

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

SEDE CENTRAL MANAGUA

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN MONOGRAFICO

Susceptibilidad antimicrobiana de *Escherichia coli* aisladas de muestras de heces de lechones destetados de una granja tecnificada, febrero 2025

Sustentantes:

Br. Alexa Ariana Goff Amador

Br. Ana Marcela Quintanilla Villanueva

Asesor:

MSc. Deleana del Carmen Vanegas M.V.

Lic. Kevin Berrios Fuentes

Managua, Nicaragua, mayo de 2025

INDICE DE CONTENIDO

Sección	Página
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
IV. JUSTIFICACION	6
V. ANTECEDENTES	8
VI. HIPOTESIS	10
6.1. Hipótesis De Investigación (HI)	10
6.2. Hipótesis Nula (H0)	10
6.3. Hipótesis Alternativa (Ha)	10
VII. MARCO DE REFERENCIA	11
VIII. MATERIALES Y METODOS	22
8.3 Criterios de Inclusión	23
8.4 Criterios Exclusión	23
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
X. CONCLUSIONES	51
XI. LITERATURA CITADA	53
XII. ANEXOS	68

DEDICATORIA

A mis padres, Ana Eugenia Villanueva Venerio y Mario Danilo Quintanilla Aguilar, que han sido parte fundamental en mi vida y mi carrera, que nunca dejaron de apoyarme y aconsejarme, por toda la paciencia que tuvieron conmigo, sin ellos esto no hubiera sido posible.

A mis hermanos Carlos y Danilo Quintanilla, que nunca dejaron de creer en mí y siempre estuvieron apoyándome.

A mis abuelitas Coco Villanueva y Odily Quintanilla, que son un pilar fundamental en toda mi carrera, por todo el cariño, amor y apoyo que me han brindado.

Ana Marcela Quintanilla Villanueva

DEDICATORIA

A quienes han sido mi refugio, mi impulso y mi inspiración.

A mi abuelo, a mi abuela y a mi madre, por estar presente en cada momento, celebrando mis logros y levantándose en las caídas. Gracias por su fe inquebrantable en mí.

A mis amigos del alma, que, con una palabra oportuna, una risa compartida o un silencio respetuoso, me acompañaron sin condiciones.

A todos los que, de una u otra forma, caminaron conmigo en este proceso... este logro también les pertenece.

Alexa Ariana Goff Amador

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis y sobre todo a Dios todo poderoso.

A nuestros Asesores, MSc. Deleana del Carmen Vanegas MV y Lic. Kevin Berrios Fuentes, por su valiosa orientación, paciencia y apoyo constante durante todo el proceso. La experiencia y dedicación de ambos fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

A la Universidad de Ciencias Comerciales, la Facultad de Ciencias Agrarias por brindarnos los recursos y el entorno necesario para investigar y aprender, a mis docentes, por compartir conocimientos, experiencias y motivación.

A mi familia, por todo su amor incondicional, comprensión y aliento en los momentos más difíciles. Sin su apoyo, esta meta no habría sido posible.

Este trabajo es el reflejo del esfuerzo colectivo de todas estas personas que creyeron en mí. A todos, muchísimas gracias.

Ana Marcela Quintanilla Villanueva

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fuerza, la paciencia y la sabiduría necesaria para llegar hasta aquí a pesar de todos mis altibajos en mi camino.

A mi familia por su amor incondicional, su apoyo constante y sus sacrificios silenciosos y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mis amigos, por su compañía, palabras de aliento y comprensión en los momentos más difíciles.

Agradezco a los doctores veterinarios que me acompañaron en este proceso, les extiendo mi más sincero agradecimiento. Gracias por compartir conmigo no solo sus conocimientos, sino también su vocación, su paciencia y su ejemplo.

Nunca olvidare este sentimiento, este logro es tan mío como de ustedes, Gracias por ser parte de este camino.

Alexa Ariana Goff Amador

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Variables del estudio	29
2. Materiales usados en la investigación	31
3. Materiales microbiológicos	31
4. Materiales para la siembra de los cultivos	32
5. Materiales para la tinción de las muestras	32
6. Materiales para la identificación bacteriana	32
7. Materiales para medir la susceptibilidad	33
8. Puntos de corte (clsi) de primer antibiograma	39
9. Puntos de corte (clsi) segundo antibiograma	43

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Vista aérea de google maps	22
2. Diagrama de flujo	25
3. Agar macconkey	35
4. Tinción gram	36
5. Agar EMB (positivo) +	37
6. Agar EMB (negativo) -	37
7. Betalactamasa de espectro extendido + (blee)	46
8. Ampc +	48
9. Test modificado de hodge	49

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS	PAGINA
a pesaje de agares	68
b homogenizacion de agares	68
c esterilizacion en autoclave	68
d solidificacion a temperatura ambiente	68
e vaciado de heces del recto	69
f hisopado rectal	69
g medio de transporte amies	69
h muestras en agar macconkey	70
i crecimiento de cultivo agar mcconkey	70
j proceso de selección para tincion gram	70
k tincion gram negativa	70
l crecimiento de cultivo en agar emb	71
m crecimiento de cultivo en agar tsa	71
n colocacion de discos antibioticos	71
o resultados de antibiograma	71

RESUMEN

La susceptibilidad antimicrobiana es un problema de alcance mundial que no solo afecta al área veterinaria, sino que también representa una seria amenaza para la salud pública. Diversos estudios han demostrado que la lista de antibióticos eficaces se está reduciendo de manera alarmante. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue analizar la susceptibilidad antimicrobiana de *Escherichia coli* en lechones destetados de una granja porcina tecnificada, ubicada en la comarca de Zambrano, municipio de Tipitapa. La población total evaluada fue de 709 lechones destetados, de los cuales se seleccionó una muestra de 50 individuos. A cada uno se le realizó un hisopado rectal, con el fin de identificar las colonias bacterianas presentes. Las muestras se sembraron inicialmente en agar MacConkey para el aislamiento de enterobacterias. Posteriormente, se procedió a la identificación específica de *E. coli* mediante agar Eosina Azul de Metileno (EMB). Las colonias fueron purificadas utilizando medio nutritivo Trypticase Soya. A continuación, se realizó un antibiograma utilizando el método de difusión en disco de Kirby-Bauer, con el propósito de determinar la susceptibilidad a distintos antibióticos. Además, se investigaron los mecanismos fenotípicos de resistencia antimicrobiana, enfocándose en la detección de betalactamasas de espectro extendido (BLEEs) y AmpC. De las 50 muestras fecales sembradas en agar MacConkey, se seleccionaron colonias lactofermentadoras características de enterobacterias. Mediante agar EMB, se identificaron 24 muestras positivas para *Escherichia coli*, lo que representa un 48% de positividad y un 52% de muestras negativas. En cuanto a la susceptibilidad antimicrobiana, *E. coli* presentó mayor sensibilidad a los siguientes antibióticos: en primer lugar, a la combinación de amoxicilina con ácido clavulánico; en segundo lugar, a ceftriaxona y cefepime; y en tercer lugar, a gentamicina. En un segundo antibiograma, la bacteria mostró sensibilidad a la mayoría de los antibióticos de amplio espectro, con excepción de la cloxacilina, cefepime y aztreonam. Los mecanismos de resistencia identificados en los antibiogramas realizados fueron la presencia de BLEEs y AmpC, lo cual confirma la hipótesis alternativa de esta investigación: las colonias de *Escherichia coli* aisladas en muestras fecales de lechones destetados en una granja tecnificada presentan susceptibilidad a ciertos antimicrobianos, aunque también se evidencian mecanismos de resistencia relevantes.

Palabras Clave: Agar MacConkey, Agar Eosina Azul de Metileno, Agar Trypticase soya, Agar Müller Hinton, Tinción Gram, CLSI.

ABSTRACT

Antimicrobial susceptibility is a global issue that affects not only the veterinary field but also poses a serious threat to public health. Various studies have shown that the list of effective antibiotics is alarmingly shrinking. Therefore, the objective of this study was to analyze the antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* in weaned piglets from a technologically advanced pig farm located in the Zambrano district, Tipitapa municipality. The total population evaluated was 709 weaned piglets, from which a sample of 50 individuals was selected. Rectal swabs were taken from each piglet to identify the bacterial colonies present. Samples were initially cultured on MacConkey agar to isolate enterobacteria. Subsequently, *E. coli* was specifically identified using Eosin Methylene Blue (EMB) agar. The colonies were then purified using Tryptic Soy Agar. An antibiogram was performed using the Kirby-Bauer disk diffusion method to determine susceptibility to various antibiotics. Furthermore, phenotypic mechanisms of antimicrobial resistance were investigated, focusing on the detection of Extended-Spectrum Beta-Lactamases (ESBLs) and AmpC beta-lactamases. Of the 50 fecal samples cultured on MacConkey agar, lactose-fermenting colonies characteristic of enterobacteria were selected. Using EMB agar, 24 samples tested positive for *Escherichia coli*, representing 48% positivity and 52% negativity. Regarding antimicrobial susceptibility, *E. coli* showed the highest sensitivity to the following antibiotics: first, to the combination of amoxicillin with clavulanic acid; second, to ceftriaxone and cefepime; and third, to gentamicin. In a second antibiogram, the bacteria showed sensitivity to most broad-spectrum antibiotics, except for cloxacillin, cefepime, and aztreonam. The resistance mechanisms identified in the antibiograms were the presence of ESBLs and AmpC, confirming the alternative hypothesis of this research: the *Escherichia coli* colonies isolated from fecal samples of weaned piglets in a technologically advanced farm exhibit susceptibility to certain antimicrobials, although relevant resistance mechanisms are also present.

Key Words: MacConkey Agar, Eosin Methylene Blue (EMB) Agar, Tryptic Soy Agar (TSA), Mueller-Hinton Agar, Gram Staining, CLSI.

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta tesis fue determinar la susceptibilidad antimicrobiana de colonias características de *Escherichia coli* aisladas en medios de cultivos selectivos y diferenciales para la posterior realización del estudio de antibiograma. Este estudio se realizó con muestras fecales de lechones destetados de una granja tecnificada, con el fin de determinar una posible situación epidemiológica actual en el país y así, buscar opciones para el control y prevención.

“Nicaragua es un país eminentemente agropecuario y dentro de este sector primario la porcicultura juega un rol de suma importancia para la economía nacional” (Aguirre, 2022, p.13).

“Existen cinco pilares básicos de los sistemas de producción porcina entre ellos están: Las instalaciones, equipos, los animales, el productor, el zootecnista y el personal” (Rodríguez y Zambrano, 2022 p.17).

Ambroggi et al., (2020), describen muchas enfermedades en los cerdos que afectan la producción, siendo una de las principales causas, las enfermedades entéricas, las cuales son un problema común en todas las etapas de la producción porcina en el mundo.

La diarrea en lechones es uno de los principales problemas que afecta a las explotaciones porcinas” (Soto, 2021, p. 36).

“El estrés post destete provoca el padecimiento de enfermedades gastrointestinales en lechones, afectando su crecimiento y desarrollo futuro, el uso de antibióticos ayuda a mejorar la salud intestinal, pero, estos también provocan que las bacterias desarrollen genes de resistencia” (Centeno, 2018).

Según (Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la salud., 2021), Ha alertado sobre: “El aumento de enterobacterias resistentes a antibióticos en Latinoamérica en el 2021, considerándolo como un alto riesgo epidemiológico “(p.2).

Calvo (2021), La resistencia antimicrobiana es un problema de salud pública a nivel mundial, por lo que requiere de planes estratégicos para frenarla: “En la familia ***Enterobacteriácea***, los genes de resistencia se encuentran codificados principalmente en plásmidos, que permiten una mayor y rápida diseminación mediante la transferencia horizontal de genes.

“El Plan Nacional de Resistencia a Antibióticos (PRAN) como respuesta a la solicitud de la Comisión europea para tratar la problemática de las resistencias a antibióticos busca reducir el riesgo y la diseminación según Colomer (2023, p.15).

En respuesta a esta problemática, la identificación y caracterización genética de las BLEEs, son parte fundamental de la política de control de la vigilancia de los antibióticos como lo recomienda la (OMS, 2014) para orientar el tratamiento adecuado y disminuir los fracasos terapéuticos a nivel nacional.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Analizar la susceptibilidad antimicrobiana de colonias de *Escherichia coli* aisladas de muestras de heces en lechones destetados de una granja tecnificada.

2.2 Objetivo Especifico

- Identificar colonias de *E. coli* presentes en las muestras de heces de lechones recolectadas en la granja tecnificada.
- Determinar la susceptibilidad antimicrobiana de *E. coli* por medio del método de difusión de discos Kirby Bauer en los cultivos positivos a *Escherichia coli*.
- Detectar fenotípicamente los mecanismos de resistencia antimicrobiana de *E. coli* en muestras.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según (Pabón y Espinel 2017), las infecciones entéricas porcinas tienen una importancia creciente y son frecuentemente observadas en diferentes edades, provocando un gran impacto a la industria porcina de todo el mundo:

Estas infecciones pueden llevar a altas tasas de mortalidad y morbilidad y secuelas en el tracto gastrointestinal. Éstas pueden ser permanentes o transitorias, produciendo retraso del crecimiento, reducción de la eficiencia alimentaria y en el coste con tratamientos, suponiendo aproximadamente el 60% de los gastos con antimicrobianos (p.15).

La producción porcina es una actividad económica importante, tanto a nivel industrial como en pequeñas explotaciones. La salud y el manejo de los animales son cruciales para asegurar la productividad y la sostenibilidad de este sector. Sin embargo, el uso de antibióticos y la aparición de resistencia antimicrobiana son desafíos significativos.

Marrero et al., (2017), referencia que:

Las instalaciones de producción animal constituyen un reservorio para bacterias resistentes que pueden ser difundidas a la población por contacto directo o a través de la cadena alimentaria. En diferentes especies de animales con destino al consumo humano, principalmente en aves seguida de cerdos, también en animales de compañía y en especies salvajes se evidenció la prevalencia de enterobacterias productoras de BLEE y se sugiere que estos escenarios sean reconocidos como importantes reservorios de estas bacterias.

El uso inadecuado de antimicrobianos en los últimos años tanto en medicina humana como en medicina veterinaria ha acelerado la aparición, selección y propagación de bacterias resistentes a los antibióticos. Este problema, ha alcanzado tal dimensión que actualmente se plantea como una de las mayores amenazas en materia de salud pública.

¿Las colonias de *E. coli* identificadas en los medios de cultivo de las heces fecales de los lechones destetados en la granja tecnificada presentan resistencias a los antibióticos?

IV. JUSTIFICACION

Actualmente en Nicaragua, son muchos los estudios referentes a resistencia antimicrobiana en la producción animal, al revisar diversos documentos, se encontraron trabajos relacionados a identificación de bacterias en leche con mastitis a los cuales se le realizan antibiograma, pero solo como investigación y no como una práctica regular en las fincas para determinar qué tipo de antibiótico aplicar.

“Las enfermedades producidas por *E. coli* siempre han representado un reto para la producción porcina, especialmente desde la intensificación a la que se han sometido en las últimas décadas” (Pabón y Espinel, 2017).

Según MINSA (2017), expone que la Organización Mundial de la salud (OMS) en la actualidad tiene como propósito:

Contribuir con la gestión de la resistencia de antimicrobianos en el país generando información sobre el comportamiento de *E. coli* y los posibles métodos para detectar los mecanismos de resistencia antimicrobiana, y a la utilización prudente de los antimicrobianos en animales de producción, este caso en porcinos, que es una carne de alto consumo (p.5).

La adopción de normas internacionales para el uso responsable de los antibióticos y las directrices establecidas por la OMS y FAO a través del Codex Alimentarius y la Organización mundial de salud animal, son fundamentales para hacer frente al desafío que representa el problema de la resistencia a los antimicrobianos, por tanto, la cooperación del sector veterinario en este sentido incluye tanto al ámbito público como al privado (OPS/OMS, 2021).

Ochoa y Paco (2021), la aparición y propagación de cepas de *Salmonella spp.* y *Escherichia coli* con resistencia a betalactámicos, aminoglucósidos, fenicoles, tetraciclinas, sulfamidas son un problema de salud animal, donde se han conferido la resistencia a los betalactámicos, carbapenemasas y ello comprometen en la actualidad opciones muy difíciles, terapéuticas en la salud pública y animal, por tanto, la OMS recomiendan el monitoreo de microorganismos resistentes a múltiples antimicrobianos con el fin de mitigar el uso indebido de antimicrobianos (p.18).

V. ANTECEDENTES

En Nicaragua se realizó un estudio por Guillen y Ríos., (2020), sobre *Escherichia coli* en lechones en la granja Dirección de Unidades Educativas y Productivas DUEP-UNA obteniendo lo siguientes resultados:

Los valores que se obtuvieron de los casos positivos porcentuales a *Escherichia coli* fueron de un 88%, obteniendo así un resultado de muestras de 15 % lechones positivos a *Escherichia coli* y a 5 lechones afectados de *Escherichia coli* y coliformes fecales. Dichos lechones fueron considerados tomando en cuenta peso y presentación de sintomatología fueron sometidos a pruebas in situ, se tomaron muestras fecales por medio de hisopado rectal y procesados en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencia Animal de tal modo que se desarrolló un plan de manejo adecuado para cada categoría como prevención y control de la colibacilosis entre los factores que se determinaron son la mortalidad con un valor de 11.11% y morbilidad 1.5% en general producida por dicha enfermedad. No se administró ningún tratamiento antibiótico con esto pretendemos abrir puertas para estudios futuros.

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, Yarin (2023), realizó un estudio de la identificación fenotípica de *Escherichia coli* productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) aisladas de heces de cerdo de un matadero de Lima:

Del total de muestras positivas a *Escherichia coli* (120) el 5% (6/120) fueron productoras de betalactamasas de espectro extendido. Se concluye que existe presencia de betalactamasas de espectro extendido en cepas de *Escherichia coli* aisladas de heces de cerdo provenientes de un matadero de Lima.

De acuerdo con Escalante (2021) en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, 2021, realizó un estudio de Detección de genes de resistencia antimicrobiana en aislados de *Escherichia coli* de cerdos de producción con cuadros diarreicos:

De las 119 cepas, el 98.3% (117/119) fueron positivas a por lo menos un gen de resistencia antimicrobiana, siendo el de mayor frecuencia el grupo de las tetraciclinas (88.2%), seguido de las sulfonamidas (65.5%), estreptomicina-espectinomina (64.7%), y por último la apramicina (2.5%). De la misma manera, la mayor presencia de resistencia a dos antimicrobianos fue en las sulfonamidas con las tetraciclinas en un 59.6% (71/119). De los 10 diferentes genes de resistencia antimicrobiana considerados, el gen tetA tuvo la frecuencia más alta con 68% (81/119), seguido del gen sul3 con 64.7% (77/119), seguida del gen strB con un 42% (50/119), aadA con 39.5% (47/119), strA con 34.5% (41/119), tetB con 31.9% (38/119), aac IV con 2.5% (2/119) y los genes sul1 y tetC ambos con 0.8% (1/119); el gen sul2 fue negativo en todas las cepas. Del total de cepas procesadas, el 41.2% (49/119) fueron considerados multi drogas resistentes por mostrar resistencia a más de 3 antibióticos.

Gómez, et al., (2022), En el trabajo realizado sobre Aislamientos de *Escherichia Coli* de origen porcino resistentes a antimicrobianos de importancia crítica para la salud pública, describen que:

El 69 % de los aislamientos fue resistente a ácido nalidíxico y el 37,3 % a ciprofloxacina, antimicrobianos de máxima prioridad. No se aislaron *E. coli* resistentes a Carbapenemasa. Setenta y tres aislamientos se comportaron como multirresistentes, de los cuales el 50 % mostró resistencia frente a seis o siete grupos de antimicrobianos.

VI. HIPOTESIS

6.1. Hipótesis De Investigación (HI)

Las colonias de *Escherichia coli* aisladas en muestras de heces en lechones destetados de la granja tecnificada tienen sensibilidad antimicrobiana.

6.2. Hipótesis Nula (H0)

Las colonias de *Escherichia coli* aisladas en muestras de heces en lechones destetados de la granja tecnificada no presentan sensibilidad antimicrobiana.

6.3. Hipótesis Alternativa (Ha)

Las colonias de *Escherichia coli* aisladas en muestras de heces en lechones destetados de granjas tecnificadas presentan sensibilidad a ciertos antimicrobianos.

VII. MARCO DE REFERENCIA

7.1. Datos y Producción Porcina en Nicaragua

INATEC (2018), describe que la producción de cerdos en Nicaragua mayormente ha sido realizada bajo un sistema de traspatio: “El nivel de consumo de sus productos en la población nicaragüense es muy alto y en cuanto al número de cerdos vivos en el país se estima en 500.000 cabezas, aportando unos 35 millones de dólares por año”.

El Ministerio agropecuario (2022), público un artículo referenciando que, en Nicaragua, el crecimiento es impulsado por la pequeña y mediana producción: Esta representa el 68% del total nacional, de manera consistente con un aumento del 3.5% de los porcinos en fincas, que se encuentran en manos de 146,000 familias productoras que se dedican a la crianza de cerdos, impulsando el crecimiento de la producción nacional de carne, y reduciendo la brecha para la Soberanía Alimentaria.

7.1.1. Sistema de Crianza Tecnificada

Coronel (2020), El sistema tecnificado de producción en la industria porcina se define como grandes avances tecnológicos en las instalaciones, manejo, nutrición y genética; Cuenta con medidas sanitarias estrictas tanto en animales como en los trabajadores, reduciendo altamente las posibilidades de enfermedades (p.20).

“Al ser una crianza en altas cantidades se manejan registros diarios por áreas y son recopilados en un programa establecido que permite analizar los parámetros de calidad y ganancia de la producción” (Casa, 2023, p.30).

7.1.1.1. Fisiología Digestiva del lechón

Cieza (2017), El lechón posee gran capacidad enzimática para digerir grasas, la lactosa y las proteínas de la leche, a partir de la segunda semana de vida, con el aumento de la secreción de pepsina, tripsina y amilasa puede aprovechar cantidades limitadas de proteína animal y vegetal, así como almidón tratado; a partir de la tercera semana se incrementa la producción de amilasa, ácido clorhídrico y el resto de las enzimas proteolíticas (p.16).

7.1.1.2. Microbiota Intestinal

Jurado y Vera (2024), referencian sobre la microbiota en el tracto gastrointestinal (TGI):

Es una comunidad compuesta de microorganismos comensales, simbióticos y patógenos que conviven entre sí; Los *Clostridiaceae* y *Enterobacteriaceae* son los principales colonizadores en la vida de un lechón, después son desplazados por la familia de los *Streptococcaceae* que dominan hasta el tercer día, hasta que llegan los *Lactobacillaceae* que dominan hasta los 20 días de edad (p.25).

7.1.2. Ciclo productivo

De acuerdo con Saravia y García (2017,) Para todo porcicultor o persona dedicada a la explotación del cerdo es de gran importancia conocer el ciclo de producción porcina:

El ciclo productivo comienza desde el momento de su nacimiento y por ello es indispensable tener en cuenta todas las recomendaciones sobre manejos y cuidados con el lechón, luego viene una etapa de lactancia que oscila generalmente desde 49 a 55 días dependiendo de las instalaciones y el manejo que se realice en la chanchera (p.42).

“El balanceado post-destete inicia, desde los 22 hasta los 42 días, luego balanceado inicial que corresponde desde los 43 a 70 días más y finalmente se le da el crecimiento hasta que cumpla los 98 a 100 días” (Cuellar, 2022).

7.2. Colibacilosis Porcina

Avendaño (2017), La colibacilosis es un grupo de enfermedades causadas por *Escherichia coli*:

Se da principalmente en el animal recién nacido, aunque también en animales de mayor edad. A pesar de ser *Escherichia coli*, la bacteria más estudiada en cuanto a su fisiología y genética, curiosamente los mecanismos patogénicos que operan en las enfermedades producidas por este germen no han sido estudiados con atención necesaria, solo pocos investigadores se han preocupado por diversos aspectos de su patogénesis (p.45).

Yarin (2023), La estrategia de infección de *Escherichia Coli* es colonizar, multiplicarse y liberar sus enterotoxinas en la mucosa intestinal anterior, evitando los mecanismos de defensa del hospedador, daña el epitelio y produce la salida de líquido y electrolitos hacia el lumen intestinal dando como resultado la diarrea (p.29).

7.2.1. Tratamiento de Colibacilosis

Naranjo et al., (2021), menciona los antibióticos más utilizados para el tratamiento de Colibacilosis:

Las polimixinas (colistina), aminoglucósidos (neomicina) y β -lactámicos (amoxicilina -clavulánico); También se pueden usar quinolonas para realizar un tratamiento sistémico inyectable o se puede utilizar β -lactámicos como cefalosporinas, de la mano con rehidratantes orales o intraperitoneales para corregir la deshidratación y la acidosis metabólica buscando así disminuir el número de muertes y mejorar el estado de los animales (p.9).

7.3. *Escherichia coli*

Pabón y Espinel (2017), expresan que la *Escherichia coli* pertenece a la familia *Enterobacteriácea*: “Es una bacteria Gramnegativa, fermentativa, en forma de bacilo que crece en medios bacteriológicos simples. Esta bacteria se adhiere, a una estructura del intestino, la cual coloniza generando una injuria e interviniendo sobre la funcionalidad del enterocito” (p.16).

Suarez (2020), explica las características bioquímicas que presenta la bacteria *E. coli* en el TGI:

Estas fermentan la glucosa y la lactosa, reduce los nitratos, produce indol a partir de triptófano y es catalasa-positivo y oxidasa-negativo. Este coloniza el tracto intestinal de los animales en las primeras horas de vida y pasa a formar parte de su microbiota normal. Normalmente, *E. coli* y sus huéspedes coexisten sin provocar enfermedad y con beneficio mutuo durante décadas (p.6).

7.4. Métodos Diagnósticos de *E. coli*

“El diagnóstico preciso de la diarrea post-destete implica no solo la observación clínica de los síntomas sino también análisis de laboratorio (cultivos, bioquímicas, PCR, etc.) para identificar *E. coli*” (Rodríguez, 2024, p.5).

“Es necesario diferenciar la enfermedad de otros procesos diarreicos como las diarreas de tipo parasitarias, las de tipo alimenticia o de la gastroenteritis transmisible de los lechones” (Guillen y Ríos, 2020, p.21).

7.5. Métodos de Diferenciación Bacteriana

Quiroz (2020), los de métodos diagnósticos y diferenciales de la actividad antimicrobiana son los extendidos con tinción Gram para confirmar presencia de bacterias y métodos de cultivos Agar MacConkey y Eosina azul de metileno para aislamiento e identificación de enterobacterias, al igual que bioquímicas y PCR (p.15).

7.6. Medio de Cultivo

Herrera (2023), un medio de cultivo es un conjunto de nutrientes, factores de crecimiento y otros componentes que crean las condiciones necesarias para el desarrollo de los microorganismos. La diversidad metabólica es tan grande que la variedad de medios de cultivo es enorme, no existiendo un medio de cultivo universal adecuado para todos ellos, ni siquiera refiriéndonos a las bacterias con exclusividad (p.12).

7.6.1. Agar MacConkey

Quiroz (2020), Es un medio diferencial y selectivo utilizado para el aislamiento e identificación de enterobacterias que contienen lactosa y rojo neutro como indicador de pH.

Interpretación: Las bacterias fermentadoras de lactosa acidifican el medio y adquieren un color rosado (p.13).

7.6.2. Eosina azul de metileno (EMB)

Brizuela-Lab (2023), es un medio selectivo para la diferenciación de las bacterias Gram negativas que fermentan rápidamente la lactosa de las que no atacan este azúcar.

Interpretación: Las bacterias fermentadoras de lactosa acidifican el medio, lo que hace que el pH del medio disminuya y los colorantes de la eosina y azul de metileno interactúen con los productos de la fermentación, dando a las colonias un brillo metálico verde (p.1).

7.6.3. Agar Trypticase Soya

“Es un medio de aislamiento no selectivo utilizado para el crecimiento de bacterias que no tienen requerimientos nutricionales específicos y para la preparación de cepas de referencia con el objetivo de promover el crecimiento” (Liofilchem, 2020).

Interpretación: Las colonias de *E. coli* se observa pequeñas, redondas, lisas, con bordes definidos y coloración crema (cherwell lab, 2022).

7.6.4. Agar Mueller Hinton

“Es un medio de cultivo específicamente diseñado para realizar pruebas de susceptibilidad antimicrobiana. Su composición y propiedades físicas proporcionan un entorno ideal para evaluar la eficacia de los antibióticos” (Ltda, 2024). “Los principales fundamentos del agar Mueller Hinton incluyen su capacidad para proporcionar un crecimiento uniforme de microorganismos, una difusión adecuada de los antibióticos y la minimización de la interferencia” (MDM, 2019).

Interpretación: Valtek (2024), se basa en la medición de los halos de inhibición que se forman alrededor de los discos con antibióticos, según lo indicado en el protocolo CLSI M2-A, estos halos indican la sensibilidad, la resistencia o la sensibilidad intermedia de la bacteria al antibiótico (p.2).

7.7. Antimicrobianos

“Los antimicrobianos son una molécula natural (producida por un organismo vivo, hongo o bacteria), sintética o semisintética, capaz de inducir la muerte o la detención del crecimiento de bacterias, virus u hongos” (Seija y Vignoli, 2017, p.1).

“Los antimicrobianos son medicamentos que atacan a los microbios y pueden detener la enfermedad que causan, pero estos pueden hacer más mal que bien cuando no se usan de la manera apropiada” (MINSALud, 2016, p.1).

7.7.1. Resistencia Antimicrobiana

“La resistencia antimicrobiana es la capacidad de los microbios para sobrevivir en el cuerpo o el entorno tras la exposición a un agente antimicrobiano” (Alban, 2024, p.4).

7.8. Antibióticos

“Los antibióticos se utilizan para tratar infecciones bacterianas y son ineficaces contra las infecciones víricas. Estos acaban con las bacterias o detienen su reproducción, facilitando su eliminación por parte de las defensas naturales del organismo” (Werth, 2024).

7.8.1. Resistencia antibiótica

“La Organización de las Naciones Unidas (ONU), describe la resistencia bacteriana como una de las principales amenazas de salud, ya que pone en peligro prioridades globales como el desarrollo humano” (Giono, et al, 2021).

Entre los tres tipos de infecciones que generan resistencia de las bacterias, las Enterobacteriáceas son de importancia por su impacto en la morbilidad y mortalidad. Las otras pertenecen a las ***Pseudomonas*** y ***Acinetobacter*** (Bairán, et al, 2022, p.2).

7.8.2. Tipos de mecanismo de resistencia bacteriana

Camacho (2023), describe que los tipos de mecanismos de resistencia bacteriana pueden ser natural (intrínseca) y adquirida (extrínseca) y los mecanismos por los cuales ocurren son:

7.8.2.1. Inactivación del antibiótico por destrucción o modificación de la estructura química

“El fenotipo de resistencia antibiótica por destrucción o modificación de la estructura química es un proceso molecular caracterizado por la producción de enzimas que van a llevar a cabo esta función” (Pérez y Robles, 2017, p.4).

Pazmino (2019), las enzimas que destruyen la estructura química son las betalactamasas que se caracterizan por hidrolizar el núcleo beta-lactámico rompiendo el enlace amida, otra enzima es la eritromicina esterasa que cataliza la hidrólisis del anillo de lactona del antibiótico. Entre las enzimas que se encargan de la modificación de la estructura se encuentran: cloranfenicol acetiltransferasa y también a las enzimas que modifican a los aminoglucósidos, lincosamidas y estreptograminas (acetilasas, adenilasas y fosfatasas) (p.15).

7.8.2.2. Alteración del sitio de blanco del antibiótico

“Esta alteración consiste en la modificación de algunos sitios específicos de la célula bacteriana como la pared celular, la membrana celular, la subunidad 50S o 30S ribosomales, entre otras” (Montenegro, 2022, p.14).

7.8.2.3. Alteración en las barreras de permeabilidad

Pazmino (2019), este mecanismo se debe a los cambios que se dan en los receptores bacterianos específicos para los antimicrobianos o por alteraciones estructurales en los componentes de envoltura de la célula bacteriana (membrana o pared celular) que influyen en la permeabilidad, así como a la pérdida de la capacidad de transporte activo a través de la membrana celular o la expresión de bombas de eflujo las cuales se activan en el momento en que el antibiótico se introduce a la célula bacteriana (p.16).

7.8.3. Mecanismos de Resistencia de los Gram Negativos

7.8.3.1. Formadores de BLEE

Jalinas (2016.p.22), menciona la aparición de bacterias productoras de enzima betalactamasas de espectro extendido (BLEE), se refiere a una característica particular en especial de algunas bacterias como:

Werth, B. (2024), describe que las enterobacterias tienen la capacidad de generar enzimas betalactamasas que inactiva un mayor espectro de antibióticos, lo que representa un desafío para la medicina actual. No existe una definición precisa de las BLEE, así constituyen un amplio grupo de enzimas que tienen la capacidad de hidrolizar uno o más compuestos betalactámicos, pero no a los Carbapenemasas ni a las cefamicinas y que son inhibidas por el ácido clavulánico.

7.8.3.2. Carbapenémicas

Lirola, et al., (2022), menciona que las carbapenemasas integran a un amplio grupo de enzimas pertenecientes a las β -lactamasas, según la clasificación Ambler, que atiende a sus características estructurales y funcionales, se distinguen: Clase A (Serin- β -lactamasas), Clase B (Metallo- β -lactamasas (MBLs), Clase D (Oxaciclinadas) (p.3).

7.9. Pruebas de Sensibilidad Antimicrobiana

“Las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana se basan en la evaluación in vitro de la capacidad que tienen los antibióticos o agentes antimicrobianos de inhibir el crecimiento bacteriano. Esta capacidad puede ser evaluada por métodos de dilución o difusión” (Araya, et al, 2015, p.3).

7.9.1. Método de Difusión en disco (Kirby- Bauer)

Pazmino (2019), La técnica de difusión en agar es cualitativa y sus resultados se pueden interpretar únicamente como: Sensible, intermedio o resistente, está diseñada específicamente para bacterias de crecimiento rápido como *Staphylococcus sp.* o los integrantes de la familia *Enterobacteriaceae*. Cada plato es observado en una luz indirecta y cada halo de inhibición es medido utilizando una regla milimétrica. (p.29).

7.9.2. Fenotipos de Resistencia Bacteriana

7.9.2.1 Betalactamasas de espectro extendido (BLEE)

Alvarez (2010), describe que las B-lactamasas de espectro extendido, son enzimas producidas por los bacilos Gram negativos. Las cepas que producen BLEE, en su mayoría enterobacterias, y en particular *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli*, son resistentes a todos los antibióticos β -lactámicos con la excepción de las carbapenemas, las cefamicinas y las combinaciones de β -lactámicos con inhibidores de β -lactamasas. Además de las BLEE clásicas, de naturaleza plasmídica, existe una serie de microorganismos que producen β -lactamasas cromosómicas, que, en el caso de una hiperproducción, confieren fenotipos de resistencia similares al que determinan las BLEE.

7.9.2.2. Betalactamasas AmpC

Mina et al., (2021), Las betalactamasas son enzimas que se encuentran localizadas en el espacio periplásmico de la pared celular bacteriana. Existen varios tipos de estas enzimas, una de ellas son las betalactamasas tipo AmpC que se encuentran de manera natural en algunas bacterias mientras que en otras son codificadas por plásmidos (p.4).

VIII. MATERIALES Y METODOS

8.1 Ubicación del Área de Estudio

La investigación se realizó en el Municipio de Tipitapa, en la comarca de Zambrano en la Granja Tecnificada Zambrano.

Figura 1.

Vista Aérea de Google Maps

8.1.1 Macro localización

Zambrano es una comarca en el municipio de Tipitapa, Nicaragua. Se encuentra en la parte central del país, en la parte sur del municipio, a lo largo de la carretera entre Tipitapa y Tisma.

La comarca tiene una extensión del municipio de Tipitapa tiene una extensión de 975.3 km², está ubicada entre las coordenadas 12° 08' 44" N 86° 04' 41" 0 de latitud norte y 12° 9' 17" norte de longitud oeste, a una altitud de 54 m s. n. m.



Fuente: (Google Maps, 2025)

8.1.2 Microlocalización

La Granja Tecnificada Zambrano se encuentra ubicada a ½ kilómetro de la entrada del parque zambrano en dirección a 3 kilómetros al norte.

8.2 Diseño Metodológico

Es una investigación no experimental, descriptivo tipo transversal en el tiempo con enfoque mixto.

8.3 Criterios de Inclusión

Lechones destetados a partir de 21 días de edad.

8.4 Criterios Exclusión

Cerdos adultos

Lechones de 0 a 20 días

8.5 Fase de Campo

Para la selección de los lechones destetados se determinó el tamaño de muestra, utilizando el programa Win epi 0.2, con un nivel de confianza del 95% para una población total de 709 animales destetados y con un porcentaje de probabilidad del 50%, como resultado que hay al menos un individuo afectado, asumiendo una prevalencia mínima esperada del 0.07%, se debe seleccionar una muestra con al menos 40 individuos.

Con fines estadísticos y aumentar los valores de confianza, se tomaron 50 muestras, las cuales se recolectaron de manera aleatoriamente para conservar la objetividad.

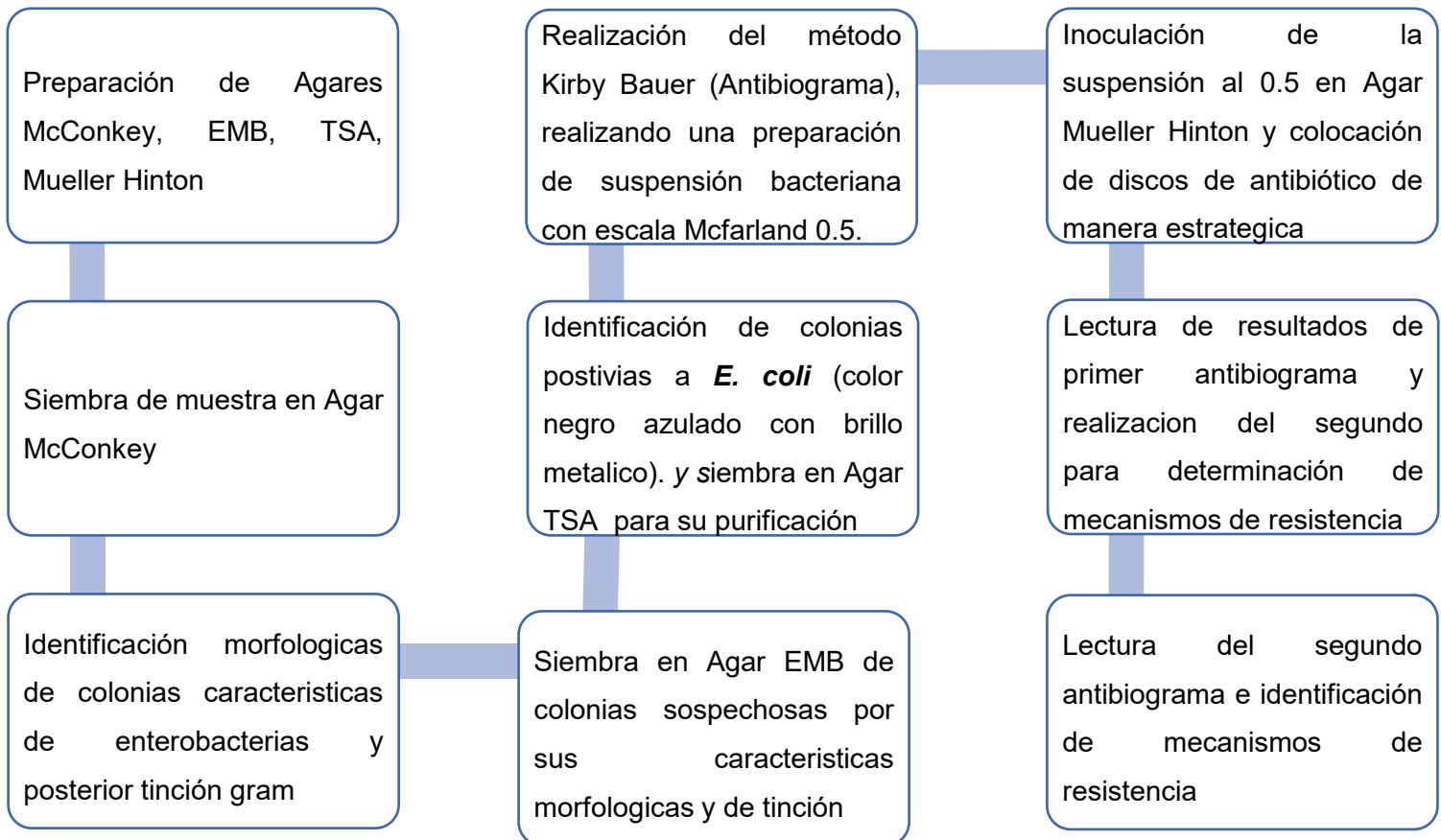
8.5.1 Toma de muestras

1. Como primer paso se seleccionó al lechón destetado al azar.
2. Posterior a la selección se hizo vaciado de heces del recto.
3. Se introdujo el hisopo que viene con el medio de transporte (AMIES) directamente en el recto haciendo girar este contra las paredes tisulares.
4. Luego de la toma, se almacenó la muestra en el medio de transporte.
5. Seguidamente, se identificó cada medio de transporte con numero de lote, corral y numero de muestra, que permita diferenciarlos entre sí y evitar confusiones.
6. Una vez identificadas correctamente, fueron trasladadas al Centro de Estudios Diagnostico e Investigación Veterinaria (CEDIVE), para su posterior análisis.

8.6 Fase de Laboratorio

Figura 2.

Diagrama de Flujo



Nota: En la figura se describe el proceso de la Fase de Laboratorio. *Fuente:* Elaboración Propia.

8.7 Aislamiento Bacteriano

8.7.1 Método de siembra

Agar MacConkey

1. Se identificó el medio con el número de lote, fecha de siembra y tipo de cultivo.
2. Se tomó el hisopo del medio de transporte AMIES y se realizó el inóculo en la superficie del agar.
3. Se tomó un asa bacteriológica redonda esterilizada y se realizó un estriado por agotamiento en 3 direcciones distintas sobre cada medio.
4. Una vez realizado, se incubó la muestra entre 12 - 48 horas a 37°C.

Identificación macroscópica:

Después pasadas las 12 - 48 horas, se observó si hubo algún crecimiento en el medio MacConkey y se seleccionaron colonias (UFC) características de *E. coli*.

Identificación microscópica:

Para la selección de colonias más características de la bacteria *E. coli* tomamos las colonias de color rosa o rojo debido al ácido láctico que disminuye el pH en agar MacConkey.

Para el proceso de identificación microscópica se utilizó el kit de tinción Gram para diferenciar el tipo de bacteria que fue aislada.

1. Se coloca en el portaobjeto una gota de solución salina.
2. Seguidamente, se tomó una UFC (Unidad formadora de colonia) del medio con un asa bacteriológica recta esterilizada en el mechero de alcohol.
3. Después, se realizó el extendido.
4. Con la ayuda del mechero, se fijó el extendido.
5. Una vez fijada la muestra, con el portaobjetos en una inclinación de 45° se cubrió con cristal violeta que tiñe la membrana de bacterias gram +, se esperó 1 minuto y se enjuaga con agua destilada.
6. Luego, se cubrió con yodo para fijar la tinción de gram -, se esperó 1 minuto y se enjuaga con agua destilada.
7. Seguido, se cubrió con alcohol acetona como decolorante de gram – para preservar las gram +, se esperó 1 minuto y se enjuaga con agua destilada.
8. Se cubrió con safranina que tiñe las bacterias que no se lograron teñir con el azul violeta y se enjuaga con agua destilada.
9. Por último, se realizó el secado y fijación con el mechero.

Eosina Azul de Metileno

1. Se identificó el medio con el número de lote, fecha de siembra y tipo de cultivo.
2. Se tomó un asa bacteriológica redonda esterilizada y selecciono una UFC característica de *E. coli* y se realizó el inóculo en la superficie del medio.
3. Se realizó un estriado por agotamiento en 3 direcciones distintas sobre cada medio.
4. Una vez realizado, se incubó la muestra entre 12 - 48 horas a 37°C.

Tripticasa Soya

1. Se identificó el medio con el número de lote, fecha de siembra y tipo de cultivo.
2. Se tomó un asa bacteriológica redonda esterilizada y selecciono una UFC y se realizó el inóculo en la superficie del medio.
3. Se realizó un estriado por agotamiento en 3 direcciones distintas sobre cada medio.
4. Una vez realizado, se incubó la muestra entre 12 - 48 horas a 37°C.

Antibiograma

Se realizó una suspensión de bacterias en solución salina al 0.9%

Escala de McFarland

- Se agregaron 3 ml de solución salina en un tubo de ensayo 12x75 mm.
- Se selecciono la colonia característica (UFC) con un asa recta y se procedió a disolver en el tubo la colonia con el asa recta hasta crear turbidez.
- Se comparó la turbidez con la solución 0.5 (cloruro de bario dihidratado y ácido sulfúrico) en la escala de McFarland con un fondo de rayas negras y blancas alternas.

Agar Mueller Hinton

1. Se identificó el medio con el número de lote, fecha de siembra y tipo de cultivo.
2. Se tomó un hisopo estéril y se introdujo dentro del tubo con la solución y se realizó un estriado uniforme sobre toda la superficie del agar en 3 direcciones distintas.
3. Se dejó incubar por 2 minutos.
4. Una vez terminado el incubamiento se procede a la colocación de los discos de difusión antibiótica de manera estratégica.
5. Finalmente, se incubó la muestra entre 12 - 48 horas a 37°C.

8.8 Variables para Evaluar

Tabla 1.

Variables del estudio

Objetivos	Variables	Indicadores	Instrumentos
Identificar colonias de <i>E. coli</i> presentes en las muestras de heces de lechones recolectadas en la granja tecnificadas	Colonias de <i>E. coli</i>	Colonias con fermentación de lactosas agar MacConkey Colonias características color azul a moradas, con brillo metálico verdoso en agar EMB Bacilos gram – en tinción gram. (Liofilchem, 2012), (Neogen, 2025)	Agar EMB Tinción gram
Determinar la susceptibilidad antimicrobiana de <i>E. coli</i> por medio del método de difusión de discos Kirby Bauer en los cultivos positivos	Susceptibilidad antimicrobiana	Sensible Intermedio Resistente (Humphries, et al., 2018)	Método Kirby Bauer Discos de difusión antibiotica Regla milimétrica
Detectar fenotípicamente los mecanismos de resistencia antimicrobiana de <i>E. coli</i> en muestras que no presentaron sensibilidad.	Mecanismos de resistencia	BLEE AMPc (Navarro, et al., 2017)	Discos de antibióticos Regla milimétrica patrón fenotípico de mecanismos de resistencia a los antibióticos

Nota: En esta tabla se expresan las variables a evaluar. *Fuente:* Elaboración propia.

8.9 Recolección de Datos

La información se recolectó en una hoja Word, la siguiente información:

Hoja de Muestreo

Los datos se recolectaron en un formato de Word donde se incluyó la siguiente información: Lote, corral y numero de muestra.

Análisis de Datos

En otra hoja de Word se recolectaron los datos de laboratorio:

Muestras positivas a *E. coli*, grupos de antibióticos utilizados, resultados de medidas de diámetro en mm.

Toda esta información se trasladó a una hoja de trabajo de Excel para su respectivo análisis.

8.12 Materiales y Equipo

Tabla 2.

Materiales usados en la investigación

Toma de Muestra	
Tabla de campo	Tapabocas
Lapiceros	Medio de transporte/AMIES
Hojas de papel	Hielera
Marcadores	Carro
Botas	Termómetro
Guantes	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.

Materiales microbiológicos

Preparación de Medios	
Agar MacConkey	Agua destilada
Agar Mueller Hinton	Matraces
Agar Eosina Azul metileno	Tubos de ensayo
Agar Trypticase soya	Botellas de tapa rosca
Placas Petri	Guantes
Autoclave	Balanza
Parafilm	Gabachas
Celular	Hotplate
Temporizador	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.*Materiales para la siembra de los cultivos*

Inoculación de Muestra (siembra)	
Asa bacteriológica	Tapabocas
Mechero de alcohol	Incubadora
Encendedor	Gafas protectoras
Asa de platino	Muestras
Guantes	Medios preparados

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 5.***Materiales para la tinción de las muestras*

Proceso de Tinción de la muestra	
Asa Bacteriológica	Mechero
Tabla de campo	Gafas protectoras
Gas butano	Guantes
Gabachas	Tapaboca
Cristal violeta	Yodo Lugol
Safranina	Porta objetos
Alcohol acetona	Pipetas Pasteur
Microscopio	Aceite de inmersión
Encendedor	

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 6.***Materiales para la identificación bacteriana*

Identificación Bacteriana	
Mechero	Asa bacteriológica
Gas butano	Pipetas automáticas
Gafas protectoras	Puntas de pipeta
Guantes	Porta objetos
Tapaboca	Gradillas
Encendedor	Gabacha
Medios de pruebas bioquímicas	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.*Materiales para medir la susceptibilidad*

Medición de Susceptibilidad	
Mechero	Disco antimicrobiano
Gas butano	Asa bacteriológica
Gafas protectoras	UFC
Gabachas	Regla milimétrica
Guantes	Encendedor
Tapaboca	Medio (Mueller Hinton)

Fuente: Elaboración propia.

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1 Identificación de colonias *E. coli* de las muestras de las heces recolectadas de lechones destetados de las granjas tecnificadas.

De las 50 muestras de heces sembradas en el medio EMB, 24 muestras resultaron positivas a *Escherichia coli* representando un 48% positivo y 52% negativo.

Palacios, et al, (2021) expresa que la presencia de *Escherichia coli* es muy común en las granjas porcinas, ya que es habitante normal en la flora intestinal y se elimina en grandes cantidades por las heces. Aunque no todas las cepas de la bacteria son patógenas, el riesgo de brotes por Colibacilosis va en proporción directa con el nivel de desafío, Este problema se agrava en explotaciones con alta densidad, fallas en instalaciones y pocas jaulas de maternidad disponibles. Igualmente, ejercen una influencia negativa las brechas sanitarias e inadecuado manejo zootécnico-veterinario de los animales.

Coincidiendo con lo expresado por Hernández, et al. (2024), en su investigación donde obtuvieron los siguientes resultados:

La tasa de incidencia de *Escherichia coli* encontrada en las muestras (n=64) de chuletas crudas de cerdo vendidas fue del 50%, que representa 32 muestras positivas. Al analizar individualmente a cada supermercado se observó que la incidencia para el supermercado A fue de un 37,5% al igual que para el supermercado B, mientras que el comercio C tuvo la mayor incidencia de 75% y el D del 50%.

Comparando los datos expresados por Hernández et al., (2024), en los resultados se obtuvo similitud en cuanto al porcentaje de muestras positivas de la bacteria *Escherichia coli*.

Figura 3.

Agar MacConkey



Nota: Colonias rojas con halo turbio

Fuente: Ltda, 2024

Las 50 muestras de heces a las cuales se le realizaron cultivos en Agar MacConkey, estas presentaron crecimiento con características positivas a enterobacterias fermentadoras de lactosa, observándose las colonias de color rojo con halo turbio.

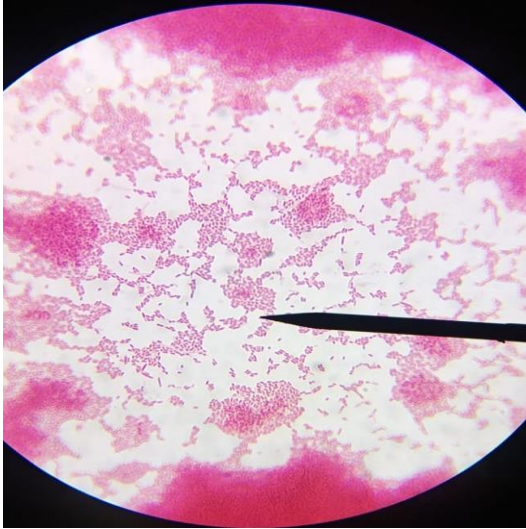
Coincidiendo con lo detallado por Apolo (2015), donde describe “Las colonias en presencia de enterobacterias fermentadoras de lactosa en el agar MacConkey, se observan colonias de color rojo con halo turbio”.

De igual manera patógenos ID (2022), Coinciden con las características descritas:

“La fermentación de la lactosa es detectada por la generación de ácidos que disminuyen el pH del medio haciendo que el indicador rojo neutro vire de color observándose colonias de color rojo-rosa y la precipitación de sales biliares”.

Figura 4.

Tinción Gram



Las 50 muestras, se les realizó tinción gram negativa, donde obtuvimos bacilos gram negativos.

Nota: Bacilos Gram negativos de color rosado. *Fuente:* Elaboración Propia

Según Franco y Sarmiento (2018), La Tinción Gram es una de las coloraciones más usadas en el estudio de las bacterias, técnica desarrollada por el bacteriólogo Danes Hans Christian Gram, (1884). Esta técnica es ampliamente utilizada para la clasificación e identificación de bacterias, ya que según el color que toman al ser teñidas se clasifican en Gram positivas (+) (moradas) o Gram negativas (-) (rosadas).

Rodríguez y Arenas (2018), La tinción de Gram diferencia a las bacterias en dos grandes grupos. Se llama bacterias Gram positivas a aquellas que retienen la tinción azul-violeta, y se denomina bacterias Gram negativas a las que se decoloran y después se tiñen con safranina.

Nieto, et al., (2023), realizaron un estudio, con el objetivo de analizar si había prevalencia de *E. coli*, ya que había casos de lechones con diarrea, se seleccionaron los corrales y se tomaron 35 muestras en lechones que estaban afectados, se llevaron al laboratorio las muestras para próximamente realizar la siembra de muestras en agares, dejándolas unas para después observarlas y realizar pruebas como la de catalasa y oxidasa, para finalizar con la tinción de Gram para analizar a fondo la identificación de la bacteria, tuvieron como resultado de 35 muestras que se tomaron 27 salieron positivas a *E. coli*.

Al igual que Nieto et al., (2023), utilizamos la tinción gram para confirmar la presencia de bacterias gram negativas, específicamente la bacteria *Escherichia coli* en las muestras las cuales las 50 muestras fueron positivas, mostrando la coloración distintiva de bacilos color rosado.

Figura 5.

Agar EMB (positivo) +



Nota: Colonias color negro azulado con brillo metálico. Fuente: (patógenos ID, 2022).

Figura 6.

Agar EMB (negativo) -



Nota: Colonias color negro azulado opaco. Fuente: (patógenos ID, 2022).

De acuerdo con Amasino (2017), en su libro publicado, “En medios moderadamente selectivos y diferenciales, tales como el Agar EMB desarrollan colonias que pueden presentar un brillo metálico característico, debido a la fermentación de la lactosa”.

Pérez, et al, (2003), mencionan que el agar Eosina Azul de Metileno el cual se emplea para el aislamiento de enterobacterias. La selección de *E. Coli* en este medio se basa también en su habilidad de fermentar lactosa, emplea colorantes específicos como lo son Colonias violetas con brillo verde metálico (p.5).

Medrano (2004), enuncia que, aunque el método Fluorocoult (LMX) establece que no es necesaria la confirmación se ha visto que puede presentarse fluorescencia por otro tipo de Microorganismos. Por esta razón, cada tubo fluorescente le realizó un pase a Agar Eosina Azul de Metileno para observar la presencia del brillo metálico, se confirmaron 46 muestras de 85 (p.44-46).

Nuestros resultados, coinciden con las características descritas por Amasino, (2017) y Pérez et al, (2003) citados anteriormente los cuales mencionan el brillo metálico característico para la identificación de la bacteria *Escherichia coli*, en cuanto a la investigación de Medrano (2004), obtuvimos resultados similares, en su investigación donde confirmaron 46 muestras, mientras que nosotras identificamos 24 muestras positivas en Agar Eosina Azul de Metileno (EMB).

9.2 Susceptibilidad antimicrobiana *E. coli* por medio de antibiograma en lechones destetados de las granjas tecnificadas

De las 24 muestras positivas a la bacteria *Escherichia coli*, con agar EMB, fueron sometidas al antibiograma con el método Kirby Bauer, aplicando discos de difusión para evidenciar los patrones de resistencia y sensibilidad.

Tabla 8.

Puntos de corte (CLSI) de primer antibiograma

Agente Antimicrobiano	Contenido del Disco	Categorías interpretativas y puntos de corte del diámetro de la zona, mm enteros más cercanos			Puntos de corte del diámetro de la zona, mm enteros más cercanos			Resultados
		S	I	R	S	I	R	
Aminoglucósidos								
Gentamicina	10 µg	≥18	17-13	≤14	19 a 24	15-17	6-9	9 halos de inhibición resultaron sensibles a Gentamicina, el 37.5% del total de muestras, 3 intermedios y 12 resistentes en un 50%.
Penicilinas								
Amoxicilina + Clavulánico	30 µg	≥18	17-12	≤13	18 a 28	14-15	-	21 halos de inhibición resultaron sensibles, el 87,5 % del total y el 12,5 % no presentaron sensibilidad, 3 intermedios, 0 resistentes
Ampicilinas	10 µg	≥17	16-12	≤13	-	12	6	El 100% de los halos no presentaron sensibilidad al antibiótico, 2 intermedias y 22 resistentes en un 91,7%.
Cefalosporinas								
Ceftazidima	30 µg	≥21	20-16	≤17	26 a 34	17	6-15	17 halos resultaron sensibles, representando el 70.83% de las muestras, 2 intermedias y 5 resistentes en un 20,83%
Ceftriaxona	30 µg	≥23	22-18	≤19	28 a 39	-	14-7	18 resultaron sensibles, representando el 75 %, no se presentaron intermedias, 6 presentaron resistencia en un 25%.
Cefotaxime	30 µg	≥26	25-21	≤22	26 a 35	-	5-12	18 resultaron sensibles, representando el 75 %, no se presentaron intermedias, 6 presentaron resistencia en un 25%.
Fenicoles								
Cloranfenicol	30 µg	≥18	17-11	≤12	20 a 23	-	6-9	3 resultaron sensibles, representando el 12.5 %, no se presentaron intermedias, 21 presentaron resistencia representando un 87,5%.
Tetraciclinas								
Tetraciclina	30 µg	≥15	14-10	≤11	15 a 22	12-oct	6-10	5 resultaron sensibles, representando el 20,83%, 5 intermedias y 14 presentaron resistencia representando un 58,3%.

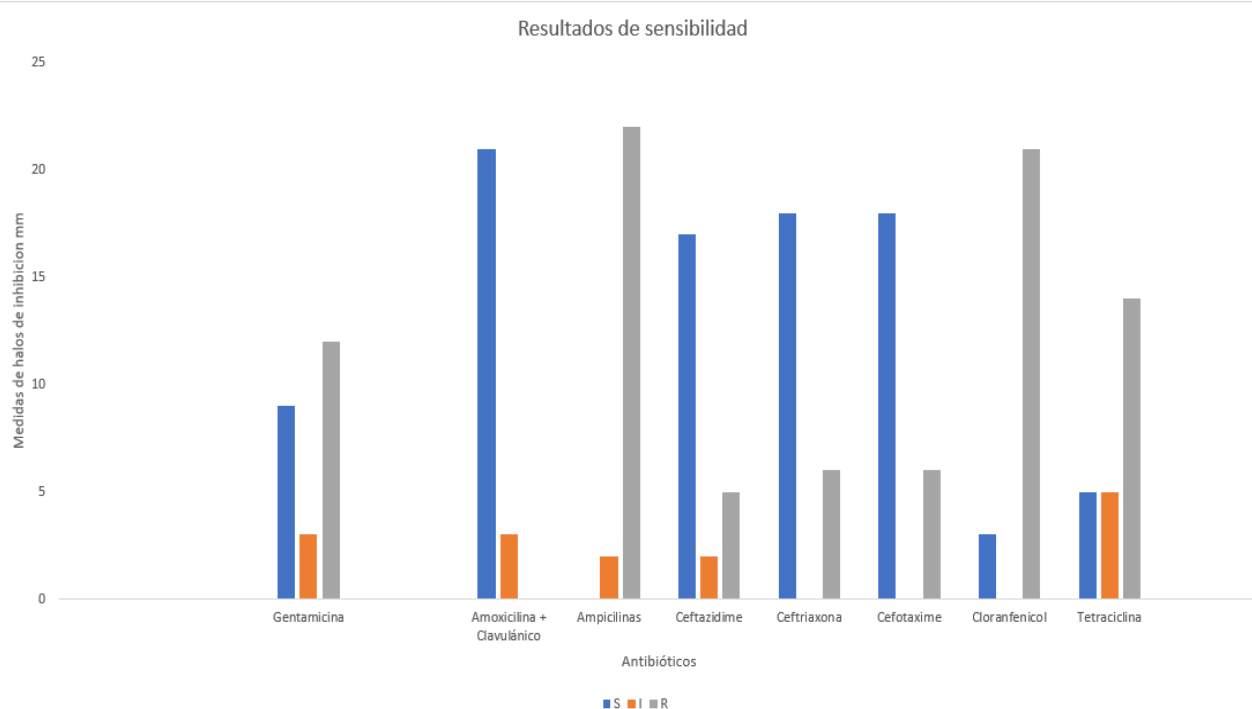
Nota: En esta tabla se refleja el número de muestras, resultados y lectura de primer antibiograma. *Fuente:* Elaboración Propia

En la siguiente tabla se puede observar los resultados obtenidos de los puntos de corte del diámetro de la zona, mm enteros mas cercanos los que fueron comparados con los de referencia que establece el CLSI.

Larrosa et al., (2020), el *European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing* **EUCAST** define la categoría resistente (R) como un valor mayor de ($>$), mientras que Servicios y Unidades de Microbiología Clínica **CLSI** lo define como mayor o igual a ($\geq$). EUCAST no refiere de forma individualizada la categoría de sensibilidad intermedia (I) simplemente por simplificar las tablas. Esta categoría se refiere a la zona que queda entre las concentraciones mínimas inhibitorias o los diámetros de halos de inhibición comprendidos entre los puntos de corte de sensible (S) y resistente (R).

figura 7

Resultados según los puntos de corte de la zona. mm enteros más cercanos



Nota: En este grafico se evidencian los antibióticos a los que la *Escherichia coli* presento mas sensibilidad. **Fuente:** elaboración propia

La bacteria *Escherichia coli* presentó más sensibilidad a los siguientes antibióticos: En primer lugar, se evidencia la amoxicilina + ácido clavulánico, en segundo lugar, ceftriaxona y cefotaxime y, en tercer lugar, la gentamicina, los antibióticos que presentaron más resistencia, se encuentran, en primer lugar, el cloranfenicol, en segundo las tetraciclinas y en tercero la gentamicina.

Según García, et al., (2011), la resistencia bacteriana es un problema antiguo, pero de gran actualidad, ya que en un marco de “austeridad” en cuanto al número de nuevas moléculas de antibiótico disponibles en el mercado, la presencia de microorganismos multirresistentes es cada vez más frecuente.

Toledo, et al., (2015), publicaron un artículo sobre la crianza porcina donde utilizaron antibióticos como terapéuticos:

En este estudio obtuvieron como resultados un 100% de las cepas aisladas fueron resistentes a la tetraciclina y a la oxitetraciclina. Esto tal vez se deba a que estos antibióticos comparten el mismo núcleo tetracícliconaftaceno, teniendo el espectro antimicrobiano, el mecanismo de acción y la toxicidad similar (p.3).

A diferencia de Toledo et al., (2025), se obtuvo como resultado un 58.3% de resistencia a la tetraciclina.

También coincidiendo con Poma y Melchor (2022), obtuvieron resultados similares realizando pruebas de sensibilidad:

Cinco antibacterianos en 8 pruebas (placas Petri con discos de sensibilidad) a partir de cepas aisladas de *Escherichia coli*, el 100 % fueron resistentes a Gentamicina, y el 87.5 % a Penicilina y el 62.5 % fueron medianamente sensible a Tetraciclina. Además, se encontraron cepas sensibles el 76 % a Enrofloxacin (p.48).

En cuanto a los resultados, se obtuvo un 50% de resistencia a la gentamicina, conforme a las familias de las penicilinas, la ampicilina nos dió como resultado un 91.7% de resistencia, siendo mayor que la obtenida por Poma y Melchor en (2022).

Cota, et al. (2014), citaron un estudio realizado en China para caracterizar cepas de *Escherichia coli* multirresistentes a los antibióticos. Estas cepas fueron aisladas de cerdos y pollos enfermos, se aislaron 160 cepas de 89 muestras de carne de cerdo y 71 muestras de pollo, se caracterizó por serotipos, genes de virulencia, la susceptibilidad antimicrobiana y los mecanismos de resistencia a las fluoroquinolonas. En los resultados se encontró un 63% de cepas de *Escherichia coli* aisladas. En las pruebas de susceptibilidad se muestra un 100% de resistencia al ácido nalidíxico, 98% a tetraciclina, 84% a sulfametoxazol, 79% a ampicilina, 77% a estreptomicina y el 76% a trimetropin con sulfametoxazol. En las fluoroquinolonas la resistencia osciló del 64% a la levofloxacin, 79% a ciprofloxacina, y 95% a la difloxacina. Estos estudios dan evidencia de que estas cepas multirresistentes de *Escherichia coli*, están presentes en carne de cerdo y pollo en China.

Los resultados coincidieron con los datos recopilados por Cota et al, (2014) quien citó el estudio realizado por Yang et al., (2005) en China, el cual en comparación con nuestros resultados obtuvieron mayor resistencia a las tetraciclinas con un 98%, mientras que nosotras un 58,3% y la ampicilina ellos un 79% mientras nuestros resultados fueron mayores con un 91,7%.

De las 24 muestras a las cuales se realizó D-test, se obtuvo 6 muestras con patrones de resistencia a múltiples antibióticos: (4 BLEE positivas y 2 AMPc negativas) a los que se les realizó un segundo antibiograma con antibióticos de amplio espectro.

Tabla 9.

Puntos de corte (CLSI) segundo antibiograma

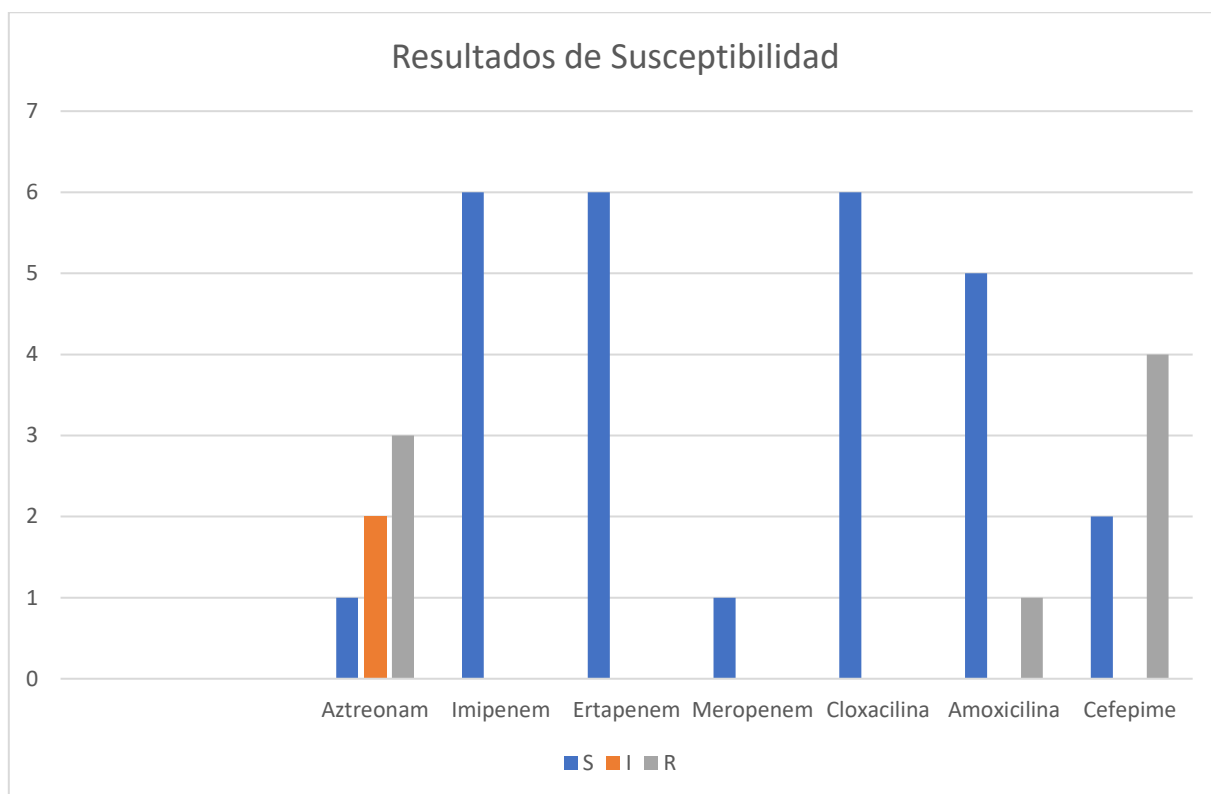
Agente Antimicrobiano	Contenido del Disco	Categorías interpretativas y puntos de corte del diámetro de la zona, mm enteros más cercanos			Puntos de corte del diámetro de la zona, mm enteros más cercanos			Resultados
		S	I	R	S	I	R	
Monobactamico								
Aztreonam	30 µg	≥22	21-14	≤15	33	18	15-6	1 halo de inhibición resultó sensible, representando el 16.6 %, 2 resultaron intermedias representando el 33.3%, 3 presentaron resistencia representando el 50%.
Carbapenemasa								
Imipenem	30 µg	≥23	22-12	≤13	40-33			6 halos resultaron sensibles, representando el 100%.
Ertapenem	10 µg	≥22	21-17	≤18	34-27			6 halos resultaron sensibles, representando el 100%.
Meropenem								Se observo halo completo en el Test de Hodge modificado, representando un 100% sensible a meropenem.
Penicilina								
Cloxacilina	05 µg							6 halos resultaron resistentes, representando el 100%.
Amoxicilina	30 µg	≥18	17-12	≤13				5 halos resultaron sensibles, representando el 83,3%, y 1 resistente, representando el 16.6%.
Cefalosporina								
Cefepime	30 µg	≥25	24-17	≤18	25-22		16-6	2 halos resultaron sensibles, representando el 33.3%, 4 resultaron resistentes representando el 66.6%

Nota: Se expresan los resultados del segundo antibiograma. *Fuente:* Elaboración propia

En el segundo antibiograma se obtuvieron resultados de sensibilidad en mayor porcentaje a carbapenemasas como Imipenem con un rango de 44-33mm, Ertapenem 21-17mm.

figura 8

Resultados según los puntos de corte de la zona. mm enteros más cercanos



Nota En este grafico se evidencian los antibióticos a los que la E.coli presento sensibilidad, intermedio y resistencia en el segundo antibiograma. **Fuente:** elaboración propia.

En el segundo antibiograma los antibióticos mostraron más sensibilidad fueron Imipenem y Ertapenem con 100% y entre los más resistentes tenemos en primer lugar, Cloxacilina con un 100%, Cefepime con 66.6%, en segundo lugar, Aztreonam con 50% y en tercero, Amoxicilina con 16.6%, y los antibióticos que mostraron ser sensibles en un 100% son:, Meropenem, Ertapenem e Imipenem.

Calvopiña, et al., (2024), de acuerdo con el Análisis de resistencia fenotípica a los antibióticos de las cepas de *E. coli* BLEE de origen bovino:

En los antibiogramas se observó que los antibióticos con un mayor porcentaje de resistencia fueron: Amoxicilina más ácido clavulánico, Cefepime, Ceftazidima, Ciprofloxacina, Amikacina y Tetraciclina con porcentajes de resistencia que fueron del 80,6 % al 97,8 %. Por otra parte, los antibióticos para los cuales se obtuvo una menor resistencia fueron: Ertapenem, Cefoxitin y Nitrofurantoina con porcentajes de resistencia entre el 2,2 % y el 10,8 %. Ninguno de los aislados fue resistente a la tigeciclina (p. 4-5).

En comparación a nuestros resultados hubo bastante similitud en cuanto a los antibióticos que mostraron resistencia como son Cefepime, Amoxicilina más ácido clavulánico y tetraciclina.

Calvopiña, et al., (2024), en este estudio, se detectaron altos porcentajes de resistencia antibiótica en cepas de *E. coli* de origen bovino. Para analizar el perfil de susceptibilidad antibiótica de los aislados se utilizó el método de difusión en disco Kirby-Bauer. El 100 % de los aislados estudiados presentaron patrones de multirresistencia (MDR) a 3 o más familias antibióticas.

En la actualidad la resistencia antimicrobiana se ha incrementado a nivel mundial, de acuerdo con los resultados obtenidos por Calvopiña, en comparación con nuestra investigación, las cepas de *E. coli* aisladas también obtuvieron multirresistencia (MDR), a más de 3 familias de antibióticos.

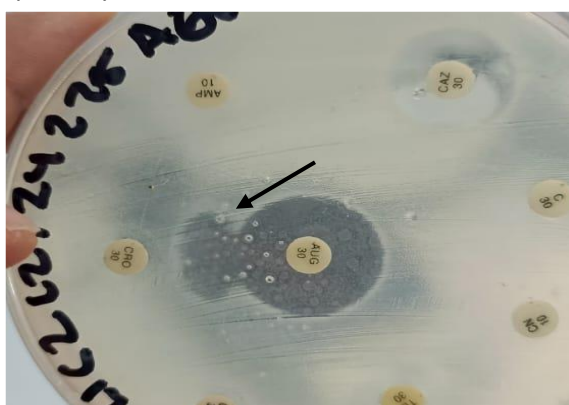
También coincidiendo con Monterroso (2017), en el estudio, las frecuencias más altas de resistencia fueron al ácido nalidixico 89% (32/36), cloxacilina 83% (30/36) y amoxicilina-ácido clavulánico 69% (25/36). No se encontraron aislados que no presentaran resistencia a por lo menos un fármaco (p.38).

9.3 Detectar fenotípicamente los mecanismos de resistencia antimicrobiana de *E. coli* en muestras que no presentaron sensibilidad

De las 24 muestras a las cuales se realizó análisis de sensibilidad, se obtuvo 6 muestras con patrones de resistencia a múltiples antibióticos, a los que se les realizó un segundo antibiograma con antibióticos de amplio espectro.

Figura 8.

Betalactamasa de espectro extendido + (BLEE)



Los mecanismos encontrados en los antibiogramas realizados fueron BLEE y AMPc.

Nota: Detección fenotípica de resistencia a betalactámicos. Aspecto Cola de pez (Monterroso, et al, 2019). *Fuente:* Elaboración propia

Humphries, et al., (2018), menciona que los análisis fenotípicos de mecanismos de resistencia se realizaron en base a las normas de CLSI, mediante el uso de la técnica Kirby Bauer, Cuyos resultados se expresan como sensible, intermedio o resistente.

De acuerdo con Navarro, et al. (2017), La presencia de BLEE se sospecha no solo por la disminución de los halos de inhibición de algunos o todos los sustratos sino también por el efecto sinérgico producido entre las cefalosporinas de amplio espectro o los monobactámicos y el ácido clavulánico.

Martínez, (2021), menciona que la detección de cepas sospechosas de producir una BLEE se confirmó fenotípicamente mediante el método de sinergia con

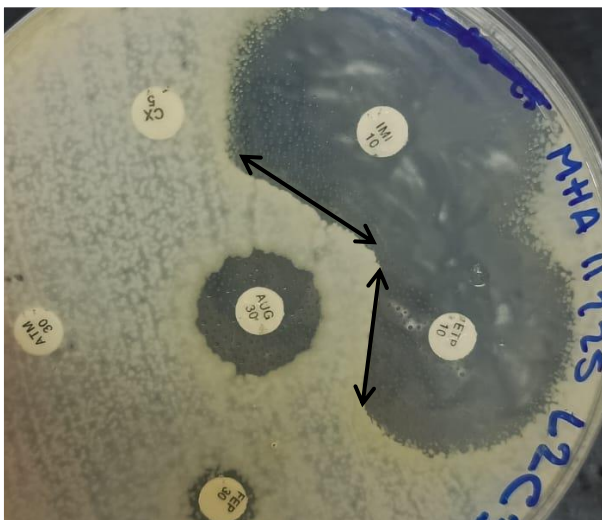
doble disco donde se requirieron discos con antibiótico: cefotaxima (CTX) 30µg, CTX/ácido clavulánico (AC) 30/10µg y ceftazidima (CAZ) 30µg, CAZ/ácido clavulánico (AC) 30/10µg siguiendo los criterios del Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) (p.36).

En cuanto a los resultados, identificamos mecanismos de resistencia como Betalactamasas de espectro extendido en el cual se observó la sinergia, creando un halo de inhibición entre los antibióticos Acido clavulánico (AUG) y Ceftriaxona (CRO), como podemos observar en la (figura 8).

Yarin (2023), según el CLSI, la diferencia de la medida del halo de los discos de antibióticos solos y en combinación con el inhibidor de betalactamasas debe ser $\geq 5\text{mm}$ para confirmar que se trata de *Escherichia coli* productora BLEE para los antibióticos usados en el presente estudio (cefotaxima, ceftazidima, cefotaxima – ácido clavulánico y ceftazidima - ácido clavulánico) (p.52).

Monterroso, et al, (2019), utilizaron el método de (Jarlier et al., 1988), colocando un disco de amoxicilina con ácido clavulánico en el centro de una placa de Petri y discos de ceftazidima, cefotaxima y cefepime rodeando a este a 25 mm de distancia. Adicionalmente se utilizó el disco de aztreonam. La presencia de BLEE se manifestó por el efecto sinérgico del inhibidor y los discos generando el efecto cola de pez o balón de futbol americano (p.3).

Figura 9.
AmpC +



Navarro, et al, (2017), Expresa que las AmpC, puede estar des reprimida establemente de forma parcial o total (mutaciones en genes reguladores de tipo ampE y ampR) dando lugar a la producción estable de grandes cantidades de AmpC.

Nota: Halo de inhibición truncado
Fuente: (Fornos y Rivera, 2021)

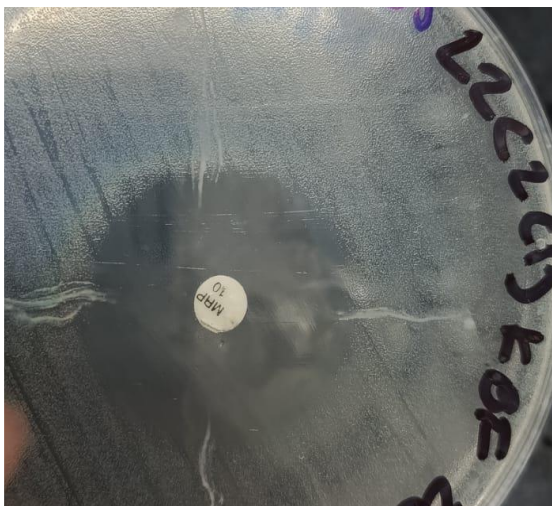
Del Valle (2010), describe los métodos de aproximación de discos propuesto por Sanders y Sanders, es aplicable a betalactamasas AmpC inducibles:

La técnica consiste en realizar un antibiograma convencional, para luego colocar un disco de cefoxitina o cualquier otro antimicrobiano inductor a una distancia de 27mm centro-centro de un disco de cefamandol, ceftazidima, ceftriazona o cefotaxima (antimicrobiano sustrato, revelador o testigo). El microorganismo producirá una betalactamasa inducible si se observa un halo de inhibición truncado del antimicrobiano sustrato, testigo o revelador (p.3).

Fornos y Rivera (2021), explican que la observación de aislados de *Ralstonia solanacearum* resistentes a Cefoxitina (ausencia de halo o halo menor a 14 mm indica la presencia de AmpC, en el caso de resistencia CAZ y FEP con observación de achatamiento en la zona de sinergia con AMC indican la presencia de Betalactamasas de espectro extendido (BLEE). La utilización en este estudio de Meropenem e Imepinem fue para descartar la posibilidad de aislados con presencia de Carbapenemasas (p.33).

En cuanto a los resultados obtenidos, identificamos mecanismos de resistencia de tipo AmpC, con las descripciones descritas por Fornos y Rivera en su investigación realizada en 2021 donde encontraron achatamiento en la zona de sinergia como se observa en la (figura 9) entre los antibióticos de Amoxicilina más ácido clavulánico (AUG), Imipenem (IMI) y ertapenem (ETP).

Figura 10.
Test modificado de Hodge



Se realizó el Test modificado de Hodge a una de las muestras que mostro patrones de resistencia a múltiples antibióticos.

Nota: Halo completo, Test Hodge Negativo (-) (INSPI, 2016).

De acuerdo con el Centro Nacional de Referencia de Resistencia a los Antimicrobianos, (2016), Si se observa una invaginación del halo (incremento del grosor) en el estrío de la cepa esta probablemente sea productora de carbapenemasas (HODGE +), Si se observa un halo completo (sin cambios del

grosor) en el estrío de la cepa esta no es productora de Carbapenemasa (HODGE -).

Los resultados coincidieron con Toledo, et al., (2016), según el perfil de susceptibilidad o resistencia: “La mayor cantidad de cepas fueron sensibles a los antibióticos amikacina y gentamicina y la totalidad fueron resistentes a tetraciclina. Se puede observar que la mayor cantidad de muestras fueron resistentes a 5 o más antibióticos” (p.3).

El estudio de Yauri (2016), menciona que los resultados se interpretan de la siguiente manera: Positivo, si hay presencia de una zona de inhibición distorsionada a los lados de la estría debido al crecimiento de la cepa indicadora de lo contrario, negativo (p.22).

Los resultados fueron negativos a Carbapenemasas, se coincidió con las descripciones por los estudios de Yauri (2016) y con Centro Nacional de Referencia de Resistencia a los Antimicrobianos (2016), quienes mencionaron que, si se observa un halo completo en el estrío de la cepa esta no es productora de carbapenemasas y se considera Hodge negativo.

X. CONCLUSIONES

De las 50 muestras que se recolectaron de heces de lechones, en 24 se identificaron las colonias con características específicas de la bacteria *Escherichia coli*.

Se pudo determinar la susceptibilidad de la *Escherichia coli*, evidenciándose la sensibilidad a los siguientes antibióticos: Imipenem y Ertapenem en un 100%, Amoxicilina + Acido Clavulánico con un 87,5%, Ceftriaxona y Cefotaxime con 75% y la Gentamicina con 37,5%.

Fenotípicamente se lograron identificar Betalactamasas de espectro extendido (BLEE) y enzima de betalactamasas tipo (AmpC), donde se pudieron evidenciar los halos de inhibición debido a las sinergias dadas por la interacción de un antibiótico inhibidor de betalactamasa en este caso la Amoxicilina más Acido Clavulánico y los antibióticos de las familias Betalactamasas, Penicilinas, Tetraciclinas, Aminoglucósidos, Macrólidos y Lincosamidas.

Concluimos con la afirmación de la hipótesis alterna, que las cepas de *Escherichia coli*, recolectadas de la granja tecnificada de Zambrano, aún mantienen sensibilidad a ciertos antibióticos y las colonias que presentaron resistencia se demostró que los mecanismos de fenotípicos fueron BLEE y AmpC.

RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones en las cuales se puedan diferenciar las *E. coli* patógenas de las no patógenas.

Basados en los resultados recomendamos no utilizar la gentamicina, ni cloxacilina por presentar un porcentaje mayor de resistencia y en caso de los otros antibióticos realizar rotaciones.

Cumplir con lo establecido en el código sanitario para los animales terrestres, (OMS, 2024) en el uso responsable de los antimicrobianos:

- Preservar la eficacia de los agentes antimicrobianos utilizados en medicina veterinaria y humana y su seguridad en los animales, respetando su dosificación y prescripción.
- Cumplir con la obligación ética y la necesidad económica de mantener a los animales en buen estado de salud para evitar la utilización de antimicrobianos.
- Prevenir o reducir la transferencia de microorganismos resistentes o determinantes de resistencia en el seno de las poblaciones animales, entre animales, humanos y en el entorno.
- Proteger la salud del ser humano garantizando la inocuidad de los alimentos de origen animal en relación con los residuos de agentes antimicrobianos.

XI. LITERATURA CITADA

- Aguirre, M. M. (2022). *Estudio de la presencia de Escherichia coli en la granja porcina "Los Chanchos Felices" departamento de Granada, Nicaragua, noviembre 2021-enero 2022*. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/4591/1/tnl01a284.pdf>
- Alban, J. (25 de Julio de 2024). Resistencia a los antibióticos: Estrategias para combatir y prevenir la resistencia bacteriana. (I. S. Bolivariano, Ed.) 16. doi:doi:10.59814/resofro.2024.4(4)e334
- Alvarez, D. (octubre -noviembre de 2010). Identificación de betalactamasas de espectro extendido en enterobacterias. *Scielo*, 9(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1729-519X2010000400011&script=sci_arttext&lng=en
- Amasino, C. (2017). *Enfermedades infecciosas de los animales y Zoonosis*. La Plata, Argentina., Argentina: Universidad de la Plata. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/63694/Documento_completo____.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ambroggi, A., Busso, J., Carranza, A., & Di Cola, G. (2020). Enfermedades y patologías de los porcinos. UNIRIO. doi:978-987-688-397-9
- Apolo, J. (2015). *Aislamiento de escherichia coli en pollos de engorde con afección respiratoria y determinación de la sensibilidad frente a los antibióticos utilizados en el cantón de balsas , provincia de oro*. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.: Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3775c1a1-d69a-4906-8c48-9ef7043d2835/content>
- Araya, I., Prat, S., & Ramirez, V. (2015). *Recomendaciones para el control de calidad de bacteriología: Estudio de susceptibilidad antimicrobiana mediante difusión*

por disco. Documentos técnicos para el laboratorio clínico, Instituto de salud pública gobierno de Chile, Chile. https://www.ispch.cl/sites/default/files/Recomendacion_Contro_Calidad_Bacteriologia.pdf

Avendaño, K. (2017). *Determinación de Escherichia coli, en alimento balanceado para cerdos "Sus scrofa doméstica" expendido en establecimientos comerciales de la Variante Uchumayo, Arequipa 2016*. Arequipa – Peru: Universidad Alas Peruanas.

[https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/6100/Tesis_determinaci%
c3%b3n%20Escherichia%20Coli_alimento%20balanceado_cerdos_Arequipa%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/6100/Tesis_determinaci%c3%b3n%20Escherichia%20Coli_alimento%20balanceado_cerdos_Arequipa%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Bairán, G., Bravo, E., Romero, C., & Torres, E. (9 de Septiembre de 2022). Bacterial resistance: a Latent global health problem. 8(22), 12. <https://rd.buap.mx/ojs-dm/index.php/rdicuap/article/view/663/882>

Becton Dickinson. (2025). *Trypticase Soy Agar (Soybean-Casein Digest Agar Medium)*. <https://www.bd.com/en-us/products-and-solutions/products/product-page.211043>

Brizuela-Lab. (4 de Abril de 2023). *Manual de Instrucción*. <https://www.brizuela-lab.com.ar/manuales/Levine%20agar.pdf>

Calvo, M. (2021). Reflexiones sobre la resistencia bacteriana a los antibióticos. *Anales de la Real Academia de Doctores de España.*, 6(3). <https://www.rade.es/doc/V6N3-02%20-%20CALVO%20-%20resistencia%20bacteriana%20a%20antibioticos.pdf>

Calvopiña, P., González, D., Medina, J., Vargas, J., Garrido, L., Perez, F., & Vinueza, C. (11 de Junio de 2024). Presencia y resistencia antimicrobiana de Escherichia coli BLEE en muestras fecales de bovinos productores de leche al norte de Ecuador. *Siembra*, 11(2), 9. doi: <https://doi.org/10.29166/siembra.v11i2.6542>

- Camacho, L. (20 de febrero de 2023). Resistencia bacteriana, una crisis actual. *Revista española de salud publica*. doi:36815211
- Casa, J. (2023). *Analisis de indice de seleccion de programa de mejoramiento genetico sostenible de bovinos de leche en la parroquia mulalo, en el periodo de 2023*. obtención del Título de Médico veterinario, universidad tecnica de tocopaxi, latacunga, Latunga. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e58ee406-22f7-45cf-a529-cb7aa10ad361/content>
- Castillo, M. (2020). *Perfil de resistencia antimicrobiana de bacterias aisladas de diferentes procesos infecciosos en los pacientes atendidos en el Hospital escuela Oscar Danilo Rosales Arguello*. tesis de grado, UNAN- Leon, Leon, Leon. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/7647/1/244131.pdf>
- Centeno, R. (2018). *Efecto de antibióticos y glutamina en la microbioma intestinal y eficiencia alimenticia en lechones estresados por el destete y traslado hacia la granja porcina*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano . Honduras: Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7c71c8a4-70e2-404e-9307-0528e3424286/content>
- Centro Nacional de Referencia de Resistencia a los Antimicrobianos. (2016). Protocolo test modificado de Hodge. *Instituto Nacional de investigacion en salud INSPI*, 3. <https://www.investigacionsalud.gob.ec/webs/ram/wp-content/uploads/2016/08/PROTOCOLO-TEST-HODGE-MODIFICADO.pdf>
- cherwell lab. (2022). *cherwell an analitycchem company*. Growth Media Type Tryptone Soya Agar (TSA): <https://www.cherwell-labs.co.uk/en-gb/growth-media-type-tryptone-soya-agar-tsa>
- Cieza, J. (2017). *Evaluacion de una dieta de preinicio en lechones durante la lactancia y su efecto en el post destete*. titulo a optar Medico Veterinario, Universidad nacional de Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca, Ecuador.

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2965/1029.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Colomer, M. (2023). *Estudio de las resistencias a antibióticos presentes en aguas de riego que vierten las albufera* . tesis grado, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del medio natural, Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/195869/Colomer%20-%20Presencia%20de%20resistencias%20a%20antibioticos%20en%20aguas%20de%20riego%20que%20vierten%20a%20la%20Albufera%20Va....pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Coronel, A. (2020). *Buenas practicas pecuarias de manejo para reducir la mortandad de lechones en sistemas de reproduccion semi-tecnificadas*. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Nezahualcoyotolt, Mexico.: Biblioteca Central de la UNAM. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000806011/3/0806011.pdf>

Cuellar, J. (22 de Febrero de 2022). *Importancia de la etapa de destete en los lechones y estrategias de manejo*. (V. D. S.A, Editor) <https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-de-la-etapa-de-destete-en-los-lechones-y-estrategias-de-manejo/>

Del Valle, D. (21 de octubre de 2010). Betalactamasas tipo AmpC: generalidades y métodos para detección fenotípica. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 29, 78-83. <https://ve.scielo.org/pdf/rsvm/v29n2/art03.pdf>

Escalante, E. (2021). *Detección de genes de resistencia antimicrobiana en aislados de Escherichia coli de cerdos de producción con cuadros diarreicos*. tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos , Lima, Lima, Peru.

Fornos, J., & Rivera, J. (2021). *Determinación de razas, biovares y mecanismos de resistencia de aislados de Ralstonia solanacearum en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) Mirafior y Tisey 2020*. Tesis para optar titulo de

Ingeniero en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
<https://repositorio.una.edu.ni/4404/1/tnh20f727.pdf>

Franco, L., & Sarmiento, L. (2018). Enfermedades infecciosas en ginecología y obstetricia. Bogota, Colombia: Edicion academica y compilacion. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Zd_0DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=info:WWkDFv-p3z8J:scholar.google.com/&ots=iWAUYZp0ba&sig=-UDbMyK9NpGCInJUuDdRf3UXsfU#v=onepage&q&f=false

Garcia, A., Gracia, E., Hernandez, A., Ruiz, J., Yague, G., Herrera, j., & Gomez, J. (2011). Bacteremias por Escherichia Coli productor de betalactamasas de espectro extendido: Significacion clinica y perspectivas actuales. *Rev Esp Quimioter*, 24(2), 57-66.
<https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/142427/1/Bacteriemias%20por%20Escherichia%20coli...pdf>

Giono, S., Santos, J., Morfin, M. d., Torres, F., & Alcantar, M. (2021). Resistencia antimicrobiana. Importancia y esfuerzos por contenerla. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0016-38132020000200172&script=sci_arttext

Gomez, M., Vinocour, F., Ramos, S., Garrasino, B., Hernan, D., Victorio, F., . . . Moredo, A. (7 de septiembre de 2022). Aislamientos de Escherichia coli de origen porcino resistentes a antimicrobianos de importancia critica para la salud publica. *Analecta veterinaria*, 42, 12.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/206560/Gonzalez%20-%20Caracterizacion%20de%20la%20resistencia%20fenotipica%20y%20presencia%20de%20genes%20de%20resistencia%20a%20ant....pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Google Maps. (2025). Granja Zambrano.
<https://www.google.com/maps/place/GranjaZambrano/@12.1351013,-86.0713133,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8f73f7005a0b2223:0xabed0c3>

4a71a2873!8m2!3d12.1350961!4d-
86.0664424!16s%2Fg%2F11vx29j1pk?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDQyOC4
wIKXMDSOJLDEwMjExNDUzSAFQAw%3D%3D

Guillen, E., & Rios, E. (2020). *Escherichia coli en lechones en la granja Dirección de Unidades Educativas y Productivas DUEP-UNA, periodo marzo - abril 2020*. Managua, Managua. <https://repositorio.una.edu.ni/4384/1/tnl73g958.pdf>

Hernandez, A., Ramos, A., & Hurtado, E. (2024). *Incidencia de Escherichia coli en chuletas crudas de cerdo vendidas al detal en Maturín, estado Monagas, Venezuela*. Tesis de grado, Universidad de Oriente, Avenida Universidad, Campus Los Guaritos, Maturín, Monaguas, Venezuela. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/112433612/cg08018-libre.pdf?1710494570=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIncidencia_de_Escherichia_coli_en_chuleta.pdf&Expires=1743540671&Signature=USL529fGAxCe18AZRc7a1xycUzQD13eOTOR3jfgMy68I~hd0BroaD

Hernandez, D. (2022). *Principales manejos del lechón durante la lactancia*. Médico veterinario Zootecnista, UAM, Estado de México., El cerrillo piedras blancas, Toluca, Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/138192/TESINA%20DIANA%20CASTA%20C3%91EDA%20RI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Herrera, J. (2023). *Guía general de medios de cultivos utilizados en la industria*. Licenciada en bioquímica diagnóstica. , Universidad autónoma de México., Cuatitlán Izcalli, México. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000840223/3/0840223.pdf>

Hinton, M. (19 de octubre de 2010). *Agar MUELLER-HINTON*. file:///C:/Users/Carlos%20Quintanilla/Documents/105437-muller-hinton-agar-span-nov-2010-mk.pdf

- Humphries, R., Ambler, J., Mitchell, S., Castanheira, M., Dingle, T., Hindler, J., . . . Sei, K. (26 de marzo de 2018). CLSI Methods Development and Standardization Working Group Best Practices for Evaluation of Antimicrobial Susceptibility Tests. *Journal of clinical microbiology*, 56(4). doi:<https://doi.org/10.1128/jcm.01934-17>
- INATEC. (24 de Mayo de 2018). *Manual de Manejo Productivo y Reproductivo en Porcinos y Aves*. <https://www.tecnacional.edu.ni/documentos/manual-manejo-porcinos-aves/>
- INSPI. (16 de agosto de 2016). *Protocolo de test de Hodge modificado*. (INSPI, Ed.) <https://www.investigacionsalud.gob.ec/webs/ram/wp-content/uploads/2016/08/PROTOCOLO-TEST-HODGE-MODIFICADO.pdf>
- Jalinas, J. (2016). *Resistencia bacteriana en cultivos de pacientes ingresados en el Hospital Humberto Alvarado de Masaya en el periodo de Enero de 2014 a Enero de 2015*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, Masaya, Masaya. <https://core.ac.uk/download/pdf/53103844.pdf>
- Jurado, J., & Vera, I. (2024). *Efecto de la Inclusion de Probioticos en indicadores de salud y produccion en lechones post-destete*. Escuela Superior Politecnica Agropecuaria de Manabi Manuel Felix Lopez, Manabi, Calceta, Ecuador. https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/2455/1/TIC_MV72D.pdf
- Larrosa, M., Natividad, B., Canton, R., Canuts, A., Cercenado, E., Fernandez, F., . . . Martinez, L. (Febrero de 2020). Del CLSI, al EUCAST, una transicion necesaria en los laboratorios españoles. *Enfermedades Infecciosas y Microbiologia clinica*, 38(2), 79-83. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eimc.2018.09.014>
- Liofilchem. (2012). *Ficha Tecnica de EMB*. (Liofilchem, Editor) https://www.liofilchem.net/login/pd/ts/610019_TS.pdf
- Liofilchem. (24 de Marzo de 2020). *Tryptic Soy Agar*. (Liofilchem, Ed.) https://www.liofilchem.net/login/pd/ifu/10037_IFU.pdf

- Lirola, L., Ávila, Á., Fernandez, M., Reinoso, A., & Martinez, S. (31 de Mayo de 2022). La resistencia bacteriana. Generalidades, carbapenemasas y actualidad: una revisión narrativa. *Archivos de medicina universitaria*, 10. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/75043/ES%20-%20Resistencias.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ltda, M. (31 de mayo de 2024). *Agar Mueller Hinton: Fundamentos, aplicaciones y Técnica de Kirby-Bauer*. <https://www.linkedin.com/pulse/agar-mueller-hinton-fundamentos-aplicaciones-y-t%C3%A9cnica-de-olcve/>
- Marrero, C., Mora, M., Hernandez, R., Baez, M., Garcia, T., & Espinoza, I. (2017 de diciembre). Identificación de enterobacterias productoras de betalactamsas de espectro extendido (BLEEs) en instalaciones porcinas de la Provincia Matanzas. *Revista de Salud Anima*, 39(3).
- Martínez, D. (2021). *Caracterización de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) en cepas de Escherichia coli aisladas de humanos y cerdos*. Titulo de Biologo, Universidad Autonoma del estado de Morelos, Cuernavaca., Morelos, Cuernavaca. <https://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/3190/MATDRN08.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MDM. (16 de julio de 2019). *Conoce más sobre el medio de cultivo llamado Agar Mueller Hinton*. Obtenido de <https://mdmcientifica.com/agar-mueller-hinton/>
- Medrano, V. (2004). *Comparación de tres métodos microbiológicos en la cuantificación de bacterias coliformes totales y escherichia coli en jamones de plazas de mercado*. Tesis para título en microbiología de alimentos e industria, Universidad de los Andes, Bogota, Colombia. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/fad373b4-154a-4018-87ab-30a95684dd58/content>
- Merchán, M., Di Filippo, G., Mora, D., & Ferrebuz, A. (18 de abril de 2024). Efecto del bloqueo de bombas de eflujo en el tratamiento antimicrobiano en cepas con

- multirresistencia tipo BLEE de origen clínico en Boyacá, Colombia. 16.
doi:<https://doi.org/10.18273/revmed.v37n1-2024001>
- Mina, J., Quimis, J., Pinto, E., Vitonera, R., & Lino, W. (2 de Julio de 2021). Resistencia antibiótica en bacilos Gram negativos, Betalactamsas AmpC. *Dialnet*, 7(3), 27.
doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3.1996>
- Ministerio agropecuario. (21 de febrero de 2022). *Comunidad profesional porcina*. 3tres3.com: https://www.3tres3.com/latam/ultima-hora/nicaragua-aumenta-la-produccion-de-carne-de-cerdo-en-2022_14955/
- MINSA. (25 de Octubre de 2017). *Estrategia Nacional de Contención de la Resistencia Antimicrobiana* (ECRA).
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52817212/ECRA-libre.pdf?1493136986=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMINISTERIO_DE_SALUD_DIVISION_GENERAL_DE.pdf&Expires=1747203109&Signature=ZjcmMb05lsQIEw1WgVDvkJ05jbhYu7vKS9HtHevXQrHWckRbkY~aBHDtQp
- MINSAlud. (2016). *Medicamentos a un clic*.
https://medicamentosaunclic.gov.co/contenidos/fichas/14-Uso_de_Antimicrobianos.pdf
- Montenegro, C. (2022). *Perfil de resistencia y genes de virulencia en aislamientos de Staphylococcus aureus*. tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Peru.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/7006/TESIS%20EN%20PDF%20-COLLANTES%20MONTENEGRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Monterroso, M. (2017). *Detección fenotípica de mecanismos de resistencia antimicrobiana de Escherichia coli aisladas de porcinos con infecciones entéricas provenientes de granjas de produccion tecnificada*. Título Profesional

de Médico Veterinario, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, San Marcos, Lima, Peru. <https://core.ac.uk/download/pdf/323352427.pdf>

Monterroso, M., Salvatierra, G., Sedano, A., & Calle, S. (2019). Detección fenotípica de mecanismos de resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* aisladas de infecciones entéricas de porcinos provenientes de granjas de producción tecnificada. *Rev Inv Vet Perú*, 30(1). <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v30n1/a45v30n1.pdf>

Naranjo, D., Piedrahita, J., & Pérez, M. (2021). *Patotipos de referenciación y afectación en la colibacilosis presente en lechones pre y post destete*. Trabajo de grado tesis, Universidad cooperativa de Ibagué, Colombia, Ibagué, Colombia. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/f63274a4-65dd-4713-a96a-2fa00df1acb1/content>

Navarro, F., Calvo, J., Cantón, R., Fernández, F., & Mirelis, B. (2017). Detección fenotípica de mecanismos de resistencia en microorganismos gramnegativos. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 11. file:///D:/Carlos%20Quintanilla/Pictures/New%20folder%20(2)/DETECCION_FENOTIPICA_DE_RESISTENCIA_GN_c.pdf

Neogen. (2025). *MacConkey Agar*. (Neogen, Editor) https://www.neogen.com/494e9e/globalassets/pim/assets/original/10064/ncm0017_400000745_700003012_700003013_700003014_700003015_sds_en-us.pdf

Nieto, S., Garcia, A., Gutierrez, J., Borbolla, V., & Gonzalez, G. (2023). Una de las patologías digestiva más prevalente causada por *Escherichia coli*. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 11(1). doi:<https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v11i1.469>

Ochoa, L., & Paco, J. (2021). *Sensibilidad y resistencia antibiotica de Escherichia coli y Salmonella spp.* Huancavelica. Universidad Nacional Huancavelica.

<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d1174cff-fa05-4449-8b92-174194ce6f89/content>

OMS. (1 de Abril de 2014). *Resistencia a los antimicrobianos: informe mundial sobre vigilancia*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241564748>

OMS. (2024). Código Sanitario para los Animales Terrestres. OIE. https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/es_chapitre_antibio_use.htm

OPS/OMS. (20 de Julio de 2021). *Resistencia Antimicrobiana en Producción Animal*. (O. o. salud, Ed.) Resistencia Antimicrobiana en Producción Animal: <https://www.paho.org/es/panaftosa/resistencia-antimicrobiana-produccion-animal>

Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la salud. (2021). *Emergencia e incremento de nuevas combinaciones de carbapenemasas en Enterobacterales en Latinoamérica y el Caribe, Alerta epidemiológica*. Washington ,D,C.: OPS/OMS. <https://www.paho.org/sites/default/files/2023-08/2021-octubre-phe-alerta-epi-carbapenamasassp.pdf>

Pabon, N., & Espinel, L. (2017). *Identificación de E. coli de cuadros compatibles con colibacilosis neonatal a través de PCR en lechones de 1 semana de edad en 15 granjas porcinas en el Departamento de Antioquia*. Universidad de La Salle, Antioquia. Bogota: Universidad de La Salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/76d44155-e163-4847-9957-111549172c75/content>

Palacios, D., Tamayo, Y., & Sosa, Y. (Agosto de 2021). Colibacilosis en crías porcinas. *Revista de Produccion Animal*, 33(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202021000200102

Patogenos ID. (10 de Mayo de 2022). *Patogenos ID*.
[https://tic.uis.edu.co/users/ipred/repositorio/OVAs/PatogenosID/story_content/
external_files/Patogenos%20ID.pdf](https://tic.uis.edu.co/users/ipred/repositorio/OVAs/PatogenosID/story_content/external_files/Patogenos%20ID.pdf)

Pazmino, M. (2019). *Estudio antibacteriano del extracto de las hojas de Hedyosmum sp. del bosque natural*. tesis de grado, Riombo, Riomba-Ecuador.
[http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5556/1/UNACH-EC-FCS-LAB-
CLIN-2019-0006.pdf](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5556/1/UNACH-EC-FCS-LAB-CLIN-2019-0006.pdf)

Perez, D., Campos, L., Dominguez, I., & Sosa, A. (2003). Verificacion rapida de la pureza microbiologica de bancos de escherichia coli K12. *Biotecnologia aplica*, 20(4), 7.
[https://elfosscientiae.cigb.edu.cu/PDFs/Biotecnol%20Apl/2003/20/4/BA002004
231-237OC.pdf](https://elfosscientiae.cigb.edu.cu/PDFs/Biotecnol%20Apl/2003/20/4/BA002004231-237OC.pdf)

Perez, H., & Robles, A. (2017). Aspectos básicos de los mecanismos de resistencia bacteriana. *Revista medica MD*.
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51953975/Aspectos_bsicos_de_los_mec
anismos_de_res20170227-3336-2gn03x-libre.pdf?1488207392=&response-
content-
disposition=inline%3B+filename%3DAspectos_basicos_de_los_mecanismos_
de_re.pdf&Expires=1726642059&Signature=C](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51953975/Aspectos_bsicos_de_los_mecanismos_de_res20170227-3336-2gn03x-libre.pdf?1488207392=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAspectos_basicos_de_los_mecanismos_de_re.pdf&Expires=1726642059&Signature=C)

Poma, J., & Melchor, N. (2022). *Resistencia Antibiotica de Agentes Causales de Diarrea en cria de Alpacas- en el Anexo de San Miguel Distrito de Congalla- Provincia de Angares- 2021*. Peru: Universidad nacional de Huancavelica.
[https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a4836cdd-ae0a-
4447-8c3a-bd0cb10fb79b/content](https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a4836cdd-ae0a-4447-8c3a-bd0cb10fb79b/content)

Quiroz, A. (2020). *Identificacion, aislamiento y preservacion de enterobacterias del cepario*. tesis de grado, Universidad autonoma metropolitana, Ciudad de Mexico.
<file:///D:/Carlos%20Quintanilla/Desktop/tesis/cbsCD240322154210kmwo.pdf>

- Rodriguez, F. (2024). *Un manejo adecuado de la diarrea de lechones*. BADAJOZVETERINARIA.
file:///D:/Carlos%20Quintanilla/Desktop/tesis/Dialnet-UnManejoAdecuadoDeLaDiarreaEnLechones-9411603.pdf
- Rodríguez, M., & Zambrano, M. (2022). *Implementación del sistema de cama profunda aérea adaptado a la fase de ceba de la producción porcina en el cantón Chone*. Tesis de grado Ingenieria Agropecuaria, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi, Manabi, Chone, Ecuador.
<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/47111/1/ULEAM-AGRO-0200.pdf>
- Rodriguez, P., & Arenas, R. (2018). Hans Christhian Gram y su tincion. (H. G. González., Ed.) *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*, 16(2), 2.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/cosmetica/dcm-2018/dcm182n.pdf>
- Saravia, T., & García, A. (2017). *Estudio Tecnico Economico de la produccion de Biogas a partir de Biomasa de cerdos en la "Quinta campo amor ubicada" en la paz centro de Leon*. La pazcentro. Managua: Universidad Nacional de Ingenieria. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/250143032.pdf>
- Seija, V., & Vignoli, R. (2017). Temas de bacteriologia y virologia medica.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55015597/Antibioticos-libre.pdf?1510761409=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTEMAS_DE_BACTERIOLOGIA_Y_VIROLOGIA_MEDIC.pdf&Expires=1728583439&Signature=EgFgiAl0BCz8LEgxQn7BN8g~lxzy-12IXYPcNMtsTO~05xNVb
- Soto, M. (2021). *Efecto de la inmunoglobulina de yema de huevo (IgY) de gallinas hiperinmunizadas contra Salmonella y E.Coli*. agua calientes, Mexico.: universidad autonoma de aguascalientes.
<http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/2035/452387.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Suarez, S. (2020). *Identificación y caracterización de E. coli aisladas de conejos con sintomatología diarreica*. tesis de grado , Universidad de Valladolid, Valladolid.
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/42209/TFG-M-N2031.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Toledo, E., Falcon, N., Flores, C., Rebatta, M., Guevara, J., & Ramos, D. (1 de octubre de 2015). Susceptibilidad antimicrobiana de cepas de Escherichia coli obtenidas de muestras de heces de cerdos destinados a Consumo Humano. *Salud y Tecnología Veterinaria*, 3(2), 6.
<https://revistas.upch.edu.pe/index.php/STV/article/view/2823/2684>
- Valtek. (2024). *Agar Mueller Hinton II (CLSI)*. valtek diagnostics: <https://valtek.cl/wp-content/uploads/2024/11/285-220-Agar-Mueller-Hinton-II-CLSI-Valtek-Version-6.pdf>
- Werth, B. (Mayo de 2024). *Generalidades sobre los betalactamicos*. (U. o. Pharmacy, Ed.) <https://www.msdmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/bacterias-y-f%C3%A1rmacos-antibacterianos/generalidades-sobre-los-beta-lact%C3%A1micos>
- Werth, B. (Mayo de 2024). *Introducción a los antibióticos*. (U. o. PharmD, Ed.) <https://www.msdmanuals.com/es/hogar/infecciones/antibi%C3%B3ticos/introducci%C3%B3n-a-los-antibi%C3%B3ticos>
- Yarin, J. (2023). *Identificación fenotípica de Escherichia coli productoras de betalactamasas de espectro extendido productoras (BLEE) aisladas de heces de cerdos de un matadero de Lima*. Universidad Mayor de San Marcos, Lima. Perú: Universidad Mayor de San Marcos. <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-clinica-2-articulo-reacciones-adversas-medicamentos-S0025775319306372>
- Yauri, S. (2016). *Desempeño de cinco métodos fenotípicos para la detección de metalobetalactamasas en bacilos gram negativos tipificados genotípicamente*. Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica en el área de

Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica , Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Lima-Peru. <https://core.ac.uk/download/pdf/323347286.pdf>

XII. Anexos

Anexo a

Pesaje de agares



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Anexo b

Homogenización de agares



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Anexo c

Esterilización en autoclave



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Anexo d

solidificación a temperatura ambiente



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Toma de muestras

Anexo a

Vaciado heces del recto



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Anexo b

Hisopado rectal



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Anexo c

Medio de transporte AMIES (carbón activado)

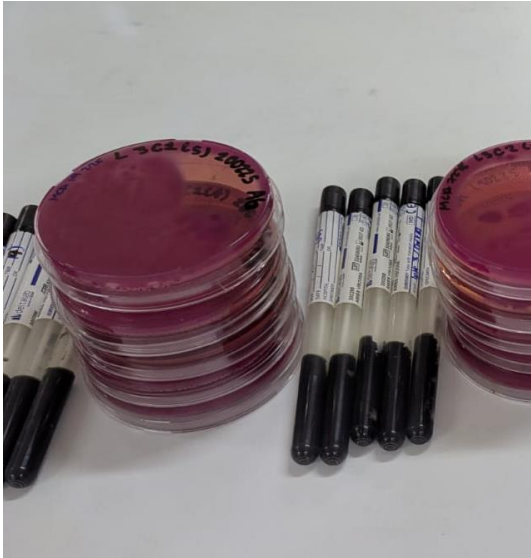


Fuente: Elaboración propia, 2025.

Análisis de muestra

Anexo d

Muestras en agar McConkey



Fuente: Elaboración propia

Anexo e

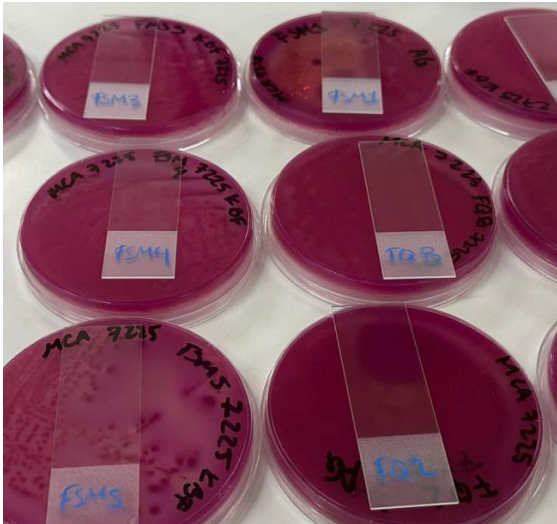
Crecimiento de cultivo agar McConkey



Fuente: Elaboración propia

Anexo j

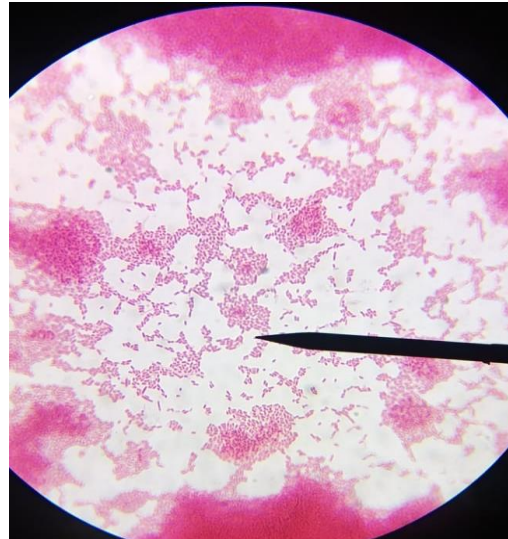
Proceso de selección para tinción gram



Fuente: Elaboración propia

Anexo k

tinción gram negativo



Fuente: Elaboración propia

Anexo l

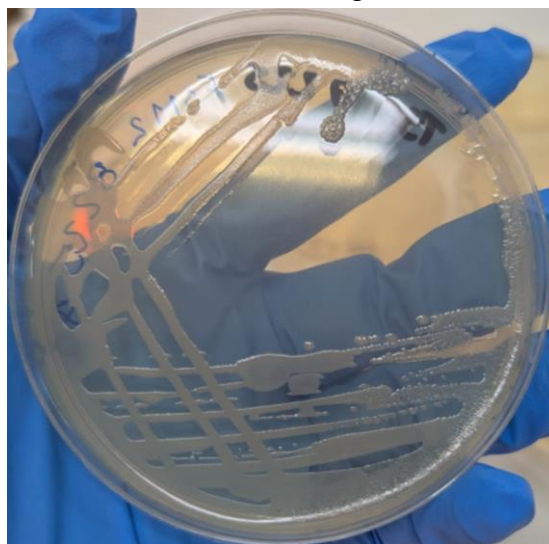
Crecimiento de cultivo agar EMB



Fuente: Elaboración propia

Anexo m

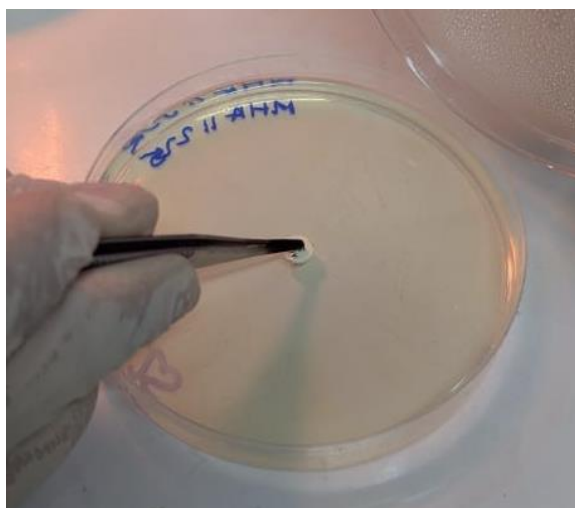
Crecimiento de cultivo agar TSA



Fuente: Elaboración propia

Anexo n

colocación de discos antibióticos



Fuente: Elaboración propia

Anexo o

Resultado de antibiograma



Fuente: Elaboración propia