau A, Ahmed CA, Bounar-Kechih S, Schouler C. Virulence and antibiotic resistance profile of avian *Escherichia coli* strains isolated from colibacillosis lesions in central of Algeria. *Vet World*. 2019 Nov;12(11).

37. Xu X, Sun Q, Zhao L. Virulence Factors and Antibiotic Resistance of Avian Pathogenic *Escherichia Coli* in Eastern China. *J Vet Res.* 2019 Sep 13;63(3):317-320.
38. Reygaert WC. An overview of the antimicrobial resistance mechanisms of bacteria. *AIMS Microbiol.* 2018 Jun 26;4(3):482-501.
39. Peterson E, Kaur P. Antibiotic Resistance Mechanisms in Bacteria: Relationships Between Resistance Determinants of Antibiotic Producers, Environmental Bacteria, and Clinical Pathogens. *Front Microbiol.* 2018 Nov 30; 9:2928.
40. Calvo J, Martínez-Martínez L. Mecanismos de acción de los antimicrobianos [Antimicrobial mechanisms of action]. *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 2009 Jan;27(1):44-52.
41. Conn GL, Bavro VN, Davies C. Editorial: Bacterial Mechanisms of Antibiotic Resistance: A Structural Perspective. *Front Mol Biosci.* 2019 Aug 14; 6:71.
42. Awad A, Arafat N, Elhadidy M. Genetic elements associated with antimicrobial resistance among avian pathogenic *Escherichia coli*. *Ann Clin Microbiol Antimicrob.* 2016 Nov 25;15(1):59.
43. Bass L, Liebert CA, Lee MD, Summers AO, White DG, Thayer SG, Maurer JJ. Incidence and characterization of integrons, genetic elements mediating multiple-drug resistance, in avian *Escherichia coli*. *Antimicrob Agents Chemother.* 1999 Dec;43(12):2925-9.
44. Tenover FC. Mechanisms of antimicrobial resistance in bacteria. *Am J Med.* 2006 Jun;119(6 Suppl 1): S3-10; discussion S62-70.
45. Stratton CW. Mechanisms of bacterial resistance to antimicrobial agents. *J Med Liban.* 2000 Jul-Aug;48(4)
46. Rosario CC, Puente JL, Verdugo-Rodríguez A, Anderson RC, Eslava CC. Phenotypic characterization of ipaH+ *Escherichia coli* strains associated with yolk sac infection. *Avian Dis.* 2005 Sep;49(3):409-17.

47. Osman KM, Kappell AD, Elhadidy M, ElMougy F, El-Ghany WAA, Orabi A, Mubarak AS, Dawoud TM, Hemeg HA, Moussa IMI, Hessain AM, Yousef HMY. Poultry hatcheries as potential reservoirs for antimicrobial-resistant *Escherichia coli*: A risk to public health and food safety. *Sci Rep*. 2018 Apr 11;8(1):5859.
48. Banach M, Tymczyzna L, Chmielowiec-Korzeniowska A, Pulit-Prociak J. Nanosilver Biocidal Properties and Their Application in Disinfection of Hatchers in Poultry Processing Plants. *Bioinorg Chem Appl*. 2016; 2016:5214783.
49. Kathayat D, Lokesh D, Ranjit S, Rajashekara G. Avian Pathogenic *Escherichia coli* (APEC): An Overview of Virulence and Pathogenesis Factors, Zoonotic Potential, and Control Strategies. *Pathogens*. 2021 Apr 12;10(4):467.
50. Nguyen TTT, Allan B, Wheler C, Köster W, Gerdt V, Dar A. Avian antimicrobial peptides: in vitro and in ovo characterization and protection from early chick mortality caused by yolk sac infection. *Sci Rep*. 2021 Jan 22;11(1):2132.
51. Pais S, Costa M, Barata AR, Rodrigues L, Afonso IM, Almeida G. Evaluation of Antimicrobial Resistance of Different Phylogroups of *Escherichia coli* Isolates from Feces of Breeding and Laying Hens. *Antibiotics (Basel)*. 2022 Dec 23;12(1):20.
52. Gambi L, Rossini R, Menandro ML, Franzo G, Valentini F, Tosi G, D'Incau M, Fiorentini L. Virulence Factors and Antimicrobial Resistance Profile of *Escherichia Coli* Isolated from Laying Hens in Italy. *Animals (Basel)*. 2022 Jul 15;12(14):1812.
53. Someya A, Otsuki K, Murase T. Characterization of *Escherichia coli* strains obtained from layer chickens affected with colibacillosis in a commercial egg-producing farm. *J Vet Med Sci*. 2007 Oct;69(10):1009-14.
54. Gibbs PS, Maurer JJ, Nolan LK, Wooley RE. Prediction of chicken embryo lethality with the avian *Escherichia coli* traits complement resistance, colicin V production, and presence of the increased serum survival gene cluster (iss). *Avian Dis*. 2003 Apr-Jun;47(2):370-9.
55. Hess C, Troxler S, Jandreski-Cvetkovic D, Zloch A, Hess M. *Escherichia coli* Isolated from Organic Laying Hens Reveal a High Level of Antimicrobial

Resistance despite No Antimicrobial Treatments. *Antibiotics* (Basel). 2022 Mar 30;11(4):467.

56. Rivera-Gomis J, Marín P, Martínez-Conesa C, Otal J, Jordán MJ, Escudero E, Cubero MJ. Antimicrobial Resistance of *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* and *Enterococcus faecalis* Commensal Isolates from Laying Hen Farms in Spain. *Animals* (Basel). 2021 Apr 29;11(5):1284.

57. Ortega-Lozano AJ, Hernández-Cruz EY, Gómez-Sierra T, Pedraza-Chaverri J. Antimicrobial Activity of Spices Popularly Used in Mexico against Urinary Tract Infections. *Antibiotics* (Basel). 2023 Feb 3;12(2):325.

58. Hassan WH, Salam HSH, Hassan WM, Shany SAS, Osman GSI. Effect of aromatic oils on the expression of some virulence-associated and antimicrobial resistance genes of *Escherichia coli* isolated from broilers. *J Adv Vet Anim Res*. 2022 Jun 26;9(2):191-202.

59. Guo W, Qiu M, Pu Z, Long N, Yang M, Ren K, Ning R, Zhang S, Peng F, Sun F, Dai M. Geraniol-a potential alternative to antibiotics for bovine mastitis treatment without disturbing the host microbial community or causing drug residues and resistance. *Front Cell Infect Microbiol*. 2023 Feb 16; 13:1126409.

60. Lozica L, Morteza Gholi CS, Kela A, Lošić I, Horvatek Tomić D, Gottstein Ž. Autogenous *Escherichia coli* Vaccine Application as an Innovative Antimicrobial Therapy in Poultry Farming-A Case Report. *Vaccines* (Basel). 2022 Sep 19;10(9):1567.

61. Collignon PJ, Conly JM, Andremont A, McEwen SA, Aidara-Kane A; World Health Organization Advisory Group, Bogotá Meeting on Integrated Surveillance of Antimicrobial Resistance (WHO-AGISAR); Agerso Y, Andremont A, Collignon P, Conly J, Dang Ninh T, Donado-Godoy P, Fedorka-Cray P, Fernandez H, Galas M, Irwin R, Karp B, Matar G, McDermott P, McEwen S, Mitema E, Reid-Smith R, Scott HM, Singh R, DeWaal CS, Stelling J, Toleman M, Watanabe H, Woo GJ. World Health Organization Ranking of Antimicrobials According to Their Importance in Human Medicine: A Critical Step for Developing Risk Management Strategies to

Control Antimicrobial Resistance From Food Animal Production. *Clin Infect Dis*. 2016 Oct 15;63(8):1087-1093.

62. Torres MC, Vieira TR, Cardoso MRI, Siqueira FM, Borba MR. Perception of poultry veterinarians on the use of antimicrobials and antimicrobial resistance in egg production. *Poult Sci*. 2022 Sep;101(9):101987.

63. Nolan LK, Barnes JH, Vaillancourt J-P, Abdul-Aziz T, Logue CM. Colibacillosis. In: *Diseases of Poultry*. 13th Ed. Wiley-Blackwell; 2013. p. 751–805.

64. Persoons D, Haesebrouck F, Smet A, Herman L, Heyndrickx M, Martel A, Catry B, Berge AC, Butaye P, Dewulf J. Risk factors for ceftiofur resistance in *Escherichia coli* from Belgian broilers. *Epidemiol Infect*. 2011 May;139(5):765-71.

65. MacDonald AM, Jardine CM, Susta L, Slavic D, Nemeth NM. Survey for Bacteria and Antimicrobial Resistance in Wild Turkeys (*Meleagris gallopavo*) in Ontario, Canada. *Avian Dis*. 2018 Jun;62(2):184-188.

66. Jiménez-Belenguer A, Doménech E, Villagrà A, Fenollar A, Ferrús MA. Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* isolated in newly-hatched chickens and effect of amoxicillin treatment during their growth. *Avian Pathol*. 2016 Aug;45(4):501-7.

67. Ramírez Castillo FY, Avelar González FJ, Garneau P, Márquez Díaz F, Guerrero Barrera AL, Harel J. Presence of multi-drug resistant pathogenic *Escherichia coli* in the San Pedro River located in the State of Aguascalientes, Mexico. *Front Microbiol*. 2013 Jun 17; 4:147.

68. Kazimierczak KA, Rincon MT, Patterson AJ, Martin JC, Young P, Flint HJ, Scott KP. A new tetracycline efflux gene, *tet(40)*, is located in tandem with *tet(O/32/O)* in a human gut firmicute bacterium and in metagenomic library clones. *Antimicrob Agents Chemother*. 2008 Nov;52(11):4001-9.

69. Roberts MC. Update on acquired tetracycline resistance genes. *FEMS Microbiol Lett*. 2005 Apr 15;245(2):195-203.

70. Benacer D, Thong KL, Watanabe H, Puthucheary SD. Characterization of drug resistant *Salmonella enterica* serotype Typhimurium by antibiograms, plasmids, integrons, resistance genes and PFGE. *J Microbiol Biotechnol.* 2010 Jun;20(6):1042-52.

71. Murase T, Ozaki H. Relationship between phylogenetic groups of *Escherichia coli* and Pathogenicity among Isolates from chickens with Colibacillosis and healthy chickens. *Poult Sci.* 2022 Sep;101(9):102007.

b) Cuadros

Cuadro 1: Resistencia presente en las 66 cepas provenientes de dos estirpes (A y B) de pollitas de reemplazo ligeras desafiadas ante 11 antimicrobianos.

Antimicrobiano	Cepas resistentes	
	Número	Porcentaje (%)
1.- Oxitetraciclina	66	100
2.- Doxiciclina	63	95.45
3.- Ceftriaxona	59	89.39
4.- Ceftiofur	58	87.87
5.- Amoxicilina con ácido clavulánico	49	74.24
6.- Enrofloxacin	48	72.72
7.- Sulfacoropiridacina/trimetoprim	43	65.15
8.- Sulfametoxazol/trimetoprim	39	59.09
9.- Gentamicina	11	16.66
10.- Azitromicina	9	13.63
11.- Amikacina	3	4.54

Cuadro 2: Comparación de la resistencia entre la estirpe A (40 cepas) y en la estirpe B (26 cepas).

Antimicrobiano	Estirpe A/Estirpe B	
	Número	Porcentaje (%)
1.- Oxitetraciclina	40/26	100/100
2.- Doxiciclina	40/23	100/88.46
3.- Ceftriaxona	38/21	95/80.76
4.- Ceftiofur	37/21	92.5/80.76
5.- Amoxicilina con ácido clavulánico	37/18	92.5/69.23
6.- Enrofloxacin	31/13	77.5/50
7.- Sulfacoropiridacina/trimetoprim	30/13	75/50
8.- Sulfametoxazol/trimetoprim	27/11	67.5/42.3
9.- Gentamicina	8/4	20/15.3
10.- Azitromicina	5/3	12.5/11.53
11.- Amikacina	3/0	7.5/0

Cuadro 3. Patrones de resistencia de antimicrobianos encontrados a partir de 66 aislamientos de dos estirpes de gallinas de postura de diferentes órganos (hígado, pulmón, médula ósea y saco vitelino).

Patrones de resistencia	Número de cepas
ENR, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	19
AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	6
ENR, CRO, OXI, DOX, EFT	6
ENR, CN, AZM, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	4
ENR, CN, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	4
ENR, AMC, CRO, OXI, DOX, EFT	4
OXI, DOX	3
ENR, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	2
ENR, AMC, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	2
AMC, CRO, OXI, DOX, EFT	2
AMC, CRO, OXI, EFT	2
ENR, CN, AZM, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, AK, EFT, SUL	1
ENR, AZM, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, AK, EFT, SUL	1
ENR, AZM, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, AK, SUL	1
ENR, AZM, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	1
CN, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	1
ENR, CN, CRO, OXI, DOX, EFT	1
ENR, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	1
AMC, CRO, OXI, DOX	1
AZM, OXI, DOX, EFT	1
AMC, OXI, DOX	1
ENR, OXI, DOX	1
OXI	1

Nomenclatura: ENR, Enrofloxacin; CN, Gentamicina; AZM, Azitromicina; AMC, Amoxicilina y ácido clavulánico; SXT, Sulfametoxazol; CRO, Ceftriaxona; OXI, Oxitetraciclina; DOX, Doxiciclina; AK, Amikacina; EFT, Ceftiofur; SUL, Sulfacloropiridacina.

Cuadro 4. Patrones de resistencia de antimicrobianos encontrados en la estirpe A
(40 aislamientos).

Patrones de resistencia	Número de cepas (40/66)
ENR, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	15
ENR, CN, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	4
ENR, AMC, CRO, OXI, DOX, EFT	4
ENR, CRO, OXI, DOX, EFT	3
ENR, AMC, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	2
ENR, CN, AZM, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, AK, EFT, SUL	1
ENR, AZM, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, AK, EFT, SUL	1
ENR, CN, AZM, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	1
ENR, AZM, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, AK, SUL	1
ENR, AZM, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	1
CN, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	1
ENR, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	1
AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	1
ENR, CN, CXT, OXI, DOX, EFT	1
ENR, CXT, OXI, DOX, EFT, SUL	1
ENR, OXI, DOX	1
OXI, DOX	1

Nomenclatura: ENR, Enrofloxacina; CN, Gentamicina; AZM, Azitromicina; AMC, Amoxicilina y ácido clavulánico; SXT, Sulfametoxazol; CRO, Ceftriaxona; OXI, Oxitetraciclina; DOX, Doxiciclina; AK, Amikacina; EFT, Ceftiofur; SUL, Sulfacoloropiridacina.

Cuadro 5. Patrones de resistencia de antimicrobianos encontrados en la estirpe B
(26 aislamientos).

Patrones de resistencia	Número de cepas (26/66)
AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	5
ENR, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	4
ENR, CN, AZM, AMC, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	3
ENR, CXT, OXI, DOX, EFT	3
AMC, CXT, OXI, DOX, EFT	2
AMC, CXT, OXI, EFT	2
OXI, DOX	2
ENR, SXT, CRO, OXI, DOX, EFT, SUL	1
AMC, CRO, OXI, DOX	1
AZM, OXI, DOX, EFT	1
AMC, OXI, DOX	1
OXI	1

Nomenclatura: ENR, Enrofloxacina; CN, Gentamicina; AZM, Azitromicina; AMC, Amoxicilina y ácido clavulánico; SXT, Sulfametoxazol; CRO, Ceftriaxona; OXI, Oxitetraciclina; DOX, Doxyciclina; AK, Amikacina; EFT, Ceftiofur; SUL, Sulfaclopiridacina.