


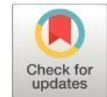


Susceptibilidad antimicrobiana y enterotoxinas en *Staphylococcus aureus* aislado de queso fresco expandido en mercados municipales de la ciudad de Cuenca – Ecuador

Antimicrobial susceptibility and enterotoxins in Staphylococcus aureus isolated from fresh cheese sold in municipal markets in the city of Cuenca - Ecuador

- ¹ Katherine Fernanda Farfán Sari  <https://orcid.org/0009-0006-3412-2200>
Universidad Católica de Cuenca. Facultad de Bioquímica y Farmacia. Cuenca-Azuay. Ecuador.
katherine.farfan.81@est.ucacue.edu.ec
- ² Gabriela Rosario Romero Zhagui  <https://orcid.org/0009-0008-2033-7897>
Universidad Católica de Cuenca. Facultad de Bioquímica y Farmacia. Cuenca-Azuay. Ecuador.
gabriela.romero.92@est.ucacue.edu.ec
- ³ Jonnathan Gerardo Ortiz Tejedor  <https://orcid.org/0000-0001-6770-2144>
Universidad Católica de Cuenca. Facultad de Bioquímica y Farmacia. Unidad Académica de Salud y Bienestar. Cátedra de Microbiología y Biología Molecular. Cuenca Azuay. Ecuador.
jonnathan.ortiz@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 22/07/2023

Revisado: 19/08/2023

Aceptado: 06/09/2023

Publicado: 05/10/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i4.2704>

Cítese:

Farfán Sari, K. F., Romero Zhagui, G. R., & Ortiz Tejedor, J. G. (2023). Susceptibilidad antimicrobiana y enterotoxinas en *Staphylococcus aureus* aislado de queso fresco expandido en mercados municipales de la ciudad de Cuenca – Ecuador. *Anatomía Digital*, 6(4), 22-40. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i4.2704>



ANATOMÍA DIGITAL, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

Staphylococcus aureus, Enfermedades Transmitidas por Alimentos, nucA, femB, Factores de virulencia.

Keywords:

Staphylococcus aureus, Foodborne diseases, nucA, femB, virulence factors.

Resumen

Introducción. Las bacterias son microorganismos unicelulares causantes de múltiples enfermedades. En la actualidad constituyen un problema de salud pública debido a su alta tasa de resistencia a los antimicrobianos por diferentes mecanismos. *Staphylococcus aureus* es una de las especies predominantes en los seres humanos, asociada a factores de virulencia y dentro de estos, destacan enterotoxinas A, B, C, D, E, siendo causantes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs). **Objetivo.** Determinar la susceptibilidad antimicrobiana y enterotoxinas en *Staphylococcus aureus* aislado de queso fresco expandido en mercados municipales de la ciudad de Cuenca – Ecuador. **Metodología.** La presente investigación se trata de un estudio de tipo descriptivo, de corte transversal, mediante la aplicación de métodos fenotípicos y moleculares para la determinación de la susceptibilidad de antimicrobianos, e identificación de enterotoxinas. **Resultados.** Mediante técnicas microbiológicas y biología molecular se confirmó, por medio de los genes *nucA*, *femB* la presencia de 3 muestras positivas para *S. aureus*, por otro lado, en la prueba de susceptibilidad obtuvimos un alto porcentaje de resistencia a penicilina de todas las muestras, sin embargo, para clindamicina, eritromicina y cefoxitina resultó completamente sensible, por lo que mediante la amplificación del gen *blaZ* se confirmó la resistencia a penicilina. Por otra parte, no se encontró la presencia de enterotoxinas, mediante métodos moleculares. **Conclusión.** El 62,5% de las muestras positivas resultaron resistentes a penicilina, confirmado mediante la amplificación del gen *blaZ*. En contra parte, el 100% resultó sensible para clindamicina, eritromicina y cefoxitina. **Área de estudio general:** Bioquímica y Farmacia. **Área de estudio específica:** Microbiología de alimentos y Biología molecular. **Tipo de estudio:** Original.

Abstract

Introduction. As single-celled microorganisms, bacteria are responsible for various diseases and are currently a significant public health concern due to their high resistance to antimicrobials through various mechanisms. *Staphylococcus aureus*, one of the predominant species in humans, is associated with virulence factors, notably enterotoxins A, B, C, D, and E,

which can cause Foodborne Diseases (FBD). **Objective.** To determine the antimicrobial susceptibility and presence of enterotoxins in *Staphylococcus aureus* isolated from fresh cheese sold in municipal markets in Cuenca, Ecuador. **Methodology.** This descriptive, cross-sectional study employs phenotypic and molecular methods to determine antimicrobial susceptibility and identify enterotoxins. **Results.** Microbiological and molecular biology techniques confirmed the presence of three positive samples for *S. aureus* using *nucA* and *femB* genes. On the other hand, the susceptibility test revealed a high resistance percentage to penicillin in all samples. However, clindamycin, erythromycin, and ceftiofur showed complete sensitivity, so resistance to penicillin was confirmed by amplifying the *blaZ* gene. No enterotoxins were detected using molecular methods. **Conclusion.** Sixty-two-point five percent of positive samples showed resistance to penicillin, as confirmed by *blaZ* gene amplification. Conversely, 100% demonstrated sensitivity to clindamycin, erythromycin, and ceftiofur.

Introducción

El *Staphylococcus aureus* es una bacteria Gram positiva patógena que puede llegar a causar infecciones y problemas alimentarios por producción de enterotoxinas (1,2). Además, este microorganismo es uno de los principales causantes de la contaminación en los alimentos debido a su alta adaptabilidad en diferentes ambientes lo que facilita su crecimiento. Los patógenos microbianos en alimentos se han identificado como causantes principales de ETAS, y pueden provocar intoxicación por enterotoxinas (3,4). En la ciudad de Cuenca el consumo de quesos frescos es relativamente común, y es consumido de forma masiva, sin embargo, este producto es susceptible a contaminación microbiana: por su manipulación, almacenamiento y su proceso, o por no seguir buenas prácticas de manufactura, más conocidas como BPM, ya que, en este producto, varios de los fabricantes y comerciantes no aplican dichas prácticas.

Por otro lado, la investigación se enfocó en determinar la susceptibilidad antimicrobiana de todas las muestras positivas con *Staphylococcus aureus* obtenidas a nivel de los centros de expendio de los mercados de Cuenca con antibióticos tales como penicilina, ceftiofuro, eritromicina, clindamicina, ya que dicho microorganismo es capaz de generar resistencia a estos antibióticos.

Además, se identificaron genes de resistencia *blaZ*, *mecA*, *vanA*, mediante técnicas moleculares, así como, se realizó la búsqueda de enterotoxinas, mediante reacción en cadena de la polimerasa a punto final.

Esto conlleva a analizar la calidad microbiológica del queso fresco, mediante métodos fenotípicos y moleculares, en base a resultados positivos ya obtenidos de varios vendedores ambulantes basado en una investigación previa.

Las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs)

Es una enfermedad tóxica e infecciosa causada por el consumo de agua o alimentos contaminados con microorganismos, o sustancias tóxicas que producen estos patógenos, el cual afecta la salud de los individuos que la ingieren de forma aguda o crónica, a nivel grupal o individual (5,6). Los principales síntomas en la ETA son cólicos estomacales, náuseas y diarrea, en los casos más graves se pueden presentar deshidratación, dolor de cabeza, cambios en la presión arterial, calambres musculares (7).

ETA por Staphylococcus aureus

La intoxicación alimentaria por *Staphylococcus aureus* se da por diferentes tipos de toxinas entre ellas, citotoxinas, enterotoxinas, toxinas exfoliativas y toxinas del choque tóxico que, si el alimento es mantenido a temperatura ambiente, estas diferentes toxinas pueden estar en cantidades peligrosas en alimentos que están en mal estado (8,9). Los alimentos comúnmente asociados a la intoxicación son las carnes, huevos, leche y sus derivados como el queso (8,9). Los síntomas por intoxicación por *Staphylococcus aureus* incluyen náuseas, arcadas, cólicos estomacales, vómito y diarrea, los signos aparecen de manera rápida, la gravedad de la enfermedad depende de la susceptibilidad a la toxina, el alimento contaminado consumido y la cantidad. La recuperación puede durar varios días generalmente, pero en los casos graves la mejoría se extiende mucho más tiempo (8,9).

Resistencia antimicrobiana

La resistencia a los antimicrobianos inicia cuando las bacterias, adquieren mecanismos capaces de evadir la acción de los antibióticos dejando de responder a los medicamentos dificultando el tratamiento de infecciones e incrementando el riesgo y propagación que puede poner en riesgo la vida del paciente pudiendo llegar hasta su muerte (10).

Las cepas de *Staphylococcus aureus* en la actualidad mantienen amplio rango de resistencia a los antibióticos y se pueden encontrar cepas multirresistentes. Algunos de los antibióticos que generan resistencia son la penicilina, meticilina, vancomicina (10).

La resistencia a la penicilina ocurre por la producción de penicilinasas, este mecanismo es medido por *blaZ*, gen que codifica para la β -lactamasa de origen plasmídico, por otro lado, la resistencia a meticilina en *Staphylococcus aureus* se da por la síntesis de una

proteína de unión a penicilina PBP codificada por el gen *mecA*. La resistencia a vancomicina es una realidad mediada por la alteración en la pared celular que atrapa al antibiótico antes de llegar al sitio de acción el mismo, que codifica en el gen *vanA* (10,11).

La OMS declaró la resistencia a los antimicrobianos como una amenaza en salud pública que enfrenta la humanidad (10,11).

Toxinas de Staphylococcus aureus

Las toxinas presentes en *Staphylococcus aureus* son *sea* que codifica para la enterotoxina A, *seb* que codifica para enterotoxina B, *sec* que codifica para la enterotoxina C, *see* que codifica para la enterotoxina E, *sed* que codifica para la enterotoxina D (12).

Enterotoxinas estafilocócicas

Las toxinas estafilocócicas son muy resistentes, y están nombradas de manera alfabética (A-O), sin embargo, entre ellos se han establecido 5 tipos, siendo el *S. aureus* el más tolerante a la sal. Son estables y altamente resistentes al calor, congelación, cambios de pH e irradiación, es por ello, que al formarse en los alimentos resulta difícil lograr su eliminación (13,14).

Las enterotoxinas son proteínas de cadena simple no ramificadas que están compuestas por grandes cantidades de lisina, tirosina, ácido aspártico y ácido glutámico, son las responsables de provocar síntomas como diarrea y vómitos a las dos o tres horas de haber consumido el alimento contaminado (13,14).

El objetivo del presente estudio es determinar la susceptibilidad antimicrobiana y la presencia de enterotoxinas en *Staphylococcus aureus*, así como también, reconocer los genes de resistencia mediante la PCR (reacción de la cadena polimerasa).

Metodología

Se realizará una investigación de campo, de tipo descriptivo y de corte transversal.

En el presente estudio se desarrolló un muestreo no probabilístico a partir de un estudio previo de 60 muestras de queso fresco tomadas en diferentes mercados municipales de la ciudad de Cuenca-Ecuador, en el cual, mediante estudios microbiológicos 8 muestras resultaron positivas para *Staphylococcus aureus*. En el presente estudio, se emplearon técnicas de biología molecular mediante la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés), para la identificación de los genes *nuca*, *femB* y enterotoxinas.

Métodos, técnicas e instrumentos de investigación o recolección de datos

- *Pruebas de Susceptibilidad Antimicrobiana*

Método de Kirby bauer: consiste en la difusión de un agente antimicrobiano contenido en un disco, que se añadirá en una placa de agar Muller hinton sembrada previamente con las cepas identificadas como *S. aureus*. Posteriormente se incuba a 18 - 24 h, se mide el halo inhibición que rodea a cada disco. Se emplearon los puntos de corte según la CLSI, dónde se clasifica como: sensible, intermedio o resistente (15).

- *Identificación molecular (nuc A, fem B)*

Staphylococcus aureus se puede identificar por la PCR (reacción de la cadena polimerasa, mediante ella, podemos detectar genes: *nucA*, *coaA*, *femA* o *femB*, etc (15).

- *Identificación molecular (enterotoxinas blaZ)*

Extracción de ADN bacteriano: Se utilizará el método de lisis alcalina para cepas de *S. aureus*, que se realizará la extracción de ADN, en base a una investigación realizada por Andrade Carlos y Orellana Paola (16).

Identificación genotípica para la determinación de los genes de resistencia de *S. aureus*: La técnica de PCR punto final determina mediante biología molecular los genes *blaZ*, *mecA* y *vanA* que recopila la resistencia a penicilina, metilicina y vancomicina, respectivamente (16).

- *Programación en el equipo (termociclador)*

Es una técnica usada en biología molecular que ayuda en la síntesis in vitro de copias, mediante segmentos de amplificaciones de diversas hebras de ADN, además, esta ingeniosa metodología es una herramienta que evoluciona el análisis y la manipulación genética, este consiste en un bloqueo de resistencia eléctrica que, por medio de, una temperatura que oscilan entre 4 °C a 96°C, distribuye homogéneamente en tiempos programados junto a una placa, que como resultado se obtiene la desnaturalización, hibridación y extensión de una molécula de ADN (17), en este caso se aplicó para *nucA*, *femB*, *mecA*, *blaZ*, *mecA*, *vanA*.

En la siguiente tabla 1 se muestra el protocolo para la amplificación de los genes *nucA*, *femB*, *blaZ*, *vanA*, *mecA* y los genes que codifican para enterotoxinas.

Tabla 1. Protocolo para la amplificación de los genes *nucA* y *femB*

Protocolo de amplificación de los genes <i>nucA</i> y <i>femB</i>		
Secuencia del iniciador 5' – 3'	Condición de amplificación	Amplicón resultante
<p><i>nucA</i></p> <p>Forward: GCGGATGGTGBTAGGGTT</p> <p>Reverse: AGCCAAGCCTTGACGAACTAAAGC</p>	<p>94°C 5 min</p> <p>10 ciclos:</p> <p>94°C 40 seg</p> <p>68°C 40 seg</p> <p>72°C 60 seg</p> <p>25 ciclos</p> <p>94°C 60 seg</p> <p>58°C 60 seg</p> <p>72°C 2 min</p> <p>Elongación final: 72°C 10 min</p>	270 pb
<p><i>femB</i></p> <p>Forward: TTACAGAGTAACTGTTACC</p> <p>Reverse: ATACAAATCCAGCACGCTCT</p>	<p>94°C 5 min</p> <p>35 ciclos:</p> <p>94°C 45 seg</p> <p>50°C 45 seg</p> <p>72°C 60 seg</p> <p>Elongación final: 72°C 5 min</p>	651 pb

Protocolo de amplificación de los genes *blaZ*, *mecA*, *vanA*.

Secuencia del iniciador 5' – 3'	Condición de amplificación	Amplicón resultante
<p><i>blaZ</i></p> <p>Forward: GTTGCGAACTCTTGAATAGG</p> <p>Reverse: GGAGAATAAGCAACTATATCATC</p>	<p>94°C 5 min</p> <p>34 ciclos:</p> <p>94°C 1 min</p> <p>54°C 1 min</p> <p>72°C 1 min</p> <p>Elongación final:</p> <p>72°C 10 min</p>	674 pb

Tabla 1. Protocolo para la amplificación de los genes *nucA* y *femB* (continuación)

<p><i>mecA</i></p> <p>Forward:GTAGAAATGACTGAACGTCCGATGA</p> <p>Reverse: CCAATTCACATTGTTTCGGTCTAA</p>	<p>94 °C. 5 min</p> <p>34 ciclos:</p> <p>94°C 1 min</p> <p>54°C 1 min</p> <p>72°C 1 min</p> <p>72°C 10 min</p>	<p>310 pb</p>
<p><i>vanA</i></p> <p>Forward: GGGAAAACGACAATTGC</p> <p>Reverse: GTACAATGCGGCCGTTA</p>	<p>94 ° C 2min</p> <p>30 ciclos de:</p> <p>94°C 1min</p> <p>54°C 1 min</p> <p>72°C 1 min</p> <p>72°C 10 min</p> <p>Elongación final:</p> <p>72°C 10 min</p>	<p>732 pb</p>
<p>Genes que codifican para enterotoxinas</p>		
<p>Sea (PCR)</p> <p>560 pb</p>	<p>F: GAAAAAAGTCTGAATTGCAGGGAACA</p> <p>R: CAAATAAATCGTAATTAACCGAAGGTTC</p>	
<p>Seb (PCR)</p> <p>404 pb</p>	<p>F: ATTCTATTAAGGACACTAAGTTAGGGA</p> <p>R: ATCCCGTTTCATAAGGCGAGT</p>	
<p>Sed (PCR)</p> <p>492 pb</p>	<p>F: GAATTAAGTAGTACCGCGTAAATAATATG</p> <p>R: GCTGTATTTTTCTCCTCCGAGAGT</p>	
<p>Sec (PCR)</p> <p>297 pb</p>	<p>F: GTAAAGTTACAGGTGGCAAAACTTG</p> <p>R: CATATCATACCAAAAAGTATTGCCGT</p>	
<p>See (PCR)</p> <p>482 pb</p>	<p>F: CAAAGAAATGCTTTAAGCAATCTTAGGC</p> <p>R: CACCTTACCGCCAAAGCTG</p>	

Resultados

En base a un estudio previo realizado en la ciudad de Cuenca de 60 muestras tomadas de queso fresco, se realizó la caracterización mediante técnicas microbiológicas, en la cual se obtuvo 8 muestras positivas procedentes de tres diferentes mercados de la ciudad, como se describe en la siguiente figura 1.

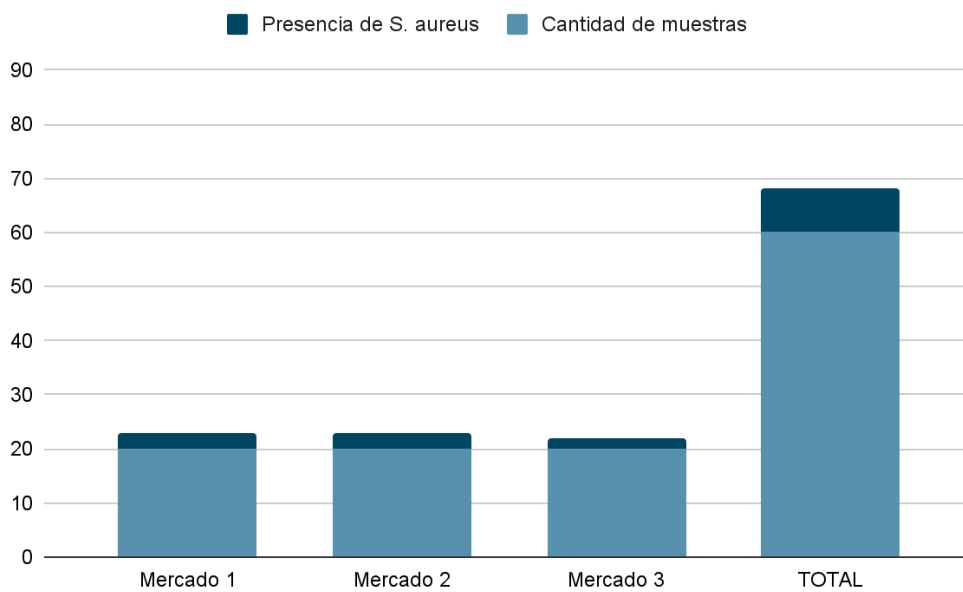


Figura 1. Total, de muestras tomadas en los diferentes mercados de la ciudad de Cuenca Ecuador y las muestras positivas de *S. aureus*.

Por consiguiente, en el presente análisis se realizó estudios de confirmación de los genes *nucA*, *femB* mediante la reacción en cadena de la polimerasa, con lo que se evidenció la presencia de 2 muestras positivas para *nucA* y 3 muestras positivas para *femB*, como se observa en la figura 2 y figura 3, respectivamente.



Figura 2. Corrida electroforética para la detección del gen *nucA* amplificado por PCR, visualizado por electroforesis en gel de agarosa. **Nota:** El fenotipo *nucA* (amplicón resultante 270 pb) en cepas de *S. aureus* aisladas de quesos frescos de distintos mercados, realizados mediante la PCR.

Carril de corrida: primero: escalera, segundo: control positivo, tercero: control negativo, cuarto: muestras 1,3,4,5,6-7 negativas para el gen *nucA*, quinto: muestras 2-8 positivas para gen *nucA* y finalmente, termina con una escalera.



Figura 3. Corrida electroforética para la detección del gen *femB* amplificado por PCR, visualizado por electroforesis en gel de agarosa. **Nota:** El fenotipo *femB* (amplicón resultante 651 pb) en cepas de *S. aureus* aisladas de quesos frescos de distintos mercados, realizados mediante la PCR.

Carril de corrida: primero: escalera de longitud molecular, segundo: control positivo, tercero: control negativo, cuarto: muestras 1,3,4,5-7 negativas para el gen *femB*, quinto: muestras 2,6-8 positivas para gen *femB* y finalmente, termina con una escalera de longitud molecular.

Una vez identificados los genes *nucA* y *femB*, se procedió a realizar la prueba de susceptibilidad donde se utilizó el método de difusión de disco o Kirby-Bauer. El ensayo de resistencia/sensibilidad se realizó con los discos de Cefoxitina, Penicilina, Clindamicina, Eritromicina, la interpretación de los resultados se realizó según especificaciones de CLSI (2021). Según el perfil de susceptibilidad frente a los antimicrobianos testados se puede reportar la siguiente tabla 2.

Tabla 2. Susceptibilidad antibacteriana mediante disco de difusión en cepas de *Staphylococcus aureus*, aisladas de muestras de queso fresco, en los principales mercados de Cuenca-Ecuador en el periodo de 2023

Muestra	FOX	P	DA	E	D test
1	S	R	S	S	(-)
2	S	R	S	S	(-)
3	S	R	S	S	(-)
4	S	S	S	S	(-)
5	S	S	S	S	(-)
6	S	R	S	S	(-)
7	S	S	S	S	(-)
8	S	R	S	S	(-)

Leyenda: S: sensible; R: resistente; I: intermedia; FOX: cefoxitina; P: penicilina; DA: clindamicina; E: eritromicina.

Sin embargo, se puede observar una resistencia a penicilina en un 62,5% de las muestras tomadas y un 100% de sensibilidad a clindamicina, eritromicina y cefoxitina siendo subrogante para meticilina y oxacilina, de igual forma para clindamicina y eritromicina conllevando al D test negativo.

Por otro lado, se amplifica el gen *blaZ* mediante la PCR (reacción de la cadena polimerasa), que nos conlleva a confirmar la resistencia a la penicilina.

- *blaZ*

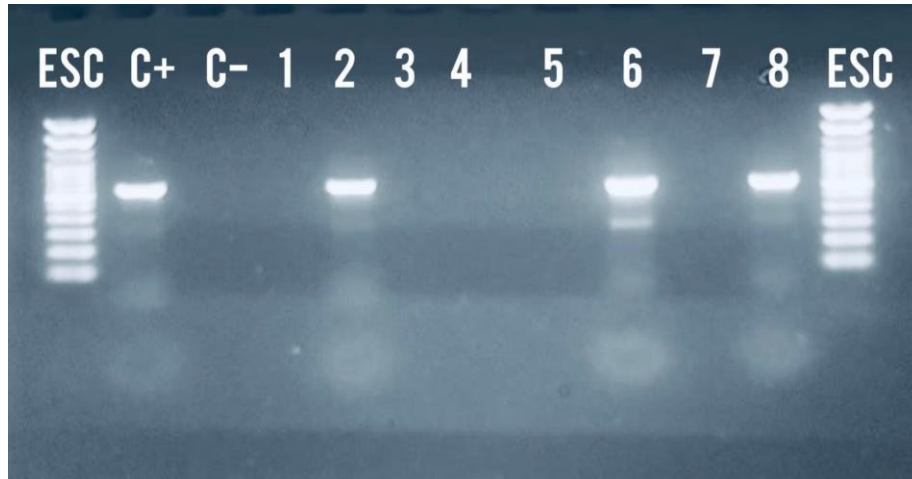


Figura 4. Corrida electroforética para la detección del gen *blaZ* amplificado por PCR, visualizado por electroforesis en gel de agarosa.

Nota: El gen *blaZ* (amplicón resultante 674 pb) en cepas de *S. aureus* aisladas de quesos frescos de distintos mercados, realizados mediante la PCR.

Carril de corrida: primero: escalera, segundo: control positivo, tercero: control negativo, cuarto: muestras 1,3,4,5-7 negativas para el gen *blaZ*, quinto: muestras 2,6-8 positivas para gen *blaZ* y finalmente, termina con una escalera.

Tabla 3. Resultados de los genes de resistencia *mecA* y *vanA* codificados negativo, mediante la corrida electroforética dada por la *taq* polimerasa

Gen	Resultados
<i>mecA</i>	Negativo
<i>vanA</i>	Negativo

Leyenda: *mecA*: negativo; *vanA*: negativo

Tabla 4. Resultados de Enterotoxinas codificadas por PCR negativos, realizados por corridas electroforéticas

GEN	Resultados
<i>sea</i>	Negativo
<i>seb</i>	Negativo

Tabla 4. Resultados de Enterotoxinas codificadas por PCR negativos, realizados por corridas electroforéticas (continuación)

GEN	Resultados
<i>Sec</i>	Negativo
<i>sed</i>	Negativo
<i>see</i>	Negativo

Discusión

En el presente estudio se realizó un análisis de quesos frescos expendidos en la ciudad de Cuenca- Ecuador, con el fin de determinar la existencia de *Staphylococcus aureus*, mediante los métodos moleculares se analizó y confirmó mediante la amplificación de los genes de *nuca*, *femB*.

Por consiguiente, las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana son uno de los métodos mayormente utilizados en el ámbito microbiológico que tiene como fin la determinación de la resistencia de varios microorganismos a los diferentes antibióticos. En este caso *Staphylococcus aureus*, dando como resultado que el 62.5% de las muestras presentaron resistencia a penicilina y un 100% de susceptibilidad en clindamicina, eritromicina y cefoxitina.

En contraste con otro estudio de Perú, quienes demuestran que el 64.29% de cepas aisladas de 45 muestras de quesos fueron positivas para *S. aureus*, con una resistencia a penicilina en 6 cepas (33.3%) (18). Por consiguiente, este estudio, contrasta con el nuestro ya que, en Cuenca-Ecuador se encontró una resistencia también a penicilina con el 62.5%. Sin embargo (19), reportan que, 12 muestras analizadas identificaron positivas para *S. aureus*, con un porcentaje alto (76%) de cepas sensibles a casi todos los antibióticos probados como Clindamicina, Oxacilina, Ciprofloxacina, Gentamicina, Vancomicina, Rifampicina y mientras que con un 20% resistente a Tetraciclina y Cloramfenicol y con un 4% de resistencia a Penicilina, Tetraciclina y Eritromicina.

Por otro lado según (20) nos indican que, 95 muestras aisladas de *S. aureus* el 51% no mostraron resistencia a ningún antibiótico y que sólo 49% mostraron resistencia a penicilina, siendo este el mayor porcentaje de resistencia, mientras que, oxacilina 21,1%, clindamicina 11,6%, eritromicina 6,3%, cefoxitina 4,3% y gentamicina 2,1% siendo esta en menor porcentaje de resistencia al antibiótico. Además, no demuestra que el gen de resistencia a antibióticos es *blaZ* con un 25,3%, lo que apoya a nuestro estudio, donde

demuestra la resistencia fenotípica para *S. aureus*, con el resultado del 62.5% resistente a penicilina, así como se identificó el gen de resistencia *blaZ*.

Según (21), quienes detectaron una frecuencia significativa de este microorganismo como lo es *Staphylococcus aureus*, obteniendo una resistencia a 2 antibióticos, siendo penicilina y ampicilina con una resistencia del 76,2% de las muestras, y una sensibilidad a gentamicina, amoxicilina, estreptomina y ácido nalidíxico con un 14%, esto apoya a nuestro estudio realizado, porque también obtenemos una resistencia a penicilina, lo que conlleva a detectar que este microorganismo es más resistente a betalactámicos.

Por otro lado según (22), en un estudio realizado observaron la existencia alta contaminación de la elaboración de diferentes quesos, donde encontraron la presencia del gen *mecA*, que demuestra que se trata de *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina (SARM). Sin embargo (23), nos dice que, en su estudio realizado, se obtiene una resistencia muy baja a meticilina, con un 18.1% es decir, 8/44 muestras analizadas fueron resistentes.

Conclusiones

- El perfil de resistencia de las cepas de *S. aureus* frente a penicilina P fue alto con un 62,5%, mientras que para cefoxitina FOX, clindamicina DA, eritromicina E, fueron 100% sensible, por ende, el D test también fue negativo, con esto confirmamos que las cepas de *S. aureus* presentes en los quesos frescos de los mercados municipales de Cuenca-Ecuador no presentan mecanismos de resistencia relevantes.
- Por otro lado, con lo antes mencionado podemos decir que la resistencia a penicilina en todas las muestras analizadas es mediada por el gen *blaZ* ya que este es el determinante principal de la resistencia al antibiótico.
- En cuanto a enterotoxinas la evidencia presentada nos lleva a concluir que en este análisis no hubo la presencia de estas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Declaración de contribución de los autores

Autor 1 y 2: Procesamiento de muestras, aplicación de técnicas microbiológicas y moleculares, análisis microbiológico.

Autor 3: Revisión de los procesos de microbiología y biología molecular, análisis de resultados.

Referencias Bibliográficas

1. Luis González Martínez M, Bárbara N, Castellanos H, Betancour EC, Hernández YH, Medina Mauri R, et al. Antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus aureus* in workers at a pediatric hospital [Internet]. Medigraphic.com. [citado el 31 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/pinar/rcm-2018/rcm183c.pdf>
2. Cheung GYC, Bae JS, Otto M. Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*. Virulence [Internet]. 2021;12(1):547–69. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/21505594.2021.1878688>
3. Merchán Nuri, Zurymar T Saira, Niño Leidy, Urbano Eliana. Determinación de la inocuidad microbiológica de quesos artesanales según las normas técnicas colombianas. Rev. chil. nutr. [Internet]. 2019 Jun [citado 2023 Mar 31]; 46(3): 288-294. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182019000300288&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000300288>.
4. Organización Mundial de la Salud. Un informe pone de relieve el aumento de la resistencia a los antibióticos en infecciones bacterianas que afectan al ser humano y la necesidad de mejorar los datos al respecto. [citado el 31 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/09-12-2022-report-signals-increasing-resistance-to-antibiotics-in-bacterial-infections-in-humans-and-need-para-mejores-datos>
5. Rodríguez Julian Arístides Ramón, Marin Mendez Mayelin, Minier Pouyou Laidelbis, Rizo Arredondo Ilia, Fuentes Gómez Yayma. Vigilancia epidemiológica de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos en la provincia de Santiago de Cuba. MEDISAN [Internet]. 2022 Feb [citado 2023 Mar 31]; 26(1): 47-59. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192022000100047&lng=es. Epub 31-Ene-2022.
6. Acuña-Rodríguez, Olga Yanet, Acuña-Rodríguez, Blanca Ofelia, Cobo-Mejía, Elisa Andrea, Pinzón-Camargo, Libia Carolina, Albesinano-Fernández, Luis Enrique. (2022). Producción láctea y quesera, municipio de Paipa en el contexto de la “seguridad alimentaria”. *Sociedad y Economía*, (47), e10211382. Epub November 10, 2022.<https://doi.org/10.25100/sye.v0i47.11382>
7. Castellano González MJ, Perozo-Mena AJ. Mecanismos de resistencia a antibióticos β -lactámicos en *Staphylococcus aureus*. Kasmara [Internet]. 2010

- [citado el 1 de abril de 2023];38(1):18–35. Disponible en:
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0075-52222010000100003
8. Garzón P, Martínez R, Molina M. Staphylococcus aureus: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular [Internet]. Org.co.: 02/05/2019 [citado el 1 de abril de 2023]. Disponible en:
<http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-25.pdf>
 9. Chaparro, S. Análisis del riesgo para un brote de eta ocasionado por una toxina de staphylococcus aureus en queso campesino. [Internet]. 2018. [citado: 2023, agosto] Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/24244>
 10. Zschöck M, El-Sayed A, Eissa N, Lämmler C, Castañeda-Vazquez H. Resistencia a penicilina G y oxacilina, de cepas de Staphylococcus aureus aisladas de mastitis bovina subclínica. Vet Mex [Internet]. 2011 [citado el 1 de abril de 2023];42(3):207–17. Disponible en:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922011000300002
 11. Vallejo Pazmiño GI, Andrade Tacuri CF, Orellana Bravo PP, Gerardo Ortiz J. Resistencia de cepas de Staphylococcus aureus aislados en ambientes nosocomiales. Revista Vive [Internet]. 2022 [citado el 1 de abril de 2023];5(13):22–34. Disponible en:
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2664-32432022000100022&script=sci_arttext
 12. Barreiro EDA, Tacuri CFA, Tejedor JGO. Genes de Enterotoxinas de Staphylococcus aureus en superficies nosocomiales [Internet]. Vol. 11, REDIELUZ. Zenodo; 2021 [citado el 1 de abril de 2023]. p. 65–72. Disponible en:
<https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/redieluz/article/view/37602>
 13. García J. Prevalencia de Staphylococcus aureus en manipuladores de alimentos en el área de producción (cocina caliente y fría, pastelería, carnes), de una empresa privada, tumbaco. [Quito]; 2018.
 14. Amado Cruz CK, Diaz Morales LV, Hernández AC, Fernández L, Mateus DS. Aplicación del análisis de riesgo a un caso de intoxicación alimentaria, ocasionada por enterotoxinas estafilocócicas en queso fresco, producido en la empresa lácteos Eloísa. 2018 [citado el 1 de abril de 2023]; Disponible en:
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/24271>

15. Patricio T, Izcahí M. Estudio bibliográfico sobre pruebas de susceptibilidad antimicrobiana de antibióticos libres y alojados en un acarreador tipo Bio-MOF. 2021 [citado el 1 de abril de 2023]; Disponible en: <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/26290>
16. Vista de Genes de Enterotoxinas de Staphylococcus aureus en superficies nosocomiales [Internet]. Produccioncientificaluz.org. [citado el 1 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/redieluz/article/view/37602/41262>.
17. Montes-Sánchez, J.M., Jiménez Fernández, Á.L., y Vicente Díaz, S. (2020). Algoritmos de modelado y calibración de un prototipo de termociclador para PCR. En La investigación de hoy, el futuro de mañana (pp. 171-175). Alcoy (Alicante): 3ciencias.
18. Yco BNA, Quiroz BST. Patrones de resistencia de Staphylococcus aureus aislados de quesos frescos procedentes del mercado Modelo en Chiclayo, 2019 – 2020 [Internet]. Edu.pe. 2022 [citado el 2 de agosto de 2023]. Disponible en: https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10250/Mio_Yco_y_Preciado_Quiroz.pdf?sequence=1&isAllowed=y
19. Nieves IPA, Roenes: Gale GJ. Staphylococcus aureus procedentes de quesos costeños de Valledupar; susceptibilidad a antibióticos y perfil plasmídico [Internet]. Org.co. Junio 2019 [citado el 2 de agosto de 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-06672019000100010&script=sci_arttext
20. Silva Abreu AC, Matos LG, da Silva Cândido TJ, Barboza GR, de Souza VVMA, Munive Nuñez KV, et al. Antimicrobial resistance of Staphylococcus spp. isolated from organic and conventional Minas Frescal cheese producers in São Paulo, Brazil. J Dairy Sci [Internet]. 2021;104(4):4012–22. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030221000886>
21. Escobar S, Albuja A, Jara H, Tene K, Ramírez J. View of Microbiological analysis and antimicrobial resistance of fresh cheese sold at the market, city of Riobamba [Internet]. Edu.ec. 2023 [citado el 2 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://perfiles.epoch.edu.ec/index.php/perfiles/article/view/223/180>
22. Segarra SMT, Cárdenas KEP. Vista de Staphylococcus aureus resistentes a meticilina en alimentos [Internet]. Revistavive.org. 13 de diciembre de 2021 [citado el 2 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://revistavive.org/index.php/revistavive/article/view/124/339>

23. Adame-Gómez R, Toribio-Jimenez J, Vences-Velazquez A, Rodríguez-Bataz E, Santiago Dionisio MC, Ramirez-Peralta A. Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus (MRSA) in Artisanal Cheeses in México. Int J Microbiol [Internet]. 2018 [citado el 2 de agosto de 2023]; 2018:8760357. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/ijmicro/2018/8760357/>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Indexaciones

