

Análisis microbiológico y resistencia antibiótica en bacterias patógenas procedentes de quesos artesanales comercializados en Jaén, Perú

Microbiological Analysis and Antibiotic Resistance in Pathogenic Bacteria Isolated from Artisanal Cheeses Sold in Jaén, Perú

Ana Isabel Borja-Díaz , Brijhit Caruajulca-Lozano , Christian Alexander Rivera-Salazar ,
Cinthya Yanina Santa Cruz-López 

*Universidad Nacional de Jaén, Instituto de Investigación en Ciencias de la Salud, Cajamarca, Perú.

*Autor correspondencia: cisantacruz@gmail.com

RESUMEN

El queso fresco artesanal es un alimento muy consumido que puede convertirse en vehículo de transporte para bacterias potencialmente patógenas y farmacorresistentes. El objetivo del estudio fue realizar un análisis microbiológico y evaluar la resistencia antibiótica de bacterias patógenas provenientes de quesos artesanales de mercados de Jaén, 2025. El estudio fue descriptivo con un enfoque cuantitativo, no experimental. Se analizaron 120 muestras de queso fresco (10 gramos cada una), para la cuantificación de coliformes totales y mesófilos procedentes de ocho mercados del distrito de Jaén. Se incluyeron muestras con almacenamiento no mayor a 3 días y procedentes de puestos de venta formal. El queso fue recolectado en bolsas ziploc estériles, etiquetadas y transportadas en condiciones asépticas y de refrigeración (4 °C). Se prepararon diluciones seriadas siendo la solución madre la dilución 10^{-1} . Sumado a ello, se demostró bioquímicamente la presencia de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, también se identificó fenotípicamente las cepas productoras de betalactamasas de espectro extendido y resistentes a metilina, respectivamente. Entre los resultados, se reportó una elevada carga microbiana para mesófilos ($4,80 \times 10^5$ UFC/g) y coliformes totales ($1,22 \times 10^4$ UFC/g). Estos valores superaron los límites permisibles, siendo el Mercado Santa Rosa donde se reportó la mayor carga bacteriana. Además, se identificó *S. aureus* (35,00 %) y *E. coli* (21,67 %) en quesos artesanales. Se evidenció *E. coli* productoras de betalactamasas de espectro extendido y de *S. aureus* resistente a metilina en el 100,00 y 14,29 % de las cepas, respectivamente. En conclusión, los quesos frescos artesanales comercializados en la ciudad de Jaén presentan niveles altos de mesófilos y coliformes totales, además, se evidenció la presencia de cepas *E. coli* betalactamasas de espectro extendido y *S. aureus* resistentes a metilina.

Palabras clave: Queso fresco; enfermedades transmitidas por alimentos; resistencia bacteriana.

ABSTRACT

Artisanal fresh cheese is a widely consumed food that can become a vehicle for potentially pathogenic and drug-resistant bacteria. The objective of this study was to perform a microbiological analysis and evaluate the antibiotic resistance of pathogenic bacteria from artisanal cheeses collected from markets in Jaén, 2025. The study was descriptive with a quantitative, non-experimental approach. One hundred and twenty samples of fresh cheese (10 grams each) were analyzed for the quantification of total coliforms and mesophilic bacteria from eight markets in the Jaén district. Samples stored for no more than three days and from formal sales outlets were included. The cheese was collected in labeled sterile Ziploc bags and transported under aseptic and refrigerated conditions (4 °C). Serial dilutions were prepared with the 10^{-1} dilution serving as the stock solution. In addition, the presence of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* was biochemically demonstrated and extended-spectrum beta-lactamase and methicillin-resistant strains were phenotypically identified, respectively. Among the results, a high microbial load was reported for mesophilic bacteria (4.80×10^5 CFU/g) and total coliforms (1.22×10^4 CFU/g). These results exceeded permissible limits, with the Santa Rosa Market reporting the highest bacterial load. Additionally, *S. aureus* (35.00 %) and *E. coli* (21.67 %) were identified in artisanal cheeses. extended-spectrum beta-lactamase-producing *E. coli* and methicillin-resistant *S. aureus* were found in 100.00 and 14.29% of the strains, respectively. In conclusion, artisanal fresh cheeses sold in the city of Jaén exhibit high levels of mesophilic bacteria and total coliforms, and the presence of extended-spectrum beta-lactamase-producing *E. coli* and *S. aureus* methicillin-resistant strains was also observed.

Key words: Fresh cheese; foodborne illnesses; bacterial resistance.

Bacterias patógenas en quesos artesanales de Jaén / Borja-Díaz y cols.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) representan uno de los principales problemas para la salud pública mundial. Estas patologías se originan por el consumo de alimentos contaminados, en condiciones naturales o por actividades inadecuadas en la producción agrícola [1].

Según la Organización Mundial de la Salud [2] aproximadamente una de cada diez personas en el mundo, se enferma cada año de una ETA, provocando alrededor de 420.000 muertes. Los menores de 5 años constituyen el grupo más vulnerable, con alrededor de 125.000 defunciones anuales [1, 2].

Las consecuencias de las ETA no solo se limitan a cuadros diarreicos o vómitos, también incluyen secuelas crónicas como la insuficiencia renal, enfermedades hepáticas, trastornos neurológicos, artritis reactiva, mayor riesgo de cáncer e incluso la muerte [2]. Entre los microorganismos con mayor implicancia destacan *Salmonella* spp., *Shigella*, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter* spp., *Clostridium* spp., *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes* [3]. También intervienen toxinas bacterianas presentes en los alimentos contaminados [4].

En el Perú, entre el 2018 y 2024, se notificaron un total de 234 brotes de ETA, según reportes del Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de enfermedades [5]. Estos brotes estuvieron estrechamente asociados a patógenos como *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhi*. Sumado a ello, durante el año 2025, se notificaron 1.376.803 episodios de enfermedades diarreicas agudas, el 30,4 % en menores de cinco años [6].

Adicional a su impacto sanitario, las ETA también están vinculadas a la resistencia antimicrobiana (RAM). Esta última se produce principalmente cuando los microorganismos patógenos son incapaces de responder a tratamientos con fármacos convencionales [7]. Se encuentra relacionada al uso indiscriminado de antibióticos y a determinantes sociales y estructurales de la atención sanitaria [8].

Una reciente estimación, proyectó que entre 2025 y 2050 podrían registrarse aproximadamente 39,1 millones de muertes atribuibles a la RAM [9]. Esencialmente porque este fenómeno, no solo repercute en la salud humana, sino también afecta animales y al medio ambiente, causando serios desajustes en la cadena alimenticia [10].

Los alimentos de origen animal, como la leche y sus derivados, actúan como reservorios de bacterias potencialmente patógenas y farmacorresistentes [11]. Entre las bacterias que se propagan mediante estos alimentos destacan *Salmonella* y *Campylobacter* por el uso de fluoroquinolonas, además de *E. coli* resistente a ciprofloxacino [12].

La producción de quesos elaborados artesanalmente es una de las principales actividades económicas que sustentan al sector campesino [13, 14]. Sin embargo, esta práctica al no estar debidamente regulada, puede ser el reservorio de diversos agentes contaminantes, en sus diferentes etapas de producción [14]. Al respecto, un estudio realizado en quesos artesanales de Chachapoyas, determinó que en el 100 % de las muestras analizadas se encontró coliformes totales, coliformes fecales, *E. coli*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *S. aureus* [15].

Además, una investigación realizada en bovinos lecheros estimó una prevalencia del 75 % de *E. coli* productora de betalactamasas de espectro extendido (BLEE), asociada al uso de antibióticos auto informados por los granjeros y ganaderos que reportó una incidencia estimada del 50 % [16]. Por otro lado, en un estudio retrospectivo se detectó la presencia de *S. aureus* resistente a la metilina (SARM) en un 30 % de cepas aisladas de productos lácteos [17].

Las cadenas de valor de los productos lácteos, como el queso, constituyen una fuente importante de ingresos económicos para las poblaciones rurales, especialmente en países de bajos y medios ingresos como el Perú. Sin embargo, la leche actúa como un sustrato excelente para el crecimiento y la supervivencia microbiana a temperaturas permisivas [14]. Por lo que, es necesario realizar investigaciones a fin de informar sobre el nivel de salubridad de este producto y contribuir a la vigilancia epidemiológica de patógenos farmacorresistentes causantes de ETA. Ante ello, el objetivo del estudio se enmarcó en realizar un análisis microbiológico y evaluar la resistencia antibiótica de bacterias patógenas provenientes del queso artesanal expandido en mercados del distrito de Jaén, 2025.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio descriptivo con un enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Se empleó un muestreo estratificado por conveniencia, recolectándose 120 muestras de queso fresco (10 grams (g) cada una) de los principales mercados de Jaén (Estadio, Dos de Mayo, Cementerio Viejo, Central, Amojú, Roberto Segura, Sol divino y Santa Rosa) durante los meses de julio y agosto del 2025. Se incluyeron muestras de queso con un tiempo de almacenamiento no mayor a 3 días (d), procedentes de puestos de venta formal y cuyos vendedores aceptaron voluntariamente participar del estudio. Mientras que, no se consideraron para el estudio las muestras de queso que presentaron contaminación con otros alimentos o signos aparentes de descomposición.

Recuento de coliformes totales y mesófilos viables procedentes de queso fresco

Las muestras fueron recolectadas en bolsas ziploc estériles debidamente etiquetadas, se transportaron en condiciones asépticas y refrigeración a 4 °C (refrigeradora BIOBASE Modelo BPR-5V468, China) para su procesamiento en el laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional de Jaén. Se pesaron 10 g de cada muestra de queso fresco en balanza analítica (SARTORIUS Modelo BCE224-1S, Alemania), enseguida se trituró y homogenizó para preparar las diluciones seriadas. La solución madre correspondió a dilución 10^{-1} , de la que se tomó 1 mL para transferirlo al tubo rotulado con 10^{-2} ; repitiéndose el procedimiento de forma sucesiva hasta la dilución 10^{-5} .

Para la cuantificación de coliformes totales y mesófilos viables se empleó el método de siembra en placa vertida (cada dilución se sembró por duplicado). La siembra se realizó en el agar Eosina Azul de Metileno y agar para Recuento en Placa, respectivamente, seleccionándose las placas con un recuento entre 20 - 200 colonias en contador de colonias (BIOBASE Modelo BC-50, China), expresadas como unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) [18].

Determinación de *E. coli* productora de betalactamasas de espectro extendido y resistentes a meticilina

La identificación bacteriana incluyó la tinción Gram y pruebas bioquímicas como catalasa, coagulasa, citrato, indol, fermentación de azúcares (en Agar hierro triple azúcar - TSI) y descarboxilación – desaminación de lisina (Agar Lisina hierro - LIA). Posteriormente, se tomaron 1- 2 colonias de cada uno de los cultivos puros y se suspendieron por separado en tubos de ensayo con solución salina estéril, estandarizando los inóculos bacterianos a $1,5 \times 10^8$ UFC /mL mediante turbidimetría en espectrofotómetro (Thermo Scientific® Genesys 150, EE. UU).

La detección de cepas de *E. coli* BLEE se realizó mediante el método americano [19], para lo cual se emplearon sensidiscos de cefotaxima/ácido clavulánico (CTX/CTX-CLA) (30/10 µg), ceftazidima/ácido clavulánico (CAZ/CAZ-CLA) (30/10 µg). Se consideraron productoras de BLEE a las cepas que presentaron halos de inhibición cuya diferencia de diámetro fue mayor a 5 mm. En el caso de *S. aureus*, la resistencia a la meticilina, se evidenció utilizando discos de oxacilina (1 µg) y cefoxitina (30 µg), considerándose cepas SARM aquellas que presentaron halos de inhibición con diámetros menores o iguales a 10 mm y 21 mm al emplear los sensidiscos de oxacilina y cefoxitina, respectivamente.

Análisis estadístico

La recolección de datos se efectuó utilizando como instrumento una ficha de recolección que validada por el juicio de tres expertos. Asimismo, la obtención de muestras contó con la autorización previa de los comerciantes. En el análisis estadístico las variables numéricas se expresaron en frecuencias absolutas, relativas, porcentajes, desviación estándar incluyendo como estadígrafo "la media" para el cálculo de los datos obtenidos. Adicionalmente, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey utilizando el software Minitab® 19 para Windows® versión 8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras la evaluación de las 120 muestras de queso artesanal, la carga promedio de mesófilos viables fue de $4,80 \times 10^5$ UFC/g, observándose diferencias significativas entre los mercados de Jaén ($P < 0,05$). Todos los recuentos superaron ampliamente los límites de la normativa peruana ($\leq 1 \times 10^5$ UFC/g para mesófilos), siendo el Mercado Santa Rosa donde se reportó la mayor carga bacteriana ($6,46 \times 10^5$ UFC/g). En cuanto a los coliformes totales ($1,22 \times 10^4$ UFC/g), todos los mercados correspondientes al grupo A, presentaron niveles superiores a los límites permisibles (≤ 1000 UFC/g), considerándose no favorables para el consumo humano (TABLA I).

TABLA I
Carga de coliformes totales y mesófilos viables procedentes del queso artesanal comercializado en mercados de Jaén

Mercado	Recuento de Mesófilos Viables								Recuento de Coliformes Totales					
	Media	Test Tukey	Desviación Estándar	Favorable N°	No favorable %	No favorable N°	%	Media	Test Tukey	Desviación Estándar	Favorable N°	No Favorable %	No Favorable N°	%
Estadio	4,52E + 05	AB	9,74E + 04	0	0,00	12	3,33	4,73E + 03	B	5,15E + 03	2	1,67	10	8,33
Dos de Mayo	4,23E + 05	B	2,03E + 05	0	0,00	12	6,67	1,50E + 03	B	9,37E + 02	2	1,67	10	8,33
Cementerio Viejo	4,98E + 05	AB	2,66E + 05	0	0,00	8	6,67	2,20E + 04	A	9,97E + 03	0	0,00	8	6,67
Central	3,61E + 05	B	1,40E + 05	0	0,00	8	1,67	2,14E + 03	B	1,08E + 03	2	1,67	6	5,00
Amojú	4,11E + 05	B	1,26E + 05	0	0,00	16	13,33	1,86E + 04	A	5,48E + 03	0	0,00	16	13,33
Roberto Segura	4,59E + 05	B	1,73E + 05	0	0,00	20	16,67	7,23E + 03	B	7,03E + 03	8	6,67	12	10,00
Sol Divino	4,03E + 05	B	1,61E + 05	0	0,00	16	13,33	1,63E + 04	A	4,67E + 03	0	0,00	16	13,33
Santa Rosa	6,46E + 05	A	2,52E + 05	0	0,00	28	23,33	1,75E + 04	A	8,62E + 03	0	0,00	28	23,33
Total	4,80E + 05		1,92E + 08	0	0,00	120	85,00	1,22E + 04		6,50E + 03	14	11,68	106	88,32

*Nota: Los valores se expresan como media \pm desviación estándar (UFC/g). Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según prueba de Tukey

La presencia de *S. aureus* se confirmó en 42 muestras (35,00 %), observándose mayor frecuencia del microorganismo en los quesos procedentes de los mercados Roberto Segura (6,67 %) y Amojú (5,83 %). Asimismo, se identificó que el 14,29 % de las cepas aisladas fueron SARM, encontrándose principalmente en los mercados Central y Amojú. (TABLA II).

Bacterias patógenas en quesos artesanales de Jaén / Borja-Díaz y cols.
TABLA II
Presencia de *S. aureus* y *S. aureus* resistente a meticilina en queso artesanal expendido en mercados de Jaén

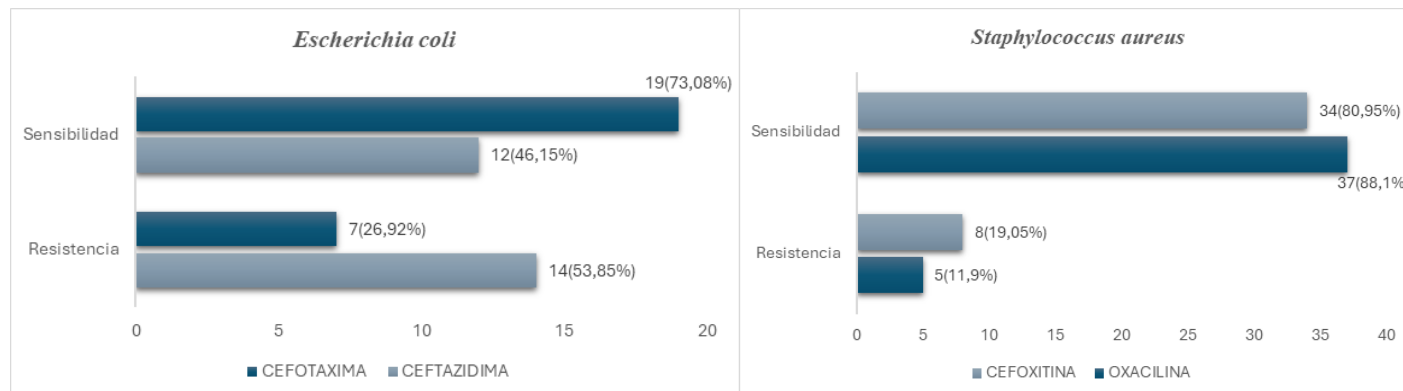
Mercado	<i>S. aureus</i>		Total	<i>S. aureus</i> SARM		Total
	No	Si		No	Si	
Estadio	9 (7,50 %)	3 (2,50 %)	12 (10,00 %)	2 (4,76 %)	1 (2,38 %)	3 (7,14 %)
Dos de Mayo	8 (6,67 %)	4 (3,33 %)	12(10,00 %)	4(9,52 %)	0 (0,00 %)	4 (9,52 %)
Cementerio Viejo	5 (4,17 %)	3 (2,50 %)	8(6,67 %)	3(7,14 %)	0 (0,00 %)	3 (7,14 %)
Central	3(2,50 %)	5 (4,17 %)	8 (6,67 %)	3 (7,14 %)	2 (4,76 %)	5 (11,90 %)
Amojú	9(7,50 %)	7 (5,83 %)	16(13,33 %)	5 (11,90 %)	2 (4,76 %)	7 (16,67 %)
Roberto Segura	12(10,00 %)	8 (6,67 %)	20(16,67 %)	8 (19,05 %)	0 (0,00 %)	8 (19,05 %)
Sol Divino	13(10,83 %)	3 (2,50 %)	16(13,33 %)	3 (7,14 %)	0 (0,00 %)	3 (7,14 %)
Santa Rosa	19(15,83 %)	9 (7,50 %)	28(23,33 %)	8 (19,05 %)	1 (2,38 %)	9 (21,43 %)
Total	78(65,00 %)	42 (35,00 %)	120(100,00 %)	36(85,71 %)	6 (14,29 %)	42 (100,00 %)

Se reportó la presencia de *E. coli* en el 21,67 % de las muestras de queso analizadas, siendo todas las cepas aisladas productoras de BLEE. La mayor frecuencia de cepas resistentes se registró en los mercados Amojú (19,24 %), Estadio (15,38 %) y Roberto Segura (15,38 %) (TABLA III).

En la FIG. 1, se visualiza que el 53,85 % de cepas de *E. coli* identificadas fueron resistentes a la ceftazidima. Respecto a la bacteria *S. aureus*, el 19,05 % presentó resistencia al antibiótico cefoxitina.

TABLA III
Presencia de *E. coli* y *E. coli* productora de betalactamasas de espectro extendido en queso artesanal expendido en mercados de Jaén

Mercado	<i>E. coli</i>		Total	<i>E. coli</i> BLEE		Total
	No	Si		No	Si	
Estadio	8 (6,67 %)	4 (3,33 %)	12(10,00 %)	0(0,00 %)	4 (15,38 %)	4 (15,38 %)
Dos de Mayo	10 (8,33 %)	2 (1,67 %)	12(10,00 %)	0(0,00 %)	2 (7,69 %)	2 (7,69 %)
Cementerio Viejo	7 (5,83 %)	1 (0,83 %)	8(6,66 %)	0(0,00 %)	1 (3,85 %)	1 (3,85 %)
Central	7 (5,83 %)	1 (0,83 %)	8(6,66 %)	0(0,00 %)	1 (3,85 %)	1 (3,85 %)
Amojú	11(9,17 %)	5 (4,18 %)	16(13,35 %)	0(0,00 %)	5 (19,24 %)	5 (19,24 %)
Roberto Segura	16(13,33 %)	4 (3,33 %)	20(16,66 %)	0(0,00 %)	4 (15,38 %)	4 (15,38 %)
Sol Divino	13 (10,85 %)	3 (2,50 %)	16(13,35 %)	0(0,00 %)	3 (11,54 %)	3 (11,54 %)
Santa Rosa	22(18,33 %)	6 (5,00 %)	28(23,33 %)	0(0,00 %)	6 (23,07 %)	6 (23,07 %)
Total	94 (78,33 %)	26 (21,67 %)	120 (100,00 %)	0(0,00 %)	26 (100,00 %)	26 (100,00 %)


FIGURA 1. Perfil de susceptibilidad antibiótica de *E. coli* y *S. aureus* aisladas de queso artesanal expendido en mercados de Jaén.

El queso artesanal es producido a través de la fermentación de la leche cruda de ovinos (*Ovis aries*), bovinos (*Bos taurus*) y caprinos (*Capra hircus*) principalmente. Su elaboración depende de las costumbres, gustos o circunstancias ambientales de cada región donde su consumo es frecuente. Sin embargo, este producto se ha convertido en un vehículo transmisor de microorganismos causantes de ETA.

Los patógenos presentes en el queso artesanal pueden provenir del animal, del entorno, del equipo de ordeño o de los manipuladores de leche. También puede introducirse mediante la acción de un adulterante, como el agua contaminada [20]. De modo que, la ausencia de un control adecuado en las diferentes fases de la elaboración y su exposición a los ambientes no controlados, permiten la diseminación de microorganismos indicadores de contaminación.

Los resultados obtenidos demostraron que las 120 muestras de quesos analizadas presentaron un recuento promedio de mesófilos viables de $4,80 \times 10^5$ UFC/g y de coliformes totales de $1,22 \times 10^4$ UFC/g (TABLA I). Estos valores que superan ampliamente los límites establecidos por la International Commission on Microbiological Specifications for Foods - ICMFS ($\leq 1 \times 10^5$ UFC/g) y la normativa peruana ($\leq 1\ 000$ UFC/g).

Asimismo, un estudio realizado en Chachapoyas [15] reportó cargas microbianas incluso más elevadas ($6,4 \times 10^8$ a $7,1 \times 10^8$ UFC/g). Sumado a ello, en otro estudio realizado en Piura [21], se describieron altos valores de mesófilos ($\geq 2,34 \times 10^6$ UFC/g a las 48 h).

En el contexto internacional, investigadores de Ecuador [22], reportaron que la leche cruda y el queso artesanal de la zona norte de la provincia de Manabí no eran aptos para el consumo humano, ya que presentaron indicadores de mesófilos (6,24 y 8,41 UFC/g); coliformes totales (5,40 y 7,26 UFC/g) y Enterobacterias (4,40 y 6,44 UFC/g) elevados.

En la Hoya del Río Suárez (Colombia) [13], las muestras de quesos artesanales también presentaron un recuento total de *S. aureus* (12,3 %), coliformes totales (1,89 %) y coliformes fecales (11,8 %) superior a lo establecido. Además, en otro estudio realizado en Brasil [23] los resultados obtenidos demostraron que todas las muestras de quesos de una comunidad rural del estado de Minas Gerais presentaron un recuento de coliformes que sobrepasaban los límites sanitarios. Estos hallazgos sugieren ineficiencias en las prácticas de elaboración, manipulación y comercialización de los quesos.

Al comparar la carga bacteriana entre mercados se evidenció diferencias significativas, destacando el Mercado Santa Rosa como el punto donde se expendieron los quesos con mayor contaminación microbiana (TABLA I). Esta variabilidad podría explicarse por factores condicionantes como el almacenamiento, temperatura de almacenamiento y ambiental, limpieza de utensilios y la cadena de frío. Resultados similares han sido descritos en Juliaca [24], donde se han reportado diferencias significativas entre mercados con recuentos superiores a los valores límites, respaldando la influencia del entorno y las prácticas de manipulación en la calidad microbiológica de los quesos.

La transmisión de bacterias durante la elaboración, maduración y almacenamiento del queso podría atribuirse a

la contaminación directa o eventos de contaminación cruzada durante el procesamiento, ya sea en los entornos de venta minoristas, e incluso domésticos [25]. Cabe señalar que, leche cruda es considerada como fuente principal de contaminación para los quesos.

Sin embargo, la capacidad bacteriana para formar biopelículas y persistir en superficies de contacto con alimentos, guarda relación con la contaminación cruzada durante la producción [25, 26]. En general, la limpieza del entorno de la granja lechera, las manos de los productores y las superficies de contacto con el queso se han identificado como medio para la contaminación con patógenos como *S. aureus* [27].

En esta investigación se registró la prevalencia de *S. aureus* en el 35 % de las muestras analizadas, lo que constituye un riesgo sanitario significativo. Este valor es comparable con los estudios realizados por Bustamante *et al.* [28], Berger *et al.* [29] y Aguiar *et al.* [30], quienes han reportado altos niveles de prevalencia de este microorganismo (entre 30 % y 66,28 %).

Los valores reportados resultan realmente preocupantes, por la amplia capacidad de *S. aureus* para producir enterotoxinas capaces de ocasionar intoxicación alimentaria estafilocócica, que pueden poner en riesgo la vida humana si no son tratados oportunamente [31]. El principal medio de transmisión de cepas enterotoxigénicas en el queso, es mediante el personal que elabora y manipula dicho producto, seguido de animales que padecen de mastitis clínica o subclínica [32].

Sumado a ello, se detectó la presencia de SARM en el 14,28 % de muestras (TABLA II). A diferencia de los estudios reportados por Gonzales-Machado *et al.* [33], donde se registró una prevalencia del 30 % de SARM, relacionada directamente al sobreuso de antibióticos en los animales productores de leche. Otro estudio realizado por Vahed *et al.* [34], reportó la presencia de SARM en el 69,51 % de los productos lácteos, que estuvo asociado al amplio uso de antimicrobianos para el tratamiento de mastitis vacuna.

La vigilancia de la resistencia del *S. aureus* a la meticilina es de gran importancia, ya que este patógeno aumenta la mortalidad humana y la necesidad de utilizar antibióticos costosos como último recurso terapéutico. Su presencia en los alimentos se relaciona con la posibilidad de infección zoonótica de consumidores y trabajadores involucrados en la crianza de animales [14]. Las cepas de SARM son resistentes a todas las penicilinas, cefalosporinas y carbapenémicos.

Respecto a *E. coli* se detectó su presencia en el 21,67 % de las muestras de queso (TABLA III), un porcentaje epidemiológicamente relevante. Resultados similares, fueron reportados por Morandi *et al.* [35] y Kuzeubayeva *et al.* [36], quienes detectaron este microorganismo en un 44,6 y 31,4 %, de alimentos lácteos y quesos contaminados, respectivamente. La elevada frecuencia encontrada en dichos estudios estuvo estrechamente ligada a las prácticas de manufactura de los productos.

La identificación de cepas de *E. coli* productoras BLEE en el 21,67 % de las cepas aisladas, podría estar relacionada al uso extendido de betalactámicos de primera línea como ampicilina, amoxicilina y penicilina en la práctica médica, favoreciendo la distribución de cepas resistentes. Este patrón es consistente

Bacterias patógenas en quesos artesanales de Jaén / Borja-Díaz y cols.

con el estudio realizado por Salgado-Caxito *et al.* [37], quienes demostraron la presencia de valores estadísticamente mayores de *E. coli* productora de BLEE en vacas lecheras.

Estos hallazgos estarían relacionadas al uso innecesario y descontrolado de antibióticos en estos animales. Además, un estudio reciente [38], reveló que la presencia de *E. coli* productora de BLEE estuvo asociada al uso de lecheros contaminados y a la presencia de animales de compañía.

Sumado a ello, se evidenció elevada resistencia de *E. coli* y *S. aureus* a los antibióticos ceftazidima y cefoxitina, respectivamente (FIG. 1). En conjunto, los resultados obtenidos y la evidencia comparada confirman que los quesos artesanales expendidos en la provincia de Jaén no cumplen con los estándares microbiológicos para el consumo humano.

La presencia de cargas bacterianas elevadas, así como la detección de patógenos resistentes, demuestra la urgencia de fortalecer los programas de vigilancia sanitaria, la implementación de buenas prácticas de manufactura y el reforzamiento de la educación sanitaria de los productores y comerciantes.

El estudio presentó limitaciones, entre las que se menciona el tipo de estudio (descriptivo) que no permite establecer relaciones causales, que hubiera facilitado la evaluación entre las condiciones de manipulación y la contaminación bacteriana. Asimismo, la representatividad de la muestra se limita a mercados locales de Jaén, lo que podría restringir la generalización de los resultados obtenidos.

Cabe señalar que, la metodología empleada para la identificación y evaluación de susceptibilidad antibiótica se *E. coli* y *S. aureus* fue fenotípica. Es decir, no se caracterizaron los genes de resistencia. Además, solo se incluyeron en el estudio, muestras de queso de los comerciantes con puestos formales de venta.

CONCLUSIÓN E IMPLICACIONES

Los quesos frescos artesanales comercializados en la ciudad de Jaén presentan niveles altos de mesófilos viables y coliformes totales, además, se evidenció la presencia de cepas *E. coli* BLEE y SARM. Los hallazgos proporcionan una base sólida para la implementación de futuras investigaciones que aborden la evaluación de factores de higiene relacionados con la elaboración, producción y distribución de quesos artesanales, para una mejor comprensión de la problemática.

Conflictos de intereses

Los autores declaramos que no existe conflicto de interés y el trabajo es original.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Grace D. Burden of foodborne disease in low-income and middle-income countries and opportunities for scaling food safety interventions. *Food Secur.* [Internet]. 2023; 15(6):1475-1488. doi: <https://doi.org/q65p>

[2] Organización Mundial de la Salud. Inocuidad de los alimentos [Internet]. Ginebra, Suiza: OMS; 2024. [recuperado 08 Dic 2025]. Disponible en: <https://goo.su/WSwGztK>

[3] Food and Drug Administration. Organismos que causan enfermedades transmitidas por los alimentos en los EE.UU. [Internet]. Maryland, USA: FDA; 2024 [recuperado 08 Dic 2025];. Disponible en: <https://goo.su/g3l7zkU>

[4] Unar A, Qureshi M, Afridi HI, Wassan S. The Role of Bacterial Toxins and Environmental Factors in the Development of Food Allergies. *Allergies.* [Internet]. 2024; 4(4):192-217. doi: <https://doi.org/q65q>

[5] Ministerio de Salud. Boletín epidemiológico del Perú. [Internet]. Reporte de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) en el Perú, 2019. Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades; Vol. 28, SE 15. Lima, Perú: Ministerio de Salud. 2019 [recuperado 08 Dic 2025]; p. 381-383. Disponible en: <https://goo.su/nJTzn>

[6] Ministerio de Salud. Boletín epidemiológico del Perú. [Internet]. Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades; Vol. 34, SE 53. Lima, Perú: Ministerio de Salud. 2025 [recuperado 08 Dic 2025]; 38 p. Disponible en: <https://goo.su/TQwh7Y>

[7] Barrantes K, Chacón L, Arias AM. El impacto de la resistencia a los antibióticos en el desarrollo sostenible. *Poblac. Salud Mesoam.* [Internet]. 2022; 19(2):305-329. doi: <https://doi.org/p5gq>

[8] Davis K, Limato R, Monga M, Egid B, Paul S, Okioma S, Nyamwanza O, Arjyal A, Ahmed ST, Parajuli A, Kwabla MP, Aktar B, Ngunjiri ASW, Hawkins K, Dacombe R, Ahmed SM, Immurana M, Thiomi J, Anumu FE, Mavhu W, Otiso L, Rashid SF, Baral S, Gyapong M, Theobald S, Steege R. Antimicrobial resistance, equity and justice in low- and middle-income countries: an intersectional critical interpretive synthesis. *Nat. Commun.* [Internet]. 2025; 16(1):9078. doi: <https://doi.org/q65r>

[9] GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990-2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. *Lancet.* [Internet]. 2024; 404(10459):1199-1226. doi: <https://doi.org/nh9w>

[10] Al-Khalaifah H, Rahman MH, Al-Surrayai T, Al-Dhumair A, Al-Hasan M. A One-Health Perspective of Antimicrobial Resistance (AMR): Human, Animals and Environmental Health. *Life.* [Internet]. 2025; 15(10):1598. doi: <https://doi.org/q65v>

[11] Samtiya M, Matthews KR, Dhewa T, Puniya AK. Antimicrobial Resistance in the Food Chain: Trends, Mechanisms, Pathways, and Possible Regulation Strategies. *Foods.* [Internet]. 2022; 11(19):2966. doi: <https://doi.org/qrqk>

[12] Kumar SB, Arnipalli SR, Ziouzenkova O. Antibiotics in Food Chain: The Consequences for Antibiotic Resistance. *Antibiotics.* [Internet]. 2020; 9(10):688. doi: <https://doi.org/gqjnhs>

[13] Alfonso-Vargas NC, Aguilera-Becerra A, Jaimes-Bernal CP, Pulido-Medellín MO, Arias-Mosso JMA. Caracterización microbiológica de queso fresco artesanal distribuidos en la Hoya del Río Suárez, Colombia. *Duazary.* [Internet]. 2024; 21(1):7-18. doi: <https://doi.org/q65w>

- [14] Gajewska J, Chajęcka-Wierzchowska W, Zadernowska A. Occurrence and Characteristics of *Staphylococcus aureus* strains along the production chain of raw milk cheeses in Poland. *Molecules*. [Internet]. 2022; 27(19):6569. doi: <https://doi.org/q65x>
- [15] Huamán FTG. Calidad microbiológica de quesos frescos que se expenden en los mercados de Chachapoyas, Perú, 2023. *REBIOL*. [Internet]. 2023 [recuperado 20 Jan 2026]; 43(2):9-19. Available in: <https://goo.su/d0yvtH>
- [16] Salgado-Caxito M, León D, Bardales O, Jara LM, Medrano P, Murga C, Pérez V, Aylas-Jurado B, Su-Tello R, Najarro J, Salvador-Tasayco E, Farrugia-Audri J, Shiva C, Benavides JA. Unexplained high prevalence of ESBL-*Escherichia coli* among cattle and pigs in Peru. *Antibiotics*. [Internet]. 2025; 14(9):867. doi: <https://doi.org/q65z>
- [17] González-Machado C, Capita R, Alonso-Calleja C. Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in dairy products and bulk-tank milk (BTM). *Antibiotics*. [Internet]. 2024; 13(7):588. doi: <https://doi.org/q653>
- [18] Ministerio de Salud - DIGESA. Manual de Análisis Microbiológico de Alimentos Perú. Lima, Perú: Ministerio de Salud. [Internet]. 2001 [recuperado 08 Dic 2025]; 182 p. Disponible en: <https://goo.su/ROk2rj>
- [19] Kahlmeter G, Giske CG, Kirn TJ, Sharp SE. Point-counterpoint: Differences between the European Committee on Antimicrobial susceptibility testing and Clinical and Laboratory standards institute recommendations for reporting antimicrobial susceptibility results. *J. Clin. Microbiol.* [Internet]. 2019; 57(9):1–6. doi: <https://doi.org/gh9dfn>
- [20] Estrada-Hernández CA, Becerra-Cedillo MB, Hernández-Velázquez IA, Mejía-Buenfil HE, Olivera-Martínez T, Salto-González IB, Torres-López F, Quirasco M. Microbiological Evaluation of Two Mexican Artisanal Cheeses: Analysis of Foodborne Pathogenic Bacteria in Cotija Cheese and Bola de Ocosingo Cheese by qPCR. *Foods*. [Internet]. 2024; 13(17):2824. doi: <https://doi.org/q654>
- [21] Gavilan GXH, Espinoza-Espinoza LA, Vega-Portalatino EJ, Moreno-Quispe LA, Ruiz-Atoche EDP, Valdiviezo-Marcelo J, Ruiz-Flores LA. Impact of socioeconomic and demographic factors on the physicochemical and microbiological quality of artisanal cheeses from northern Peru. *Curr. Res. Nutr. Food Sci.* [Internet]. 2023; 11(3):1322-1337. doi: <https://doi.org/q68n>
- [22] Arteaga-Solórzano RA, Armenteros-Amaya M, Colas-Chavez M, Pérez-Ruano M, Fimia-Duarte R. Calidad sanitaria de la leche y quesos artesanales elaborados en la provincia de Manabí, Ecuador. *Rev. Prod. Anim.* [Internet]. 2021 [recuperado 2 Dic 2025]; 33(3):e3925. Disponible en: <https://goo.su/JEEbG>
- [23] Silva FB, Ferreira LC. Quantification of mesophilic aerobic bacteria, coliform bacteria and *Staphylococcus aureus* and in the production of fresh cheese in a rural community in Brazil. *MOJ Public Health*. [Internet]. 2022; 11(2):104-106. doi: <https://doi.org/q68p>
- [24] Chambi-Rodríguez AD. Evaluación de la calidad microbiana de los quesos frescos de los mercados de Juliaca – Perú. *Unaciencia*. [Internet]. 2022; 15(28):25-29. doi: <https://doi.org/q68q>
- [25] LaPointe G, Wilson T, Tarrah A, Gagnon M, Roy D. Biofilm Formation in Dairy: A Food Safety Concern—Microbial community tracking from dairy farm to factory; Insights on biofilm management for enhanced food safety and quality. *J. Dairy Sci.* [Internet]. 2025; 108(8):8101-8119. doi: <https://doi.org/q68r>
- [26] Possas A, Bonilla-Luque OM, Valero A. From Cheese-Making to Consumption: Exploring the microbial safety of cheeses through predictive microbiology models. *Foods*. [Internet]. 2021; 10(2):355. doi: <https://doi.org/q68s>
- [27] Sarba EJ, Wirtu W, Gebremedhin EZ, Borena BM, Marami LM. Occurrence and antimicrobial susceptibility patterns of *Escherichia coli* and *Escherichia coli* O157 isolated from cow milk and milk products, Ethiopia. *Sci. Rep.* [Internet]. 2023; 13(1):16018. doi: <https://doi.org/q68t>
- [28] Bustamante K, Lingan L, Montenegro J. *Staphylococcus aureus* aislados de quesos comercializados en la ciudad de Bagua, Amazonas. *Rev. Científ. Dékamu Agropec.* [Internet]. 2024; 5(1):53-61. doi: <https://doi.org/q68v>
- [29] Berger TFH, Brasca M, Buchner M, Bütikofer U, Castiglioni B, Cremonesi P, Eliskases-Lechner F, Fritsch L, Morandi S, Schwendimann L. Critical Factors Affecting the Prevalence of *Staphylococcus aureus* and Staphylococcal Enterotoxins in Raw Milk Cheese in the Alpine Region of Austria, Italy, and Switzerland. *Foods*. [Internet]. 2025; 14(13):2176. doi: <https://doi.org/q68w>
- [30] Aguiar RAC, Ferreira FA, Rubio MY, Silva NCC, Miotto M, Carvalho MM, Bazzo BR, Botelho LAB, Dias RS, De Dea-Lindner J. *Staphylococcus aureus* isolated from traditional artisanal raw milk cheese from Southern Brazil: diversity, virulence, and antimicrobial resistance profile. *J. Food Prot.* [Internet]. 2024; 87(6):100285. doi: <https://doi.org/q68x>
- [31] Cieza MYR, Bonsaglia ECR, Rall VLM, dos Santos MV, Silva NCC. Staphylococcal Enterotoxins: Description and Importance in Food. *Pathogens*. [Internet]. 2024; 13(8):676. doi: <https://doi.org/q68z>
- [32] Gurgua-Gutiérrez I, Galicia-Jiménez MM, Nieto-Castañeda IG, López-Garrido SJ, Rojas-Herrera RA, Gamboa-Alvarado JG. Caracterización molecular de *Staphylococcus aureus* SARM en quesos frescos artesanales del mercado de Puerto Escondido. *Ecosis. Recur. Agropec.* [Internet]. 2024; 11(4):e4064. doi: <https://doi.org/q682>
- [33] González-Machado C, Capita R, Alonso-Calleja C. Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in Dairy Products and Bulk-Tank Milk (BTM). *Antibiotics*. [Internet]. 2024; 13(7):588. doi: <https://doi.org/q653>
- [34] Vahed-Dehkordi N, Rahimi E, Zia Jahromi N. Prevalence, antimicrobial resistance, virulence gene distribution and SCCmec typing of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from raw milk and dairy products. *Iran J. Microbiol.* [Internet]. 2024; 16(5):605-613. doi: <https://doi.org/q683>
- [35] Morandi S, Silvetti T, Bonazza F, Brasca M. Occurrence and diversity of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) in Italian Alpine raw milk cheeses and their development in the earlier stages of different cheese-making processes. *LWT Food Sci Technol.* [Internet]. 2024; 213:117029. doi: <https://doi.org/q684>
- [36] Kuzeubayeva A, Ussenbayev A, Aydin A, Akanova Z, Rychshanova R, Abdullina E, Seitkamzina D, Sakharia L, and Ruzmatov S. Contamination of Kazakhstan cheeses

Bacterias patógenas en quesos artesanales de Jaén / Borja-Díaz y cols.

originating from *Escherichia coli* and its resistance to antimicrobial drugs. *Vet. World*. [Internet]. 2024; 17(2):361–370. doi: <https://doi.org/q685>

- [37] Salgado-Caxito M, León D, Bardales O, Jara LM, Medrano P, Murga C, Pérez V, Aylas-Jurado B, Su-Tello R, Najarro J, Salvador-Tasayco E, Farrugia-Audri J, Shiva C, Benavides JA. Unexplained High Prevalence of ESBL-*Escherichia coli* Among Cattle and Pigs in Peru. *Antibiotics*. [Internet]. 2025; 14(9):867. doi: <https://doi.org/q65z>
- [38] Genet C, Enbiale W, Rommerskirchen A, Abubeker R, Tafere W, Gebre-Eyesus T, Getie M, Tsega A, Acham M, Melese A, Awoke T, Mulu W, Ashagrie D, Amsalu T, Motbainor A, Gebeyehu E, Kibret M, Abera B, Nibret E, Munshe A. Prevalence of extended spectrum β -lactamase and carbapenemase-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* in raw bulk cow milk from dairy cooperatives, Northwest Amhara, Ethiopia. *PLoS One*. [Internet]. 2025; 20(11):e0336987. doi: <https://doi.org/q686>