

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i2.1885>

Ciencias de la salud
Artículo de investigación

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

Antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolated from poultry fecal matter, associated with the use of antibiotics in chicken rearing, Calceta-Bolívar

Resistência antimicrobiana em *Escherichia coli* isolada de matéria fecal de aves, associada ao uso de antibióticos na criação de frangos, Calceta-Bolívar

Javier Martin Reyes-Baque^I

javier.reyes@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3670-0036>

Katherine Michelle Castro-Ponce^{III}

michelle-95@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4666-514X>

Mercedes Baltazara Schettini-Alava^{II}

mercedeschettini17@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3928-1463>

Nereida Josefina Valero-Cedeño^{IV}

nereida.valero@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3496-8848>

Correspondencia: javier.reyes@unesum.edu.ec

***Recibido:** 20 de febrero del 2021 ***Aceptado:** 20 de marzo del 2021 * **Publicado:** 08 de abril del 2021

- I. Magíster en Investigación Clínica y Epidemiológica, Licenciado en la Especialización de Laboratorio Clínico, Docente de la Carrera de Laboratorio Clínico en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.
- II. Licenciada en la Especialización de Laboratorio Clínico, Investigador Independiente, Ecuador.
- III. Licenciada en la Especialización de Laboratorio Clínico, Investigador Independiente, Ecuador.
- IV. Doctora Dentro del Programa de Doctorado en Inmunología (Inflamación Enfermedades del Sistema Inmune y Nuevas Terapias), Magíster Scientiarum en Biología Mención Inmunología Básica, Licenciado en Bioanálisis, Docente de la Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

Resumen

La resistencia global a los antimicrobianos es una amenaza importante para la salud humana y animal. Pone en peligro la medicina humana y veterinaria moderna y socava la seguridad de nuestros alimentos y el medio ambiente. Los antimicrobianos juegan un papel crítico en el tratamiento de enfermedades de animales de granja y plantas. Su uso es esencial para la seguridad alimentaria, sin embargo, el mal uso de estas drogas, asociado con la aparición y propagación de microorganismos resistentes a los antimicrobianos, pone a todos en gran riesgo. Esta investigación tuvo como objetivo analizar la resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aisladas de muestra fecal de avicultores asociados al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar. Es un estudio con diseño descriptivo no experimental, prospectivo, explicativo y transversal. Se determinaron que los antibióticos juegan un papel importante en la crianza de pollos ya que son utilizados con fines profilácticos (54) 65,1%. A la vez la dosis y frecuencia que estos utilizan representa un porcentaje significativo del 81.9% (68); 50mg 3 veces al día. *Escherichia coli*; presentó resistencia a: gentamicina y meropenem 100%; la ampicilina marco una resistencia del 57.1% mientras que la amoxicilina + Ac clavulánico, ciprofloxacina, cefalexina 50% y la amikacina indico un 33.3%. Los años de exposición de acuerdo a los antibióticos que los avicultores utilizan, han creado resistencia en dichos antibióticos teniendo como relevancia ya que algunos se asocian a los antibióticos de consumo humano.

Palabras clave: Resistencia antimicrobiana; Antibióticos; *Escherichia coli*; Avicultores.

Abstract

Global resistance to antimicrobials is a major threat to human and animal health. It endangers modern human and veterinary medicine and undermines the safety of our food and the environment. Antimicrobials play a critical role in the treatment of diseases of farm animals and plants. Its use is essential for food safety, however, the misuse of these drugs, associated with the emergence and spread of antimicrobial resistant microorganisms, puts everyone at great risk. Its general objective is to analyze the antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolated from fecal materials of poultry farmers associated with the use of antibiotics in the raising of chickens, Calceta-Bolívar. How do sociodemographic and environmental variables influence the susceptibility of *Escherichia coli*? What is the frequency and type of antibiotics used by poultry

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

farmers in raising chickens? What is the susceptibility profile of *Escherichia coli*? Methodology: Study with non-experimental, prospective, explanatory and transversal descriptive design. Results: It was possible to determine that antibiotics play an important role in raising chickens since they are used for prophylactic purposes (n = 54) 65.1%. At the same time, the dose and frequency they use represents a significant percentage of 81.9% (n = 68); 50mg 3 times a day. *Escherichia coli*; presented resistance to: Gentamicin and Meropenem 100%; Ampicillin marked a resistance of 57.1% while Amoxicillin + Clavulanic Ac, Ciprofloxacin, Cephalexin 50% and Amikcina indicated 33.3%. The years of exposure according to the antibiotics that poultry farmers use, have created resistance in these antibiotics having as relevance since some are associated with antibiotics for human consumption.

Keywords: Antimicrobial resistance; Antibiotics; *Escherichia coli*; Poultry farmers.

Resumo

A resistência antimicrobiana global é uma grande ameaça à saúde humana e animal. Isso prejudica a medicina humana e veterinária moderna e prejudica a segurança de nossos alimentos e do meio ambiente. Os antimicrobianos desempenham um papel fundamental no tratamento de doenças de animais e plantas de fazenda. Seu uso é essencial para a segurança alimentar, porém, o uso indevido desses medicamentos, associado ao surgimento e disseminação de microrganismos resistentes aos antimicrobianos, coloca todos em grande risco. Esta pesquisa teve como objetivo analisar a resistência antimicrobiana em *Escherichia coli* isolada de amostras fecais de avicultores associada ao uso de antibióticos na criação de frangos, Calceta-Bolívar. É um estudo com desenho descritivo, não experimental, prospectivo, explicativo e transversal. Determinou-se que os antibióticos desempenham um papel importante na criação de frangos, pois são utilizados com fins profiláticos (54) 65,1%. Ao mesmo tempo, a dose e a frequência com que usam representam um percentual significativo de 81,9% (68); 50mg 3 vezes ao dia. *Escherichia coli*; apresentaram resistência a: gentamicina e meropenem 100%; ampicilina marcou uma resistência de 57,1% enquanto amoxicilina + Ac clavulânico, ciprofloxacina, cefalexina 50% e amicacina indicaram 33,3%. Os anos de exposição, de acordo com os antibióticos que os avicultores utilizam, têm criado resistência a estes antibióticos, tendo como relevância uma vez que alguns estão associados a antibióticos para consumo humano.

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

Palavras-chave: Resistência antimicrobiana; Antibióticos; *Escherichia coli*; Avicultores.

Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura establece que, el aumento de la resistencia global a los antimicrobianos, es una amenaza importante para la salud humana y animal. Pone en peligro la medicina humana y veterinaria moderna y socava la seguridad de nuestros alimentos y el medio ambiente. Los antimicrobianos juegan un papel crítico en el tratamiento de enfermedades de animales de granja y plantas. Su uso es esencial para la seguridad alimentaria, sin embargo, el mal uso de estas drogas, asociado con la aparición y propagación de microorganismos resistentes a los antimicrobianos, pone a todos en gran riesgo (1).

Debido a la alarmante y rápida propagación a nivel mundial de las bacterias multirresistentes y su alta repercusión en la prolongación que se presenta en principales estancias de centros hospitalarios, incremento de los costos médicos, aumento de la mortalidad, así como su repercusión en la medicina veterinaria, seguridad alimentaria y el medio ambiente, se requieren esfuerzos y acciones locales, nacionales y mundiales para su contención, por ende, han sido pocas las consideraciones que se han estimado para realizar los estudios en personas que se dedican a trabajar en los centros avícolas en especial en las granjas; a la crianza de pollos, desconociendo causas, que puedan ayudar al crecimiento bacteriano (2).

En las avícolas el uso de antibióticos es utilizado para el crecimiento de los pollos broilers, considerando que el consumo de este en el ser humano es relevante, incrementando así el riesgo de que las bacterias se adapten al medio, creando resistencia a antibióticos, convirtiéndose en algo perjudicial para el ser humano (3).

En la zona urbana de la “Parroquia Calceta” del cantón Bolívar, provincia de Manabí se buscará estudiar el perfil de resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* en población humana en relación al uso de antibióticos para la crianza de aves, estableciendo que existen factores de riesgo, como la manipulación de los antibióticos, los años de trabajo de los avicultores, el consumo de las aves y sus derivados; de esta manera prevenir la proliferación de resistencias microbianas. Considerando que hay factores que no son modificables como el uso de: antibióticos automedicados, la raza y edad.

Resistencia antimicrobiana en Escherichia coli aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

Este estudio tiene por objeto dar a conocer a partir de los resultados obtenidos, a qué fármacos la bacteria en Escherichia coli presenta una mayor resistencia, así como el grado en que ha llegado afectar a quienes están inmersos en la crianza y faenamiento de los pollos. Cabe recalcar que con la información que llegase a ser obtenida se puede demostrar si existe un riesgo considerable para las personas que trabajan en dichos lugares, así como la magnitud del problema.

Además, se busca educar a la población para que conozca y tenga la información adecuada sobre la problemática que conlleva al uso excesivo de los antibióticos en los animales y de qué manera puede afectar al ser humano. Anteriormente no se han realizados estudios asociados a este tema en la parroquia Calceta del cantón Bolívar. La presente investigación busca resolver esta falta de información y generar datos que sirvan como base para futuras investigaciones.

Metodología

Ubicación geográfica

El Bolívar tiene una superficie territorial de 537.78 km² y está dividida en una parroquia urbana: Calceta y dos rurales: Quiroga y Membrillo. Está ubicado en el sector oriental de la provincia. Limita al Norte con el Cantón Chone, al Sur con Portoviejo y Junín al este con Pichincha y al oeste con Tosagua, es parte integrante de una de las cuencas más importantes de la provincia, La cuenca del Carrizal, la mayoría de sus habitantes se dedican a la crianza de ganado vacuno y porcino.

El clima es tropical, mucho más en lluvia que en verano, la temperatura media anual se encuentra a 25,7°C. Hay alrededor de precipitaciones de 903mm.

Diseño y tipo de estudio

Estudio con diseño descriptivo-no experimental, prospectivo, explicativo y transversal

Descripción de la Población y tamaño de la muestra.

Población

El universo de estudio estará conformado por las personas cuya ocupación es la avicultura en especial a la crianza de pollos perteneciente a la zona urbana (Parroquia Calceta) del Cantón Bolívar, la misma que está conformada por 105 según datos agropecuarios desarrollados por la agencia de regulación y control Fito y Zoosanitario.

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

Muestra

La muestra se define de acuerdo a los datos agropecuarios publicados por la agencia de regulación y control Fito y Zoosanitario en la Parroquia Calceta.

Aplicando la fórmula del muestreo para una población finita resulta con un total de 83 avicultores, para asegurar la representatividad de la muestra, se tendrá en cuenta para el cálculo del tamaño de la muestra una precisión deseada de 5% y un nivel de confianza de 95%.

Tipo de muestreo: El tipo de muestreo optado para la investigación es probabilístico por conveniencia dado que los sujetos son seleccionados dada la conveniente accesibilidad y proximidad de estos para el investigador.

Para la obtención de la muestra se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

$$n = \frac{(105)(1.96^2)(0.5)(0.5)}{(0.05^2)(105 - 1) + (1.96^2)(0.5)(0.5)}$$

Dónde: n = Tamaño de la muestra, N = Total de Población, Z^{α} = Nivel de significancia ([196]^{^2}), p = Probabilidad de ocurrencia, q = 1-p, d = Error máximo permisible (5%)

Criterios de inclusión y exclusión

- **Criterios de inclusión**

Todas las personas que trabajen o estén en contacto con la cría, faenación y expendio de pollo, que pertenezcan a las diferentes avícolas de la parroquia Calceta, aquellas que firmen un consentimiento informado y que acepten participar en el estudio.

- **Criterios de exclusión**

Todos los avicultores que padezcan de infección aguda al momento de la toma de la muestra, que no pertenezcan a las diferentes avícolas de la parroquia Calceta, los que no firmen un consentimiento firmado y no acepten participar en el estudio.

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

Consideraciones éticas

A las personas a ser incluidas en este estudio se les explicó el propósito, los objetivos, beneficios y riesgos de la evaluación, se le solicitó la firma de un consentimiento informado en cumplimiento con las normas y recomendaciones para investigación biomédica con seres humanos estipuladas en las Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (60). El proyecto fue autorizado por la comisión científica y de titulación de la carrera de Laboratorio Clínico de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Técnicas o instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se emplearon encuestas validadas por tres expertos en el área.

Recolección de muestras biológicas

A cada persona que trabaje en las avícolas se le solicitará y recolectará una muestra de materia fecal, estas deberán estar debidamente rotuladas, al momento de la recolección se debe evitar la contaminación con orina, esta debe ser mantenida en un ambiente fresco, el paciente no debe haber tomado ningún tipo de antibiótico el día anterior a la realización del análisis. Para el estudio bacteriológico es suficiente enviar la muestra en un recipiente estéril si se va a procesar en el plazo de 1 ó 2 horas después de su emisión.

En caso de que la muestra tarde más de 2 horas en llegar al laboratorio se empleará el medio de transporte Cary-Blair para lo cual se tomará una parte de la muestra que ya ha sido recogida con la ayuda del hisopo que ya viene incluido en el medio. En toda circunstancia las muestras se mantendrán refrigeradas a temperatura de 2 a 8°C y se analizarán en un plazo no mayor a 24 horas en un laboratorio que preste las condiciones que el caso amerita.

Técnicas de Procesamiento

La muestra recolectada será empleada para identificar *E. Coli*, mediante la técnica de coprocultivo para lo cual se empleará el Agar MacConkey, y susceptibilidad bacteriana mediante el antibiograma para lo cual se emplearán antibióticos tales como: tetraciclina, fosfomicina, imipenem, meropenem, amikacina, gentamicina, nitrofurantoína, amoxicilina-clavulánico, ciprofloxacina, y ampicilina.

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

Fundamentos y valores de referencia

Los agares a utilizarse son: Agar MacConkey para el coprocultivo y Mueller Hinton para el antibiograma. El agar MacConkey es selectivo dado que posee características como sales biliares y cristal violeta que inhiben el crecimiento de bacterias Gram positivas lo que limita a la identificación de dichos agares englobando al grupo de los Gram negativos, cabe recalcar que es específico para bacilos de este último tipo (2).

El Agar Mueller Hinton este es un medio no selectivo que favorecer al desarrollo microbiano gracias a sus componentes. Este presenta una buena reproducibilidad a las pruebas de sensibilidad. Una de las características es que contiene baja cantidad de inhibidores, lo que permite que puedan evaluarse de manera efectiva las sulfonamidas, el trimetoprim y las tetraciclinas (3).

Los valores de referencia están proporcionados por la marca con la cual se trabajará tratándose en este caso discos para antibiogramas en blanco Oxoid.

Antimicrobiano		Resistencia (Halo mm)	Sensibilidad media (Halo mm)	Sensible (Halo mm)	
		Nitrofurantoina 300 µg	≤14	15-16	≥17
		Tetraciclina 30 µg	≤11	12-14	≥15
Sulfonamidas		Sulfametoxazol/trimetoprim 23,75/1,25 µg	≤ 10	11-15	≥16
Fluoroquinolonas		Ciprofloxacina 5 µg	≤12	13-17	≥16
Fosfonatos		Fosfomicina 5 µg	≤15	16-20	≥21
Aminoglucósidos		Amikacina 30 µg	≤14	15-16	≥17
		Gentamicina 10 µg	≤12	13-14	≥15
Cefalosporinas	1era	Cefazolina 30 µg	≤19	20-22	≥23
		2da	Cefotetan 30 µg	≤12	13-15
		Cefuroxima 30 µg	≤14	15-22	≥18
		Cefoxitina 30 µg	≤14	15-17	≥18
	3era	Cefixima 5 µg	≤15	16-18	≥19
		Ceftriaxona 30 µg	≤19	20-22	≥23
		Cefotaxima 30 µg	≤22	23-25	≥26
		Ceftazidima 30 µg	≤17	18-20	≥21
		Cefoperazona 75 µg	≤15	16-20	≥21
	4ta	Cefepime 30 µg	≤ 14	15-17	≥18
Carbapenémicos		Imipenem 10 µg	≤19	20-22	≥23
		Meropenem 10 µg	≤19	20-22	≥23
Penicilina		Ampicilina 30 µg	≤12	13-15	≥16
		Amoxicilina-clavulánico 20/10 µg	≤13	14-17	≥18
Monobactámicos		Aztreonam 30 µg	≤17	18-20	≥21

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

- **Equipos e instrumentos**

Cabina de seguridad biológica, estufa incubadora de 37°C, congelador, centrifuga, baño maría, autoclave, balanza, aire acondicionado, matraces.

Análisis estadístico de los datos o resultados

Los datos serán expresados en valores de frecuencias relativas y absolutas, tabulados y analizados mediante el uso apropiado del programa estadístico IBMM. SPSS versión 25 Serán analizados por la prueba del Chi-cuadrado, según corresponda el análisis de asociación de variables. El nivel de significancia será de $p < 0,05$.

Resultados

Tabla 1: Uso de antibióticos en la crianza de pollos.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje válido
No	29	34,9
Si	54	65,1
Total	83	100

Interpretación: De acuerdo a los datos obtenidos de los avicultores se logró determinar que los antibióticos en las granjas; son utilizados con fines profilácticos considerando 65,1% (54 personas) de la población respondiendo Si, mientras que el 34,9% (29 personas) respondieron No.

Tabla 2: Frecuencia y dosis de antibióticos en la crianza de pollos.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje válido
50mg 3 veces por día	68	81,9
150mg 2 veces por día	3	3,6
250mg 1 vez por día	12	14,5
Total	83	100

Interpretación: En las granjas en estudio respecto a la dosis y frecuencia de los antibióticos se determinó que: el 81,9% (68 avicultores) administran los antibióticos; 50mg 3 veces al día, el 14,5% (12 avicultores); 250mg 1 vez al día, y un 3,6 % (3 avicultores); 150mg 2 veces al día.

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

Tabla 3: Antibióticos que son utilizados en la crianza de pollos.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje válido
Ciprofloxacina- Fosfomicina-tilosina- Enrofloxacina	3	3,6
Enrofloxacina	6	7,2
Oxitetraciclina	2	2,4
Fosfomicina	11	13,3
Ampicilina	6	7,2
Ciprofloxacina	34	41
Tetraciclina	21	25,3
Total	83	100

Interpretación: Los avicultores utilizan una amplia gama de antibióticos teniendo así que; el 41% utiliza ciprofloxacina, 25,3% tetraciclinas, 13,3% fosfomicina, 7,2% ampicilina, 7,2% enrofloxacina, el 3,6% determinaron que utilizan 4 tipos de antibióticos entre ellos; ciprofloxacina, fosfomicina tilosina, y enrofloxacina, mientras que el 2,4% indicaron que utilizan oxitetraciclina.

Tabla 4: Resultado de los Coprocultivos en los avicultores

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje válido
Negativo	72	86,7
<i>Shigella spp</i>	3	3,6
<i>Salmonella typhi</i>	3	3,6
<i>Escherichia Coli</i>	5	6
Total	83	100

Interpretación: De las 83 muestras procesadas; 72 muestras fueron reportadas negativas para enteropatógenos, mientras que 5 muestras representado el 6% dieron positivos a Bacilos Gram Negativos, germen aislado (*Escherichia coli*), estimando que el 3,6% positivos a Bacilos Gram Negativos, germen aislado (*Salmonella typhi*) y también el 3,6% positivos a Bacilos Gram Negativos, germen aislado (*Shigella spp*).

Tabla 5: Perfil de Susceptibilidad, resistentes de *Escherichia coli* mediante el coprocultivo.

Antibióticos	Coprocultivo		
	<i>Escherichia Coli</i>	<i>Salmonella Tipheri</i>	<i>Shigella Spp</i>
Amoxicilina+Ac clavulánico			
n/%	n/%	n/%	
Resistente	1 50,0	0 0,0	1 50,0
Ciprofloxacina			
Resistente	4	2	2

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

	50,0	25,0	25,0
Cefalexina			
Resistente	1	1	0
	50,0	50,0	0,0
Gentamicina			
Resistente	2	0	0
	100,0	0,0	0,0
Ampicilina			
Resistente	4	0	3
	57,1	0,0	42,9
Amikacina			
Resistente	2	2	2
	33,3	33,3	33,3
Imipenem			
Resistente	0	2	2
	0,0	50,0	50,0
Meropenem			
Resistente	1	0	0
	100,0	0,0	0,0

Interpretación: Obtenidos los resultados a través del antibiograma para: *Escherichia coli*; presentaron resistencia a gentamicina y meropenem en todas las muestras reportadas como positivos representando el 100%; la ampicilina marco resistencia del 57,1%; amoxicilina + Ac clavulánico, ciprofloxacina, cefalexina 50% y por último la amikacina indico un 33,3%. Para *Shigella spp*, se reportó resistencia en amoxicilina + ácido clavulánico e imipenem en un 50%, la ampicilina en un 42,9%, mientras que la amikacina en 33,3% y la ciprofloxacina marco resistencia para este patógeno el 25%. En la identificación de *Salmonella typhi* se determinó que estas bacterias marcaron una mayor resistencia a la cefalexina y el imipenem el 50%, mientras que la amikacina el 33,3% y la ciprofloxacina el 25%.

Tabla 6: Perfil de Susceptibilidad, sensibles de *Escherichia coli* mediante el coprocultivo.

Antibióticos	Coproculativo		
	<i>Escherichia Coli</i>	<i>Salmonella Tiph</i>	<i>Shigella Spp</i>
	n/%	n/%	n/%
Fosfomicina			
Sensible	2	0	1
	66,7	0,0	33,3
Ceftriaxona			
Sensible	5	3	3
	41,6	29,5	29,5
Ac Nalidixico			
Sensible	0	1	2
	0,0	33,3	66,7

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

Imipenem			
Sensible	1	0	0
	100,0	0,0	0,0
Meropenem			
Sensible		0	0
		50	50
Cefuroxima			
Sensible	5	3	3
	41,6	29,5	29,5
Ampicilina			
Sensible		3	
		100,0	
Gentamicina			
Sensible		2	1
		66,7	33,3
Trimetoprim+sulfametoazol			
Sensible	5	3	3
	45,5	27,3	27,3
Nitrofurantoina			
Sensible	5	0	1
	83,3	0,0	16,7
Cefotaxima			
Sensible	2	0	0
	100,0	0,0	0,0
Amoxicilina+Ac clavulánico			
Sensible		2	
		40,0	

Interpretación: De acuerdo a los resultados obtenidos por el antibiograma, en la presente tabla determina los antibióticos sensibles para la *Escherichia coli* como; fosfomicina 66,7%, ceftriaxona 41,6%, imipenem al 100% cefuroxima 41,6%, trimetoprim+sulfametoazol 45,5%, nitrofurantoina 83,3%, cefotaxima 100%. *Salmonella* tipi ceftriaxona 29,5, Ac nalidíxico 33,3%, meropenem 50%, cefuroxima 29,5%, ampicilina 100%, gentamicina 66,7%, trimetoprim+sulfametoazol 27,3%, amoxicilina+ Ac clavulánico 40% mientras que; *Shigella* spp, fosfomicina 33,3%, ceftriaxona 29,5, Ac nalidíxico 66,7%, meropenem 50%, cefuroxima 29,5%, gentamicina 66,7%, trimetoprim+sulfametoazol 27,3%, nitrofurantoina 16,7%.

Tabla 7: Diferencia de perfil de susceptibilidad en asociación al uso de antibióticos en la crianza de pollos.

Variables	Valor cualitativo R coprocultivo					Chi-cuadrado de Pearson Sig. Asintótica (p valor)	Significancia (< 0,05)
	<i>E. coli</i>	<i>Shigella spp</i>	<i>Salmonella typhi</i>	Negativo	Total		
¿Cómo suministra los antibióticos a los pollos?	n/%	n/%	n/%	n/%	n/%		
En el agua	5	3	3	65	76	0,76	NS

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

En los alimentos	6,60 0	3,90 0	3,90 0	85,50 7	100,00 7
	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
Total	5	3	3	72	83
	6,60	3,90	3,90	85,50	100,00

ns= no significativo
 *= significativo
 **= altamente significativo

Interpretación: De acuerdo a la relación directa entre los resultados de los coprocultivos y las encuestas realizadas a los avicultores. La prueba de chi – cuadrado demuestra que no hay diferencia significativa ($P < 0,05$), por lo tanto, la administración de los antibióticos en agua y en los alimentos en los pollos representa lo mismo, ante la presencia de estas bacterias mencionadas en la tabla.

Tabla 8: Diferencias de perfil de susceptibilidad con frecuencia y dosis de antibióticos en la crianza de pollos.

Variables	valor cualitativo R coprocultivo			Negativo	Total	Chi-cuadrado de Pearson Sig. Asintótica (p valor)	Significancia (< 0,05)
	<i>E. coli</i>	<i>Shigella spp</i>	<i>Salmonella typhi</i>				
¿Con que frecuencia y en que dosis son administrados estos antibióticos?	n/%	n/%	n/%	n/%			
250 mg 1 vez por día	0 0,00	0 0,00	0 0,00	12 100,00	12 100,00		
150 mg 2 veces al día	0 0,00	0 0,00	2 66,70	1 33,30	3 100,00	0,00	*
50 mg 3 veces al día	5 7,40	3 4,40	1 1,50	59 86,80	68 100,00		
Total	5 6,00	3 3,60	3 3,60	72 86,70	83 100,00		

ns= no significativo
 *= significativo
 **= altamente significativo

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

Interpretación: De acuerdo a la relación directa entre los resultados de los coprocultivos y las encuestas realizadas a los avicultores. La prueba de chi – cuadrado demuestra que si hay diferencia significativa ($P < 0,05$), por lo tanto, la frecuencia y la dosis en que se le administran, los antibióticos a los pollos, representan que los avicultores crean una resistencia antimicrobiana de acuerdo a la manipulación de los antibióticos. Indicando que *E. coli* hay mayor significancia.

Tabla 9: Diferencias de perfil de susceptibilidad con el tipo de antibióticos utilizados en la crianza de pollos

Variables	Valor cualitativo R coprocultivo			Chi-cuadrado de Pearson		Significancia (< 0,05)
	<i>E. coli</i>	<i>Shigella spp</i>	<i>Salmonella typhi</i>	Negativo	Total	
¿Cuáles son los antibióticos que más se utilizan en los pollos de engorde?	n/%	n/%	n/%	n/%	n/%	
Tetraciclina	1 4,80	2 9,50	1 4,80	17 81,00	21 100,00	
Ciprofloxacina	2 5,90	1 2,90	2 5,90	29 85,30	34 100,00	
Ampicilina	0 0,00	0 0,00	0 0,00	6 100,00	6 100,00	
Fosfomicina	1 9,10	0 0,00	0 0,00	10 90,90	11 100,00	*
Oxitetraciclina	1 50,00	0 0,00	0 0,00	1 50,00	2 100,00	0,00
Enrofloxacina	0 0,00	0 0,00	0 0,00	6 100,00	6 100,00	
Cipro-Fosfomicina-tilosina- Enrofloxacina	0 0,00	0 0,00	0 0,00	3 100,00	3 100,00	
Total	5 6,00	3 3,60	3 3,60	72 86,70	83 100,00	

ns= no significativo
 *= significativo
 **= altamente significativo

Interpretación: Estableciendo la relación directa entre los resultados de los exámenes realizadas de los cultivos en heces y las encuestas realizadas a los avicultores. La prueba de chi – cuadrado demuestra que si hay significancia ($P < 0,05$), por lo tanto, los antibióticos que son utilizados en los

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

centros avícolas, en este caso relacionado a la crianza de pollos determina que si hay relación significativa con los antibióticos para el consumo humano.

Tabla 10: Variables sociodemográficas y ambientales

Variables	N°	%
Sexo		
Masculino	83	100
Edad		
<= 25	1	1,2
26-30	0	0,00
31 – 35	2	2,4
36 – 40	20	24,1
41 – 45	18	21,7
46+	42	50,6
Tipo de exposición		
Bajo riesgo	83	100
Horas de trabajo de los avicultores		
4 horas	3	3,6
6 horas	8	9,6
8 horas	71	85,5
más de 8 horas	1	1,2
Tiempo de trabajo de los avicultores		
menos de 6 meses	7	8,4
más de 6 meses, pero menos de un año	19	22,9
más de 1 año, pero menos de 5 años	36	43,4
más de 5 años, pero menos de 10 años	15	18,1
más de 10 años	6	7,2
Nivel de exposición de los avicultores		
Continua	7	8,4
Frecuente	69	83,1
Ocasional	7	8,4
Capacitaciones en cuanto a las normas de bioseguridad		
Asesorías de vendedores de los centros de acopio	56	67,5
No	27	32,5

Interpretación: En la presente investigación se determinó que el 100% con una frecuencia de 83 avicultores son de sexo masculino dedicados a la crianza de pollos.

Tomando en cuenta la edad de los avicultores obtenida por la encuesta se determina que menos de 25 años indica frecuencia de 1 representando el 1,2%, mientras que de 31-35 presenta una frecuencia de 2 indica el 2,4%, de 36-40 hay una frecuencia de 20 significa el 24,1%, 41-45 señala

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

que hay 21,7% y por último de 46+ muestra una frecuencia de 42 que representa el 50,6%. Los 83 avicultores respondieron que su labor es de bajo riesgo, en su totalidad del 100%

Además, se identificó que el 3,6% con frecuencia de 3; indicaron que trabajan 4 horas al día, en donde el 9,6%, 8 avicultores; respondieron 6 horas al día por lo tanto el 85,5% representa a 71 avicultores a 8 horas al día y más de 8 horas solo equivale al 1,2 de un solo avicultor.

Se revela también que el 43,4% (36 avicultores) han trabajado más de 1 pero menos de 5 años, el 22,9% de los trabajadores (19 avicultores) indican que han trabajado más de 6 meses, pero menos de un año, 18,1% (15 avicultores) contestaron que han sido parte de las granjas más de 5 años, pero menos de 10 años, 7 de los avicultores que representan el 8,4% solo han estado presente por menos de los 6 meses y 6 de los avicultores con el 7,2% han indicado que han trabajado por más de 10 años. En cuanto al análisis de este cuadro se puede determinar que los años de exposición en la que se encuentran estas personas son significativas

En cuanto a las capacitaciones a las normas de bioseguridad que reciben los avicultores ha sido por parte, de asesoría de los vendedores de los centros de acopios que representa el 83,1% no por otras identidades públicas.

Tabla 11: Diferencia entre los años de trabajo y el tipo de antibióticos que utilizan en la crianza de pollos.

Variables	Valor cualitativo cuanto tiempo tiene trabajando como avicultor					Total	Chi-cuadrado de Pearson		Significancia (< 0,05)
	menos de 6 meses	más de 6 meses, pero menos de un año	más de 1 año, pero menos de 5 años	más de 5 años, pero menos de 10 años	más de 10 años		Sig. Asintótica (p valor)		
<i>Antibióticos</i>	n/%	n/%	n/%	n/%	n/%	n/%			
Tetraciclina	0 14,3	2 10,5	8 22,2	9 60,0	1 16,7	21 25,3			
Ciprofloxacina	3 42,9	8 42,1	16 44,4	3 20,0	4 66,7	34 41,0			
Ampicilina	2 28,6	3 15,8	1 2,8	0 0,0	0 0,0	6 7,2			
Fosfomicina	1 14,3	1 5,3	6 16,7	3 20,0	0 0,0	11 13,3			
Oxitetraciclina	0 0,0	1 5,3	0 0,0	0 0,0	1 16,7	2 2,4			
Enroflaxocina	0 0,0	4 15,4	2 5,6	0 0,0	0 0,0	6 7,2	0,014		*

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

	0,0	21,1	5,6	0,0	0,0	7,2
Cipro-Fosfomicina-	0	0	3	0	0	3
tilosina-	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	3,6
Enrofloxacin						
Total	7	19	36	15	6	83
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

ns= no significativo
 *= significativo
 **= altamente significativo

Interpretación: Estableciendo la relación directa entre los resultados de las encuestas; los años de trabajo de los avicultores con los tipos de antibióticos que los avicultores le aplican a los pollos. La prueba de chi – cuadrado demuestra que si hay significancia ($P < 0,05$), se establece que: en un determinado tiempo las personas que se dedican a esta labor pueden llegar a crear resistencia a determinados antibióticos.

Tabla 12: Resultados obtenidos del análisis coproparasitario

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje válido
<i>Quistes de E.coli</i>		
Positivo	24	28,9
Negativo	59	71,1
Total	83	100,0
<i>Complejo de Quistes de Entamoeba</i>		
Positivo	50	60,2
Negativo	33	39,8
Total	83	100,0
<i>Quistes de Giardia lamblia</i>		
Positivo	39	47,0
Negativo	44	53,0
Total	83	100,0
<i>Huevo de A. lumbricoides</i>		
Positivo	3	3,6
Negativo	80	96,4
Total	83	100,0
<i>Endolimax nana</i>		
Positivo	9	10,8
Negativo	74	89,2
Total	83	100,0
<i>Chilomastix mesnili</i>		
Positivo	3	3,6
Negativo	80	96,4
Total	83	100,0
<i>Quistes de Balantidium coli</i>		

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

Positivo	1	1,2
Negativo	82	98,8
Total	83	100,0

Interpretación: En la identificación del coproparasitario se determinaron presencias parasitarias tales como: Quistes de *Entamoeba coli* en 24 avicultores que representan el 28,9%, Complejo de Quistes de *Entamoeba* se identificó en 50 avicultores indican el 60,2%, Quistes de *Giardia lamblia* con frecuencia de 39 con el 47%, mientras que *H. de Ascaris lumbricoides* se identificó en 3 avicultores representando el 3,6%, *Chilomastix mesnili* con el 3,6% en 3 avicultores y *Endolimax nana* con 10,8% de 9 avicultores.

Discusión

Escherichia coli productora de β -lactamasa de espectro extendido (ESBL-EC), *E coli* mediada por plásmido *E. coli* (pAmpC-EC) y otras bacterias son resistentes a antibióticos β -lactámicos importantes. ESBL-EC y pAmpC-EC se informan cada vez más en animales, alimentos, el medio ambiente e infecciones humanas adquiridas en la comunidad y asociadas a la atención médica. Estas infecciones generalmente están precedidas por un transporte asintomático, para el cual las atribuciones a las fuentes animales, alimentarias, ambientales y humanas permanecen sin cuantificar (61).

En este estudio de corte transversal realizado a 83 avicultores, con un rango de edades entre 25-46 años, todos de sexo masculino, se encontró que del total de los casos estudiados se obtuvo un 14,2 % de resultados positivos a bacilos Gram negativos distribuidos de la siguiente forma: la mayor frecuencia dada por *E. coli* con el 6%, seguido de 3,6% para *Salmonella typhi* y 3,6% para *Shigella spp.* Este resultado concuerda con otro estudio realizado en 614 cepas de bacterias aisladas de pacientes con diarrea aguda de 4 ciudades del sureste del México, donde la mayoría de las bacterias encontradas fueron *Escherichia coli* (55%) en todas sus variantes patógenas, *Shigella spp* (16,8%) y *Salmonella typhi* (15,3%) entre otras (58).

Mediante antibiograma como aporte para esta investigación se logró determinar que *Escherichia coli* presento una resistencia a gentamicina y meropenem en todas las muestras reportadas como positivas representando el 100%; la ampicilina marco una resistencia del 57,1% mientras que la amoxicilina + Ac clavulánico, ciprofloxacina, cefalexina, gentamicina en un 50% y por último la

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

amikacina indico un 33,3%. Para *Shigella* spp, se reportó resistencia en amoxicilina + ácido clavulánico y Imipenem en un 50%, la ampicilina un 42,9%, mientras que la amikacina en 33,3% y la ciprofloxacina dio una resistencia de un 25% de las muestras reportadas como positivas para *Shigella* spp. En la identificación de *Salmonella typhi* se determinó que estas bacterias marcaron una mayor resistencia en la cefalexina e imipenem el 50%, mientras que la amikacina el 33,3% y la ciprofloxacina el 25% de acuerdo a los resultados positivos para estos enteropatógenos.

Un estudio realizado en Ecuador, cuyo muestreo se realizó entre junio de 2013 y julio de 2014 en 6 mataderos que sacrifican pollos de engorde de 115 granjas por un total de 384 parvadas. Se encontraron ESBL y AmpC *E. coli* en 362 parvadas (94.3%) de 112 granjas (97.4%). Encontrando que el 98.3% de los aislamientos resistentes a cefotaxima fueron multirresistentes a los antibióticos. Baja resistencia se observó para ertapenem y nitrofurantoína. Los sistemas de producción avícola representan un hotspot para AR en Ecuador, posiblemente mediado por el uso extensivo de antibióticos. Por lo tanto, se debe considerar el monitoreo de este sector en los planes nacionales y regionales de vigilancia de AR (11).

La agricultura a pequeña escala puede tener grandes impactos en la selección y propagación de la resistencia antimicrobiana a los humanos. Se hizo un estudio observacional para evaluar poblaciones de *Escherichia coli* resistentes a antibióticos de aves de corral y humanos en el noroeste rural de Esmeraldas, Ecuador. El sitio de estudio es una región remota con niveles de resistencia históricamente bajos de antibióticos de tercera generación como la cefotaxima (CTX), un antibiótico clínicamente relevante, tanto en aves de corral como en humanos. El estudio reveló 1) alta resistencia a CTX (66.1%) en pollos de engorde de engorde, 2) un aumento en la resistencia de CTX a lo largo del tiempo en pollos de traspatio no alimentados con antibióticos (17.9%), y 3) idéntico bla CTX-M secuencias de bacterias humanas y de pollo, lo que sugiere un evento de contagio. Estos hallazgos proporcionan evidencia de que las operaciones de producción de carne a pequeña escala tienen impactos directos en la propagación y selección de antibióticos clínicamente importantes entre entornos subdesarrollados (9).

Se realizó un estudio en Ecuador en el cual se aislaron 3.309 cepas de *Escherichia coli* comensal de: humanos y pollos en un área costera del norte rural (n = 2368, 71.5%) y pollos de una operación avícola industrial (n = 827, 25%). Todos los aislamientos fueron sometidos a pruebas de sensibilidad a antibióticos. Se determinó una resistencia significativamente mayor a las

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

fluoroquinolonas en cepas de *E. coli* de pollos tanto en el área rural (22%) como en la operación industrial (10%) que en cepas aisladas de humanos en las comunidades rurales (3%). Sin embargo, las tasas de *E. coli* aislada de humanos sanos en las comunidades rurales (11 de 35 aislamientos, 31%) fueron más altas que en pollos de las operaciones industriales (3 de 81 aislamientos, 6%) o de las comunidades rurales (7 de 251 aislamientos, 2.8%)(62).

Se tomaron muestras de aislamientos de *Escherichia coli* de aves de producción a pequeña escala, aves domésticas y humanos asociados con estas aves en zonas rurales de Ecuador (2010-2012). Los aislados se seleccionaron para detectar la resistencia a 12 antibióticos. Los aislamientos de aves de producción a pequeña escala tenían probabilidades significativamente elevadas de resistencia 7 antibióticos. Los aislamientos de humanos asociados con aves de producción a pequeña escala tenían probabilidades elevadas del 95%: en comparación con los humanos asociados con aves domésticas, así como resistencia al sulfisoxazol y trimetoprima / Sulfametoxazol o tetraciclina (63).

En Colombia fue llevada a cabo una investigación para determinar el porcentaje de sensibilidad o resistencia de cepas de *E. coli* aisladas de pollo de engorde asintomático frente a 18 antibióticos comunes utilizados en avicultura y medicina humana; a su vez, cepas productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEES), procedentes de granja de beneficio de la zona avícola de Santander. Se determinó la circulación de cepas resistentes a betalactámicos, cefalosporinas, aminoglucósidos, quinolonas y sulfonamidas, así como antibióticos de amplio uso en ambientes ajenos a las granjas. El 91% de las cepas fueron resistentes a la ampicilina y el 80% a las cefalosporinas; así mismo, al enfrentar las cepas con la asociación de antibióticos con inhibidores de betalactamasas (ampicilina sulbactam y amoxicilina/ácido clavulánico), se encontró 30% de resistencia (8).

Se hizo un estudio ecológico para describir las posibles relaciones existentes entre la resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* encontrada en aves de consumo, con la resistencia antimicrobiana de estas bacterias en personas en Brasil. En humanos se encontró una resistencia alta para *E. coli* en Ampicilina- Sulbactam (SAM) la cual puede estar relacionada con los altos porcentajes de resistencias a betalactámicos en aves, así como su alto uso en avicultura (3).

En Nigeria se realizó un estudio transversal entre 122 trabajadores avícolas aparentemente sanos seleccionados al azar desde diciembre de 2018 hasta abril de 2019. La muestra fue de 121 hombres.

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

La edad media de los trabajadores masculinos fue de $30,6 \pm 9,7$ años, 54,6%. La prevalencia de *E. coli* fue del 39,7% ($n = 48$), la más alta entre los trabajadores agrícolas (POR = 2.7, intervalo de confianza [IC] del 95% = 1.3-5.7; $p = 0.01$) en comparación con los avicultores. De los 48 aislamientos de *E. coli*, el 16,7% ($n = 8$) eran productores de betalactamasa de espectro extendido (BLEE) y el 79,2% ($n = 38$) eran MDR. Se detectó resistencia contra tetraciclina: (83,3%, $n=40$), Sulfametoxazol+trimetoprim: (79,2%, $n=38$), ampicilina: (77,1%, $n=37$), estreptomicina: (72,9%, $n=35$), ácido nalidíxico: (50%, $n=24$), Gentamicina:(41,7%, $n=20$), Cloranfenicol: (31,3%, $n = 15$), Cefalotina: (27,1%, $n = 13$), Nitrofurantoína: (10,4%, $n = 5$) e Imipenem: (6,3%, $n=3$) (64).

Diversos estudios refieren que la *E. coli* es la bacteria Gram negativa que tiene una mayor frecuencia en comparación a otras como *Salmonella sp.* y *Shigella sp.* que se encuentran con menor frecuencia en los aislados de coprocultivos, además se destaca una importancia en cuanto a las *E. coli* productoras de BLEE.

La población en la Unión Europea conocedora de la prohibición del uso de antibióticos para estimular el crecimiento en granjas de animales según una encuesta realizada por la Comisión Europea en el año 2018. Aproximadamente un 58% de los encuestados afirmó no tener conocimiento de dicha prohibición(65). La resistencia antimicrobiana que puede llegar desarrollar una bacteria dependerá en gran medida en el accionar que tome cada centro avícola en especial referencia a la dosis y frecuencia con las que sea utilizado cada tipo de antibiótico empleado, esta resistencia también se asocia según estudios con factores tales como ubicación geográfica, las condiciones que presenta este ambiente como la temperatura, el clima y en ocasiones la falta de un buen sistema sanitario.

Es evidente que no solo se puede generar resistencia antimicrobiana en las ciencias médicas sino también en las ciencias zoonóticas. Según la Organización Mundial salud; para el año 2050 ya los antibióticos serán ineficaces, ya que el aumento del abuso de antibióticos generado por la falta de normas que regulen su venta y administración, así como a una falta de conciencia y educación trae consigo la automedicación y administración de forma inapropiada de los mismos (5).

Conclusiones

La dosificación, frecuencia y tipo de antibióticos que se les administra a los pollos en las granjas, puede generar resistencia por bacterias como *Escherichia coli*, *Shigella spp* y *Salmonella typhi*,

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

aisladas en el presente estudio, mismas que presentaron una evidente resistencia para antibióticos como la ciprofloxacina y amikacina. De acuerdo a los resultados obtenidos, las bacterias aisladas con mayor frecuencia como *Escherichia coli*, *Shigella* spp y *Salmonella typhi* arrojaron un patrón de resistencia a antibióticos similar a los reportados en la literatura mundial.

El incremento y la propagación de la resistencia antimicrobiana en la actualidad, se ha generado a través del uso inadecuado de los antibióticos, como se ha podido evidenciar en la presente investigación. En relación a las variables sociodemográficas analizadas, se evidencio que el desconocimiento de las normas de bioseguridad y su falta de aplicación adecuada está repercutiendo en la salud de las personas dedicadas a la crianza de pollo y en la propagación de la resistencia antimicrobiana.

Referencias

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Supporting the food and agriculture sectors in implementing the Global Action Plan on Antimicrobial Resistance to minimize the impact of antimicrobial resistance. In: FAO, editor. The FAO Action Plan on Antimicrobial Resistance 2016-2020 [Internet]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2016 [cited 2020 Jan 19]. p. 17. Available from: www.fao.org/publications
2. Pérez DQ. Antimicrobial resistance: Evolution and current perspectives in the context of the “one health” approach [Internet]. Vol. 69, Revista Cubana de Medicina Tropical. Cuba; 2017 [cited 2020 Jan 19]. Available from: <http://scielo.sld.cu><http://scielo.sld.cu>
3. Ort EP, Martínez Rocha AK, Compet a S, Dur N, Orientador M, Vers NL, et al. Uso de antimicrobianos en la avicultura: sus implicaciones en la salud pública [Internet]. Vol. 8, Tesis de Maestría]. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 2012. Available from: <http://www.bdigital.unal.edu.co/11429/>
4. Castellanos LR, Donado-Godoy P, León M, Clavijo V, Arevalo A, Bernal JF, et al. High heterogeneity of *Escherichia coli* sequence types harbouring ESBL/AmpC genes on IncII plasmids in the Colombian poultry chain. PLoS One. 2017 Jan 1;12(1).
5. Iuliana E. Maciuca, Nicola J. Williams, Cristina Tuchilus, Olivia Dorneanu, Eleonora Guguianu, Catalin Carp-Carare CR. Alta prevalencia de betalactamasas de espectro extendido CTX-M-15 productoras de *Escherichia coli* en aislados clínicos de aves y humanos en

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

- Rumania | Resistencia a los medicamentos microbianos. Microb Drug Resist [Internet]. 2015 [cited 2020 Jan 2];21(6). Available from: <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/mdr.2014.0248>
6. Tansawai U, Walsh TR, Niumsup PR. Extended spectrum β -lactamase-producing *Escherichia coli* among backyard poultry farms, farmers, and environments in Thailand. *Poult Sci*. 2019 Jun 1;98(6):2622–31.
 7. Trung NV, Nhung HN, Carrique-Mas JJ, Mai HH, Tuyen HT, Campbell J, et al. Colonization of Enteroaggregative *Escherichia coli* and Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in chickens and humans in southern Vietnam. *BMC Microbiol*. 2016 Sep 9;16(1).
 8. Edna Carvajal B, Walter Hernández A, María Torres C, Diana López V, Egberto Rueda G, María Vásquez R. Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* strains isolated from the bursa of *Fabricius* in broilers. *Rev Investig Vet del Peru*. 2019;30(1):430–7.
 9. Hedman HD, Eisenberg JNS, Vasco KA, Blair CN, Trueba G, Berrocal VJ, et al. High prevalence of extended-spectrum beta-lactamase *ctx-m*-producing *Escherichia coli* in small-scale poultry farming in rural Ecuador. *Am J Trop Med Hyg*. 2019;100(2):374–6.
 10. Guo X, Stedtfeld RD, Hedman H, Eisenberg JNS, Trueba G, Yin D, et al. Antibiotic Resistome Associated with Small-Scale Poultry Production in Rural Ecuador. *Environ Sci Technol*. 2018 Aug 7;52(15):8165–72.
 11. Vinueza-Burgos C, Ortega-Paredes D, Narvaéz C, De Zutter L, Zurita J. Characterization of cefotaxime resistant *Escherichia coli* isolated from broiler farms in Ecuador. *PLoS One*. 2019 Apr 1;14(4).
 12. Gutiérrez M de los A. Ecuador: Avicultura provee la mayor fuente de proteína animal [Internet]. *Avinews*. 2017 [cited 2020 Jan 2]. p. 1–2. Available from: <https://avicultura.info/ecuador-avicultura-provee-la-mayor-fuente-de-proteina-animal/>
 13. Dominguez JE, Redondo LM, Figueroa Espinosa RA, Cejas D, Gutkind GO, Chacana PA, et al. Simultaneous carriage of *mcr-1* and other antimicrobial resistance determinants in *Escherichia coli* from poultry. *Front Microbiol*. 2018 Jul 25;9(JUL).
 14. Beltrán Buendía C. Farmacocinética y farmacodinamia de antimicrobianos: Utilidad práctica. *Rev Chil Infectol*. 2004;21(SUPPL. 1).

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

15. Azanza JR, Sádaba B, Reis J. Dalbavancina: parámetros farmacocinéticos y farmacodinámicos. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2017 Jan 1;35:22–7.
16. Martínez-Martínez L, González-López JJ. Carbapenemases in Enterobacteriaceae: Types and molecular epidemiology. *Enferm Infecc Microbiol Clin* [Internet]. 2014 Dec [cited 2020 Jan 8];32(S4):4–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25542046>
17. Gómez J, García-Vázquez E, Hernández-Torres A. Revisión. *Rev Esp Quim*. 2015;28(1):1–9.
18. Martínez Yactayo F, Rodríguez Castro M, Samalvides Cuba F. Abdomen agudo quirúrgico en pacientes infectados con el Virus de Inmunodeficiencia Humana en el Hospital Nacional Cayetano Heredia. *Rev Medica Hered*. 2004;15(4):188–96.
19. MATHIS RI, BERRI HG. Riñón en esponja. *Rev Argent Urol*. 1955;24(7–9):383–8.
20. Balant LP, Dayer P, Auckenthaler R. Clinical Pharmacokinetics of the Third Generation Cephalosporins. Vol. 10, *Clinical Pharmacokinetics*. 2017. p. 101–43.
21. Norrby SR. Side Effects of Cephalosporins. *Drugs*. 2016;34(2):105–20.
22. GOODMAN, GILMAN. *Las Bases Farmacológicas De La Terapéutica*. 12th ed. Laurence L. Brunton P, editor. Mexico: The McGraw-Hill Companies, Inc.; 2012. 2066 p.
23. Blasco AC, Alfaro LA, Reinoso JC, Mestre MJG, Rodríguez-Gascón A. Análisis farmacocinético-farmacodinámico en microbiología: Herramienta para evaluar el tratamiento antimicrobiano. Vol. 33, *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. Elsevier Doyma; 2015. p. 48–57.
24. LABARCA L. J. Nuevos conceptos en farmacodinamia: ¿debemos repensar cómo administramos antimicrobianos? *Rev Chil infectología*. 2002;19.
25. Dr. German M. Vergel Rivera, Lic. María Josefa Tasé Martínez, Dr. Ernesto Groning Roque. (1) (PDF) *Farmacología Proceso de Atención en Enfermería* | Gabriela Verdesoto - Academia.edu [Internet]. Primera. Pérez P, Lic. Yudexy S, editors. La Habana: Ciencias Médicas; 2009 [cited 2020 Jan 2]. 6–8 p. Available from: https://www.academia.edu/34020308/Farmacologia_Proceso_de_Atencion_en_Enfermeria?auto=download
26. Moron, Francisco J., Dra. Rodríguez ML. *Farmacología General*. Primera. Cheping Sánchez DN, editor. La Habana: Ciencias Médicas; 2002. 205 p.

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

27. Pascuzzo -Lima C. FARMACOLOGÍA BÁSICA 2008 [Internet]. Primera. Pascuzzo C, editor. Lima: Hecho del Depósito de Ley; 2008 [cited 2020 Jan 3]. 927 p. Available from: http://bibmed.ucla.edu.ve/edocs_bm UCLA/MaterialDidactico/farmacologia/farmbasica.pdf
28. Castells Molina S, Pérez MH. Farmacología en enfermería. 3rd ed. Barcelona: Elsevier España; 2012. 725 p.
29. Urrusono RF, Martino CS. Guía de Terapéutica Antimicrobiana. Tercera. Urrusono. CRF, editor. Aljarage: Distrito Sanitario Aljarafe-Sevilla Norte y Hospital San Juan de Dios del Aljarafe,; 2018. 552 p.
30. OMS. OMS | ¿Qué es la resistencia a los antimicrobianos? [Internet]. Who. World Health Organization; 2017 [cited 2020 Jan 2]. Available from: <https://www.who.int/features/qa/75/es/>
31. Jang J, Hur HG, Sadowsky MJ, Byappanahalli MN, Yan T, Ishii S. Environmental *Escherichia coli*: ecology and public health implications—a review. *J Appl Microbiol*. 2017 Sep 1;123(3):570–81.
32. Taimi Cárdenas Díaz C, Hernández López I, Capote Cabrera A, Ravelo Vázquez W, Cruz Izquierdo D. Artículo original.
33. Hernández-Fillor RE, Báez-Arias M, Alfonso-Zamora P, Espinosa-Castaño I. Antimicrobial susceptibility and biofilm formation in *Escherichia coli* isolates from laying hens. *Rev Salud Anim*. 2017;39(3):unpaginated.
34. De Biase D, Lund PA. The *Escherichia coli* Acid Stress Response and Its Significance for Pathogenesis. *Adv Appl Microbiol*. 2015 Dec 31;92:49–88.
35. Florentín M, Acuña P, Rojas N, Rodríguez F, Guillén R. Portación de fimH en aislados de *Escherichia coli* productor de Toxina Shiga provenientes de ganado bovino, Departamento Cordillera, Paraguay. *Memorias del Inst Investig en Ciencias la Salud*. 2018 Apr 12;16(1):33–8.
36. Leimbach A, Hacker J, Dobrindt U. *E. coli* as an all-rounder: The thin line between commensalism and pathogenicity. *Curr Top Microbiol Immunol*. 2013;358:3–32.
37. Medaney F, Ellis RJ, Raymond B. Ecological and genetic determinants of plasmid distribution in *Escherichia coli*. *Environ Microbiol*. 2016 Nov 1;18(11):4230–9.

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

38. Fontana C, Weintraub A, Widmalm G. Structural studies and biosynthetic aspects of the O-antigen polysaccharide from *Escherichia coli* O42. *Carbohydr Res.* 2015 Feb 11;403:174–81.
39. Mortezaei N, Epler CR, Shao PP, Shirdel M, Singh B, Mcveigh A, et al. Structure and function of enterotoxigenic *Escherichia coli* fimbriae from differing assembly pathways. *Mol Microbiol.* 2015 Jan 1;95(1):116–26.
40. Krogfelt KA, Klemm P. Investigation of minor components of *Escherichia coli* Type 1 Fimbriae: protein chemical and immunological aspects. *Microb Pathog.* 1988;4(3):231–8.
41. Yang SC, Lin CH, Aljuffali IA, Fang JY. Current pathogenic *Escherichia coli* foodborne outbreak cases and therapy development. *Arch Microbiol.* 2017 Aug 1;199(6):811–25.
42. Rojas-Lopez M, Monterio R, Pizza M, Desvaux M, Rosini R. Intestinal pathogenic *Escherichia coli*: Insights for vaccine development. *Front Microbiol.* 2018 Mar 20;9(MAR).
43. Sánchez S, Martínez R, Alonso JM, Rey J. Clinical and pathogenic aspects of infections due to *Escherichia coli* O157:H7 and other verocytotoxigenic *E. coli*. *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 2010;28(6):370–4.
44. Da Silva LC, De Mello Santos AC, Silva RM. Uropathogenic *Escherichia coli* pathogenicity islands and other ExPEC virulence genes may contribute to the genome variability of enteroinvasive *E. coli*. *BMC Microbiol.* 2017 Mar 16;17(1).
45. Raji MA, Jiwa SFH, Minga MU, Gwakisa PS. *Escherichia coli* O157: H7 reservoir, transmission, diagnosis and the African situation: A review. *East Afr Med J.* 2003 May;80(5):271–6.
46. Vo JL, Martínez Ortiz GC, Subedi P, Keerthikumar S, Mathivanan S, Paxman JJ, et al. Autotransporter Adhesins in *Escherichia coli* Pathogenesis. *Proteomics.* 2017 Dec 1;17(23–24).
47. Farfán-García AE, Ariza-Rojas SC, Vargas-Cárdenas FA, Vargas-Remolina LV. Virulence mechanisms of enteropathogenic *Escherichia coli*. *Rev Chil Infectol.* 2016 Aug 1;33(4):438–50.
48. Dale AP, Woodford N. Extra-intestinal pathogenic *Escherichia coli* (ExPEC): Disease, carriage and clones. *J Infect.* 2015 Dec 1;71(6):615–26.
49. Kaper JB, Nataro JP, Mobley HLT. Pathogenic *Escherichia coli*. *Nat Rev Microbiol.* 2004 Feb;2(2):123–40.

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

50. Goswami K, Chen C, Xiaoli L, Eaton KA, Dudley EG. Coculture of *Escherichia coli* O157:H7 with a nonpathogenic *E. coli* strain increases toxin production and virulence in a germfree mouse model. *Infect Immun*. 2015;83(11):4185–93.
51. Bichon A, Aubry C, Dubourg G, Drouet H, Lagier JC, Raoult D, et al. *Escherichia coli* spontaneous community-acquired meningitis in adults: A case report and literature review. *Int J Infect Dis*. 2018 Feb 1;67:70–4.
52. Szych J, Wołkiewicz T, Ragione R, Madajczak G. Impact of Antibiotics on the Intestinal Microbiota and on the Treatment of Shiga-toxin-Producing *Escherichia coli* and *Salmonella* Infections. *Curr Pharm Des [Internet]*. 2014 Jan [cited 2020 Jan 20];20(28):4535–48. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24180404>
53. Biedermann L, Rogler G. The intestinal microbiota: its role in health and disease. *Eur J Pediatr*. 2015 Jan 20;174(2):151–67.
54. Pushpanathan P, Mathew GS, Selvarajan S, Seshadri KG, Srikanth P. Gut microbiota and its mysteries. *Indian J Med Microbiol*. 2019 Apr 1;37(2):268–77.
55. Barko PC, McMichael MA, Swanson KS, Williams DA. The Gastrointestinal Microbiome: A Review. *J Vet Intern Med*. 2018 Jan 1;32(1):9–25.
56. Han Y, Leng Y, Yao G. Effects of antibiotics on intestinal microflora and intestinal mucosal barrier function and its mechanisms. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*. 2017 Nov 1;29(11):1047–51.
57. Canese A, Canese A. Manual de Microbiología y Parasitología Médica Canese. Septima. Canese A, Canese A, editors. Vol. 53, Journal of Chemical Information and Modeling. Paraguay; 2013. 1689–1699 p.
58. Novoa-Farias O, Frati-Munari AC, Peredo MA, Flores-Juárez S, Novoa-García O, Galicia-Tapia J, et al. Susceptibilidad a la rifaximina y otros antimicrobianos de bacterias aisladas en pacientes con infecciones gastrointestinales agudas en el sureste de México. *Rev Gastroenterol Mex*. 2017 Jul 1;82(3):226–33.
59. Gavilla González B de la C, Trenzado Rodríguez N, Barroso Franco Y. Educative intervention on the smoking habit in the adolescent: Cárdenas. Year 2007. *Rev Médica Electrónica*. 2018;31(2):0–0.

Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar

60. World Medical Association (AMM). World Medical Association declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects [Internet]. Vol. 310, JAMA - Journal of the American Medical Association. 2013 [cited 2020 Jan 3]. p. 2191–4. Available from: <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
61. Mughini-Gras L, Dorado-García A, van Duijkeren E, van den Bunt G, Dierikx CM, Bonten MJM, et al. Attributable sources of community-acquired carriage of *Escherichia coli* containing β -lactam antibiotic resistance genes: a population-based modelling study. *Lancet Planet Heal*. 2019 Aug 1;3(8):e357–69.
62. Armas-Freire PI, Trueba G, Proaño-bolaños C, Levy K, Marrs CF, Cevallos W, et al. Unexpected distribution of *qnrB* gene in *E. coli* isolates from different origins in Ecuador. *Int Microbiol*. 2015;18(2):85–90.
63. Moser KA, Zhang L, Spicknall I, Braykov NP, Levy K, Marrs CF, et al. The Role of Mobile Genetic Elements in the Spread of Antimicrobial-Resistant *Escherichia coli* from Chickens to Humans in Small-Scale Production Poultry Operations in Rural Ecuador. *Am J Epidemiol* [Internet]. 2018 [cited 2020 Mar 5];187(3):558–67. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29506196>
64. Aworh MK, Kwaga J, Okolocha E, Mba N, Thakur S. Prevalence and risk factors for multi-drug resistant *Escherichia coli* among poultry workers in the Federal Capital Territory, Abuja, Nigeria. *PLoS One*. 2019;14(11).
65. Antibióticos: población al tanto de la prohibición de su uso en granjas 2018 | Statista [Internet]. [cited 2020 Mar 6]. Available from: <https://es.statista.com/estadisticas/641103/europeos-conocedora-de-la-prohibicion-del-uso-de-antibioticos-en-granjas/>
66. Dejemos de administrar antibióticos a animales sanos para prevenir la propagación de la resistencia a los antimicrobianos [Internet]. [cited 2020 Mar 6]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/detail/07-11-2017-stop-using-antibiotics-in-healthy-animals-to-prevent-the-spread-of-antibiotic-resistance>

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons

Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).