

Determinación de bacterias resistentes en ganado vacuno y porcino en la ciudad de Cuenca

Determination of resistant bacteria in cattle and pigs in the city of Cuenca

...

Recepción: 21 de julio de 2025 | **Aprobación:** 20 de agosto de 2025 | **Publicación:** 08 de octubre 2025

Baculima Tenesaca José Mauricio  
mauricio.baculimat@ucuenca.edu.ec
Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador

Ramónez Cárdenas Juan Carlos 
juan.ramonez@ucuenca.edu.ec
Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador

Peñaherrera Wilches Eugenia 
eugenia.penaherrera@ucuenca.edu.ec
Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador

Bustos Cabrera Alicia del Rocío 
alicia.bustos@ucuenca.edu.ec
Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador

Patiño Mogrovejo Juan Carlos 
juanc.patino@ucuenca.edu.ec
Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.26871/ceus.v6i2.239>

Resumen

Introducción: la resistencia antimicrobiana es una preocupación a nivel mundial debido a las consecuencias negativas en la salud humana, animal y ambiental.

Objetivo: determinar la presencia de bacterias resistentes en ganado vacuno y porcino en la ciudad de Cuenca.

Metodología: el estudio fue prospectivo, observacional descriptivo. Se aplicó un muestreo probabilístico por conveniencia, se tomó 53 muestras de heces de cerdos mediante un hisopado

rectal y 65 en vacas, usando bolsas de plásticos para la extracción de materia fecal desde el recto del animal, las mismas fueron procesadas en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias Médicas. Las muestras se sembraron agar MacConkey suplementados con ciprofloxacina, ceftriaxona y meropenem, al igual que en CHROMagar™ BLEE (*Enterobacterias* resistentes a las betalactamasas de espectro extendido) y CHROMagar™ KPC (carbapenem), a partir del cual crecieron solo bacterias resistentes a BLEE y carbapenemasas, como pruebas confirmatorias se aplicó el método de Kirby y Bauer, empleando discos de amoxicilina/ácido clavulánico; meropenem; ceftazidime; cefotaxime; ciprofloxacina; ácido nalidíxico.

Resultados: de 53 muestras de heces de cerdos, el 60.4 % fue aislado *E. coli*, (con resistencia a BLEE 39.6 % y carbapenemasa 15.1%). De 65 muestras de heces de vacas, se aisló 9.2% de *E. coli*, sin resistencia a los antibióticos.

Conclusiones: el ganado porcino presentó *E. coli* y *Citrobacter spp*, con resistencia a BLEE en las dos bacterias y carbapenemasa en *E. coli*. El ganado vacuno presento solo *E. coli*, pero sin ningún tipo de resistencia antimicrobiana.

Palabras clave: porcino; vacuno; antimicrobiano.

Abstract

Introduction: antimicrobial resistance is a global concern due to its negative consequences for human, animal, and environmental health.

Objective: to determine the presence of resistant bacteria in cattle and pigs in the city of Cuenca.

Methodology: this was a prospective, observational, and descriptive study. Probabilistic convenience sampling was used. Fifty-three pig fecal samples were collected by rectal swabbing, and 65 were collected from cows using plastic bags to extract fecal matter from the animal's rectum. These samples were processed in the microbiology laboratory of the Faculty of Medical Sciences. Samples were plated on MacConkey agar supplemented with ciprofloxacin, ceftriaxone, and meropenem, as well as on CHROMagar™ BLEE (Extended-spectrum beta-lactamase-resistant Enterobacteriaceae) and CHROMagar™ KPC (carbapenem) agars. Only ESBL- and carbapenemase-resistant bacteria grew. Confirmatory tests were performed using the Kirby-Bauer method, using amoxicillin/clavulanic acid discs; meropenem; ceftazidime; cefotaxime; ciprofloxacin; and nalidixic acid.

Results: of 53 pig fecal samples, *E. coli* was isolated in 60.4% (with ESBL resistance in 39.6% and carbapenemase resistance in 15.1%). From 65 cow fecal samples, 9.2% of *E. coli* were isolated, with no antibiotic resistance.

Conclusions: pigs presented *E. coli* and *Citrobacter spp.*, with ESBL resistance in both bacteria and carbapenemase resistance in *E. coli*. Cattle presented only *E. coli*, but without any antimicrobial resistance.

Keywords: pigs; cattle; antimicrobial.

Introducción

La resistencia antimicrobiana es una de las mayores preocupaciones a nivel global, por sus consecuencias negativas en la salud humana, animal y ambiental, a causa del uso descontrolado de antibióticos, permitiendo que las bacterias se adapten a la presencia de antibióticos y se propaguen de forma rápida e impredecible, tal como sucedió con la diseminación de enterobacterias resistentes a carbapenémicos, que inició en Carolina del Norte y de ahí pasó a Nueva York, Israel y Europa; las cepas productoras de carbapenemasas de tipo New Delhi metalobetalactama (NDM) surgieron en la India y se diseminaron a varios países, debido a que las bacterias pueden transferir genes de resistencia a los microorganismos nativos del suelo y el agua a través de elementos genéticos móviles¹⁻⁴.

En el futuro, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) advierte que dos tercios del total de incremento de uso de antibióticos se registrará en el sector de la producción animal, teniendo una finalidad principalmente no terapéutica, esto debido a la producción de carne de ganado vacuno de sistemas de engorde a corral y la intensificación de establecimientos dedicados a los porcinos y a las granjas de aves. Como consecuencia, la resistencia a antibióticos será la principal causa de muerte en el mundo, cada año fallecen 1.2 millones de personas por infecciones resistentes a antibióticos y en el año 2019 más de un millón de muertes fue exclusivamente por la resistencia bacteriana^{2,4-7}.

Algunos estudios han mostrado la presencia de *E. coli* en heces de terneras lecheras con resistencia a las fluoroquinolonas, y cepas de *E. coli* en terneras neonatales enfermas con resistencia a la amoxicilina, tetraciclina y estreptomicina. Los animales destinados al consumo humano pueden actuar como reservorios de cepas resistentes a los antibióticos, para esto, el Instituto de Normas Clínicas y de Laboratorio (CLSI) recomienda buscar la disminución de la inhibición en aztreonam (ATM), ceftazidime (CAZ) y ceftriaxona (CRO), sospechando de BLEE en *Escherichia coli* y *Klebsiella* spp y como prueba confirmatoria usar cefotaxima y ceftazidima, solas y en combinación con clavulanato. Los productores de carbapenemasas en Enterobacterales y *P. aeruginosa* pueden presentar resistencia intermedia o resistencia a uno o varios carbapenémicos de la subclase III de las cefalosporinas. Para determinar el fenotipo en el antibiograma se debe colocar sensibilizadores (IMP; CAZ; AMC; CTX; ERTA) en Enterobacterias permitiendo la detección probable de carbapenemasas y BLEE^{1,3,5,6,8-12}.

De igual forma, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) señala la necesidad de prevenir y detectar tempranamente la resistencia bacteriana, para esto, el CLSI realiza pruebas de sensibilidad de los antibióticos que anualmente actualiza sus guías; sin duda alguna el laboratorio ayuda a detectar y confirmar los mecanismos de resistencias con mayor trascendencia clínica, entre ellas BLEE, capaces de hidrolizar las oximinocefalosporinas. La primera

evidencia de estas enzimas se presentó en *Escherichia coli* en los años 60, cuando se describió la betalactamasa TEM-1. En Ecuador en el 2010 se describe el primer caso en una *Klebsiella pneumoniae* productora de carbapenemasas. La resistencia antimicrobiana es un problema de salud pública y es uno de los temas tratados en el enfoque multisectorial denominado Una Salud^{1,3,5,6,8-12}.

En vista de esto, el objeto de estudio de esta investigación fue determinar la presencia de bacterias resistentes en ganado vacuno y porcino en la ciudad de Cuenca, mediante el análisis de la materia fecal.

Metodología

El presente estudio fue de tipo prospectivo, observacional descriptivo, se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia, las muestras fueron tomadas en la totalidad de animales que se encontraban en ese momento durante el período establecido. Se tomó 65 muestras de heces de ganado vacuno y 53 muestras de heces en porcinos, en la feria de ganado de la Ciudad de Cuenca, durante el período junio 2023 a enero 2024. Como criterios de inclusión, se analizó en estos animales por ser de mayor consumo humano, tener una edad promedio de un año en el cerdo y la vaca entre uno a dos años, que estén sanos y que la materia fecal recolectada esté en condiciones normales de cantidad y consistencia; se excluyó a animales que presentaron alguna sintomatología de enfermedad.

Para la tabulación y el análisis de los datos, se usó el programa IBM spss statistics 20,

versión de prueba. Se aplicó estadísticos descriptivos como porcentajes y frecuencias aplicadas a tablas simples y cruzadas para relacionar las variables.

Para la toma de muestras en cerdos se utilizó la técnica de hisopado rectal, se aplicó un hisopo estéril del medio de transporte de Stuart; en las vacas se tomó la muestra de heces del recto del animal, usando una bolsa plástica a manera de guante; las muestras se rotularon correctamente y se transportó en un cooler para mantener la cadena de frío y llevadas al laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias Médicas para su respectivo procesamiento.

Para la determinación del tipo de bacteria y la resistencia antimicrobiana, se usaron los siguientes procedimientos: primero, siembra de las muestras en agar MacConkey suplementados con antibióticos y en CHROMagar™; segundo, al existir crecimiento bacteriano se procedió a la identificación mediante pruebas bioquímicas y finalmente se realizó pruebas de susceptibilidad.

La inoculación de las muestras se realizó mediante la técnica de siembra de aislamiento por agotamiento en agar MacConkey, suplementado con ciprofloxacina a una CIM (Concentración Inhibitoria Mínima) de ≥ 1 ug/mL, agar MacConkey con ceftriaxona y una CIM de ≥ 4 ug/mL, agar MacConkey con meropenem y CIM de ≥ 4 ug/mL. La CIM se interpretó de acuerdo con los criterios del CLSI 2023. Al existir crecimiento bacteriano en estos agares después de 24 horas de incubación a 37°C en ambiente

aerobio, se sospecha de ser productoras de BLEE y carbapenemasas^{10,13}.

De igual manera, se cultivó las muestras en CHROMagar ESBL y CHROMagar KPC, que son medios de cultivo cromogénicos selectivos y diferenciales de la casa comercial de CHROMagar™, destinados a la detección cualitativa directa de la colonización gastrointestinal por Enterobacterias resistentes a las betalactamasas de espectro extendido (ESBL) y carbapenem (ERC), el instructivo recomienda realizar pruebas de susceptibilidad en las colonias sospechosas y llegar a su diagnóstico definitivo.

Cabe señalar que para evitar un crecimiento de bacterias soprófitas, los agares usados fueron selectivos, o sea, permite el crecimiento de bacterias resistentes, entre ellas se encuentran principalmente *E. coli*, y en esta ocasión también *Citrobacter spp*, no crecieron otras bacterias por no presentar resistencia, o también porque la susceptibilidad bacteriana es muy diferente entre una y otra, un ejemplo claro es los resultados del mismo estudio, en los animales vacunos no hay crecimiento de bacterias, al contrario en los cerdos si lo hay, esto se explica en la discusión, de porque hay estas diferencias.

En los agares que presentaron crecimiento de colonias se realizó un análisis macroscópico para la selección de la colonia y proceder a la identificación de las enterobacterias aplicando pruebas bioquímicas que permiten determinar las características metabólicas de las bacterias mediante el uso del citrato; triple azúcar hierro (TSI); decarboxilación y desaminación de

la lisina y producción de ácido sulfhídrico-H₂S (LIA); sulfuro de hidrógeno, indol y movilidad (SIM); bilis esculina y urea¹⁴.

Para comprobar las resistencias bacterianas, se realizó pruebas de susceptibilidad, y de acuerdo a lo descrito por Araya (2015), se usó el método de difusión en disco descrita por Bauer y Kirby, se preparó el agar Mueller-Hinton, considerando las características necesarias para obtener halos de inhibición dentro de los límites de aceptabilidad. Se elaboró un inóculo, en la que, la turbidez de la suspensión bacteriana debe tener una densidad de 0.5 Mac Farland (1.5 x 10⁸ UFC) y medir en turbidímetro bajo luz transmitida. Con un hisopo se tomó la suspensión, se rotó varias veces contra la pared del tubo para eliminar el exceso, se procedió a realizar una siembra homogénea en el agar Mueller-Hinton, se dejó secar 3 a 5 minutos antes de colocar los discos. Siguiendo las normas del CLSI, se utilizaron discos comerciales de papel, impregnados con los siguientes antimicrobianos: amoxicilina/ácido clavulánico (AMC 30 ug); meropenem (MEM 10 ug); ceftazidime (CAZ 30 ug); cefotaxime (CTX 30 ug); ciprofloxacina (CIP 5ug); ácido nalidíxico (NA 30ug)^{10,15-18}.

La determinación de BLEE se realizó mediante la interpretación de los discos de susceptibilidad antimicrobiana, donde se buscó la disminución de la inhibición en uno o varios de los betalactámicos con los siguientes puntos de corte, considerados como resistente según el CLSI 2023: AMC ≤13 mm; MEM ≤19; CAZ ≤17; CTX ≤22; CIP ≤21; NA ≤13, permite sospechar de la presencia de BLEE y como método

confirmatorio, observar si se forma el efecto sinérgico del inhibidor (efecto tapón de corcho)^{9,10,19}.

Para la detección de carbapenémicos, se complementó con pruebas de susceptibilidad antimicrobiana por el método de difusión del disco CLSI 2023, aplicando los antibióticos anteriormente descritos, a partir del cual se pudo detectar presencia de carbapenemasas, los cuales degradan una amplia gama de β-lactámicos, incluyendo penicilinas, cefalosporinas y carbapenémicos^{20,21}.

Resultados

De las 65 muestras de heces de ganado vacuno y 53 muestras de heces de ganado porcino, las resistencias que presentaron fue BLEE y carbapenemasas, producidas principalmente por *Escherichia coli* y en menor frecuencia *Citrobacter spp*, el ganado porcino presentó mayormente *E. coli* con resistencia a BLEE.

En la Tabla 1, se aprecia que, el ganado porcino presenta bacterias resistentes, con un 47.2 % a BLEE y 15.1 % a carbapenemasas.

Tabla 1. Distribución del tipo de ganado y presencia de resistencia bacteriana.

Tipo de ganado	Tipo de resistencia					
	BLEE		Carbapenemasa		Sin resistencia bacteriana	
	n°	%	n°	%	n°	%
Vacuno	0	0	0	0	65	100
Porcino	25	47.2	8	15.1	20	37.7

En la Tabla 2, de un total de 65 muestras recolectadas de bovinos, el 90.8% no hubo crecimiento bacteriano y solo un 9.2% presentó *E. coli*, pero sin resistencia a los antibióticos.

En el ganado porcino, de las 53 muestras, el 60.4% creció *E. coli*, de las cuales el 39.6% presentaron BLEE y 15.1% a carbapenemasas; el 7.5% se aisló *Citrobacter spp* con presencia de BLEE.

Tabla 2. Distribución del ganado vacuno y porcino, según bacteria y tipo de resistencia que presenta.

Tipo de ganado	Bacteria		BLEE	Carbapenemasa	Sin resistencia
Vacuno	<i>E. coli</i>	n	0	0	6
		%	0	0	9.2
	Ausencia de bacterias	n	0	0	59
		%	0	0	90.8
		%	0	0	100
		%	0	0	100
Porcino	<i>E. coli</i>	n	21	8	3
		%	39.6	15.1	5.7
	<i>Citrobacter spp</i>	n	4	0	0
		%	7.5	0.0	0.0
	Ausencia de bacterias	n	0	0	17
		%	0.0	0.0	32.1
		%	47.2	15.1	37.7
		%	47.2	15.1	37.7

Discusión

La resistencia a los antibióticos es una amenaza para la salud humana y animal, y sin duda alguna para el ambiente por la presencia de microorganismos resistentes a antibióticos y que es alerta en todo el mundo, los antimicrobianos utilizados para el control ya no son eficaces como lo eran antes, generando evolución en los diferentes mecanismos de resistencia que presenta las bacterias^{2,13}.

Los resultados obtenidos muestran que, en el ganado vacuno las bacterias no presentaron resistencia a los antibióticos y en el ganado porcino las bacterias mostraron un 47.2% de BLEE y 15.1% de carbapenemasas. Al contrastar los resultados, el estudio realizado por Sandoval J. en Bogotá

en una planta de beneficio porcino, identificaron a la cefotaxima con una resistencia del 75%, lo cual confirma la existencia de BLEE, y la resistencia a carbapenemasas todas las muestras fueron negativa, mostrando una diferencia con este estudio. La presencia de BLEE puede deberse al uso de cefalosporinas de amplio espectro en la producción porcina en infecciones respiratorias severas, al consumo de medicamentos como promotores de crecimiento y a la deficiente bioseguridad que existe en las granjas. En cambio, en otro estudio realizado en Perú - Lima en el 2023, en un matadero de cerdos, presenta una diferencia significativa con esta investigación, donde de 120 cepas de *Escherichia coli*, el 5% fueron productoras de BLEE, no analizaron carbapenemasas, probablemente esta diferencia, se deba a que en Perú, por

lo general el uso de este antibiótico no se usa como promotor de crecimiento^{13,22}.

En este estudio al analizar la presencia de bacterias y el tipo de resistencia, se ha demostrado que el ganado porcino tiene 60.4% de *E. coli* con un 39.6% de BLEE y 7.5% de *Citrobacter* spp y todas presentaron BLEE. Es importante destacar que, el 15.1% presentaron carbapenemasas en *E. coli*. En el ganado vacuno se observó un 9.2% de *E. coli* sin presencia de resistencia antimicrobiana. En comparación con un estudio realizado en Argentina – Buenos Aires en el 2010, donde tomaron 50 muestras de bovinos y porcinos, y aislaron *E. coli* con un 90% y 86% respectivamente; con mayor porcentaje de resistencia y multiresistencia en porcinos. La presencia de estas bacterias y resistencia, puede deberse a que, coincide con los antimicrobianos más utilizados en explotaciones animales. Cabe recalcar que, el uso de cefalosporinas en porcinos persiste más allá del tiempo normal, provocando la aparición de cepas autóctonas productoras de BLEE y con riesgo de adquisición de genes por transferencia horizontal^{7,22}.

Otra investigación realizada en Suiza (2011) en 59 cerdos y 64 reses (una leve coincidencia con el muestreo), en general identificaron 21 casos de cepas productoras de BLEE, 9 casos fue *E. coli* en cerdos (15.2%), 11 casos de *E. coli* en vacas (17.1%) y un caso de *Citrobacter youngae* en ganado bovino (1.5%). Estos resultados difieren con nuestra investigación, el mismo puede deberse a que, Suiza plantea una política estricta con el uso de antibióticos, en este país el uso de las cefalosporinas

es exclusivamente veterinario y aplicado principalmente en infecciones respiratorias; también puede deberse al uso de enrofloxacin en animales de granja, lo que permite explicar la presencia de cepas de *E. coli* resistentes a fluoroquinolonas en niños que no consumen este grupo de antibióticos^{19,23}.

La detección de bacterias con resistencias a BLEE y carbapenemasas en animales destinados al consumo humano constituye un impacto crítico en la salud pública, representando un riesgo potencial de transmisión de genes de resistencia, ya sea a través de la cadena alimentaria o del medio ambiente, tal como lo ha descrito Fischer. Una limitante en la investigación fue el no poder determinar enzimas como la KPC y en algunos casos existir Ampc implícitos, para el cuál se necesita secuenciar las cepas para determinar sus enzimas, que suele ser común en *K. pneumoniae* y *E. coli*. La baja presencia de *Klebsiella* y *E. coli* productoras de carbapenemasas puede estar ligada al muestreo que realizamos, la aleatoriedad de recolección de la materia fecal pudo permitir la selección de muestras negativas para este tipo de enzimas. Es importante poder aplicar pruebas que permita determinar los tipos de carbapenemasas, como la mCIM y eCIM en conjunto y poder diferenciar metalo- β -lactamasas de serina carbapenemasas en Enterobacterales^{6,12,13,20,24}.

Conclusiones

La principal bacteria aislada en el ganado vacuno y porcino fue *Escherichia coli*, con resistencia a betalactamasas de espectro extendido (BLEE) y carbapenemasas. El ganado vacuno presentó *E. coli* sin resistencia a los antibióticos. El ganado porcino presentó *E. coli*, con resistencia a BLEE y carbapenemasas, también se aisló *Citrobacter* spp con resistencia a BLEE.

La presencia de carbapenemasas es del 15.1 %, relativamente un porcentaje bajo, pero el mismo es de preocupación, por ser un grupo de antibióticos que se le tiene como última opción para su aplicación en infecciones severas.

El mal uso de antibióticos es generalizado, esto se ratifica con los resultados presentados y su correlación con otros estudios, por lo que es necesario implementar sistemas de monitoreo y entender el comportamiento de las bacterias y poder ejercer un control eficaz.

Aspectos bioéticos

El estudio contempló medidas relacionadas con el Bienestar Animal, se minimizó el estrés y sufrimiento durante el proceso de toma de muestras, asegurando la bioseguridad tanto para el personal como del ambiente. Para la toma muestra se realizó las solicitudes respectivas a EMURPLAG-EP.

El proyecto fue presentado al CEISH de la Universidad de Cuenca, manifestando que, al no estar relacionados con seres humanos, el proyecto no requiere una evaluación de su parte.

Información de los autores

Baculima Tenesaca José Mauricio. Licenciado en Laboratorio Clínico. Magister en Microbiología Mención Biomédica. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Médicas. Docente de la Carrera de Laboratorio Clínico. Cuenca-Azuay-Ecuador. **e-mail:** mauricio.baculimat@ucuenca.edu.ec **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8900-2544>

Peñaherrera Wilches Eugenia. Doctora en Bioquímica y Farmacia. Magister en Atención Farmacéutica. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Químicas. Docente del Departamento de Biociencias. Cuenca-Azuay-Ecuador. **e-mail:** eugenia.penaherrera@ucuenca.edu.ec **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9042-5058>

Patiño Mogrovejo Juan Carlos. Licenciado en Laboratorio Clínico. Magister en Salud Ocupacional y Seguridad en el Trabajo. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Médicas. Docente de la Carrera de Laboratorio Clínico. Cuenca-Azuay-Ecuador. **e-mail:** juanc.patino@ucuenca.edu.ec **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0398-0943>

Ramónez Cárdenas Juan Carlos. Médico Veterinario Zootecnista. Magister en Reproducción Animal. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Docente de la Carrera de Medicina Veterinaria. Cuenca-Azuay-Ecuador. **e-mail:** juan.ramonez@ucuenca.edu.ec **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-8081-7533>

Bustos Cabrera Alicia del Rocío. Doctora en Medicina y Cirugía. Especialista en Patología Clínica Medicina de Laboratorio. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Médicas. Docente de la Carrera de Medicina. Cuenca-Azuay-Ecuador. **e-mail:** alicia.bustos@ucuenca.edu.ec **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0002-2813-5671>

Contribución de los autores

Todos los autores declaran haber contribuido de manera similar en el diseño, redacción, revisión y aprobación de la versión final del manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores declaran la no existencia de conflicto de intereses.

Fuentes de financiamiento

La presente investigación se deriva de un proyecto de servicio comunitario; por tanto, los reactivos e insumos para el procesamiento de muestras fueron otorgados por la Dirección de Vinculación con la Sociedad de la Universidad de Cuenca.

Referencias bibliográficas

1. Barrantes Jiménez K, Chacón Jiménez L, Arias Andrés M, Barrantes Jiménez K, Chacón Jiménez L, Arias Andrés M. El impacto de la resistencia a los antibióticos en el desarrollo sostenible. Poblac Salud En Mesoamérica. junio de 2022;19(2):305-29.
2. Organización Mundial de la Salud. Plan de acción mundial sobre la resistencia a los antimicrobianos [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2016 [citado 22 de enero de 2025]. 30 p. Disponible en: <https://iris.who.int/handle/10665/255204>
3. López L, Santamaría J, Sánchez A, Castro L, Moreno JL. Presencia de bacterias y genes de resistencia al antibiótico tetraciclina en sistemas de producción ganadera, basados en pasturas. Cienc E Investig Agrar. diciembre de 2012;39(3):411-23.
4. Giono-Cerezo S, Santos-Preciado JI, Rayo Morfín-Otero M del, Torres-López FJ, Alcántar-Curiel MD, Giono-Cerezo S, et al. Resistencia antimicrobiana. Importancia y esfuerzos por contenerla. Gac Médica México. abril de 2020;156(2):172-80.
5. Esperbent C, Migliorati M. Bacterias multirresistentes: una amenaza oculta que crece. RIA Rev Investig Agropecu. 2017;43(1):6-10.
6. García P, López D, Millán ÁS, Sanz JM, Hermoso JA. La resistencia

- de las bacterias a los antibióticos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2023;66.
7. Pantozzi FL, Moredo FA, Vigo GB, Giacoboni GI. Resistencia a los antimicrobianos en bacterias indicadoras y zoonóticas aisladas de animales domésticos en Argentina. *Rev Argent Microbiol.* abril de 2010;42(1):49-52.
 8. Cabrera González MA, Vásquez Pérez HV, Quilcate-Pairazamán C, Bazán-Arce J, Cueva-Rodríguez M, Cabrera González MA, et al. Evaluación de resistencia a antibióticos en muestras de heces de terneros con diarrea en la región Cajamarca, Perú. *Rev Mex Cienc Pecu.* diciembre de 2023;14(4):782-95.
 9. Lezameta L, Gonzáles-Escalante E, Tamariz JH. Comparación de cuatro métodos fenotípicos para la detección de beta-lactamasas de espectro extendido. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* julio de 2010;27(3):345-51.
 10. Camacho-Molina L, Perozo-Mena A, Castellano-González M, Bermúdez-Navarro E, Harris-Socorro B. Métodos fenotípicos para la detección de betalactamasas de espectro extendido en cepas de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*. *Rev Soc Venez Microbiol.* enero de 2004;24(1-2):98-103.
 11. Prat S. RECOMENDACIONES PARA DETECCIÓN CARBAPENEMASAS EN ENTEROBACTERIAS Y PSEUDOMONAS AERUGINOSA [Internet]. 2018. Disponible en: <https://www.ispch.cl/sites/default/files/Recomendaciones%20para%20detecci%C3%B3n%20carbapenemasas%20en%20enterobacterias%20y%20pseudomonas%20aeruginosa..pdf>
 12. li JSL, Mathers AJ, Bobenchik AM, Bryson AL, Campeau S, Cullen SK, et al. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing.
 13. Sandoval JS. Determinación de la presencia de *E. coli* productora de betalactamasas de espectro extendido/ampC y carbapenemasas como grupo trazador de resistencia en una planta de beneficio porcino. 2018; Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/35092/Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
 14. Bou G, Fernández-Olmos A, García C, Sáez-Nieto JA, Valdezate S. Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. *Enfermedades Infecc Microbiol Clínica.* octubre de 2011;29(8):601-8.
 15. Picazo J, García J, Cantón R, García E. Procedimientos en Microbiología Clínica—Métodos básicos para el estudio de la sensibilidad de los antimicrobianos. [Internet]. 2000. Disponible en: <https://seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia11.pdf>
 16. Cambridge Biomedical Research Centre. [WhatIsBiotechnology.org](https://www.whatisbiotechnology.org).

- 2019 [citado 11 de marzo de 2025]. WhatisBiotechnology - The sciences, places and people that have created biotechnology. Disponible en: <https://www.whatisbiotechnology.org/>
17. Araya I, Prat S, Ramírez V. RECOMENDACIONES PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN BACTERIOLOGÍA: ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA MEDIANTE DIFUSIÓN POR DISCO [Internet]. 2015. Disponible en: https://www.ispch.cl/sites/default/files/Recomendacion_Contro_Calidad_Bacteriologia.pdf
 18. Vazquez M. Manual MSD versión para profesionales. 2022 [citado 11 de marzo de 2025]. Pruebas de sensibilidad o antibiogramas-Enfermedades infecciosas. Disponible en: <https://www.msd-manuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/diagnostico-de-laboratorio-de-las-enfermedades-infecciosas/pruebas-de-sensibilidad-o-antibiogramas>
 19. Oteo J, Campos J. Uso de quinolonas y resistencia. Enfermedades Infecc Microbiol Clínica. 1 de abril de 2004;22(4):201-3.
 20. Fischer J, Rodriguez I, Schmogger S, Friese A, Roesler U, Helmuth R, et al. Escherichia coli producing VIM-1 carbapenemase isolated on a pig farm. J Antimicrob Chemother. 1 de julio de 2012;67(7):1793-5.
 21. Gualan CS, Matamoros AM, Gualan CS, Matamoros AM. Identificación de enterobacterias productoras de carbapenemasas en el Hospital Universitario Católico de Cuenca. Vive Rev Salud. agosto de 2024;7(20):359-70.
 22. Yarin J. Identificación fenotípica de Escherichia coli productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) aisladas de heces de cerdos de un matadero de Lima [Internet]. 2023 [citado 5 de enero de 2025]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/592015761.pdf>
 23. Geser N, Stephan R, Kuhnert P, Zbinden R, Kaeppli U, Cernela N, et al. Fecal Carriage of Extended-Spectrum β -Lactamase-Producing Enterobacteriaceae in Swine and Cattle at Slaughter in Switzerland. J Food Prot. 1 de marzo de 2011;74(3):446-9.
 24. Yewale VN. Antimicrobial resistance -A ticking bomb! Indian Pediatr. marzo de 2014;51(3):171-2.