

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS:

**Detección de enterobacterias de interés alimentario productoras
de BLEE en huevos de *Gallus gallus domesticus* “gallina”
comercializados en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025**

Para optar el título profesional de:
BIÓLOGO, ESPECIALIDAD: MICROBIOLOGÍA

PRESENTADO POR:

Bach. Kelvi Jair CARDENAS SILVA

ASESORA:

Dra. Kusi YARANGA PALOMINO

AYACUCHO - PERÚ

2025

A Dios por las bendiciones que me otorga cada día, mis padres por el apoyo moral e incondicional y por haberme forjado como la persona que soy actualmente.

AGRADECIMIENTOS

A mi *Alma Mater*, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, nuestra majestuosa casa de estudios, fuente de conocimientos y de sabiduría.

A la Facultad de Ciencias Biológicas y la Escuela Profesional de Biología, a los profesores de las distintas áreas académicas y al personal de apoyo técnico-administrativo, por brindarme una formación académica integral y por impartirme sus conocimientos.

A la Dra. Kusi Yaranga Palomino, asesora del presente trabajo, por la dedicación, predisposición y rigor científico durante las fases de esta investigación; su visión crítica y apoyo metodológico fueron fundamentales para alcanzar los objetivos planteados.

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	8
2.2.1. Frecuencia	8
2.2.2. Enterobacterias de interés alimentario	8
2.2.3. β -lactamasas de espectro extendido	9
2.2.4. Cepa	9
2.2.5. Huevo	9
2.3. Base teórica	10
2.3.1. Enterobacterias	10
2.3.2. Factores de virulencia	10
2.3.3. <i>Escherichia coli</i>	10
2.3.4. <i>Salmonella</i> sp	12
2.3.5. <i>Shigella</i> sp	14
2.3.6. <i>Yersinia</i> sp	15
2.3.7. Infecciones asociadas	16
2.3.8. Resistencia bacteriana	16
2.3.9. β -lactamasas de espectro extendido	17
2.3.10. Clasificación de β -lactamasas de espectro extendido	18
2.3.11. Antibióticos de β -lactámicos	18
2.3.12. Mecanismo de acción	20
2.3.13. Mecanismos de resistencia	21
2.3.14. Alimentos relacionados	22
2.3.15. Huevo	22
2.3.16. Valoración nutricional	23
2.3.17. Infecciones transmitidas por el huevo	23
2.3.18. Epidemiología del huevo	24

III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Descripción del área de estudio	25
3.1.1. Ubicación política	25
3.1.2. Ubicación geográfica	25
3.1.3. Descripción de la zona	26
3.1.4. Lugar de ejecución	26
3.2. Tipo de investigación	26
3.3. Diseño de investigación	26
3.4. Población y muestra	26
3.4.1. Población	26
3.4.2. Unidad muestral	26
3.5. Criterios de inclusión y exclusión	26
3.6. Instrumentos	27
3.7. Metodología y recolección de datos	27
3.7.1. Obtención y recolección de la muestra	27
3.7.2. Preparación de reactivos y medios de cultivo	27
3.7.3. Preparación para el aislamiento de <i>Escherichia coli</i> y <i>Salmonella</i> sp.	27
3.7.4. Enriquecimiento bacteriano	28
3.7.5. Siembra selectiva	28
3.7.6. Aislamiento y purificación	28
3.7.7. Identificación bioquímica	28
3.7.8. Confirmación fenotípica de β -lactamasas de espectro extendido	29
3.7.9. Determinación del perfil de sensibilidad	30
3.8. Análisis estadístico e interpretación de datos	31
IV. RESULTADOS	32
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES	46
VII. RECOMENDACIONES	49
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
IX. ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 5 Frecuencia de enterobacterias de interés alimentario aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> “gallina” en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.	34
Tabla 6 Frecuencia de enterobacterias de interés alimentario aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> “gallina” en los distintos puntos de expendio y proveedores en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.	35
Tabla 7 Frecuencia de enterobacterias de interés alimentario productora de BLEE, aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> “gallina” expendidos en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.	36
Tabla 8 Frecuencia de enterobacterias de interés alimentario productora de BLEE, aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> “gallina” expendidos en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.	37
Tabla 9 Perfil de sensibilidad de enterobacterias de interés alimentario productora de BLEE, aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> “gallina” expendidos en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Mecanismo de acción de los betalactámicos.	21
Figura 2 Ubicación geográfica del mercado de abasto.	26

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1	Muestreo realizado en el mercado Nery García Zarate. 58
Anexo 2	Aislamiento, pre-enriquecimiento y selección de cepas bacterianas (enterobacterias) aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina", Ayacucho 2025. 59
Anexo 3	Identificación bioquímica y purificación de cepas bacterianas (enterobacterias) aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina". 60
Anexo 4	Resultados de la identificación bioquímica (TSI, LIA, Citrato de Simmons, Urea y SIM) de cepas bacterianas (enterobacterias) aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina". 61
Anexo 5	Antibiograma para el tamizaje y la detección fenotípica de β -lactamasas de espectro extendido de aislados bacterianos de la superficie de cáscaras de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina". 62
Anexo 6	Resultados del tamizaje, detección fenotípica de β -lactamasas de espectro extendido y del perfil de sensibilidad en cepas bacterianas aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina". 63
Anexo 7	Matriz de operacionalización de variables. 65
Anexo 8	Matriz de consistencia. 66

RESUMEN

Los resultados de la siguiente investigación revelaron que existe la presencia de enterobacterias que producen β -lactamasas de espectro extendido (BLEE) en la superficie de las cáscaras de huevos de gallina criados en granja, comercializados en el mercado de abasto de Nery García Zárate, las cuales representan un desafío por su capacidad de diseminarse a través de alimentos de consumo masivo. Tuvo como objetivo: detectar enterobacterias de interés alimentario productoras de BLEE en huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina" comercializados en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025. El tamaño de muestra fue un total de 384 huevos, los cuales se recolectaron mediante un muestreo por conglomerados, usando diseño no experimental - descriptivo, el aislamiento de enterobacterias se realizó utilizando hisopos estériles para recolectar las enterobacterias presentes en la superficie del huevo, estos fueron sometidos a un preenriquecimiento y se sembró en medios diferenciales selectivos. El tamizaje β -lactamasas de espectro extendido, fue efectuado a razón de los criterios CLSI (2024) y la confirmación fenotípica se realizó mediante la prueba de sinergia de Jarlier y el método de doble disco. En total se aislaron un global de 31 enterobacterias de interés alimentario, *Escherichia coli* fue la más frecuente (97%), mientras que *Salmonella* sp. se detectó en baja proporción (3%). De los 31 aislamientos, se identificaron 18 cepas productoras de β -lactamasas de espectro extendido (BLEE), todas correspondientes a *E. coli*, mientras que *Salmonella* sp. no mostró ninguna producción de BLEE. En el perfil de sensibilidad antimicrobiana de las 18 cepas de *E. coli* productoras de BLEE se observó una alta sensibilidad frente a meropenem (100%), nitrofurantoína (100%) y cefuroxima (90%), gentamicina (72%). Además, se registraron elevados registros en la categoría resistente a ciprofloxacino (56%), norfloxacino (44%) y sulfametoxazol/trimetropin (89%) y en cuanto a cefepime, predominante en la categoría intermedio (83%).

Palabras clave: Enterobacterias, BLEE, huevos.

I. INTRODUCCIÓN

Las enterobacterias de interés alimentario constituyen un grupo de bacterias gram negativas pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae, ampliamente distribuidas en el ambiente, el agua, los alimentos y en el tracto digestivo de humanos y animales. Entre los géneros más relevantes se incluyen *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella* y *Yersinia*, los cuales se consideran como indicadores de calidad microbiológica en los alimentos y como patógenos oportunistas (Mladenović et al., 2021). En los últimos años, se ha registrado la aparición de cepas multirresistentes, especialmente las productoras de β -lactamasas de espectro extendido (BLEE), lo que representa una amenaza significativa para la salud pública y la inocuidad alimentaria (CLSI, 2024).

El huevo de *G. g. domesticus* "gallina" es un alimento con gran valor nutricional y uno de los más consumidos a nivel mundial. Sin embargo, durante su manipulación, almacenamiento y comercialización puede contaminarse con microorganismos patógenos (Harage y Rassam, 2024). Entre los patógenos asociados destacan *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, que pueden comprometer la inocuidad del producto y constituye una amenaza latente para la salud del consumidor (Cuesta et al., 2023).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) enfrenta un reto frecuente con la diseminación de la resistencia a los antibióticos, debido a la automedicación y al control limitado en la venta de antimicrobianos de amplio espectro (OMS, 2022). Es de vital importancia determinar el origen o fuente de estos microorganismos y actuar para detener su diseminación. La resistencia a los antimicrobianos tiene un gran potencial de provocar hasta diez millones de muertes para el año 2050 y a su vez generar grandes pérdidas económicas (O'Neill, 2016).

La producción de BLEE (β -lactamasas de espectro extendido), se refiere a la habilidad para sintetizar enzimas que pueden hidrolizar antibióticos β -lactámicos

de amplio rango, particularmente las cefalosporinas de tercera y cuarta generación, así como también el monobactámico aztreonam. Este mecanismo de resistencia acorta drásticamente la efectividad de los fármacos, que son considerados pilares necesarios para combatir las infecciones graves en humanos (Pérez, 2021).

La metodología incluye el aislamiento en medio MacConkey, SS (*Salmonella-Shiguella*), identificación bacteriana con una batería bioquímica (TSI, LIA, Citrato, Urea y SIM) y una caracterización de perfiles de resistencia a los antimicrobianos de sensibilidad relacionados las cepas aisladas.

Es crucial investigar el estado epidemiológico, clínico y microbiológico de las cepas que se encuentran en las superficies de huevos, ya que la información sobre estos microorganismos multirresistentes en nuestro país sigue siendo limitada.

Objetivo general

Detectar enterobacterias de interés alimentario productoras de BLEE en huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina" comercializados en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.

Objetivos específicos

- Aislar enterobacterias de interés alimentario en la superficie de cáscaras de huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina" comercializados en el mercado Nery García Zárate. Ayacucho, 2025.
- Identificar enterobacterias de interés alimentario en la superficie de cáscaras de huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina" en los distintos puntos de expendio en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.
- Determinar la capacidad productora de BLEE de enterobacterias de interés alimentario en la superficie de cáscaras de huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina" expendidos en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.
- Determinar la frecuencia de enterobacterias de interés alimentario productoras de BLEE en la superficie de cáscaras huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina" comercializados en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.
- Determinar el perfil de sensibilidad de enterobacterias de interés alimentario productoras de BLEE en la superficie de cáscaras de huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina" comercializados en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Hinson *et al.* (2025), mencionan en el trabajo de investigación que el objetivo de evaluar la prevalencia mundial de contaminación bacteriana en huevos de mesa y caracterizar los perfiles de resistencia a los antibióticos de estos patógenos. Realizaron revisiones bibliográficas exhaustiva en las diferentes bases de datos Web of Science, MEDLINE (PubMed), CAB Abstracts y Google Scholar, identificándose 136 estudios publicados entre 1979 y 2022. Utilizaron Microsoft Excel y el software R (versión 5.0) para la consolidación de datos y el análisis estadístico. Identificaron 17 especies de bacterias en los huevos, fundamentalmente *Salmonella spp.*, *E. coli*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter spp.* y *Staphylococcus aureus*. Por lo general, la contaminación de cáscara superó al contenido del huevo. Los aislamientos de *Salmonella spp.* evidenciaron una resistencia completa (100 %) a la nitrofurantoína, la novobiocina y la polimixina, y una resistencia considerable (>50 %) a antibióticos de uso común como la amoxicilina (74,5 %), la penicilina G (89,1 %) y la colistina (83,1 %). Los aislamientos de *Escherichia c.* mostraron resistencia a la penicilina G en su totalidad (100 %) y alta resistencia a la amoxicilina (72,2 %) y la ceftazidima (95,6 %). Los aislamientos en las regiones africanas y asiáticas evidenciaron una resistencia a los antibióticos que vario de manera significativa. De igual manera se detectaron cepas multiresistentes de *E. coli* y *Campylobacter spp.* Por tanto, el estudio subraya la alta prevalencia mundial de bacterias patógenas en los huevos de aves de corral y destaca las preocupantes tendencias de resistencia a los antibióticos, en particular entre *Salmonella spp.* y *E. coli*.

Solís *et al.* (2023) en su investigación, plantearon como propósito fundamental: (1) definir la prevalencia de salmonela en huevos procedentes de sistemas de

producción convencionales y alternativos; (2) caracterizar los aislamientos de salmonela según sus características fenotípicas, genotípicas y de resistencia antimicrobiana; y (3) comprender cómo los consumidores gestionan los riesgos relacionados con la contaminación de los huevos en el hogar. Analizaron un total de 426 muestras de huevos (sistemas convencionales = 240; sistemas alternativos = 186). Utilizaron métodos de cultivo y microbiológicos moleculares para identificar la *Salmonella* spp, y análisis bioinformático de secuencias de genoma completo para definir los genes de resistencia antimicrobiana y a su vez el serotipo. Detectaron *Salmonella enterica* serotipo Enteritidis únicamente en huevos procedentes de sistemas alternativos (1,1 %, 2/186). Los aislados mostraron resistencia al ácido nalidíxico (100 %, 2/2). En general, los consumidores demostraron conocimiento sobre seguridad alimentaria; sin embargo, muchos aún incurren en prácticas que implican un riesgo de desarrollar enfermedades transmitidas por los alimentos.

El objetivo del estudio de Torres (2020) fue determinar la prevalencia de *Salmonella* spp. en los huevos destinados al consumo humano. En la ciudad colombiana de Bucaramanga, ejecutó una investigación descriptiva con un diseño de muestreo aleatorio en huevos provenientes de cuatro mercados campesinos. La recolección de las muestras tuvo lugar durante el periodo del mes de enero, febrero y marzo en el año 2020. Investigó la cáscara y el interior de los huevos por medio del método Precipitación para *Salmonella* spp. La realización del proyecto tuvo lugar en el laboratorio de agroecología de la UDES. No se halló *Salmonella* en 37 pools de muestras analizadas, que suman 184 huevos; esto resulta en una prevalencia del 0 % a través del protocolo Precipitación. Sin embargo, se observó un aumento de otras bacterias, como *Serratia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*, tanto en el contenido del huevo como en la cáscara. En los huevos destinados al consumo humano de la muestra analizada en el estudio, no se halló evidencia de *Salmonella* spp.

El propósito del artículo de Núñez y Secchi (2022) fue analizar lo frecuente que es la *Salmonella* spp. en los huevos vendidos en el municipio argentino de Libertador San Martín. La investigación fue llevada a cabo en un laboratorio de análisis químicos ubicado en Paraná y en el Laboratorio de Nutrición de la Universidad Adventista del Plata, situado en Libertador San Martín. La muestra se compuso de 114 huevos adquiridos en tres supermercados locales, que incluyen a todos

los proveedores de huevos de la ciudad. Resultados: No se encontró *Salmonella spp.* en ninguna de las muestras estudiadas. Cada unidad se mantuvo limpia, pero 49 no mostraron yema céntrica. En cuanto a la cáscara y el contenido, el 57,01 % (n = 65) tuvieron calidad A. La media del peso fue de 56,89 g, con predominancia de los huevos grandes y una desviación estándar de $\pm 3,72$. El promedio del índice de forma fue 74,71, con una desviación estándar de $\pm 2,45$; sobresalieron los valores óptimos. Conclusiones: Todos los parámetros, tanto los microbiológicos como los cualitativos, son aceptables, a excepción del pH y el índice de la yema. Es esencial continuar buscando la seguridad del huevo.

En el año 2021, Soria llevó a cabo una investigación en Uruguay. Su propósito era recopilar información sobre la polución con *Salmonella sp.* en granjas de aves que tenían brotes de tifosis aviar (TA). Por eso, se examinaron 20 galpones de gallinas ponedoras que tenían precedentes de TA, recolectando muestras ambientales (agua, huevos, guano, alimento, cama y nido) y muestras de animales (de sangre e hisopados cloacales). El 2,7%, el 1,4% y el 1,4% de las unidades de alimento, yema de huevo y cáscaras dieron positivo para *S. ser. Gallinarum biovar Gallinarum* (SG). Se obtuvieron 14 muestras positivas de otras seis serovariedades de *Salmonella* a partir de cama, guano, alimento y nido. Todas las cepas de SG (el 100%) mostraron resistencia al ácido nalidíxico. El 18,1% de los aislamientos de SG fueron catalogados como resistentes a múltiples fármacos con cepas que producen BLEE. Esta tesis ofrece información acerca de la muestra que se necesita para hacer un diagnóstico adecuado de SG, así como los parámetros hematológicos y la sensibilidad a antimicrobianos que han sido detectados en las epidemias de TA en gallinas ponedoras.

Ariyanti *et al.* (2025a) tuvieron como objetivo principal del estudio realizado; analizar la expresión de tres genes principales: *bla* CTX-M, *bla* SHV y *bla* TEM, en aislados de *Escherichia c.* productoras de BLEE provenientes del Centro de Investigación en Ciencias Veterinarias y la Agencia Nacional de Investigación e Innovación en muestras de ciegos de pollo, huevos de pollo e intestino de pescado. Además, evaluar sistemáticamente sus perfiles de resistencia a diversos antibióticos. Se identificaron noventa y siete aislamientos de *E. coli*. Verificaron la detección de los genes *bla* CTX-M, *bla* SHV y *bla* TEM en los aislamientos mediante PCR. Se realizaron pruebas de susceptibilidad antimicrobiana utilizando discos de antibióticos, siguiendo las normas del CLSI. La prevalencia de *E.*

coli generadoras de BLEE en ciegos de pollo, huevos e intestino de pescado fue del 16,5 % (16/97). Los genes específicos detectados fueron el gen *bla* CTX-M con un 93,75 % (15/16), seguido del gen *bla* TEM con un 81,25 % (13/16) y *bla*SHV con un 25 % (4/16). Los resultados de la prueba de sensibilidad antimicrobiana revelaron que todos los aislados de *Escherichia c.* formadoras de BLEE presentaron una gran resistencia a los múltiples fármacos del 81,25 % a 1-5 antibióticos y del 18,75 % a 6-7 antibióticos. El aislado presentó una resistencia del 100 % a ampicilina y sulfametoxazol, con sensibilidad exclusiva al cloranfenicol. El gen dominante en los separados productores de BLEE fue *bla* CTX-M. Esta bacteria es completamente resistente a la ampicilina y al sulfametoxazol, mientras que presenta multiresistencia a entre 1 y 7 tipos diferentes de antibióticos.

Ariyanti *et al.* (2025b) mencionan en su trabajo de investigación sobre *Escherichia coli* productora de betalactamasas de espectro extendido, que supone un riesgo significativo en la salud humana y animal. La investigación tuvo como propósito determinar la prevalencia y los patrones de resistencia a los antibióticos de *E. coli* productora de BLEE en muestras relacionadas con aves de corral de Tangerang, Indonesia. Recolectaron un total de 264 muestras de granjas (70 muestras fecales, 90 de huevos y 4 de agua) y mercados (50 muestras de carne y 50 de huevos). *Escherichia coli* generadora de BLEE se aisló utilizando medios selectivos y se confirmó mediante PCR. Recuperaron veinte separados de *Escherichia c.* productoras de BLEE (7,6%) tanto heces y huevos de pollo. La producción de BLEE se confirmó además mediante la evidenciación por PCR de los genes. Las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana contra 13 antibióticos revelaron diferentes niveles de resistencia: tetraciclina (57,1%), ampicilina (33,3%), ceftazidima (28,6%), ceftriaxona (23,8%), enrofloxacino (23,8%), gentamicina (23,8%), cloranfenicol (9,5%), ciprofloxacino (9,5%), sulfametoxazol (9,5%) y amoxicilina (4,8%). No se observó resistencia para cefoxitina, doxiciclina o meropenem. En particular, el 76,2% de los separados se evidenciaron ser resistentes a 1-5 antibióticos, en cambio que el 9,5% fueron resistentes a 6-9 antibióticos. Estos hallazgos resaltan la presencia de *E. coli* productora de BLEE resistente a múltiples fármacos en la cadena de producción avícola en Tangerang, con una alta prevalencia de genes BLEE clínicamente importantes. Esto genera preocupación por la posible transmisión a los humanos y subraya la necesidad de mejorar el uso de fármacos en las prácticas veterinarias y reforzar el monitoreo de

RAM en el sistema de producción de alimentos para salvaguardar la salud poblacional.

Guran *et al.* (2023) mencionan que la finalidad principal de este estudio fueron establecer: i) la presencia de bacterias aeróbicas mesófilas totales (TMAB), bacterias aeróbicas psicrófilas totales (TPAB), coliformes, *E. coli*, Enterobacteriaceae y *Salmonella* en huevos de venta minorista producidos en diferentes sistemas de crianza avícola, ii) la diversidad de especies de Enterobacteriaceae, y iii) el perfil de resistencia a fármacos de los aislamientos de *E. coli*. Recolectaron y caracterizaron microbiológicamente un total de 350 huevos de venta minorista producidos por cuatro sistemas de crianza diferentes. De los 350 huevos analizados, las muestras de superficie de la cáscara estaban contaminadas con TMAB, TPAB, coliformes, *E. coli* y Enterobacteriaceae en porcentajes positivos de 100%, 100%, 49,1%, 18,6% y 38%, respectivamente. El porcentaje de contaminación positiva de las muestras de cáscara de huevo triturada, con TMAB, TPAB, coliformes, *Escherichia coli* y Enterobacteriaceae fue del 100%, 100%, 50%, 33,7% y 42,5%, respectivamente. Se detectó *Salmonella* solo de un aislado de Enterobacteriaceae obtenido de un pool de cáscara de huevo orgánica, pero no de las superficies de la cáscara ni de las yemas de huevo. Se recuperó un total de 35 aislados de *E. coli* de los aislados de Enterobacteriaceae. Doce (34,3%) de ellos mostraron resistencia a al menos un antibiótico probado. El tipo dominante de resistencia fue a la ampicilina detectada en los 12 aislados de *E. coli*. Este estudio proporciona datos de referencia valiosos sobre la presencia de diversidad de especies de Enterobacteriaceae y *E. coli* resistente a los antibióticos en huevos de venta.

Suleymanoglu (2024) en su investigación detecto *Escherichia c.* generadora de BLEE en huevos de consumo de Estambul, este estudio identificó 15 aislados de *Escherichia coli* a través de los genes 16S rRNA y gyrB, específicos de *Escherichia coli*, en 120 muestras de huevo (12,5%). Se detectó resistencia a antibióticos según el EUCAST y el CLSI en los aislados de *Escherichia coli*, 2 aislados fueron susceptibles a todos los antibióticos, un aislado fue resistente a un antibiótico, un aislado fue resistente a 2 antibióticos y 11 aislados de *E. coli* (73,3%) presentaron resistencia a múltiples fármacos. Las resistencias a antibióticos más frecuentes se detectaron contra ampicilina (80%), tetraciclina (66,6%) y cloranfenicol (66,6%). Se utilizó una prueba de confirmación de doble

disco para detectar la producción de β -lactamasa de espectro extendido. Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que la resistencia a múltiples es frecuente en *E. coli* de huevos de consumo en Estambul. Este es el primer estudio preliminar sobre aislados de *Escherichia coli* productores de BLEE en huevos de consumo en Turquía.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Para determinar si la bacteria patógena *Salmonella sp.* estaba presente, Gallo (2013) evaluó 385 muestras de huevos de gallina en el Mercado Modelo de la región Piura, Perú, analizando tanto su parte interior como exterior. Debido a que el consumo de huevo ha crecido en los últimos diez años por ser un alimento muy nutritivo y barato, Perú ocupa el octavo puesto en Latinoamérica en términos de consumo. Se aisló *Salmonella sp.* en 35 (9,1 %) de las muestras mediante un método que requería el preenriquecimiento, el enriquecimiento y, por último, la siembra en medios de cultivo selectivos. De estas muestras, únicamente una (0,26%) dio positivo para *Salmonella sp.* en el interior (clara-yema), mientras que 34 (8,8%) dieron positivo en la parte exterior (cáscara). Para conseguir estos resultados, se empleó la prueba exacta de Fisher.

Un estudio fue realizado por Levano y López (2001) en la región de Lima, donde analizaron 680 huevos de recién obtención de gallina, procedentes de 4 granjas de Chincha y 4 granjas de Lima, así como también los centros de abasto de Surco, Villa El Salvador y Ate-Vitarte. Se demostró que el agar Xilosa-Lisina-Tergitol4 (XLT4) es selectivo para recuperar e identificar diversas especies del género *Salmonella* con un valor estadístico $p < 0,01$ en comparación con el agar Hecktoen. No se halló *Salmonella enterica serovar* en el estudio de los huevos frescos de gallina. Sin embargo, se logró *Salmonella entérica serovar Enteritidis*. Djugu y *Salmonella entérica serovar* Mangaka.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Frecuencia

Referente a cuantas veces repite su valor. La frecuencia puede presentarse como absoluta o relativa (Hernández *et al.*, 2018).

2.2.2. Enterobacterias de interés alimentario

Constituyen una familia de bacterias gram negativas pertenecientes al orden Enterobacterales, ampliamente distribuidas en la naturaleza y asociadas tanto a humanos, animales, ambiente y de gran relevancia en la salud poblacional por su implicancia en infecciones y en la diseminación de resistencias antimicrobianas

(Köck *et al.*, 2021). En el contexto alimentario, las enterobacterias de interés alimentario incluyen principalmente los géneros *Escherichia* y *Salmonella*, los cuales pueden actuar como patógenos oportunistas responsable de enfermedades transmitidas por alimentos (Bennani *et al.*, 2020).

2.2.3. β -lactamasas de espectro extendido (BLEE)

Son enzimas codificadas originadas a partir de plásmidos, cuando son detenidas por inhibidores de la serina β -lactamasa como: tazobactam, ácido clavulánico y sulbactam, generan resistencia a los betalactámicos empleados habitualmente en la parte clínica, a excepción de las cefamicinas y los carbapenems (Husna *et al.*, 2023).

2.2.4. Cepa

Un conjunto de organismos de una misma especie que comparten rasgos genéticos específicos que no se presentan en otros integrantes de su misma especie, la diferenciación de una cepa se basa en características fenotípicas, genotípicas y epidemiológicas (Ochoa y Montoya, 2010).

2.2.5. Huevo

El huevo es el óvulo fecundado o no fecundado de las aves, principalmente de *Gallus gallus domesticus*, rodeado por estructuras defensoras que incluyen la cáscara calcárea, las membranas testáceas, clara (albúmina) y yema (vitelo). Su función biológica es proteger y nutrir al embrión durante las primeras etapas de desarrollo; sin embargo, cuando no está fecundado, constituye un alimento de alto calidad nutricional en el ser humano. Siendo un alimento muy completo y equilibrado de origen animal, ampliamente consumido a nivel mundial por su alta propiedad nutritiva, bajo costo y versatilidad culinaria (Mine, 2018). Está compuesto por tres partes principales: la cáscara, la clara (albumen) y yema, cada una con funciones biológicas específicas y características fisicoquímicas particulares (Shi *et al.*, 2016). La cáscara representa aproximadamente el 10% del peso total del huevo y está integrada primordialmente por carbonato de calcio; su función principal es proteger el contenido interno frente a daños físicos y contaminación microbiana (Shi *et al.*, 2016). La clara, compuesta en su mayoría por agua y proteínas como la ovoalbúmina, tiene propiedades antimicrobianas naturales, mientras que la yema concentra los lípidos, vitaminas y minerales esenciales para el desarrollo embrionario (Mine, 2018).

2.3. Base teórica

2.3.1. Enterobacterias

La familia de las Enterobacteriaceae se distingue por su facultativa anaerobiosis, la fermentación de glucosa, su facultativa anaerobiosis, su incapacidad para formar esporas y su carente actividad de citocromo oxidasa. Todos los integrantes de esta familia son libres; ubicándose con una gran extensión en el ambiente, presentes en animales, agua y suelo. En los humanos, están presentes en la piel (en particular en la zona perianal), las vías respiratorias superiores, el intestino y la uretra anterior. Desde el estómago hasta el intestino grueso, su concentración va en aumento (D'Agostino y Cook 2016).

2.3.2. Factores de virulencia

Presente en enterobacterias, son diferentes y están determinados por la especie, pero generalmente incluyen estructuras y moléculas que ayudan a la adhesión, invasión, resistencia a las defensas del hospedador y producción de toxinas (Linder, 1995). Entre los más relevantes se encuentran: (1) Fimbrias o pili de adherencia, que propician la unión a las células epiteliales intestinales o urinarias (como los pili tipo 1 y P en *Escherichia coli* uropatógena); (2) Cápsula y lipopolisacárido (LPS), en la que el antígeno O (LPS) ayuda a la resistencia frente al complemento y a la endotoxemia, mientras que la cápsula (antígeno K) brinda protección contra la fagocitosis; (3) Toxinas, como las enterotoxinas termoestables (ST) y termolábiles (LT) en *Escherichia coli* enterotoxigénica, la toxina Shiga en *E. coli* enterohemorrágica o *Shigella dysenteriae*, y la toxina tifoidea de *Salmonella typhi*; (4) Sistemas de secreción tipo III (T3SS), que inyectan proteínas efectoras al citoplasma de las células del huésped, facilitando la invasión o la alteración de funciones celulares (presentes en *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*); (5) Plásmidos de virulencia, que portan genes para adhesinas, invasinas y resistencia a antibióticos; (6) Hierro-captadores (sideróforos), como la enterobactina, que les permiten sobrevivir en ambientes con escasez de hierro; y (7). Mecanismos para resistir a antimicrobianos, frecuentemente codificados en plásmidos o integrones, que aumentan su capacidad de persistir en el hospedero y el ambiente hospitalario (Tortora *et al.*, 2020).

2.3.3. *Escherichia coli*

Es una bacteria Gram negativa, que presenta una forma de bacilo corto (1 a 3 µm de largo), perteneciente a la familia Enterobacteriaceae. Es aerobio facultativo, no esporulado, generalmente dinámico por presentar flagelos peritricos. Es positivo

frente a catalasa y negativo para oxidasa, y tiene la facultad de fermentar glucosa y lactosa, produciendo gas en el proceso. Una adecuada temperatura para su crecimiento es 37 °C, y se ubica normalmente en el intestino grueso de humanos y animales homeotermos. Aunque muchas cepas son inofensivas y actúan como comensales, y otro grupo que son patógenas que pueden provocar infecciones urinarias, diarreas, meningitis en recién nacidos y sepsis. La propagación de esta bacteria se da mayormente a través de la vía fecal-oral, a partir de alimentos o agua que hayan sido impurificados. En laboratorio, se la identifica comúnmente en agar MacConkey debido a la aparición de colonias de color rosa (fermentación de lactosa (Madigan *et al.*, 2022).

2.3.3.1. Clasificación

Tabla 1.

Clasificación taxonómica

Dominio	Bacteria
Filo	Proteobacteria
Clase	Gammaproteobacteria
Orden	Enterobacterales
Familia	Enterobacteriaceae
Genero	Escherichia
Especie	<i>Escherichia coli</i>

Nota. Adaptado de "Manual de Bergey's de Bacteriología Sistemática, por Brenner *et al.*, (2007).

2.3.3.2. Clasificación serológica de *Escherichia coli*

Se lleva a cabo a través de identificación serológica, fundamentada en el uso de anticuerpos, identifican las oscilaciones naturales en los antígenos somáticos "O" el cual es determinado por el lipopolisacárido, LPS, el antígeno flagelar "H", que se establece a partir de la proteína FliC del flagelo y el antígeno capsular "K", que está determinado por la envoltura y la cápsula, tanto termoestables y termolábiles. Se han reconocido aproximadamente de 180 y 6 tipos de antígeno "O" y 53 tipos de antígenos "H". La detección de los antígenos capsulares "K" solo se demuestran en las cepas que no se aglutinan con el antisuero "O", pero sí tras someterse a calor. Luego, se clarificó que los antígenos K referían únicamente a los polisacáridos ácidos, excluyendo aquellos antígenos proteicos relacionados a las fimbrias, que se conocen como antígenos F. Los serotipos de *E. coli* definidos

por fusiones específicas de los antígenos "O" y "H". (Fratamico, 2016).

2.3.3.3. Clasificación por patotipos de *Escherichia coli*

Las cepas patógenas de *Escherichia c.* que producen diarrea en los seres humanos se distribuyen según el factor genético que fija su virulencia y contribuye a la imagen clínica asociada, estableciendo diferentes tipos patológicos, conocidos como virotipos o patotipos; por lo tanto, se han determinado al menos siete tipos de patotipos intestinales que son: *E. coli* enteropatogénica (EPEC), *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), *Escherichia coli* de adherencia difusa (ADEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *Escherichia c.* enteroinvasiva (EIEC), *Escherichia c.* enteroagregativa (EAEC) y *Escherichia coli* productora de toxina Shiga (STEC). El patotipo EIEC está relacionado comúnmente con la enfermedad de Crohn, siendo que el patotipo DAEC se relaciona mayormente con la colitis ulcerativa. Existen variedad de híbridos, como *E. coli* enteroagregativa hemorrágica (ECEAH) que contiene genes de virulencia tanto de EAEC y como de la ECST (Nerino, 2015).

2.3.3.4. Características de *Escherichia coli*

La bacteria *E. coli* presenta una cubierta que tiene tres componentes clave: la membrana citoplasmática, la membrana externa y entre ambas, un espacio periplásmico formado por peptidoglucano. Esta última estructura proporciona rigidez y la forma característica a la bacteria, lo que posibilita que resista las presiones osmóticas del entorno, que pueden ser bastante elevadas (Canet, 2017). *Escherichia c.* es una bacteria mesofílica que crece mejor entre 35 y 43 °C, el límite de crecimiento es aproximadamente a 7 °C. La congelación no tiene un efecto significativo sobre la población de *Escherichia coli* en los alimentos y no asegura que se elimine un número adecuado de bacterias viables para garantizar su inocuidad. No obstante, es susceptible a temperaturas superiores a 70 °C, por encima de las cuales se puede eliminar con facilidad. El crecimiento de *E. coli* se interrumpe en condiciones de pH extremos (inferiores a 3,8, o superiores a 9,5), así como en niveles de potencial de agua (a_w) menores a 0,94 (Canet, 2017).

2.3.4. *Salmonella sp*

Es un género de bacterias Gram negativas, pertenece a la familia Enterobacteriaceae. Son aerobias facultativas, no producen esporas, presentan movimiento al presentar unos flagelos peritricos, oxidasa negativa y catalasa positiva, tienen la capacidad de fermentar glucosa y otros azúcares, aunque no fermentan lactosa (lo que las diferencia de *Escherichia coli*). Se desarrollan mejor

a temperaturas de 35 a 37 °C. Su hábitat natural donde se ubica es el intestino de humanos y animales y muchas especies pueden resultar siendo patógenas, ocasionando enfermedades gastrointestinales como la salmonelosis, fiebre tifoidea y gastroenteritis. La salmonelosis es una enfermedad infecciosa que afecta tanto a humanos y animales, se caracteriza clínicamente por septicemia, enteritis aguda o enteritis crónica. Está reconocida en todos los países y en las zonas con cría intensiva de ganado, sobre todo en cerdos, terneros criados intensivamente y aves de corral. Estos animales pueden ser cruciales en la propagación de la infección entre rebaños y bandadas, así como en contaminar los alimentos e infectar a las personas (OIE, 2018). La transmisión se produce mediante la ruta fecal-oral, primordialmente por el consumo de alimentos o agua contaminadas, primordialmente huevos, carnes o productos lácteos más comunes (Madigan *et al.*, 2022).

En el laboratorio, se identifican por su crecimiento en agar MacConkey (colonias incoloras por no fermentar lactosa), así como también en agar SS ó XLD. *Salmonella enterica* es la especie más relevante para humanos, con múltiples serotipos como *Salmonella typhi* y *S. typhimurium* (Rodríguez, 2015).

2.3.4.1. Clasificación

Tabla 2.

Clasificación taxonómica

Dominio	Bacteria
Filo	Proteobacteria
Clase	Gammaproteobacteria
Orden	Enterobacterales
Familia	Enterobacteriaceae
Genero	Salmonella
Especie	<i>Salmonella</i> sp

Nota. Adaptado de "Manual de Bergey's de Bacteriología Sistemática, por Brenner *et al.*, (2007).

2.3.4.2. Estructura antigénica *Salmonella* sp

Debido a la diversidad de los serovares identificados, la OMS ha recomendado una categorización que se basa en las diferentes combinaciones de los antígenos somáticos ("O"), flagelares ("H") y capsulares ("K"). La metodología conocida como Kauffman-White (EURL, 2023).

La estructura antigénica de *Salmonella* es, en esencia, parecida a de otros

Enterobacteriaceae. Se presentan dos tipos fundamentales de antígenos: Antígenos "O" y antígenos "H". En algunas cepas, se presentan un tercer tipo como antígeno de superficie; funcionalmente es análogo a los antígenos K de otros géneros. Se le conocía antes como antígeno VI porque se creía que estaba relacionado con la virulencia (EURL, 2023).

- Antígeno "O": Referida a los antígenos que se ubican en la pared bacteriana, de naturaleza polisacárido. A pesar de la gran cantidad de existan una cantidad numerosos de antígenos "O", pese a ello son los factores "O" principales, los que sirven para caracterizar los diferentes tipos antigénicos, (Por ejemplo, O4: grupo B, O9: grupo D) (Linder, 1995).
- Antígeno "H": Estos antígenos se componen de una proteína, la flagelina, cuya constitución en aminoácidos es constante para un tipo antigénico específico. Dependiente de dos genes estructurales, que están vinculados con las fases 1 y 2. La mayor parte de las cepas del género Salmonella tienen la capacidad de expresar las dos especificidades de su antígeno "H" (difásicos), sin embargo, algunas que solo pueden presentar una de ellas, ya sea la uno ó la dos. (monofásicas) (Linder, 1995).
- Antígenos "K": El único de esta clase que se conoce en Salmonella es el que está presente en *S. typhi*, *S. S. dublin* y *paratyphi c*. La presencia de este antígeno impide la aglutinación de sueros anti O. su existencia de este factor depende de un mínimo de dos genes (ViA + ViB); deben estar presentes juntos en la bacteria para que dicha expresión sea posible (Linder, 1995).

2.3.5. Shigella sp

Está compuesta por bacterias Gram negativas, bacilares, no producen esporas, anaerobias facultativas y no móviles (a diferencia de *Escherichia coli*). Pertenecen a la familia Enterobacteriaceae y se caracterizan por ser oxidasas negativas y catalasas positivas. Su metabolismo se basa en la fermentación, pero no producen gas a partir de la glucosa ni utilizan lactosa de manera eficiente (Tortora *et al.*, 2020). Estas bacterias son patógenas que se presentan exclusivamente en humanos, y su principal suministro es el intestino humano. Se propagan fundamentalmente a través de la vía fecal-oral, por medio del consumo de agua o alimentos contaminados, o por contacto directo persona a persona, especialmente en ambientes de malas condiciones higiénicas (Ryan y Ray, 2021).

2.3.5.1. Clasificación

Tabla 3.

Clasificación taxonómica

Dominio	Bacteria
Filo	Proteobacteria
Clase	Gammaproteobacteria
Orden	Enterobacterales
Familia	Enterobacteriaceae
Genero	Shiguella
Especie	<i>Shiguella</i> sp.

Nota. Adaptado de "Manual de Bergey's de Bacteriología Sistemática, por Brenner *et al.*, (2007).

2.3.6. *Yersinia* sp

Está constituido por bacterias de la familia Enterobacteriaceae que son gramnegativas, no formadoras de esporas, cortas y son de forma de bastón, facultativamente anaerobias y negativas a la oxidasa. A rasgo distintivo para el diagnóstico es que son móviles a temperaturas bajas (22-28°C) pero no lo son a 37°C. Estas bacterias tienen la capacidad de crecer a temperaturas bajas (hasta de 4°C), lo que les permite mantenerse en los alimentos refrigerados, sobre todo en los productos cárnicos. Ciertas especies son nocivas para el ser humano, siendo las más importantes *Yersinia pestis*, *Yersinia enterocolitica* y *Yersinia pseudotuberculosis* (Bottone, 2015).

2.3.6.1. Clasificación

Tabla 4.

Clasificación taxonómica

Dominio	Bacteria
Filo	Proteobacteria
Clase	Gammaproteobacteria
Orden	Enterobacterales
Familia	Enterobacteriaceae
Genero	Yersinia
Especie	<i>Yersinia</i> sp.

Nota. Adaptado de "Manual de Bergey's de Bacteriología Sistemática, por Brenner *et al.*, (2007).

2.3.7. Infecciones asociadas

Escherichia coli, está asociada a la microbiota intestinal normal, pero determinadas cepas poseen factores de virulencia que las convierten en patógenas. Las infecciones intestinales son provocadas por varios patotipos: *E. coli* enterotoxigénica (ETE) propicia la diarrea del viajero mediante toxinas termoestables y termolábiles, *Escherichia coli* enteropatogénica (EPEC) genera diarrea infantil por destrucción de microvellosidades intestinales, *Escherichia c.* enterohemorrágica (EHEC), particularmente el serotipo O157:H7, produce colitis hemorrágica y síndrome urémico hemolítico, *Escherichia c.* enteroinvasiva (EIEC) origina un cuadro similar a la disentería y *E. coli* enteroagregativa (EAEC) provoca diarrea persistente. Además, *E. coli* es el patógeno más frecuente de patologías infecciosas del tracto urinario (ITU), tanto comunitarias como nosocomiales, gracias a sus adhesinas (pili tipo "P" y tipo 1), hemolisinas y cápsulas. También puede causar meningitis neonatal, sepsis y peritonitis en pacientes hospitalizados o inmunocomprometidos (Farfán *et al.*, 2016).

Por otro lado, *Salmonella* agrupa esencialmente dos sp. principales: *S. enterica* y *S. bongori*, siendo la primera la de mayor importancia clínica. *Salmonella enterica* posee múltiples serotipos que causan diferentes infecciones. Las salmonelosis no tifoideas, producidas por serotipos como *Salmonella typhimurium* y *Salmonella enteritidis*, provocan gastroenteritis aguda con diarrea, fiebre y dolor abdominal, generalmente transmitidas por alimentos contaminados. En cambio, las salmonelosis tifoideas o fiebres entéricas, causadas por *Salmonella typhi* y *Salmonella paratyphi*, se caracterizan por fiebre prolongada, bacteriemia e infección sistémica. En algunos casos, *Salmonella* puede causar bacteriemias, abscesos, osteomielitis o portación crónica en la vesícula biliar, lo que facilita la transmisión (OMS, 2018).

2.3.8. Resistencia bacteriana

Los antimicrobianos eran eficaces para curar infecciones adquiridas en hospitales y en la comunidad hace unas pocas décadas, el progreso en su producción ha concordado con el aumento de resistencia entre hongos, bacterias, parásitos e incluso virus. Desde que se hallaron los primeros antibióticos, se ha notado el fenómeno natural de desarrollo de resistencia. Las bacterias usan esto como un soporte para subsistir en condiciones difíciles (Pérez, 2021). Es la capacidad que tienen las bacterias de sobrevivir, multiplicarse o conservar su viabilidad cuando se enfrentan a un antibiótico que normalmente las eliminaría o inhibiría su

desarrollo. Este fenómeno representa uno de las principales problemáticas de salud humana a nivel global ya que disminuye la eficacia de los tratamientos antimicrobianos, alarga las enfermedades, eleva la mortalidad y encarece el gasto hospitalario (OMS, 2023).

La resistencia puede ser adquirida o intrínseca. Algunas especies bacterianas, como las que son gram negativas, tienen resistencia intrínseca por motivos metabólicos o estructurales, como la impermeabilidad de la membrana externa. Por el contrario, la resistencia adquirida se deriva de mutaciones genéticas o del traspaso horizontal de genes a través de integrones, transposones o plásmidos, los cuales posibilitan que una bacteria susceptible desarrolle resistencia (Madigan *et al.*, 2022). Entre los sistemas de resistencia más frecuentes se ubican: (1) la inactivación enzimática del antibiótico, como la generación de β -lactamasas que descomponen penicilinas y cefalosporinas; (2) la modificación del sitio diana, modificando proteínas fijadoras de penicilina o ribosomas; (3) la disminución de la permeabilidad de la membrana celular, reduciendo la entrada del fármaco; (4) las bombas de expulsión, que sacan activamente el antibiótico del interior bacteriano; y (5) el bypass metabólico, donde la bacteria utiliza rutas alternativas para evadir el efecto del fármaco (Tortora *et al.*, 2020).

Entre las bacterias más importantes aparecen las Enterobacteriaceae productoras de BLEE, carbapenemasas (KPC, NDM, OXA-48) y las cepas resistentes a quinolonas o aminoglucósidos, como *E.coli*, *Klebsiella p.* y *Enterobacter c.* En los hospitales y las comunidades, estas bacterias constituyen un reto crucial debido a la propagación de genes resistentes a través de plásmidos y a la presión selectiva provocada por usar de manera excesiva antimicrobianos (CDC, 2023).

El uso imprudente de antibióticos en la medicina humana, veterinaria y agrícola está estrechamente vinculado con la difusión de la resistencia. Por eso, instituciones globales como la OMS y el CDC impulsan tácticas fundamentadas en la perspectiva de "Una sola salud", que fusiona la salud del ser humano, del animal y del medioambiente para contener la propagación de bacterias resistentes (CDC, 2023).

2.3.9. β -lactamasas de espectro extendido

Experimentan una variación genética en el gen de origen, resultando en un mayor espectro de resistencia. La alteración genética posibilita que la cepa bacteriana adquiera una multiresistencia, lo cual se manifiesta en el ámbito salubre como una dificultad para indicar un tratamiento antibiótico apropiado. Los

establecimientos de salud y los centros de atención a largo plazo son los lugares donde con mayor frecuencia se encuentran aislados (Arcilla *et al.*, 2017). Las enzimas identificadas como β -lactamasas de espectro extendido, tienen la capacidad de hidrolizar las penicilinas, todas las cefalosporinas, los monobactámicos; pero no los carbapenems. Se diferencian por el hecho de que el sulbactam, el ácido clavulánico y el tazobactam las inhiben (Astocondor, 2018).

2.3.10. Clasificación de β -lactamasas de espectro extendido

Ambler propuso un esquema de clasificación que segmenta las enzimas en categorías, basándose en la cadena de aminoácidos de las β -lactamasas y los principios de la interacción entre sustrato y enzima: A, B, C y D. Los grupos 2be, 2ber y 2de de la clasificación de Bush y Jacoby son los que correlacionan las clasificaciones de Ambler y Bush-Jacoby: Enzimas de tipo OXA, 2be, 2ber y 2de; TEM; SHV; CTX-M (Bush *et al.*, 1995). Hasta el presente, las β -lactamasas que tienen mayor importancia clínica son las siguientes:

a) Grupo funcional tipo 1 (Clase C)

Este grupo incluyó todas las enzimas serina con función cefalosporinasa, que son capaces de hidrolizar benzilpenicilina, El aztreonam las suprime, sin embargo, el ácido clavulánico no lo hace (Abarca y Herrera, 2001). La expresión de los genes AmpC (Hanson y Sanders, 1999) es la que regula la formación de estas enzimas.

b) Grupo funcional tipo 2 (A Y D)

Compuestas de enzimas que hidrolizan la penicilina, los carbapenems y las cefalosporinas. Estas enzimas son generadas a partir de genes de betalactamasas, por ejemplo, el SHV. Del mismo modo, tazobactam, el ácido clavulánico y sulbactam, solo inhiben las enzimas betalactámicas de este tipo (Rawat y Nair, 2010).

c) Grupo funcional tipo 3 (clase B)

Este grupo de enzimas hidrolizan, tanto a los carbapenémicos como a la mayoría de los betalactámicos. Sin embargo, tiene poca afinidad por la hidrólisis de los monobactámicos. El ácido dipicolínico y el EDTA son ejemplos de iones quelantes que pueden inhibirlos (García *et al.*, 2012).

2.3.11. Antibióticos de β -lactámicos

a) Penicilinas

Se trata de compuestos β -lactámicos originados del ácido 6-aminopenicilánico. Y que se componen estructuralmente con dos anillos, uno β -lactámico, el más relevante, que es muy resistente y posee propiedades antibacterianas y otro anillo

tiazólico, gracia a estas sustancias se previene la formación de la capa de peptidoglucano en la bacteria (Ruiz y Guillén, 2006).

b) Cefalosporinas

Cefalosporinas de 1era generación

Tienen una acción efectiva acción contra ciertos microorganismos aerobios gram positivos (excluyendo los enterococos) y algunos microorganismos gram negativos adquiridos en la comunidad (*E. coli*, *P. mirabilis*, bacterias del género *Klebsiella*) (Ruiz y Guillén, 2006).

Cefalosporinas 2da generación

Cuentan con un espectro levemente ampliado frente a bacterias gram negativas aeróbicas, y algunos de ellos son efectivos contra anaerobios gram negativos (por ejemplo, cefoxitina) (Ruiz y Guillén, 2006).

Cefalosporinas 3ra generación

Comprende a un conjunto relevante de moléculas de esta generación, resaltando ceftriaxona, ceftazidime y la cefotaxima, las más utilizadas en el ámbito médico. La cefotaxima, ceftriaxona tienen una alta eficacia contra neumococos, *Neisseria*, estreptococos, y enterobacterias, en caso de la ceftaxidima muestra una acción limitada ante gram negativos (Ruiz y Guillén, 2006).

Cefalosporinas 4ta generación

Aunque tiene una disposición similar a cefalosporina de 3ra generación, es resistente a las betalactamasas debido a cambios en el núcleo. El cefepime, un miembro de esta categoría, se emplea sobre todo para tratar las fiebres neutropénicas y la neumonía hospitalaria (Ruiz y Guillén, 2006).

c) Monobactámicos

Son β -lactámicos monocíclicos, siendo el aztreonam su representante más conocido. No presenta actividad contra bacterias anaerobias y gram positivas. Aunque el uso de aztreonam no es muy común, se aplica para combatir infecciones urinarias o sepsis que han sido confirmadas por las bacterias gram negativas (Ruiz y Guillén, 2006).

d) Inhibidores de betalactamasas

En la realidad, todos los inhibidores de betalactamasas como el ácido clavulánico, sulbactam y tazobactam, tienen una composición betalactámica, pese a su falta de actividad antibacteriana, a excepción del sulbactam que actúa en contra de *Acinetobacter baumannii* (Suárez y Gudiol, 2009).

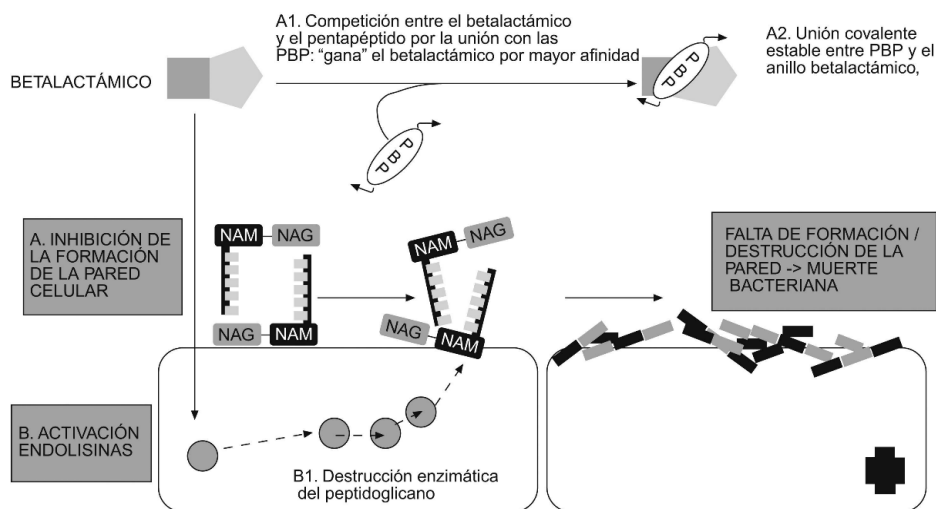
2.3.12. Mecanismo de acción

Las β -lactamasas de espectro extendido, son enzimas generadas por varias bacterias Gram negativas, especialmente de la familia Enterobacteriaceae las cuales proporcionan resistencia a una gran variedad de medicamentos β -lactámicos. Los cuales incluyen: penicilinas, cefalosporinas de 3ra generación (como cefotaxima, ceftriaxona y ceftazidima) y monobactámicos (como aztreonam), sin embargo, comúnmente son inhibidas por ácido clavulánico, tazobactam o sulbactam (Tortora *et al.*, 2020).

El proceso está basado en la hidrólisis del anillo β -lactámico presente en la estructura de los antibióticos β -lactámicos. Este anillo es primordial para que el fármaco se adhiera a las proteínas fijadoras de penicilina (PBPs), enzimas involucradas en la formación del peptidoglicano en la pared bacteriana. Las BLEE destrozán el enlace amida del anillo β -lactámico mediante una reacción que es catalizada por un residuo de serina, lo que inactiva el antibiótico y evita que interfiera en el desarrollo de la pared celular bacteriana (Madigan *et al.*, 2022).

Estas enzimas, han ampliado su campo de acción hacia las cefalosporinas de tercera y cuarta generación. Los genes que codifican las BLEE suelen estar ubicados en los plásmidos, permitiendo así su transferencia horizontal entre diferentes especies bacterianas (CDC, 2023).

La formación de BLEE tiene importantes consecuencias clínicas, ya que limita el uso de numerosos antibióticos de primera línea, lo que genera deliberadamente a utilizar carbapenémicos como meropenem o imipenem para tratar infecciones críticas. (OMS, 2023).



NAM: Ácido N-acetilmurámico; NAG: Ácido N-acetilglucosamina; PBP: Penicillin Binding Protein

Figura 1. Mecanismo de acción de los betalactámicos, Suárez & Gudiol (2009).

2.3.13. Mecanismos de resistencia

a) Producción de enzimas

Los antimicrobianos betalactámicos no son efectivos porque las β -lactamasas hidrolizan el enlace amida del anillo β -lactámico en fármacos como las penicilinas, los monobactámicos, los carbapenémicos y las cefalosporinas. La β -lactamasas y otras enzimas se detectan genéticamente en integrones, plásmidos y transposones debido a la transferencia entre bacterias y al surgimiento de mecanismos de resistencia que son provocados por el uso irresponsable e indiscriminado de medicamentos antibacterianos (Munita y Arias, 2016).

b) Modificaciones de la diana en la PBP

El mecanismo de resistencia se basa en la reducción de la conexión entre el fármaco y la célula bacteriana conocida "target". Estas alteraciones disminuyen la afinidad del fármaco hacia el objetivo. Es posible que contengan la eliminación o sustitución completa del sitio blanco, alteraciones en la enzima del sitio objetivo y transformaciones en el sitio objetivo. Las enzimas llamadas proteínas de unión a la penicilina (PBP), que están presentes en la membrana externa celular, constituyen la pared celular bacteriana. El hecho de que las proteínas se degraden cuando están unidas a PBP podría ser el motivo por el cual hay resistencia a los antibióticos betalactámicos. La presencia de PBP bacterianas próximas al antibiótico o la disminución en la expresión de PBP en las bacterias se relaciona con la resistencia a los antibióticos betalactámicos (Munita y Arias, 2016).

c) Alteraciones en la permeabilidad y bombas de expulsión

Las porinas, que son canales específicos y no específicos que posibilitan el tránsito de diversas sustancias hidrofílicas, entre las cuales se encuentran los antibióticos, están presentes en la capa de lipopolisacáridos de las bacterias Gram negativas. La permeabilidad de la capa de lipopolisacáridos se ve modificada cuando las porinas se cierran o pierden; esto tiene un impacto en la transferencia de antibióticos, como algunas fluoroquinolonas y tetraciclinas, hacia la matriz intracelular de las bacterias. Las bombas de eflujo, que son proteínas basadas en membranas, contribuyen a la eliminación de antibióticos del compartimento intracelular, ya que funcionan como exportadoras de compuestos diversos desde el interior hacia el exterior de las bacterias. Esto quiere decir que se elimina una cantidad determinada del medicamento, lo cual obstaculiza su capacidad para combatir la bacteria de manera efectiva (Rocker *et al.*, 2020).

2.3.14. Alimentos relacionados

Las enterobacterias tienen la capacidad de contaminar una amplia variedad de alimentos, desde frutas, verduras hasta carne y huevos, además de productos secos como las nueces y las especias. Persisten en los alimentos por un periodo largo de tiempo. Los pies, el pelaje y la piel de los animales tienen el potencial de contaminarse al caminar o estar sobre tierra que está contaminada con excremento y es posible que esta contaminación termine en la carne. Los manipuladores de alimentos y las personas responsables del cuidado en granjas o criaderos tienen la posibilidad de contaminarse las manos debido a prácticas deficientes de higiene. Los alimentos más frecuentemente contaminados son los siguientes: (RENAPRA, 2017).

- **Carne cruda de res, de ave y de mariscos.** Durante el proceso de sacrificio, las heces pueden contaminar la carne cruda de ave y res. Los mariscos podrían estar contaminados si se extraen de agua que está contaminada. (RENAPRA, 2017).
- **Huevos crudos o poco cocidos.** Pese a que la cáscara del huevo puede parecer una barrera ideal frente a la contaminación, algunas gallinas infectadas generan huevos con salmonela antes de que la cáscara esté formada. En la elaboración de alimentos caseros, como la mayonesa, se emplean huevos crudos. (RENAPRA, 2017).
- **Productos lácteos no pasteurizados.** Los productos lácteos no pasteurizados, también llamados leche cruda en ocasiones y la leche pueden estar contaminados con salmonela. La pasteurización es un proceso que elimina las bacterias dañinas, como la salmonella. (RENAPRA, 2017).
- **Frutas y verduras.** Es posible que hayan sido lavadas durante el procesamiento o irrigadas en el campo con agua contaminada por salmonella. En la cocina también es posible que se produzca contaminación. (RENAPRA, 2017).

2.3.15. Huevo

Es el organismo germinativo que las aves generan durante su reproducción. La alimentación puede contener huevos de muchas especies diferentes, pero el que estamos mencionando es el huevo de gallina, que es la hembra de la especie *Gallus gallus* ó *Gallus domesticus*. Es un producto animal que posee excelentes cualidades culinarias y nutricionales. Se distingue por su densidad nutritiva elevada y ser un componente común de la dieta humana. También es parte del

sistema reproductivo de las aves y tiene todos los nutrientes y compuestos requeridos para que el embrión se desarrolle, se compone de una yema central (31 % del peso total), que está rodeada por la clara o el albumen (58 %) y todo ello está envuelto por una cáscara externa (11 %). Tiene un contenido moderado de calorías y ácidos grasos saturados (AGS). Contiene una proteína con un perfil de aminoácidos perfecto, una gran cantidad elevada de insaturados (AGI), todas las vitaminas (salvo la C) y los minerales que el cuerpo requiere, preservados y resguardados por la cáscara. La cáscara, que es una estructura compleja, ayuda a proteger contra la contaminación microbiana del huevo y es un excelente envoltorio natural que mantiene el valor nutricional de este (FEN, 2020).

2.3.16. Valoración nutricional

La FAO utiliza como un estándar de fuente, ya que presenta proporciones balanceadas de cada uno de los aminoácidos esenciales. En la clara del huevo, se encuentran proteínas como: la ovoalbúmina (54% de las proteínas de la clara), conalbúmina, ovomucina, ovomucoide, etc., en la yema hay proteínas de los gránulos (lipovitulina, lipoproteínas LDL y fosfovítina), las proteínas del plasma (lipovitelinina y livetina). El huevo tiene un alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados en términos de grasas. Las vitaminas A y D, así como las del grupo B (B12, B2 o riboflavina, B3 o niacina y folatos), son las que más se destacan entre todas (FEN, 2020).

2.3.17. Infecciones transmitidas por el huevo

El huevo de gallina se constituye como un vehículo potencial de transmisión de enfermedades alimentarias cuando se contamina con microorganismos patógenos durante la producción, manipulación o comercialización (Whiley *et al.*, 2016). La contaminación puede producirse antes de la postura (contaminación interna) o después de la postura (contaminación externa), siendo esta última la más frecuente en productos comercializados a granel o sin refrigeración (Whiley *et al.*, 2016).

La superficie de la cáscara del huevo puede albergar una amplia diversidad de microorganismos ambientales y entéricos, debido al contacto con materia fecal, polvo, agua contaminada o superficies inadecuadamente higienizadas. Entre los microorganismos más comunes aislados de cáscaras de huevo se encuentran:

- *Salmonella enterica* serovar Enteritidis y Typhimurium, agentes causales de salmonelosis, una de las infecciones alimentarias más reportadas a nivel global (EFSA, 2023).

- *Escherichia coli*, indicador de contaminación fecal, que puede causar gastroenteritis, infecciones urinarias o septicemia (Bennani *et al.*, 2020).
- *Klebsiella pneumoniae* y *Enterobacter cloacae*, patógenos oportunistas asociados a infecciones nosocomiales y ocasionalmente a cuadros de intoxicación alimentaria (EFSA, 2023).
- *Shigella* sp. es un patógeno que provoca diarrea acuosa o sanguinolenta, cólicos y fiebre; su dosis infectiva es muy baja, lo que facilita la transmisión por ruta fecal-oral (CDC, 2024).
- Las especies de *Yersinia* principalmente *Yersinia enterocolitica* y *Yersinia pseudotuberculosis*, causan la yersiniosis, que se manifiesta con gastroenteritis, dolor abdominal y en casos raros, complicaciones sistémicas (CDC, 2024).
- *Proteus* spp., bacterias saprófitas que contribuyen al deterioro del huevo, afectando su calidad organoléptica y reduciendo su vida útil (CDC, 2024).

2.3.18. Epidemiología del huevo

Refiere al análisis de la distribución, así como también, factores principales de las enfermedades transmitidas por huevos. Por ejemplo: La salmonelosis se define como una afección que se transmite a través de los huevos y que es frecuentemente conocida como "intoxicación alimentaria". Es provocada por la bacteria *Salmonella*, la cual suele estar presente en huevos crudos o insuficientemente cocidos, así como en aquellos que son frescos y tienen cáscaras limpias y sin grietas. La FDA ha establecido normativas para colaborar a evitar la polución de los huevos en la granja, así como durante su transporte y almacenamiento; sin embargo, los consumidores tienen un rol fundamental también en el control de las enfermedades asociadas con los huevos (Gast, *et al.*, 2020).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

3.1.1. Ubicación política

Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Lugar : Mercado Nery García Zarate

3.1.2. Ubicación geográfica

El mercado Nery García Zarate se encuentra ubicado en el centro de la ciudad de Ayacucho, situado a una altitud de 2797 metros sobre el nivel del mar (msnm), entre las coordenadas: Latitud 13°08'58" sur; Longitud 74°13'48" oeste (Google Maps, 2025).



Figura 2. Ubicación geográfica del mercado de abasto, Nery García Zarate, del distrito de Ayacucho (Google Earth Pro, 2025).

3.1.3. Descripción de la zona

El mercado de abasto Nery García Zarate es un centro de distribución zonal mayorista que retomó actividades en los años 2000, contando con 25 años de existencia considerándose en un mercado tradicional y muy concurrido en la población. La fachada principal es de ladrillo corriente combinados con estructura metálica en los laterales con parantes o columnas de metal, estructura metálica de techo con cobertura de calamina y el suelo sin pavimentar, acoge más de 500 comerciantes y 900 puestos, estos sitios se encuentran yuxtapuestos. Tiene energía eléctrica, abastecimiento de agua potable y posee alcantarillado. La junta directiva y propietarios dirigen el mercado de abasto Nery García Zarate (Andia, 2017).

3.1.4. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación fue realizado en los Laboratorios de Inmunología y Microbiología Clínica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.2. Tipo de investigación

Básica (Hernández *et al.*, 2018).

3.3. Diseño de investigación

No experimental – descriptivo (Hernández *et al.*, 2018).

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población está constituida por todos los huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina" que se comercializan en los 6 puntos de venta del mercado de abasto Nery García Zárate de la ciudad de Ayacucho, 2025.

3.4.2. Unidad muestral

Conformado por 384 huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina", que se comercializan en el mercado de abasto Nery García Zarate de la ciudad de Ayacucho durante el año 2025, recolectados con un muestreo por conglomerados.

3.4.3. Unidad de análisis

El huevo individual de *Gallus gallus domesticus* "gallina", que se comercializan en el mercado de abasto Nery García Zarate de la ciudad de Ayacucho durante el año 2025.

3.5. Criterios de inclusión y exclusión

Criterio de inclusión

- Huevos enteros y sin daños visibles.

- Huevos de diferentes tipos (blanco, rosado).
- Huevos con fecha de vencimiento vigente.

Criterios de exclusión

- Huevos deteriorados, rotos, con daños visibles.
- Huevos que hayan sido objeto de manipulación visible.
- Huevos con fecha de vencimiento expirada.

3.6. Instrumentos

Para la presente investigación, se emplearon fichas de compilación de datos, tales como: punto de venta, fecha, cepa aislada, codificación, producción de BLEE y perfil de sensibilidad.

3.7. Metodología y recolección de datos

3.7.1. Obtención y recolección de la muestra

- La muestra de 384 huevos de gallina, se adquirió de 6 puntos de venta del mercado de abasto de Nery García, con un muestreo por conglomerados, tomándose 64 huevos en cada punto de venta.
- La muestra se recolectó en sobres manila, limpio, seco y estéril, debidamente rotulado, para posteriormente ser transportado hasta el laboratorio de Inmunología y Microbiología Clínica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.7.2. Preparación de reactivos y medios de cultivo

- Para el crecimiento y separación de bacterias, se usó el medio agar MacConkey y medio agar SS (Salmonella-Shiguella), (Hi-Media).
- El pre-enriquecimiento se realizó con el medio de enriquecimiento, caldo Selenito (Hi-Media).
- Respecto a la identificación bioquímica se aplicó agar TSI (Triple Azúcar Hierro), LIA (Agar Lisina Hierro) agar Citrato de Simmons, agar Urea, agar SIM (Sulfuro, Indol, Motilidad) en la marca (Hi-Media y Merck).
- Para la confirmación fenotípica de β -lactamasas de espectro extendido se usó el medio Mueller Hinton (Hi-Media).
- Para el perfil de sensibilidad se utilizó el medio Mueller Hinton con el método de difusión en disco (método Kirby-Bauer).

3.7.3. Preparación para el aislamiento de *Escherichia coli* y *Salmonella* sp.

- Se utilizó hisopos estériles humedecidos en solución salina estéril (NaCl al 0,85%) (FDA, 2018).

3.7.4. Enriquecimiento bacteriano

- Se frotó toda la superficie del cascarón con el hisopo estéril (incluyendo los polos y el ecuador) realizando movimientos rotatorios. Posteriormente, para la fase de enriquecimiento selectivo de *Salmonella* spp. cada hisopo fue introducido en un tubo con 10 mL de caldo selenito (CS) y fue rotulado y transportado a incubación (37 °C) durante 24 horas (FDA, 2020).

3.7.5. Siembra selectiva

- Después del muestreo, cada hisopo estéril fue sembrado directamente por agotamiento en Agar MacConkey, con el propósito de favorecer el desarrollo de enterobacterias y diferenciar las cepas fermentadoras y no fermentadoras de lactosa. Las placas fueron incubadas a 37 °C durante 24 horas.
- Paralelamente, tras la incubación de las muestras en caldo selenito durante 8 horas, se efectuó una segunda siembra por agotamiento en Agar Salmonella-Shigella (SS), medio selectivo utilizado para la recuperación de enterobacterias patógenas. Las placas se incubaron a una temperatura de 37 °C durante un lapso de 24 horas.
- Por último, se seleccionaron colonias lactosa positivas (rosadas en MacConkey) y lactosas negativas (incoloras), a fin de abarcar la diversidad de morfotipos compatibles con enterobacterias de interés alimentario (McFaddin, 2008).

3.7.6. Aislamiento y purificación

Las colonias con morfología típica de enterobacterias fueron repicadas en Agar TSA para obtener cultivos puros, incubados nuevamente a 37 °C durante 18 a 24 horas.

3.7.7. Identificación bioquímica

La correcta identificación de las cepas aisladas se confirmó al mostrar sus propiedades en el medio Agar MacConkey, un medio de uso diferencial y selectivo para bacilos Gram negativos.

Se usó los siguientes medios para la batería bioquímica.

- Agar TSI (Triple Azúcar y Hierro)
- Agar LIA (Lisina Hierro)
- Agar Citrato de Simmons
- Agar SIM (Sulfuro, Indol, Motilidad)
- Agar Urea

3.7.8. Confirmación fenotípica de β -lactamasas de espectro extendido

Prueba de sinergia de doble disco basada en el Método de Jarlier para la detección de BLEE

- Se seleccionaron colonias del cultivo puro de la cepa aislada durante 18 a 24 horas de incubación.
- Se creó una suspensión bacteriana en solución salina estéril (NaCl 0.85%) ajustando la turbidez a 0.5 en la escala de McFarland, correspondiente aproximadamente a una concentración de 1×10^8 UFC/mL.
- Con un hisopo estéril se inoculó la suspensión sobre la superficie de una placa de agar Mueller-Hinton mediante siembra en tres direcciones, rotando 60° entre cada pasada, para obtener una distribución uniforme del inóculo.
- Se dejó reposar la placa durante 3 a 5 minutos a temperatura ambiente, hasta que el exceso de humedad fuese absorbido por el medio.
- Se dispuso un disco en el centro de la placa que contenía 20/10 μ g de amoxicilina/ácido clavulánico (AMC) y a intervalos iguales, a los lados se colocaron discos que contenían 30 μ g de ceftazidima y 30 μ g de cefotaxima (separados 25 mm) (CLSI, 2024).

Cuando se observa un ensanchamiento de la zona de inhibición hacia el disco con inhibidor (es decir, una sinergia entre el inhibidor y el antibiótico), se confirma la producción de BLEE (Lezameta *et al.*, 2010).

La valoración fue establecida de la siguiente forma:

a) Positivo: Extensión del halo inhibitor de cefotaxima y ceftazidima en las proximidades del disco con amoxicilina/ácido clavulánico (sinergia) o existencia de una “zona fantasma” (inhibición del crecimiento).

b) Negativo: Los halos de inhibición de la cefotaxima y la ceftazidima no se agrandan, y no hay “zona fantasma”.

Método de disco combinado

- Se seleccionaron colonias del cultivo puro de la cepa aislada (de 18 a 24 horas de incubación).
- Se preparó una suspensión bacteriana en solución salina estéril (NaCl 0.85%) ajustando la turbidez a 0.5 en la escala de McFarland, correspondiente aproximadamente a una concentración de 1×10^8 UFC/mL.

- Con un hisopo estéril se inoculó la suspensión sobre la superficie de una placa de agar Mueller-Hinton mediante siembra en tres direcciones, rotando 60° entre cada pasada, para obtener una distribución uniforme del inóculo.
- Se dejó reposar la placa durante 3 a 5 minutos a temperatura ambiente, hasta que el exceso de humedad fuese absorbido por el medio.
- Se colocaron discos de susceptibilidad antimicrobiana en cada placa. Los discos utilizados fueron ceftazidima (CAZ) (30 µg), ceftazidima/ácido clavulánico (CZC) (30/10 µg), cefotaxima (CTX) (30 µg) y cefotaxima/ácido clavulánico (CTC) (30/10 µg). La duración de la incubación fue de 16-18 horas a 37°C (CLSI, 2024).

Un resultado se considera positivo si la diferencia de halos de inhibición entre los discos CTC y CTX o CAZ-CZC es superior o igual a 5 mm (CLSI, 2024).

3.7.9. Determinación del perfil de sensibilidad

- Se seleccionaron colonias del cultivo puro de la cepa aislada (de 18 a 24 horas de incubación).
- Se preparó una suspensión bacteriana en solución salina estéril (NaCl 0.85%) ajustando la turbidez a 0.5 en la escala de McFarland, correspondiente aproximadamente a una concentración de 1×10^8 UFC/mL.
- Con un hisopo estéril se inoculó la suspensión sobre la superficie de una placa de agar Mueller-Hinton mediante siembra en tres direcciones, rotando 60° entre cada pasada, para obtener una distribución uniforme del inóculo.
- Se dejó reposar la placa durante 3 a 5 minutos a temperatura ambiente, hasta que el exceso de humedad fuese absorbido por el medio.
- Sobre la superficie del agar inoculado se colocaron, mediante pinzas estériles, los siguientes discos de antibióticos, presionando ligeramente para asegurar el contacto completo con el medio: Gentamicina (CN) 10 µg, Meropenem (MEM) 10 µg, Nitrofurantoína (FD) 300 µg, Norfloxacino (NOR) 10 µg, Ciprofloxacino (CIP) 5 µg, Sulfametoxazol/Trimetoprima (SXT) 23.75/1.25 µg, Cefepime (FEP) 30 µg, Cefuroxima (CXM) 30 µg.
- Los discos se colocaron equidistantes entre sí (25 mm de centro a centro) para evitar superposición de halos de inhibición.
- Las placas se incubaron en posición invertida a 37 °C durante 16 a 18 horas, en atmósfera aerobia.
- Transcurrido el tiempo de incubación, se midieron los diámetros de los halos de inhibición en milímetros, utilizando una regla milimétrica.

- Los hallazgos se interpretaron según los puntos de corte (breakpoints) establecidos por el CLSI (M100, 2024), clasificando cada antibiótico de manera: Sensible (S), Intermedio (I), Resistente (R).
- Por otra parte, los valores obtenidos se registraron en la hoja de lectura de antibiograma, conformando el perfil de sensibilidad antimicrobiana de cada aislamiento.

3.8. Análisis estadístico e interpretación de datos

Se utilizó una base de datos en formato Microsoft para llevar a cabo el análisis de los resultados, en el Office Excel 2021. Los resultados fueron examinados mediante estadística descriptiva, se analizó con qué frecuencia aparecen enterobacterias de interés alimentario, calculando el porcentaje de estas bacterias productoras de β -lactamasas de espectro extendido y el perfil de sensibilidad respectivo.

IV. RESULTADOS

Tabla 5. Frecuencia de enterobacterias de interés alimentario aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de *Gallus gallus domesticus* “gallina”, en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.

Enterobacterias	Positivos		Negativos		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%
<i>Escherichia coli</i>	30	7,8	354	92,2	384	100
<i>Salmonella sp</i>	1	0,3	383	99,7	384	100

Tabla 6. Frecuencia de enterobacterias de interés alimentario aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de *Gallus gallus domesticus* “gallina”, en los distintos puntos de expendio en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.

Puntos de expendio	Enterobacterias	Positivo		Negativo		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%
1	<i>Escherichia coli</i>	3	10	61	90	64	100
	<i>Salmonella sp.</i>	0	0	64	100	64	100
2	<i>Escherichia coli</i>	5	16	59	84	64	100
	<i>Salmonella sp.</i>	0	0	64	100	64	100
3	<i>Escherichia coli</i>	6	19	58	81	64	100
	<i>Salmonella sp.</i>	1	3	63	97	64	100
4	<i>Escherichia coli</i>	7	23	57	77	64	100
	<i>Salmonella sp.</i>	0	0	64	100	64	100
5	<i>Escherichia coli</i>	4	13	60	87	64	100
	<i>Salmonella sp.</i>	0	0	64	100	64	100
6	<i>Escherichia coli</i>	5	16	59	84	64	100
	<i>Salmonella sp.</i>	0	0	64	100	64	100
TOTAL		31		353		384	100

Tabla 7. Frecuencia de enterobacterias de interés alimentario productora de BLEE aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de *Gallus gallus domesticus* “gallina”, expendidos en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.

	Enterobacterias	BLEE +		BLEE -		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%
Prueba de sinergia de Jarlier	<i>Escherichia coli</i>	18	58	12	39	31	100
	<i>Salmonella</i> sp.	0	0	1	3		

Tabla 8. Frecuencia de enterobacterias de interés alimentario productoras de BLEE, aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de *Gallus gallus domesticus* “gallina”, expendidos en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.

Enterobacterias	BLEE +		BLEE-		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%
<i>Escherichia coli</i>	18	58	12	39	31	100
<i>Salmonella sp.</i>	0	0	1	3		

Tabla 9. Perfil de sensibilidad de enterobacterias de interés alimentario, productoras de BLEE, aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de *Gallus gallus domesticus* “gallina”, expendidos en el mercado Nery García Zarate.

Enterobacteria (<i>Escherichia coli</i>)								
Discos de sensibilidad	Sensible		Intermedio		Resistente		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Gentamicina (GEN 10 µg)	13	72	2	11	3	17	18	100
Meropenem (MEM 10 µg)	18	100	0	0	0	0	18	100
Nitrofurantoina (FD 300 µg)	18	100	0	0	0	0	18	100
Norfloxacino (NOR 10 µg)	8	44	2	11	8	44	18	100
Ciprofloxacino (CIP 5 µg)	8	44	0	0	10	56	18	100
Sulfametoxasol/trimetropin (SXT 25 µg)	2	11	0	0	16	89	18	100
Cefepime (FEP 30 µg)	2	11	15	83	1	6	18	100
Cefuroxima (CXM 30 µg)	16	90	1	5	1	5	18	100

V. DISCUSIÓN

La detección de enterobacterias de interés alimentario productoras de BLEE, en huevos expendidos en un mercado local. Algunas enterobacterias tales como las cepas de *Escherichia coli* productoras de BLEE amenazan la salud pública y obligan al uso de antibióticos de último recurso, como los betalactámicos de segunda, 3ra y 4ta generación (Suleymanoglu *et al.*, 2024). Esto adquiere relevancia debido al alarmante aumento de infecciones ocasionadas por *E. coli* generadora de BLEE en animales y humanos representa una grave amenaza debido a su creciente resistencia a los antibióticos (Ariyanti *et al.*, 2025a).

En el esquema 5. Se presenta la frecuencia de aislamiento de enterobacterias de interés alimentario en la superficie de cáscaras de huevos de gallina comercializados en el mercado Nery García. Del total de 384 huevos analizados, se obtuvieron 31 muestras positivas a enterobacterias de interés alimentario (8,07%). De estas, 30 correspondieron a *Escherichia c.* (7,8%), lo que representa el 97% de los aislamientos positivos, cifras afines a lo descrito por Suleymanoglu *et al.* (2024) 15 aislados de *Escherichia coli* en 120 muestras de huevo (12,5%), la cual es menor al resultado encontrado por Villarruel *et al.* (2021) 8 para *Escherichia coli* en un total de 240 huevos, Ariyanti *et al.* (2025a) con una prevalencia de *Escherichia coli* en un total de 16 aislamientos de 97 muestras (16,5%) y Puentes (2017) con un 30,4% (75 aislamientos para *Escherichia coli*, en cuanto a *Salmonella* sp. del total de aislamientos se obtuvo 1 muestra positiva (3%), lo cual es una cifra similar a los resultados obtenidos por Soria (2021), que obtuvo 1,4% de positividad para *Salmonella* ser. G. biovar Gallinarum (SG). En cambio, Núñez y Secchi (2022) no aislaron *Salmonella* sp. en ninguna de las muestras evaluadas (114 huevos de 3 mercados locales), resultado que concuerda con Torres (2020) 0% de prevalencia para *Salmonella* sp. de un total de 184 huevos y Puentes (2017) con un 4,8% para *Salmonella* sp. de un total de

250 muestras.

Estos resultados indican que *E. coli* es la enterobacteria predominante en las muestras biológicas evaluadas, evidenciando una alta frecuencia de contaminación fecal en la superficie de los huevos. En contraste, la detección de *Salmonella* sp. fue baja (10%), lo que sugiere una menor presencia de este patógeno en las condiciones de comercialización estudiadas. No obstante, se evidenció el aumento de otras enterobacterias como *Klebsiella* (32%), *Enterobacter* (22%) y *Citrobacter* (9%), en la superficie de la cáscara del huevo, concordando en igualdad con Puentes (2017), que en su investigación aisló las enterobacterias *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Serratia*, tanto en la cáscara como contenido de huevo. Debido a que los mencionados no son enterobacterias de interés alimentario no se consideran en los resultados obtenidos. La elevada frecuencia de *Escherichia coli* (Ariyanti *et al.*, 2025a) puede asociarse a deficiencias higiénicas durante la recolección, manipulación de los huevos, mientras que la presencia, aunque limitada, de *Salmonella* sp. representa un alto riesgo para la salud pública, dado su carácter zoonótico y su implicancia en enfermedades transmitidas por alimentos (Villarruel *et al.*, 2021).

En la Tabla 6. Se refleja el cuadro resumen de la frecuencia de aislamiento de enterobacterias de interés alimentario en la superficie de cáscaras de huevos de gallina procedentes de distintos puntos de expendio y proveedores del mercado Nery, Ayacucho 2025. Se obtuvo un total de 31 aislamientos positivos, de los cuales 30 (96,8%) correspondieron a *Escherichia coli* y 01 (3,2%) a *Salmonella* sp. El punto de expendio 4 presentó la mayor frecuencia de *Escherichia coli* con 7 muestras positivas (23%), seguido por el punto 3 con 6 aislamientos (19%), y los puntos 2 y 6 con 5 aislamientos cada uno (16%). El punto 5 presentó 4 aislamientos (13%), mientras que el punto 1 tuvo 3 aislamientos (10%). En cuanto a *Salmonella* sp., solo se detectó en el punto 3, representando el 3% del total de aislamientos positivos. Estos resultados difieren de Hinson *et al.* (2025) 25% de prevalencia de *Escherichia c.* en un total de 24 huevos y un 8,5% de prevalencia de *Salmonella* spp. de un total de 70 huevos analizados. Esto indica que la prevalencia encontrada en nuestro estudio (8,07%) se ubica por debajo de algunos promedios globales reportados, pero dentro del rango observado en la literatura, donde hay estudios que reportan prevalencias bajas (Gamón, 2023) 13,6% de un total de 22 muestras y otros mucho más altas (Puentes, 2017) 35,2% de un total de 250 muestras, resultados que difieren entre sí, debido a la

metodología evaluada, unos estudios en la superficie del huevo y otros evaluando el contenido interno y externo del mismo.

La mayor frecuencia de *Escherichia coli* en el puesto 4 (7 aislamientos, 23% de los aislamientos positivos) y la evidencia puntual de *Salmonella* sp. únicamente en el puesto 3 concuerdan con la FAO (2020), de que la contaminación no es homogénea y depende de factores locales: prácticas de recolección, limpieza y almacenamiento, origen de los huevos (granjas o intermediarios), manejo por los vendedores, higiene del personal, exposición ambiental, y presencia de heces. La prevalencia de *E. coli*, *Salmonella* spp. y otras enterobacterias de interés alimentarios en huevos depende fuertemente del eslabón de la cadena productiva y del manejo posterior. Por tanto, los hallazgos de variabilidad entre puestos son esperables y relevantes para intervenciones focalizadas (Solís *et al.*, 2023).

La Tabla 7 muestra el cuadro resumen sobre la frecuencia de las enterobacterias de interés alimentario generadoras de β -lactamasas de espectro extendido, separadas en la superficie de cáscaras de huevos de gallina de granja, expendidos en el mercado Nery García, para la detección de BLEE se emplearon dos métodos fenotípicos: la prueba de sinergia de Jarlier y el método de disco combinado, aplicados a un global de 31 cepas bacterianas aisladas. Las cepas analizadas, 30 se asociaron a *E. coli* y una a *Salmonella* sp. Los resultados evidenciaron que 18 cepas de *Escherichia coli* (58%) fueron generadoras de BLEE, mientras que 12 (39%) resultaron negativas. En el caso de *Salmonella* sp., no se detectaron cepas productoras de BLEE (0%), siendo la única cepa aislada negativa para este mecanismo de resistencia. En conjunto, se determinó que el 58% del total de aislados presentaron fenotipo BLEE positivo. Nuestros resultados se aproximan a los resultados de Suleymanoglu *et al.* (2024) que evidenció el aislamiento del 12,5% (15 aislamientos) de *Escherichia coli* en 120 muestras de huevo analizadas a través de los genes 16S rRNA y gyrB, específicos de *Escherichia coli*, además utilizó la prueba de confirmación de doble disco para detectar la producción de BLEE, y busco los genes blaTEM, blaSHV, blaCTX-M y blaOXA mediante PCR. Mientras que el trabajo realizado por Ariyanti *et al.* (2025b) evidenció 16/97 aislamientos, 16,5% de prevalencia de *Escherichia coli*, detectando genes específicos gen bla CTX-M con un 93,75% (15/16), seguido del gen bla TEM con un 81,25% (13/16) y blaSHV con un 25 % (4/16) mediante PCR. Las discrepancias observadas entre estos resultados y los del presente estudio puede atribuirse al hecho que el estudio de Suleymanoglu *et al.* (2024) y Ariyanti

et al. (2025a) el tiempo que englobó el estudio y el tamaño de muestra fueron totalmente distintos a del presente trabajo, además, usaron diferentes metodologías para determinar la producción de BLEE, determinándolas por pruebas como PCR Ariyanti *et al.* (2025b) y utilizando pruebas fenotípicas como Suleymanoglu *et al.* (2024). En cuanto al único aislamiento de *Salmonella* spp. que resulto negativo para la producción de BLEE, difiere de Núñez y Secchi (2022) los cuales no aislaron *Salmonella* spp. con ausencia en las muestras analizadas (114 huevos de 3 mercados locales), resultado que concuerda con Torres (2020) 0% de prevalencia para *Salmonella* spp. y Escudero (2025) en el cual no se registró ningún aislamiento bacteriano para *Salmonella* spp.

Ambos métodos utilizados el método de disco combinado y la prueba de sinergia de Jarlier, mostraron resultados concordantes, lo que evidencia una elevada consistencia entre técnicas para la confirmación fenotípica de BLEE. Estos hallazgos coinciden con lo establecido por el Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2024) que sugiere la aplicación de pruebas de sinergia entre antibióticos β -lactámicos y ácido clavulánico para la confirmación de este tipo de resistencia, mismo protocolo utilizado en la investigación de Suleymanoglu *et al.* (2024). La alta frecuencia de cepas productoras de BLEE en *E. coli* sugiere la presencia de mecanismos de resistencia relevantes en microorganismos de origen alimentario, lo cual representa un potencial riesgo sanitario, ya que las cáscaras de huevo pueden actuar como medios de difusión de bacterias resistentes. El uso incorrecto o indiscriminado de antibióticos en la producción avícola, ya sea con fines terapéuticos, profilácticos o como promotores de crecimiento, podría ser el motivo por el que hay tantas cepas de *Escherichia coli* productoras de BLEE. Este uso produce una intensa presión selectiva que propicia la permanencia y difusión de bacterias que poseen genes de resistencia, como los que codifican β -lactamasas de espectro extendido. Además, los inadecuados hábitos higiénicos durante la manipulación, almacenamiento y comercialización de los huevos pueden facilitar la contaminación cruzada de las cáscaras con estas bacterias, convirtiendo a los huevos en un vehículo potencial de diseminación de microorganismos resistentes hacia los consumidores y el entorno (FAO, 2020).

Por su parte, la ausencia de cepas BLEE en *Salmonella* sp. constituye un resultado favorable; sin embargo, su aislamiento resalta la necesidad de mantener una vigilancia constante debido a su importancia como patógeno zoonótico. La elevada frecuencia de cepas de *Escherichia c.* productoras de BLEE (58,1%); se

observó en cascaras de huevos de gallinas de granjas coincide con las tendencias internacionales, en las cuales se reporta un aumento de bacterias resistentes, en una revisión de información sobre producción de origen animal se señala que en Asia la presencia de *E. coli* productora de BLEE en aves y huevos de corral puede superar el 60% Mandujano *et al.* (2024) y que, aunque en América los valores promedio son más bajos (14% en aves de cría) (Salgado *et al.*, 2025), la variabilidad es importante. En el Perú, un estudio en granjas ponedoras encontró una prevalencia de aproximadamente 34% en aves de ponedora, lo cual, si bien es menor al hallazgo en este trabajo, evidencia que la presencia de *Escherichia c.* productora de BLEE en la producción animal peruana no es un fenómeno aislado (Salgado *et al.*, 2025).

En la tabla 8. Se exhibe el cuadro resumen de la distribución de cepas de *E. coli* y *Salmonella* sp. generadoras de BLEE, recuperadas de la superficie de cáscaras de huevos de gallina de granja, expendidos en Nery García Zárate, Ayacucho, en 2025. De un total de 31 aislamientos bacterianos, 18 cepas (58%) resultaron positivas a BLEE, mientras que 13 (42%) fueron negativas. Todas las cepas BLEE positivas correspondieron a *Escherichia coli*, en tanto que *Salmonella* sp. presentó solo un aislamiento y este fue negativo al fenotipo BLEE. Estos resultados indican que *E. coli* constituye el principal reservorio de resistencia β -lactámica en este tipo de muestra y en nuestra investigación, resultado que no se encuentra alejado al de Suleymanoglu *et al.* (2024). Nuestros resultados coinciden con reportes internacionales que identifican a esta especie como un importante indicador de resistencia en la interfaz animal-ambiente-humano (Radhouani *et al.*, 2015). La detección de *Escherichia c.* productora de BLEE en las cáscaras de huevo sugiere una contaminación originada principalmente durante el proceso de postura, momento en el cual los huevos pueden entrar en contacto directo con la materia fecal del ave. Este contacto favorece la transferencia de microorganismos entéricos desde el tracto digestivo hacia la superficie del huevo, lo que explica el registro de bacterias resistentes en la cáscara y refuerza la necesidad de mantener condiciones higiénicas adecuadas durante la recolección y manipulación. Este hallazgo es relevante desde el enfoque One Health, ya que evidencia un posible vínculo entre la resistencia antimicrobiana en la cadena alimentaria y la exposición humana indirecta (OMS, 2023).

Por otra parte, la ausencia de fenotipos BLEE en *Salmonella* sp. podría deberse a su baja frecuencia de aislamiento y a que los genes BLEE se encuentran más

comúnmente distribuidos en *Escherichia coli* comensales, que poseen mayor plasticidad genética y capacidad de adquirir plásmidos conjugativos (Lemlem *et al.*, 2024).

En la tabla 9, se muestra la síntesis esquemática del perfil de sensibilidad antimicrobiana de cepas de *E. coli* generadoras de BLEE, recuperadas de cáscaras de huevos de gallina expendidos en el mercado Nery García, Ayacucho. De un total de 31 aislamientos bacterianos, 18 cepas corresponden a *Escherichia coli* BLEE positivas, sobre las cuales se realizó el antibiograma, empleando ocho discos de sensibilidad antibiótica. Los resultados muestran que los antibióticos más efectivos frente a las cepas productoras de BLEE fueron meropenem y nitrofurantoína, con un 100% de sensibilidad, resultado concordante con Ariyanti *et al.* (2025b); donde todos los 102 aislados de *Escherichia coli* BLEE fueron sensibles a meropenem, de igual manera Quiñones *et al.* (2024); en su investigación menciona que todas las cepas de *Escherichia coli*, productoras de BLEE, fueron sensibles a Meropenem y a Nitrofurantoína. El resultado obtenido en nuestra investigación era previsible, dado que las BLEE hidrolizan penicilinas y cefalosporinas, pero no afectan carbapenémicos, cuya actividad se mantiene mientras no existan carbapenemasas (Quenan y Bush, 2020). El uso de carbapenémicos en entornos pecuarios está restringido, lo que explica la baja presión selectiva y la elevada sensibilidad (Dhillon y Clark, 2011).

En cuanto a cefuroxima se observó 90% de sensibilidad y 5% de resistencia, lo que sugiere que parte de las cepas aún conservan sensibilidad a cefalosporinas de segunda generación. Resultado que concuerda con Pacifici (2020) el cual encontró un 13.64% de resistencia a la cefuroxima de un total de 22 cepas de *Escherichia coli*. Sin embargo, este resultado debe interpretarse con cautela, ya que la expresión de BLEE puede inducir resistencia cruzada progresiva. El disco de gentamicina, presentó los resultados de 72% de sensibilidad, 11% intermedio y 17% resistentes, evidenciando una buena actividad frente a las cepas aisladas, este resultado indica una eficacia moderada de los aminoglucósidos ante las cepas BLEE, esto se asemeja por lo descrito por Barbosa da Silva *et al.* (2023) donde *Escherichia coli* de origen aviar mostró sensibilidad cercana al 70% frente a la gentamicina. Resultado que difiere con Ariyanti *et al.* (2025b); donde de todos los aislados de *Escherichia c.* BLEE donde 23,8% fueron resistentes a la gentamicina, y que concuerda con lo descrito por Quiñones *et al.* (2024); con un 37,1%, de resistencia a la gentamicina. La resistencia registrada podría deberse

a la presencia de genes *aac(3)-IIa* o *aadA*, asociados a enzimas modificadoras de aminoglucósidos (Stogios *et al.*, 2022).

Por el contrario, se observó una alta resistencia frente a sulfametoxazol/trimetoprim (89%), resultado que concuerda con la investigación realizada por Puentes (2017) donde *Escherichia coli* dio una resistencia al trimetoprim/sulfametoxazol del 88,67%, asimismo, Quiñones *et al.* (2024); con un 72,6 % de resistencia y Lemlem *et al.* (2024); mencionando que los aislamientos de *Escherichia coli* fueron altamente resistentes al trimetoprim/sulfametoxazol.

En el caso del ciprofloxacino los resultados fueron de 56% resistente, 44% sensible, lo cual refleja un patrón de resistencia importante frente a antibióticos comúnmente empleados en infecciones entéricas, resultado que difiere con lo hallado en la investigación de Quiñones *et al.* (2024) con un 82,3% de resistencia al ciprofloxacino y por último Lemlem *et al.* (2024) mencionando que los aislamientos de *E. coli* fueron altamente resistentes al ciprofloxacino. El antibiótico norfloxacino tuvo un 47% de resistencia, solo el 42% de las cepas fueron sensibles, lo que evidencia una resistencia elevada a fluoroquinolonas. Este patrón coincide con lo informado por Barbosa da Silva *et al.* (2023); quienes encontraron hasta un 50% de resistencia en *Escherichia coli* BLEE aviar. La presión selectiva por el uso de quinolonas, junto con variaciones genéticas en *gyrA* y *parC* o la existencia de genes *qnr*, contribuyen a este fenómeno (Shanshan y Huhu 2021).

En el caso de cefepime, el 83% de las cepas presentaron sensibilidad intermedia, 11% sensible y 6% resistente, La respuesta reducida a esta cefalosporina de cuarta generación es esperable, coincidente con el resultado de Galván *et al.* (2016) ya que las BLEE pueden disminuir parcialmente la actividad del cefepime (especialmente enzimas tipo CTX-M y SHV). De acuerdo con CLSI (2024) las cepas BLEE positivas ser considerados no sensibles a cefalosporinas de 3.^a o 4.^a generación, aun si muestran sensibilidad in vitro. La predominancia de evidencias intermedias frente a cefepime (principalmente SDD/intermedio) puede explicarse porque ciertas variantes de BLEE reducen la actividad in vitro de cefalosporinas de 3.^a y en algunos casos, de 4.^a generación CLSI (2024). Además, la presencia de mecanismos adicionales (alteraciones de permeabilidad, bombas de eflujo o coproducción de otras β -lactamasas) puede traducirse en valores de inhibición que caen en la categoría intermedia según criterios interpretativos. Por ello, la interpretación clínica debe ser cautelosa y, cuando sea pertinente,

complementarse con determinación de MIC y caracterización molecular (p. ej. detección de *blaCTX-M*, *blaTEM*, *blaSHV* Mandujano *et al.* (2024)). Nuestros resultados obtenidos referente a la tabla 9 respecto al perfil de sensibilidad, los aislados de *Escherichia c.* presentaron resistencia a diversos fármacos en base a los lineamientos del Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2024) y como lo menciona Suleymanoglu *et al.* (2024) en su investigación.

En conjunto, los hallazgos reflejan que más del 50% de las cepas aisladas en cáscaras de huevo fueron generadoras de β -lactamasas de espectro extendido (BLEE), lo que pone de manifiesto la presencia en los mecanismos de resistencia antimicrobiana en microorganismos de origen alimentario. Este resultado evidencia la importancia de reforzar las prácticas adecuadas de higiene, bioseguridad y manejo durante y después de la producción, así como de establecer programas de vigilancia microbiológica orientados al control de bacterias multirresistentes en alimentos de consumo humano (Mandujano *et al.*, 2024).

El huevo, al ser un alimento de primera necesidad y de amplia distribución, puede funcionar como medio de diseminación de bacterias resistentes debido a varios factores: las condiciones higiénico-sanitarias durante la postura donde el contacto directo con materia fecal facilita la contaminación de la cáscara y la aplicación de antibióticos en el proceso de producción avícola, empleados tanto con fines terapéuticos como profilácticos. Dichas prácticas generan un mecanismo de selección que favorece la aparición y persistencia de cepas portadoras de genes BLEE, las cuales pueden transferirse a otros microorganismos dentro de la secuencia alimentaria, representando una amenaza potencial para la salud poblacional (FAO, 2020).

VI. CONCLUSIONES

1. En cuanto a la detección de enterobacterias de interés alimentario productoras de BLEE en huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina" comercializados en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025, se concluye que fue de (18/30) para *Escherichia coli* y (0/1) para *Salmonella* sp.
2. Se aisló *Escherichia coli* y *Salmonella* sp. en cascaras de huevos de de *Gallus gallus domesticus* "gallina" en el mercado Nery García Zarate con un total de 30 y 1 (97/3%) cepas aisladas para *Escherichia coli* y *Salmonella* sp, respectivamente.
3. Se identificó *Escherichia coli* y *Salmonella* sp, aisladas de huevos de gallina de granja en los distintos puntos de expendio y proveedores en el mercado Nery García Zarate, donde el punto 4 presento la mayor frecuencia *Escherichia coli* con 7 muestras positivas (23%), mientras que solo en el punto 3, se detectó a *Salmonella* sp, representando el 3% del total de aislamientos.
4. Se determinó la capacidad productora de BLEE de *Escherichia coli* y *Salmonella* sp. aisladas de huevos de gallina expendidos en el mercado Nery García Zarate, donde 18 cepas de *Escherichia coli* (58%) fueron productoras de BLEE, seguido de *Salmonella* sp., donde ninguna cepa fue productoras de BLEE (0%).
5. Se determinó la frecuencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* sp. productora de BLEE en huevos de gallina de granja comercializados en el mercado Nery García Zarate, donde de los 31 aislamientos bacterianos obtenidos, 18 (58%) correspondieron a *E. coli* BLEE positivas, mientras que ninguna de las cepas de *Salmonella* sp. presentó este fenotipo (0%).
6. Se determinó el perfil de sensibilidad de *Escherichia coli* productora de BLEE en huevos de gallina de granja comercializados en el mercado Nery García Zarate, donde se registró sensibilidad para meropenem y nitrofurantoína (100%), cefuroxima (90%) y gentamicina (72%), resistencia frente a

sulfametoxazol/trimetoprim del (89%), ciprofloxacino (56%) y norfloxacino (44%) y en cuanto a cefepime, se registró un comportamiento predominantemente intermedio (83%).

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda emplear técnicas y métodos moleculares (PCR) para la identificación de Enterobacterias productoras de β -lactamasas de espectro extendido en futuras investigaciones.
2. Determinar otros tipos de resistencia antimicrobiana en enterobacterias, como las Carbapenemasas (CPE), AmpC β -lactamasas, mecanismos altamente relevantes en el ámbito hospitalario, comunitario y alimentario.
3. Complementar confirmación fenotípica y molecular combinada dirigida a genes que están implicados en la existencia de β -lactamasas de espectro extendido: genes TEM y THV y una secuenciación (Sanger o NGS) para tipificar variantes.
4. Determinar MIC (microdilución en caldo) para antibióticos clave (cefepime, ciprofloxacino y meropenem) correlacionándolas con la presencia de genes para mejorar la interpretación clínica y epidemiológica.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca, G., & Herrera, M. (2001). Betalactamasas: Su importancia en la clínica y su detección en el laboratorio. *Revista Médica del Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera*, 36(1-2), 77-104.
- Administración de Alimentos y Medicamentos FDA. (2018). Manual Bacteriológico Analítico. Capítulo 5: Salmonella. USA. Disponible en: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-5-salmonella>
- Andia, V., Aaturima, O., De la Cruz, W., & Lujan, E. (2017). Propuesta de mercado Saludable con educación ambiental: Nery García Zarate. Disponible en, <https://es.scribd.com/document/367122257/Educacion-Ambiental-y-Mercado-Nery-Garcia-Z>
- Arcilla, M., Hattem, J., Haverkate, M., Bootsma, M., Genderen, P., Goorhuis, A., Grobusch, M., Lashof, A., Molhoek, N., Schultsz, C., Stobberingh, E., Verbrugh, H., de Jong, M., Melles, D., & Penders, J. (2017). Importación y propagación de enterobacterias productoras de β -lactamasas de espectro extendido por viajeros internacionales (estudio COMBAT): Un estudio de cohorte prospectivo y multicéntrico. *The Lancet Enfermedades Infecciosas*.17(1), 78-85. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)30319-X](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)30319-X)
- Ariyanti, T., Noor, S., Rachmawati, F., Widiyanti, P., Andriani, C., Sukmawinata, E., Pisestyani, H., Suhaemi, P., Mulyati, M., Sukatma, Y., & Anastasia, P. (2025b). Prevalencia, patrones de resistencia a antibióticos y caracterización genética de *Escherichia coli* productora de BLEE en muestras de pollo de Tangerang, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Disponible en, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1471/1/012062>
- Ariyanti, T., Suhaemi, S., Mulyati, S., Sukatma, S., Sumirah, S., Noor, S., Rachmawati, F., Widiyanti, P., Sukmawinata, E., Andriani, A., Kusumaningtyas, E., & Khairullah, A. (2025a). Difusión y caracterización fenotípica de *Escherichia coli* productora de BLEE en Indonesia. *Revista*, 15(3), 1340–1348. Disponible en, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12017713/>
- Astocondor, L. (2018). Betalactamasas: La evolución del problema. *Revista Peruana de Investigación en Salud*, 2(2), Artículo 2. <https://doi.org/10.35839/repis.2.2.224>
- Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria EFSA, (2024). Informe de la Unión Europea sobre zoonosis en el marco de la iniciativa «*Una sola salud*» de 2023. *EFSA Journal*, 22(1). Disponible en, <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/9106>
- Barbosa da Silva, F., Alves, M., Silva, I., Dias, M., Rodrigues, R., & Nunes, C. (2023). Ocurrencia de aislamientos de *Escherichia coli* patógena aviar (APEC) productora de ESBL en carne de pollo especiada en Goias, Brasil, *Letters in Applied Microbiology*, Volumen 76, Número 2. Disponible en, <https://doi.org/10.1093/lambio/ovac070>
- Bennani, H., Mateus, A., Mays, N., Eastmure, E., Stark, K., & Hasler, B. (2020).

- Panorama general de la evidencia sobre el uso de antimicrobianos y la resistencia a los antimicrobianos en la cadena alimentaria.* *Antibiotics*, 9(2), 49. Disponible en, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32013023/>
- Bush, K., Jacoby, G., & Medeiros, A. (1995). Esquema de clasificación funcional de las betalactamasas y su correlación con la estructura molecular. *Agentes antimicrobianos y quimioterapia*. 39(6), 1211-1233. <https://doi.org/10.1128/AAC.39.6.1211>
- Cuesta, M., Doria, D., & Guzmán, E. (2023). *Salmonella* spp. en huevos de gallina y factores de contaminación en galpón de Turbaco. Tesis de pregrado, Universidad de San Buenaventura. Disponible en, https://redcol.minciencias.gov.co/Record/SANBUENAV2_c9e6ef282ae2ea3f5ec724966bdadb2/Description?utm_source=chatgpt.com
- D'Agostino, M., & Cook, N. (2016). Enterobacteriaceae. En la Enciclopedia de Alimentos y Salud. Módulo de Referencia en Ciencia de los Alimentos. (Vol. 4). Elsevier. Disponible en, <https://www.sciencedirect.com/science/chapter/referencework/abs/pii/B9780123849472003263>
- DeRyke, C., Banevicius, M., Fan H., & Nicolau, D. (2007). Actividad bactericida de meropenem y ertapenem contra *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* productoras de betalactamasas de espectro extendido. *Antimicrob Agents Chemother.* 51(4):1481-6. Disponible en, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1855479/>
- Dhillon, R., & Clark, J. (2012). BLEE: ¿Un peligro claro e inminente? Disponible en, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3135063/#:~:text=Abstracto,el%20manejo%20de%20estas%20infecciones.>
- Farfán, A., Ariza, S., Vargas, F., & Vargas, L. (2016). Mecanismos de virulencia de *Escherichia coli* enteropatógena. *Revista chilena de infectología*, 33(4), 438-450. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182016000400009>
- Fratamico, M. *et al.*, (2016). Avances en la serotipificación y subtipificación molecular de *Escherichia coli*. *Microbiol frontal.* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27199968/>
- Fundación Española de Nutrición FEN. (2020). *El gran libro del huevo*. 2da Edición. Editorial Everest. Madrid, España. Disponible en: <https://www.fen.org.es/publicacion/el-gran-libro-del-huevo>
- Gallo, J. (2013). Presencia de *Salmonella* sp. en huevos de gallina comercializados en el mercado modelo de Piura. Universidad Nacional de Piura. Disponible en, <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/964562>
- Gamón, P. (2024). Estudio de la incidencia y resistencia a antibióticos de Enterobacterias como *E. coli* y *Salmonella* spp. aisladas de huevos ecológicos y convencionales. Disponible en, <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/d2615546-9a81-4aa6-9cc5-20523ffd201f/content>
- García, C., Astocondor, L., & Banda, C. (2012). Enterobacterias productoras de lactamasas de espectro extendido: Situación en América Latina y en el Perú. *Acta Médica Peruana*, 29(3), 163-169.

- García, M. (2013). *Escherichia coli* portador de betalactamasas de espectro extendido. Resistencia. Artículo científico. vol.69 no.4. Madrid, España. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1887-85712013000400003
- Gast, R., Guraya, R., & Guard-Bouldin, J. (2020). Contaminación de huevos por *Salmonella enteritidis* en gallinas ponedoras infectadas experimentalmente alojadas en jaulas convencionales o enriquecidas. *Poultry Science*, 99(9), 4190–4200. Disponible en, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24604868/>
- Google Earth Pro. (2025). *Ubicación del Mercado Nery García Zárate, Ayacucho, Perú* [Imagen satelital]. Google. <https://www.google.com/earth/>
- Google Maps. (2025). *Mercado Nery García Zárate, Ayacucho, Perú* [Mapa de ubicación]. Google. <https://www.google.com/maps>
- Guran, H., Esen, S. & Alali, W. (2023). Contaminación por *E. coli* resistente a microbios y antibióticos en huevos de venta al por menor producidos mediante métodos de cría alternativos y convencionales. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 74 (1), 5155–5164. <https://doi.org/10.12681/jhvms.27918>
- Hansen, D., Mestre, F., Albertí, S., Hernández, S., Álvarez, D., Doménech, A., Gil, J., Merino, S., Tomás, J., & Benedí, V. (1999). Lipopolisacárido O Tipificación: Revisión de Cepas prototipo y distribución del grupo O entre aislados clínicos de Diferentes fuentes y países. *Revista de Microbiología Clínica*, 37(1), 56-62. <https://doi.org/10.1128/jcm.37.1.56-62.1999>
- Hanson, N. y Sanders, C. (1999). Regulación de la expresión inducible de β -lactamasa AmpC. *Current Pharmaceutical Design*, 5, 881-894.
- Harage, H. & Rassam, A. (2024). Contaminación bacteriana de huevos de gallina: Una revisión. *Revista Sudasiática de Ciencias Agrícolas*. 4(2), 91-93. <https://doi.org/10.22271/27889289.2024.v4.i2b.147>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Hinson, C., Tonouhewa, A., Azokpota, P., Daube, G., Korsak, N., & Sessou, P. (2025). *Prevalencia mundial y perfiles de resistencia a antibióticos de patógenos bacterianos en huevos de consumo: una revisión sistemática y un metaanálisis*. *Vet World*. 18(4):939-954. Disponible en, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12123265/?utm_source=chatgpt.com
- Husna, A., Rahman, M., Badruzzaman, A., Sikder, M., Islam, M., Rahman, M., Alam, J., & Ashour, H. (2023). β -Lactamasas de espectro extendido (BLEE): Desafíos y oportunidades. *Biomedicines*, 11(11), 2937. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11112937>
- Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio CLSI. (2024). Estándares de rendimiento para las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana (M100, 34.ª ed.). Wayne, PA: CLSI.
- Köck, R., Herr, C., Kreienbrock, L., Schwarz, S., Tenhagen, B., & Walther, B. (2021). Patógenos gramnegativos multirresistentes. Un problema zoonótico. *Dtsch Arztebl International*, 118(35–36), 579–586.

- <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2021.0184>
- Laboratorio de Referencia de la Unión Europea para Salmonella (EURL-Salmonella). (2023). Informe resumido provisional. Serotipificación de las pruebas de competencia del EURL-Salmonella 2022. Z&O/2023-0022. Disponible en, <https://www.eurlsalmonella.eu/sites/default/files/2023-03/Interim%20summary%20report%20EURL-Salmonella%20PT%20Serotyping%202022.pdf>
- Lemlem, M., Aklilu, E., & Mohamed, M. (2024). Prevalencia y caracterización molecular de *Escherichia coli* productora de BLEE aislada de pollos de engorde y del entorno de sus respectivas granjas en Malasia. *BMC Microbiol* 24, 499 (2024). Disponible en, <https://doi.org/10.1186/s12866-024-03653-2>
- Lévano, G. & López, C. (2001). Evaluación de la presencia de Salmonella de Huevos Frescos, utilizando el medio Xilosa-Lisina-Tergitol 4 (XLT4). Artículo científico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/344763439_Evaluacion_de_la_presencia_de_Salmonella_de_Huevos_Frescos_utilizando_el_medio_Xilosa-Lisina-Tergitol_4_XLT4
- Lezameta, L., Gonzáles, E., & Tamariz, J. (2010). Comparación de cuatro métodos fenotípicos para la detección de beta-lactamasas de espectro extendido. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2010.273.1491>
- Linder, E. (1995). Toxicología de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza España. p53-65. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63638739002.pdf>
- MacFaddin, J. F. (2008). Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias médicas (3ra edición). Editorial Panamericana. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=FYWSzy7EjR0C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Madigan, M., Bender, K., & Buckley, D. (2022). *Brock: Biología de los Microorganismos*. 16.^a ed. Pearson.
- Mandujano, A., Martínez, A., Paz, A., Herrera, V., Sánchez, M., Lara, E., Vázquez, K., Luna, E., Bocanegra, V., & Rivera, G. (2024). El aumento mundial de *Escherichia coli* productora de BLEE en el sector ganadero: una visión general de cinco años. *Animals*, 14 (17), 2490. <https://doi.org/10.3390/ani14172490>
- Manual terrestre de la OIE. (2018). Salmonellosis (*S. abortus ovis* y *S. equi*) y Salmonellosis (*S. typhimurium* y *S. enteritidis*); Artículo de revisión. Francia. Disponible en: https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.09.08_SALMONELLOSIS.pdf
- McFaddin, J. F. (2008). Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias médicas (3.^a ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Mine, Y. (2018). *Biociencia y biotecnología del huevo*. 2da Edición. Departamento de Ciencia de los Alimentos. Universidad de Guelph. Disponible en,

- <https://download.e-bookshelf.de/download/0000/5703/92/L-G-0000570392-0015227391.pdf>
- Mladenović, K., Grujović, M., Kiš. M., Furmeg. S., Tkalec, V., Stefanović, O. & Kocić, S. (2021). Enterobacteriaceae en la seguridad alimentaria con énfasis en la leche cruda y la carne. Epub 2021 Nov 3. PMID: 34731280. Disponible en, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34731280/>
- Munita, J., & Arias, C. (2016). Mechanisms of Antibiotic Resistance. *Microbiology Spectrum*, 4(2), 10.1128/microbiolspec.vmbf-0016-2015. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.vmbf-0016-2015>
- Navarro, F., Calvo, J., Cantón, R., Fernández, F., & Mirelis, B. (2011). Detección fenotípica de mecanismos de resistencia en microorganismos gramnegativos. Disponible en, 10.1016/j.eimc.2011.03.011
- Nerino, A. (2015). *Escherichia coli* en Europa: Una visión general. *Int. J. Medio Ambiente. Res. Salud Pública (Basilea, Suiza: MDPI AG)* 10: 6235-6254. ISSN 1660-4601. <https://www.mdpi.com/1660-4601/10/12/6235>
- Núñez, G., & Secchi, C. (2022). *Evaluación de la calidad de los huevos*. Actualización en Nutrición Vol. 24 N° 1. Rio de la Plata, Argentina. Disponible en, https://docs.bvsalud.org/biblioref/2023/04/1426117/rsan_24_1_13.pdf
- Nys, &, Gautron, J., García, J., & Hincke, M. (2011). Mineralización de la cáscara del huevo de aves. *Poultry Science*, 90(1), 4–17. Disponible en, [https://www.researchgate.net/publication/51895246_The_eggshell_structu](https://www.researchgate.net/publication/51895246_The_eggshell_structure_composition_and_mineralization)
[re_composition_and_mineralization](https://www.researchgate.net/publication/51895246_The_eggshell_structu)
- O'Neill, J. (2016). Tackling drug-resistant infections globally: Final report and recommendations (United Kingdom). Government of the United Kingdom. <https://apo.org.au/node/63983>
- Ochoa, D., & Montoya, A. (2010). *Consortios microbianos: una metáfora biológica aplicada a la asociatividad empresarial en cadenas productivas agropecuarias*. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 18(2), 55–74. <https://doi.org/10.18359/RFCE.2272>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. (2020). Diseños de protocolos de muestreo. 2020;16-23. USA. Disponible en: <https://www.fao.org/4/ah833s/Ah833s13.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2002). Evaluaciones de riesgo de Salmonella en huevos y pollos de engorde. Disponible en, https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/13c81f16-f1d4-4dc1-821c-dadc21737f97/content?utm_source=chatgpt.com
- Organización Mundial de la Salud OMS. (2022). Marco estratégico de colaboración sobre la resistencia a los antimicrobianos: Juntos por «Una sola salud». <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240045408>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). Estimaciones de la carga mundial de enfermedades transmitidas por los alimentos. Organización Mundial de la Salud.
- Organización Mundial de la Salud. (2023). Seguridad alimentaria. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/news-room/fact->

sheets/detail/food-safety

- Pérez, G. (2021). La pandemia silenciosa: *Resistencia bacteriana a los antibióticos*. Apertura de Curso Académico 2021-2022. Universidad Cardenal Herrera. Fundación Univ. San Pablo.
- Puentes, A. (2017). Determinación de perfiles de resistencia antimicrobiana para *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Enterococcus* spp. en la cadena productiva avícola: abuelas, reproductoras y pollo de engorde. Ibagué, Colombia. Disponible en, <https://repository.ut.edu.co/server/api/core/bitstreams/1a97e8f0-4fd3-4d67-a060-11cb99d0b977/content>
- Quiñones, I., Rea, H., Guevara, F., Sánchez, J., Ochoa, L., & Acosta, E. (2024). Patrones de susceptibilidad y resistencia antimicrobiana en cepas de *E. coli* productoras y no productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE). *Revista de la Facultad de Medicina*, Volumen 47 – Número 2, 2024.
- Radhouani, H., Silva, N., Poeta, P., Torres, C., Correia S., & Gilberto, I. (2014). Impacto potencial de la resistencia antimicrobiana en la fauna silvestre, el medio ambiente y la salud humana. *Front.* Disponible en, <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2014.00023/full>
- Rawat, D., & Nair, D. (2010). β -lactamasas de espectro extendido en bacterias gramnegativas. *Journal of Global Infectious Diseases*, 2(3), 263. <https://doi.org/10.4103/0974-777X.68531>
- Red Nacional de Protección de Alimentos RENAPRA. (2017). Salmonelosis. Enfermedades transmitidas por alimentos. 2017; 33-37. Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/anmat/regulados/alimentos/renapra>
- Rocker, A., Lacey, J., Belousoff, M., Wilksch, J., Strugnell, R., Davies, M., & Lithgow, T. (2020). Tendencias globales en la remodelación del proteoma de la membrana externa modulan la permeabilidad antimicrobiana en *Klebsiella pneumoniae*. *mBio*, 11(2), e00603-20, Disponible en, <https://doi.org/10.1128/mBio.00603-20>
- Rodríguez, P., Pérez, L., & Méndez, I. (2015). Prevalencia y susceptibilidad antimicrobiana de *Salmonella* spp. aislada de animales exóticos que conviven con niños. *Medicina & Laboratorio*, 20, 169–184. Disponible en, https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8741616.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Ruiz, V., & Guillén, S. (2006). Tratado SEIMC de enfermedades infecciosas y microbiología clínica. Ed. Médica Panamericana.
- Ryan, K., & Ray, C. (2014). Microbiología médica de Sherris y Ryan (8.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Salgado, M., León, D., Bardales, O., Jara, L., Medrano, P., Murga, C., Pérez, V., Aylas, B., Su, R., Najarro, J., Salvador, E., Farrugia, J., Shiva, C., & Benavides, J. (2025). Alta prevalencia inexplicable de ESBL- *Escherichia coli* entre bovinos y porcinos en Perú. *Antibiótics*, 14 (9), 867. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14090867>

- Shanshan, C., Shuwen, H., Xinglian, X., & Huhu, W. (2021). Respuestas transcriptómicas de patógenos transmitidos por los alimentos a la matriz alimentaria, *Current Opinion in Food Science*, Volumen 42, Páginas 23-30, ISSN 2214-7993, <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.02.019>.
- Shi, Y., Zhou, K., Li, D., Guyonnet, V., Hincke, MT., & Mine, Y. (2021). Membrana de cáscara de huevo de ave como un nuevo biomaterial: una revisión. *Foods*, 10 (9), 2178. <https://doi.org/10.3390/foods10092178>
- Solano, H., & Álvarez, C. (2005). Estadística descriptiva y distribuciones de probabilidad. Universidad del Norte.
- Solís, D., Cordero, N., Quezada, M., Escobar, C., Toro, M., Navarrete, P., & Reyes, A. (2023). Prevalencia de *Salmonella* sp. en huevos procedentes de sistemas de producción convencionales y de gallinas criadas en libertad, y el papel de los consumidores en la reducción de la contaminación doméstica. *Foods*, 12 (23), 4300. <https://doi.org/10.3390/foods12234300>
- Soria, M. (2021). Serovariedades de *Salmonella* sp. en brotes de tifosis aviar ocurridos en ponedoras comerciales. Tesis de doctorado. Laboratorio de Sanidad Aviar, INTA-EEA. Concepción del Uruguay. Disponible en: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/123664>
- Stogios, P., Bordeleau, E., Xu, Z., Skarina, T., Evdokimova, E., Chou, S., Diorio, L., D'Souza, A., Patel, S., Dantas, G., Wright, G., & Savchenko, A. (2022). Estructurales y moleculares de la diversificación de la resistencia mediada por la familia. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8956665/>
- Suárez, C., & Gudiol, F. (2009). Antibióticos betalactámicos. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 116-129, <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2008.12.001>
- Suleymanoglu, A., Aydin, A., & Aksu, H. (2024). Detección de β -lactamasa de espectro extendido productora de *Escherichia coli* en huevos de mesa de Estambul. Disponible en, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39213128/>
- Torres, Z. (2020). Determinación de la prevalencia de *Salmonella* spp en cuatro mercados campesinos de la ciudad de Bucaramanga. Universidad de Santander Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agropecuarias. Disponible en, <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/82b1da67-559e-4b3b-ad9f-11c877ce02d9/content>
- Tortora, G., Funke, B., & Case, C. (2020). *Microbiología*. 13.^a ed. Pearson.
- Villarruel, M., Mafla, S., Andrade, Espinosa, M. (2021). Estudio de la prevalencia de *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* en huevos comerciales para consumo humano en el cantón Ibarra. Núm. 25, *Revista de docencia*. Disponible en, <https://axioma.pucesi.edu.ec/index.php/axioma/article/view/683>
- Whiley, A., Fallowfield, H., Ross, K., McEvoy, V., & Whiley, H. (2016). Una temperatura de almacenamiento más alta provoca una mayor penetración de *Salmonella enterica* serotipo Typhimurium en huevos de gallinas camperas lavados, comercialmente disponibles y contaminados artificialmente. *Journal of Food Protection*, 79(7), 1247–1251. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-078>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Muestreo realizado en el mercado Nery García Zarate.



Imagen 1. Punto de muestreo N°6



Imagen 2. Muestra recolectada y transportada al laboratorio de Inmunología y Microbiología



Imagen 3. Ficha de recolección de datos

Anexo 2. Aislamiento, pre-enriquecimiento y selección de cepas bacterianas (enterobacterias) aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina", Ayacucho 2025.



Imagen 4. Muestra con la respectiva codificación avícola.



Imagen 5. Pre-enriquecimiento del aislado bacteriano durante 24 horas a 37 C°



Imagen 6. Selección de colonias bacterianas con características culturales típicas de enterobacterias en agar SS.



Imagen 7. Selección de colonias bacterianas con características culturales típicas de enterobacterias en agar MacConkey.

Anexo 3. Identificación bioquímica y purificación de cepas bacterianas (enterobacterias) aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina".



Imagen 8. Identificación bioquímica de las colonias seleccionadas usando la batería bioquímica (TSI/LIA, Citrato, Urea y SIM)

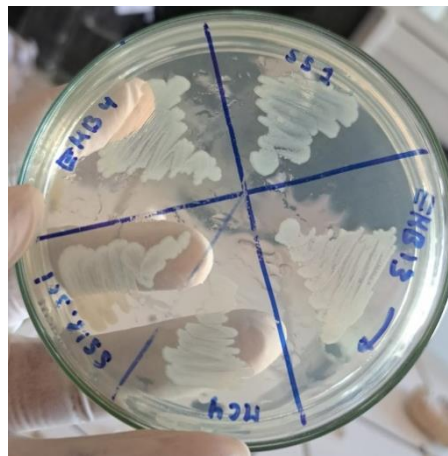


Imagen 9. Purificación de cepas bacterianas (enterobacterias) en agar TSA.



Imagen 10. Purificación de cepas bacterianas (enterobacterias) en agar TSA.

Anexo 4. Resultados de la identificación bioquímica (TSI, LIA, Citrato de Simmons, Urea y SIM) de cepas bacterianas (enterobacterias) aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina".



Imagen 11. Bioquímica confirmatoria para *Salmonella* sp.



Imagen 12. Bioquímica confirmatoria para *Escherichia coli*

Anexo 5. Antibiograma para el tamizaje y la detección fenotípica de β -lactamasas de espectro extendido de aislados bacterianos de cáscaras de huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina", Ayacucho 2025.



Imagen 13. Rotulado de los materiales usados en el antibiograma.

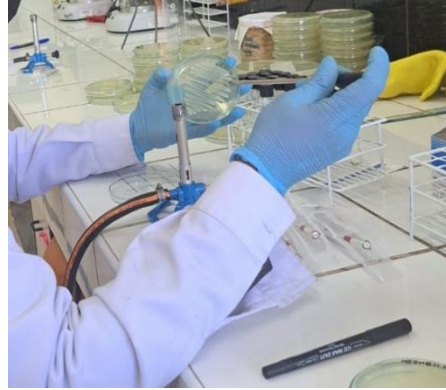


Imagen 14. Procedimiento para el antibiograma.

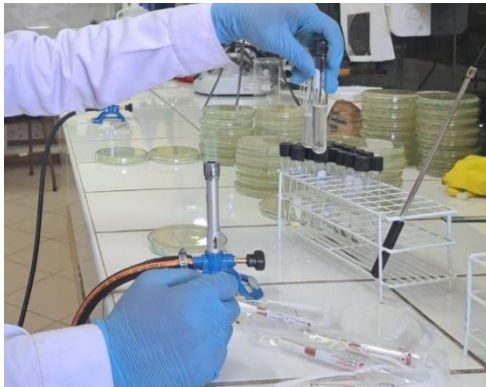


Imagen 15. Comparación con la escala de McFarland a una concentración de 0.5.



Imagen 16. Siembra en césped con el hisopo estéril.

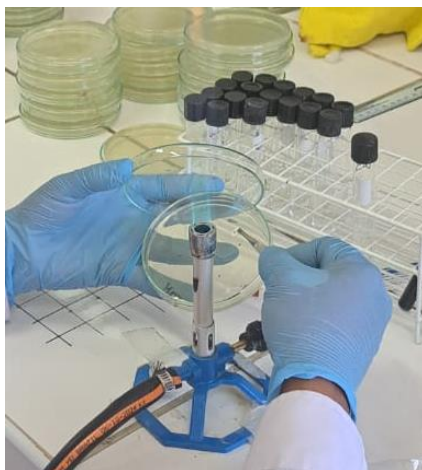


Imagen 17. Disposición de los discos de antibióticos para las diferentes pruebas.



Imagen 18. Tubos con una concentración microbiana de 1.5×10^8 comparados con la escala de McFarland de 0.5.

Anexo 6. Resultados del tamizaje, detección fenotípica de β -lactamasas de espectro extendido y del perfil de sensibilidad en cepas bacterianas aisladas de la superficie de cáscaras de huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina".

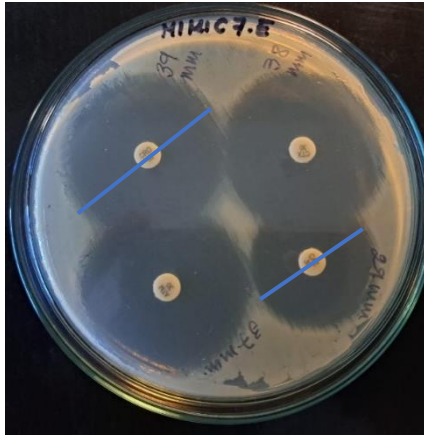


Imagen 19. Resultado negativo para el tamizaje de la detección de BLEE.



Imagen 20. Resultado positivo para el tamizaje de la detección de BLEE.

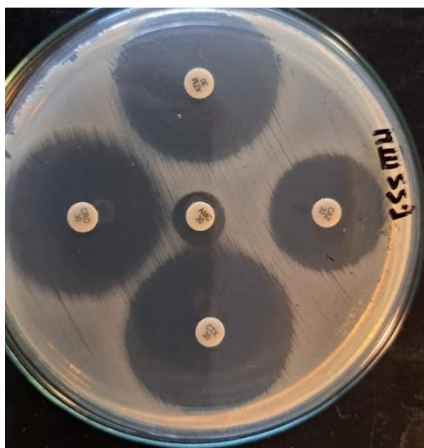


Imagen 21. Resultado negativo para la prueba fenotípica de sinergia de Jarlier para la detección de BLEE.



Imagen 22. Resultado positivo para la prueba fenotípica de sinergia de Jarlier para la detección de BLEE.

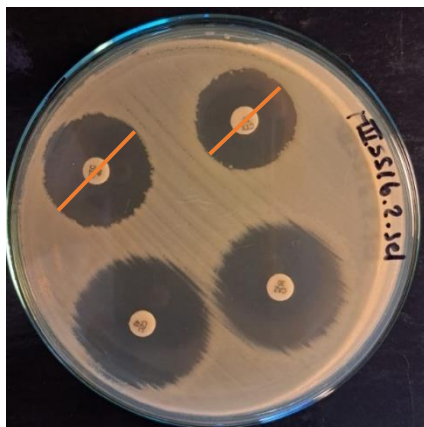


Imagen 23. Resultado negativo para la prueba fenotípica de doble disco para la detección de BLEE.

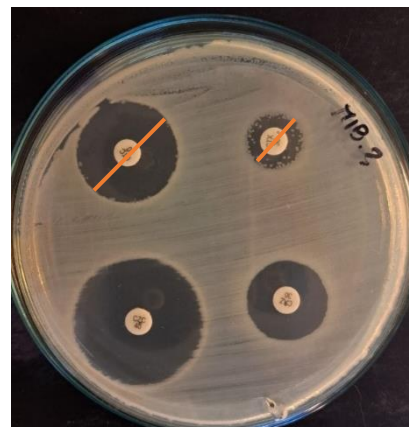


Imagen 24. Resultado positivo para la prueba fenotípica de doble disco para la detección de BLEE.

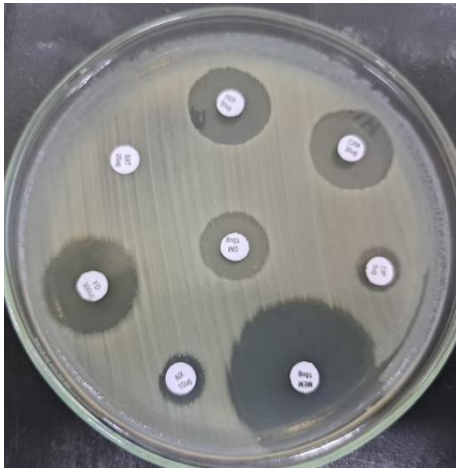


Imagen 25. Resultado del perfil de sensibilidad para una cepa productora de BLEE.

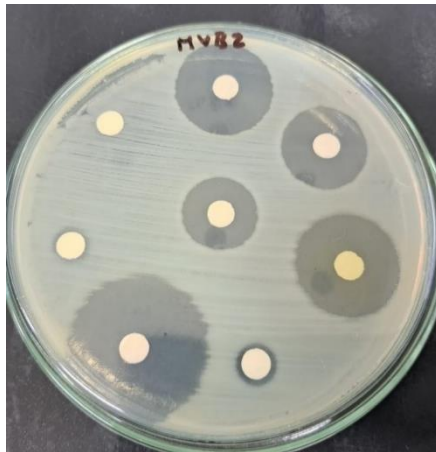


Imagen 26. Resultado del perfil de sensibilidad para una cepa productora de BLEE.

Anexo 7. Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	VALOR DE MEDICIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>Variable de estudio: Frecuencia de detección de enterobacterias de interés alimentario, productora de BLEE aislados de la superficie de la cáscara de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina".</p>	<p>Refiere a las cepas de las enterobacterias que producen enzimas BLEE, las cuales confieren resistencia a múltiples antibióticos beta-lactámicos, incluyendo cefalosporinas, penicilinas y monobactámicos.</p>	<p>Refiere a los criterios utilizados para detectar y confirmar la producción de BLEE en cepas de enterobacterias tales como la prueba de inhibición de cefalosporina y combinación de discos.</p>	<p>Presencia de enterobacterias productora de BLEE, aislados de la superficie de la cáscara de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina".</p>	<p>Presente</p> <p>Ausente</p>	<p>Cualitativo, escala nominal</p>

Anexo 8. Matriz de consistencia.

Título: Detección de enterobacterias de interés alimentario productoras de BLEE en huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina" comercializados en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025.

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema general ¿Cuál será la frecuencia de detección de enterobacterias de interés alimentario productoras de β-lactamasas de espectro extendido en huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina" comercializados en el mercado Nery García Zarate? Ayacucho, 2025?</p>	<p>Objetivo general</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detectar enterobacterias de interés alimentario productoras de BLEE en huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina" comercializados en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025. <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aislar enterobacterias de interés alimentario en la superficie de cáscaras de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina" en el mercado Nery García Zarate. • Identificar enterobacterias de interés alimentario en la superficie de cáscaras de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina" en los distintos puntos de expendio en el mercado Nery García Zarate. 	<p>Antecedentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Internacionales • Nacionales <p>Marco conceptual</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia • Enterobacterias de interés alimentario • β-lactamasas de espectro extendido • Ceba • Huevo • Enterobacterias • Factores de virulencia • <i>Escherichia coli</i> • Clasificación • Clasificación serológica • Clasificación por patotipos • Características de <i>Escherichia coli</i> • <i>Salmonella</i> sp • Clasificación • Estructura antigénica 	<p>Variable de estudio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia de detección de enterobacterias de interés alimentario, productora de BLEE aislados de la superficie de la cáscara de huevos de gallina de granja. <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presencia y ausencia de enterobacterias de interés alimentario, productora de BLEE aislados de la superficie de la cáscara de huevos de 	<p>Tipo de investigación Descriptivo</p> <p>Población Estará conformada por todos los huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina" que se expenden en los 6 puntos de venta del mercado de abasto Nery García Zárate de la ciudad de Ayacucho durante el año 2025.</p> <p>Muestra La muestra en estudio tuvo como tamaño de muestra igual a 384 huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina" que se comercializan en el mercado de abasto Nery García Zarate de Ayacucho 2025.</p> <p>Diseño de la investigación: Diseño no experimental, descriptivo.</p> <p>Análisis estadístico: El análisis de resultados se empleó una base de datos en formato Microsoft Office Excel 2021. Los resultados fueron analizados por estadística</p>

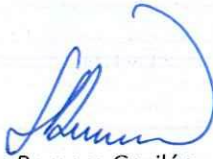
	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la capacidad productora de BLEE de enterobacterias de interés alimentario en la superficie de cáscaras de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina" expendidos en el mercado Nery García Zarate. • Determinar la frecuencia de enterobacterias de interés alimentario productoras de BLEE en la superficie de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina" comercializados en el mercado Nery García Zarate. • Determinar el perfil de sensibilidad de enterobacterias de interés alimentario productoras de BLEE en la superficie de huevos de <i>Gallus gallus domesticus</i> "gallina" comercializados en el mercado Nery García Zarate. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Shigella</i> sp. • Clasificación • <i>Yersinia</i> sp. • Clasificación • Infecciones asociadas • Resistencia bacteriana • β-lactamasas de espectro extendido • Clasificación de β-lactamasas de espectro extendido • Antibióticos de β-lactámicos • Mecanismo de acción • Mecanismos de resistencia • Alimentos relacionados • Huevo • Valoración nutricional • Infecciones transmitidas por el huevo • Epidemiología del huevo 	<p>gallina de granja.</p>	<p>descriptiva, se evaluó la frecuencia de enterobacterias de interés alimentario, calculando el porcentaje de estas bacterias productoras de β-lactamasas de espectro extendido y el perfil de sensibilidad respectivo.</p>
--	---	--	---------------------------	---

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****Bach. Kelvi Jair Cardenas Silva****RESOLUCIÓN DECANAL N° 475-2025-UNSCH-FCB-D**

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del día viernes diecinueve de diciembre del año dos mil veinticinco se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente encargado el Dr. Serapio Romero Gavilán con memorando N° 305-2025-UNSCH-FCB, el Mg. Luis Uriel Moscoso García (miembro jurado), La Dra. Kusi Yaranga Palomino (miembro – asesor) y actuando como secretaria docente encargado la Blga. Betsy Rocio Aguilar Atme, para presenciar la sustentación de tesis titulada: **Detección de enterobacterias de interés alimentario productoras de BLEE en huevos de *Gallus gallus domesticus* “gallina” comercializados en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025**, presentado por el **Bach. Kelvi Jair CARDENAS SILVA**; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando al sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas al sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó al sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones correspondientes; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Mg. Luis Uriel Moscoso García	17	16	17
Dra. Kusi Yaranga Palomino	18	18	18
PROMEDIO			18

El sustentante alcanzó el promedio de 18 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso del sustentante y el público el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las seis con treinta minutos; firmando al pie del presente en señal de conformidad.



Dr. Serapio Romero Gavilán
Presidente (e)



Dra. Kusi Yaranga Palomino
Miembro – asesor



Mg. Luis Uriel Moscoso García
Miembro - jurado



Blga. Betsy Rocio Aguilar Atme
Secretario docente (e)



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA-ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 09-2026-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Detección de enterobacterias de interés alimentario productoras de BLEE en huevos de *Gallus gallus domesticus* "gallina" comercializados en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025**, por KELVI JAIR CARDENAS SILVA; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 14%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 30 de marzo del 2026.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Escuela Profesional de Biología
Dr. Fidel R. Mujica Lengua
DIRECTOR

Detección de enterobacterias
de interés alimentario
productoras de BLEE en huevos
de Gallus gallus domesticus
“gallina” comercializados en el
mercado Nery García Zarate.
Ayacucho, 2025

por KELVI JAIR CARDENAS SILVA

Fecha de entrega: 28-mar-2026 05:28p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2915779279

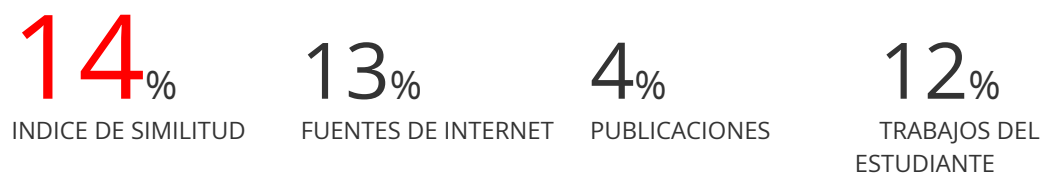
Nombre del archivo: CARDENAS_SILVA-Kelvi_Jair-pregrado-2026_TURNITIN.pdf (739.07K)

Total de palabras: 13726

Total de caracteres: 77249

Detección de enterobacterias de interés alimentario productoras de BLEE en huevos de Gallus gallus domesticus "gallina" comercializados en el mercado Nery García Zarate. Ayacucho, 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	9%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	www.redalyc.org Fuente de Internet	1%
4	es.wikipedia.org Fuente de Internet	1%
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad ISA Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1%
8	www.moncloa.com Fuente de Internet	<1%
9	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1%
10	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%

11 www.portalveterinaria.com <1 %
Fuente de Internet

12 Edna Catering Rodríguez, Sandra Yamile Saavedra, Lucy Angeline Montaña, Diana Patricia Sossa et al. "Characterization of extended spectrum β -lactamases in Colombian clinical isolates of non-typhoidal *Salmonella enterica* between 1997 and 2022", *Biomédica*, 2023 <1 %
Publicación

13 www.liofilchem.net <1 %
Fuente de Internet

14 repositorio.unp.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo