




Perfil de resistencia antimicrobiana de *Staphylococcus Aureus* resistentes y sensibles a la meticilina en alimentos listos para su consumo en ventas callejeras de la ciudad de Cali


Antimicrobial resistance profile of methicillin-resistant and -susceptible *staphylococcus aureus* in ready-to-eat street foods in the city of Cali

Sierra Lucumí Luisa Fernanda¹, Chávez Vivas Mónica^{2*}, Puerta Diana Sofía², Estrada González Catalina⁴

¹Universidad Libre Seccional Cali, Facultad de Ciencias de la Salud, Programa Maestría en Epidemiología. Carrera 109 n.º 22 - 00, Tel: 311 3887906, Cali-Valle del Cauca. Colombia. ✉Correo electrónico: luisaf-sierrao@unilibre.edu.co;  <https://orcid.org/0009-0005-0363-0176>

²Universidad Libre Seccional Cali, Facultad de Ciencias de la Salud, Programa Medicina. Grupo de Investigación GIMMEIN. Carrera 109 n.º 22 - 00, Tel: 3217892158, Cali-Valle del Cauca. Colombia. ✉Correo electrónico: monica.chavezv@unilibre.edu.co;  <https://orcid.org/0000-0001-9996-3744>

³Universidad Libre Seccional Cali, Facultad de Ciencias de la Salud, Programa Medicina. Carrera 109 n.º 22 - 00, Tel: 317 3998129, Cali-Valle del Cauca. Colombia. ✉Correo electrónico: autor1@dominio.edu.co;  <https://orcid.org/0009-0004-5363-0716>

⁴Universidad Libre Seccional Cali, Facultad de Ciencias de la Salud, Programa Medicina. Grupo de Investigación ESCULAPIO –. dirección, Tel: 310 8914642, Cali-Valle del Cauca. Colombia. ✉Correo electrónico: catalina.estrada@unilibre.edu.co;  <https://orcid.org/0000-0002-8323-0973>

Recibido: junio 15 de 2025; Aprobado: noviembre 02 de 2025; Publicado: diciembre 15 de 2025

RESUMEN

Staphylococcus aureus, especialmente las cepas toxigénicas y resistentes a los antibióticos representan una amenaza para el desarrollo de enfermedades transmitidas por alimentos. El objetivo de este estudio fue caracterizar aislamientos de *S. aureus* obtenidos de alimentos listos para su consumo que se ofrecen en ventas callejeras. Se seleccionaron 119 aislamientos de *S. aureus* de 24 muestras de alimentos. La prueba de susceptibilidad a los antibióticos permitió establecer

160

Sierra Lucumí Luisa Fernanda¹, Chávez Vivas Mónica², Puerta Diana Sofía³, Estrada González Catalina⁴

los perfiles de resistencia y la detección de los genes *mecA*, *pvl*, *hgl* y *sae* se realizó por PCR. La asociación entre las variables se estableció mediante la prueba chi-cuadrado, empleando el paquete estadístico SPSS vs 26.0. La prevalencia de *S. aureus* en alimentos callejeros fue del 45,8%, especialmente en muestras obtenidas de chontaduro y arroz mixto. Las cepas fueron resistentes a oxacilina (23,5%), clindamicina (18,5%) y cefotaxima (29,4%), estos últimos fueron considerados SARM. El mayor número de estos aislamientos fueron detectados en chontaduro y mango. El gen *mecA* se detectó en el 88,6% de las cepas SARM. El 33,6% de las cepas fueron consideradas toxigénicas portadoras del gen *sea*. Este estudio demuestra la presencia significativa de aislamientos de *S. aureus* y SARM portadores de genes de enterotoxinas en alimentos listos para el consumo en ventas callejeras de Cali. Estas cepas representan un riesgo para la salud pública, especialmente en contextos de venta ambulante con manejo higiénico deficiente. Es fundamental implementar controles sanitarios estrictos y promover la educación en seguridad alimentaria para reducir la transmisión y brotes asociados a *S. aureus*.

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia Mónica Chávez Vivas-mail:
monica.chavezv@unilibre.edu.co



Palabras clave: *Staphylococcus aureus*, resistencia a antibióticos, enfermedades transmitidas por los alimentos, enterotoxina estafilocócica, *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina

ABSTRACT

Staphylococcus aureus, especially toxigenic and antibiotic-resistant strains, pose a threat to the development of

161

Sierra Lucumí Luisa Fernanda¹, Chávez Vivas Mónica², Puerta Diana Sofía³, Estrada González Catalina⁴

foodborne illnesses. The objective of this study was to characterize *S. aureus* isolates obtained from ready-to-eat foods sold at street vendors. A total of 119 *S. aureus* isolates were selected from 24 food samples. Antibiotic susceptibility testing established resistance profiles, and the *mecA*, *pvl*, *hgl*, and *sae* genes were detected by PCR. Associations between variables were established using the chi-square test, using the SPSS v26.0 statistical package. The prevalence of *S. aureus* in street foods was 45.8%, especially in samples obtained from peach palm and mixed rice. The strains were resistant to oxacillin (23.5%), clindamycin (18.5%), and cefotaxime (29.4%), the latter of which were considered MRSA. The largest number of these isolates were detected in peach palm and mango. The *mecA* gene was detected in 88.6% of the MRSA strains. 33.6% of the strains were considered toxigenic, carrying the sea gene. This study demonstrates the significant presence of *S. aureus* and MRSA isolates carrying enterotoxin genes in ready-to-eat foods in street sales in Cali. These strains pose a public health risk, especially in street vendor settings with poor hygiene practices. It is essential to implement strict sanitary controls and promote food safety education to reduce transmission and outbreaks associated with *S. aureus*.

Key words: *Staphylococcus aureus*, antibiotic resistance, foodborne illness, staphylococcal enterotoxin, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*,

INTRODUCCIÓN

Staphylococcus aureus es una bacteria que habita comúnmente la piel y membranas mucosas de humanos y animales. Esta bacteria causa infecciones diversas, tanto de origen comunitario como hospitalario, especialmente aquellas cepas resistentes a los antibióticos, particularmente, el *S. aureus* resistente a meticilina (SARM) (Tong *et al.*, 2015). La resistencia en estas cepas se encuentra mediada por el gen *mecA*, las cuales pueden adquirir simultáneamente genes de patogenicidad que las hacen desarrollar infecciones más agresivas (Touaitia *et al.*, 2025; Tong *et al.*, 2015).

La problemática se intensifica con el reporte de cepas SARM en los productos alimenticios (Puah *et al.*, 2016; Rodríguez-Lazaro *et al.*, 2017). La literatura señala que aquellos alimentos con alto contenido de proteínas y bajos niveles de acidez son especialmente propensos a la contaminación por *S. aureus*. Esto incluye carnes, productos lácteos, platos preparados y alimentos horneados. Por lo que, en la actualidad, *S. aureus* es considerado como uno de los principales agentes bacterianos que causan enfermedades transmitidas por

alimentos en humanos en todo el mundo (Paiva *et al.*, 2021; ASM, 2017).

Algunas cepas patógenas de esta bacteria producen toxinas enterotoxinas estafilocócicas muy resistentes, que una vez formadas en el alimento son extremadamente difíciles de eliminar. Estas toxinas son las responsables de la mayoría de las infecciones alimentarias estafilocócicas asociadas al consumo de alimentos contaminados (Pino Meléndez, *et al.*, 2024; Rola *et al.*, 2015). La ingestión de alimentos que contienen enterotoxinas estafilocócicas puede producir síntomas gastrointestinales agudos graves, como náuseas, vómitos, fiebre alta, dolor abdominal y diarrea (Pinheiro-Hubinger *et al.*, 2017).

La comercialización de alimentos en la vía pública representa un reto para la salud pública debido a las condiciones de manipulación. Se ha informado del consumo de alimentos listos para consumir contaminados con *S. aureus* en varios países desarrollados, incluidos Estados Unidos (Rodríguez-Lazaro *et al.*, 2017)

países de la Unión europea (Morar *et al.*, 2021) y China (Yang *et al.*, 2016). En los países en desarrollo como Colombia, los problemas de inocuidad de los alimentos están relacionadas con el empleo de métodos tradicionales para comercializar productos frescos y gran proporción de alimentos listos para el consumo se vende en las calles (INS, 2011), se ha evidenciado que existen: *"factores críticos asociados a la implementación de sistemas de calidad como HACCP en la industria de alimentos y bebidas, los cuales influyen directamente en la seguridad del consumidor final"* (Niño-Apolinar & Alzate-Ibáñez, 2022). Esta situación es particularmente alarmante en ventas callejeras, donde se ha reportado que *"el control sanitario y la inocuidad en establecimientos de comidas rápidas a*

menudo no cumplen con los estándares mínimos requeridos, incrementando el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos" (Saltaren-García & Rivera-Barrero, 2024).

La prevención de las intoxicaciones alimentarias por *S. aureus* implica prácticas adecuadas de higiene alimentaria y manipulación segura de alimentos. Esto incluye el lavado frecuente de manos, la cocción adecuada de alimentos, la refrigeración oportuna de alimentos perecederos y la limpieza regular de equipos y superficies. El objetivo de este estudio es caracterizar fenotípica y molecularmente aislamientos de *S. aureus*, resistente a los antibióticos obtenidos de alimentos en ventas callejeras listos para su consumo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio de tipo descriptivo observacional fueron analizados 24 muestras de alimentos listos para consumir de (chontaduro, maní salado, perro caliente, empanadas, helado artesanal, coco en trozos, mango en tiras, empanada, limonada, papa aborrajada, papas fritas en bolsa, plátanos fritos en bolsa, cocada, queso

cuajado, arepa asada, piña en rodaja, arroz mixto, ensalada de frutas, postre de leche, refresco de avena y pastel) recolectados de ventas callejeras en ocho comunas de la ciudad de Cali durante los meses de enero a mayo del 2024 (figura 1).

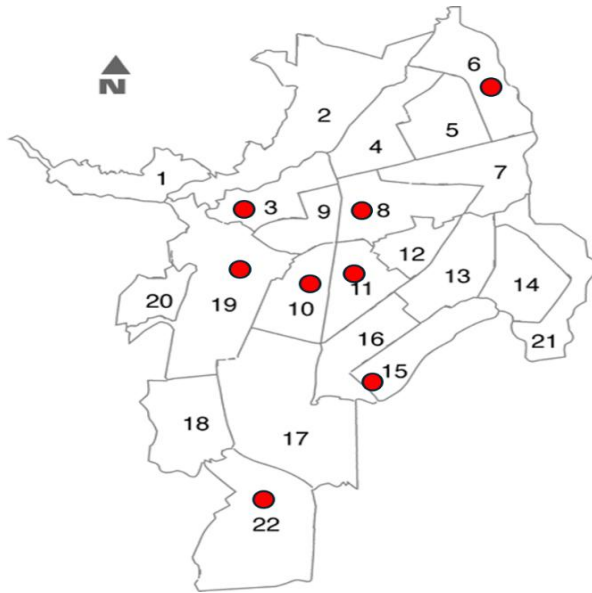


Figura 1. Sitio de muestreo. Comunas de Cali de donde se recolectó las muestras de alimentos.

Recolección de la muestra. Se tomó 50g o 50ml de cada alimento y se colocó en contenedores estériles con hielo para ser transportado al laboratorio y procesado en dos horas posteriores a su recolección. Todas las muestras fueron examinadas en el laboratorio de la Universidad Libre Seccional Cali, el mismo día de la recolección.

Recuento bacteriano. Se diluyeron porciones de alimento que pesaban 10 g (o 10 ml) a 1:10 con 90 ml de solución salina tamponada con fosfato (Oxoid Dulbecco, Basingstoke, Inglaterra). Los recuentos de *S. aureus* se realizaron utilizando agar Salino

manitol rojo de fenol (HiMedia Laboratories, USA). Después de una incubación a 37°C por 24 horas, se seleccionaron y contaron diluciones con 30 a 300 colonias. El número de unidades formadoras de colonias por g (UFC/g) de alimento se calculó multiplicando el número de bacterias por la dilución.

Aislados bacterianos y condiciones de cultivo. Los aislados bacterianos se obtuvieron por cultivo de las muestras en agar salino manitol rojo de fenol (HiMedia Laboratories, USA), incubadas por 24-48 horas a 37°C. La identificación de *S. aureus* se efectuó por la fermentación del manitol (coloración amarilla del medio). Las colonias identificadas como probables aislados de *S. aureus* se confirmaron observando la presencia de cocos Gram positivos en racimos, a partir de un extendido directo con tinción de Gram y con la prueba de coagulasa (positiva para *S. aureus*). El *S. aureus* se diferenció del estafilococo coagulasa negativo con el empleo de la prueba de la dnasa.

Prueba de Susceptibilidad a los Antibióticos. La prueba de susceptibilidad a los antibióticos se desarrolló empleando el método de difusión en disco en placas de

agar Mueller Hinton (Scharlau Chemie S.A) con la calibración del inóculo basado en el estándar Mc-Farland de acuerdo con los parámetros establecidos por la CLSI (2023).

Los antibióticos incluidos en la prueba de susceptibilidad estaban contenidos en los sensidiscos (Oxoid Dulbecco, Basingstoke, Inglaterra) y correspondieron a: Oxacilina (OXA, 1 µg), Cefoxitina (FOX, 30 µg), Gentamicina (GEN, 10 µg), Ciprofloxacina (CIP, 5 µg), Eritromicina (ERI, 15 µg), Clindamicina (CLI, 2 µg), Trimetoprima-Sulfametoxazol (SXT, 1,25/23,75 µg), Tetraciclina (TET, 30 µg), Imipenem (IMP, 30 µg), Vancomicina (VAN, 30 µg), Penicilina (PEN, 10U) (27). La cepa ATCCC de *S. aureus* fue empleada como control de calidad para verificar la acción de los sensidiscos.

La resistente a meticilina en los aislados de *S. aureus* se basó en la evaluación de sensibilidad a cefoxitina. La información de los resultados de susceptibilidad antimicrobiana se clasificó como sensibles, sensibilidad intermedia o resistente. Los aislamientos reportados como SARM fueron confirmados por el crecimiento en CHROMagar™ MRSA (Becton Dickinson

GmbH, Germany) con una coloración malva considerada positiva para SARM.

Técnicas Genético-Moleculares.

Aislamiento y extracción de ADN. El sedimento de células de un cultivo de toda la noche (1,5 ml) en caldo Luria-Bertani (LB) fue sometido a la extracción del ADN bacteriano por tratamiento con buffer de extracción conteniendo 10 mg/ml de lisozima y proteinasa K 1 mg/ml.

Detección de los genes *mecA*, *pvl*, *hlg* y *sae*. Para establecer a nivel molecular la resistencia a meticilina, se amplificó el gen *mecA*, empleando los cebadores MR1, y MR2. Los determinantes de patogenicidad se detectaron amplificando los genes que codifican para el factor de virulencia de Pantón-Valentine Leucocidina (*pvl*) y la γ -hemolisina (*hgl*). La detección del gen que codifica para la enterotoxina estafilocócica A (*sea*) se llevó a cabo con los cebadores *hlg*-1, y *hlg*-2.

Las reacciones de PCR se realizaron en un volumen de 50 µl de una mezcla de reacción compuesta por MgCl₂ 25 mM, 200 µM de los cuatro dNTP's (Promega, Madison, WI, USA), 0,5U de Taq DNA polimerasa

(Invitrogen®), 10pmol de cada cebador y 5µl de solución de ADN. Además, se utilizaron 50 µl de mezcla de reacción de PCR sin ADN templado como control del sistema. Las condiciones de amplificación fueron: 95 °C 5 min; 30 ciclos de 95 °C por 30 s, 56 °C (68°C para el gen *sae*) por 30 s y 72 °C por 30 s; y un paso de extensión final a 72 °C durante 10 min. Los productos de amplificación fueron visualizados después de la separación en el gel de agarosa al 2%, teñido con Syber Green bajo luz ultravioleta. Como control positivo de amplificación por PCR se tomó una cantidad de ADN similar de la cepa *S. aureus* ATCC 49775. Como control negativo de las reacciones se tomaron las mezclas de reacción sin ADN y una cantidad de ADN similar de la cepa ATCC 25922 de *Escherichia coli*. Todas las reacciones de PCR se realizaron en un termociclador GeneAmp PCR system 2400 (Perkin-Elmer Instruments®, Norwalk, Conn.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio de tipo descriptivo observacional fueron analizados 24 muestras de alimentos provenientes de ventas callejeras en ocho Comunas de la Ciudad de Cali. El recuento de

Análisis estadístico de los resultados. La unidad de análisis fue el aislado bacteriano del cual se registró las características microbiológicas y moleculares. La variable microbiológica correspondió al grado de sensibilidad o resistencia a cada antibiótico y las variables moleculares correspondieron a la presencia de bandas amplificadas específicas para los genes *mecA*, *pvl*, *hgl* y *sae*. La asociación entre las variables y grupos establecidos (tipo de muestra de alimento, comuna) con el fenotipo de la bacteria fue determinada por análisis estadístico mediante la prueba exacta de Fisher o Chi-cuadrado. La significancia estadística fue asignada para valores de $p < 0,05$ considerando un nivel de confianza del 95% (alfa) y un error (beta) de 5%. Los análisis estadísticos se realizaron empleando el paquete estadístico SPSS vs 26.0 (Chicago, Inc).

Staphylococcus sp, se determinó en un rango entre $2 \times 10^2 + 1,172$ a $5,4 \times 10^6 + 2,220$ UFC/g. en las once muestras contaminadas por la bacteria (Coco, chontaduro, perro caliente, mango, empanada, maní, piña,

arroz Mixto, refresco de avena, pastel de ojaladre y postre de leche).

Según la Resolución No. 1407 de 2022 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, los alimentos contaminados con *Staphylococcus sp*, no son aptos para el consumo cuando el recuento se estima por encima del nivel satisfactorio/aceptable de $<10^2$ UFC/g en los alimentos preparados y listos para el consumo. De acuerdo a este parámetro se estima un nivel aceptable ($2 \times 10^2 \pm 1,172$ UFC/g) para las muestras de alimentos como coco, chontaduro, perro caliente, mango, empanada, maní, piña, refresco de avena y postre de leche que se ofrecieron en expendios callejeros de las comunas: 3, 8, 11, 15, 19 y 22. Sin embargo, el recuento fue superior al límite aceptable en las muestras de arroz Mixto y pastel de ojaladre ($5,4 \times 10^6 \pm 2,220$ UFC/g). Los resultados obtenidos sobre la presencia de *S. aureus* en las ventas callejeras de Cali guardan estrecha relación con estudios realizados en otras ciudades del país, Castillo-Luquez *et al.* (2023) demostraron que la evaluación constante de las condiciones higiénico-sanitarias en servicios de alimentación es vital para prevenir brotes epidemiológicos. Asimismo, la calidad del

agua utilizada en estos puestos es un factor de riesgo; "se ha documentado que fuentes de agua no convencionales pueden presentar una calidad microbiológica deficiente que compromete la inocuidad del producto final (Peña-Rivera *et al.*, 2023).

Una revisión sistemática que incluyó estudios que analizaron la calidad bacteriana en alimentos seleccionados de ventas callejeras como muestras de prueba (carne molida frita local, pescado asado, carne de res y pollo a la parrilla, huevos fritos, entre otros) en diferentes estados de Nigeria, encontró que el recuento promedio de *Staphylococcus sp*, en estos alimentos estuvo entre 10^1 UFC/g y 10^7 UFC/g (Odetokun *et al.*, 2023). En muestras de quesos frescos producidos en la Zona Sur de Costa Rica se determinó un recuento promedio de *S. aureus* de $2,8 \times 10^5$ UFC/g (Alvarado *et al.*, 2011).

En este estudio los aislamientos de *S. aureus* se determinaron en el 45,8% (11/24) de las muestras de alimentos, la mayoría de ellos fueron encontrados en muestras de chontaduro (28,6%) y en arroz mixto (19,3%) que se comercializaron en las comunas 8 (26,9%) y 10 (21,8%).

En concordancia a este resultado, en un estudio realizado a partir de alimentos listos para el consumo muestreados en Argelia, se detectó a *S. aureus* en el 23,2 % de las muestras, con una alta prevalencia en alimentos a base de carne y pescado (38,2 %), seguidos de alimentos de origen vegetal (22,2 %), cereales (17,6 %), bollería (16,3 %) y diversos alimentos (a base de leche y huevo) (5,0 %) (Mekhloufi *et al.*, 2021). Así mismo, en alimentos callejeros que se ofrecieron en diferentes ciudades de Etiopía, se determinó a *S. aureus* en el 43,4% de los casos (Moges *et al.*, 2025).

Estos resultados demuestran que la presencia de *Staphylococcus sp.*, especialmente, *S. aureus* en este tipo de alimentos serían potenciales causantes de enfermedades transmitidas por alimentos, como lo demostró Lima *et al.*, (2013) en su estudio, quienes señalaron que el *S. aureus* fue la principal causa de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos, consumidos en ventas callejeras en el Sur de Brasil. Los autores encontraron que el almacenamiento de los alimentos a temperatura ambiente durante más de 2 horas y el uso de materias primas sin

inspección fueron los principales factores causales de estos brotes.

Por otro lado, se evaluó la presencia de bacterias resistentes a los antibióticos mediante la prueba de sensibilidad realizada a diez antibióticos como se muestra en la tabla 1. Los aislamientos de *S. aureus* fueron resistentes con más frecuencia a penicilina (24,4%), oxacilina (23,5%), clindamicina (18,5%), trimetoprima/sulfametazol (14,3%) y eritromicina (11,8%), el mayor número de aislados resistentes se detectó en muestras de chontaduro (31,4%) y de mango (17,1%) (tabla 2).

Otros estudios también reportan la presencia de cepas resistentes en alimentos listos para el consumo, como es el caso del estudio realizado en alimentos que se ofrecieron en diferentes mercados en Argelia donde se informó de cepas de *S. aureus* con resistencia a penicilina, ofloxacina, eritromicina, lincomicina, tetraciclina, kanamicina, oxacilina y cefoxitina (Mekhloufi *et al.*, 2021). Del mismo modo, el estudio realizado en quesos ofrecidos en mercados de Costa Rica, reportó cepas resistentes a ampicilina, penicilina y oxacilina con una frecuencia mayor del 15% (Alvarado *et al.*,

2011). En alimentos listos para el consumo que fueron analizados en ventas callejeras de Camerún, la resistencia a la penicilina (93,06%) fue la más alta, seguida de la amoxicilina (91,67%) y la eritromicina (79,17%) (Njukeng, 2023).

En este estudio se encontró que la resistencia a cefotaxima fue significativa entre los aislamientos de *S. aureus* ($p < 0,05$).

Estos aislamientos fueron considerados SARM y representaron el 29,4% (35/119) de los aislamientos analizados. Los aislamientos SARM presentaron resistencia significativa a penicilina y oxacilina con 71,4%, c/u, clindamicina (48,6%) y trimetoprima/sulfametazol (37,1%) ($p < 0,05$) (tabal 1). El resto de aislamientos fueron considerados sensibles a meticilina (SASM) (70,6%; 84/119).

Tabla 1. Perfil de resistencia antimicrobiana de los aislamientos de *Staphylococcus aureus* (n=119)

Atipo de Aislamiento bacteriano	antibiótico									
	OXA n (%)	CTX n (%)	PEN n (%)	VAN n (%)	GEN n (%)	CLI n (%)	SXT n (%)	TET n (%)	ERI n (%)	IMP n (%)
SARM	25* (71,4)	35* (100)	25* (71,4)	-	1 (2,8)	17* (48,6)	13* (37,1)	3 (8,6)	2 (5,7)	-
SASM	3 (3,6)	-	4 (4,8)	-	-	5 (5,9)	4 (4,8)	7 (8,3)	12 (14,3)	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	28 (23,5)	35 (29,4)	29 (24,4)	3 (2,5)	1 (0,8)	22 (18,5)	17 (14,3)	10 (8,4)	14 (11,8)	-

Oxacilina (OXA), Cefotaxima (CTX), Penicilina (PEN), Vancomicina (VAN), Gentamicina (GEN), Clindamicina (CLI), Trimetoprima-Sulfametoxazol (SXT), Tetraciclina (TET), Eritromicina (ERI), Imipenem (IMP). * Prueba exacta de Fisher $p < 0,05$

Tabla 2. Prevalencia de los aislamientos de SARM (n=35) y SASM (n=84) entre las fuentes de alimento y el sitio de muestreo.

Tipo de alimento	SARM n (%)	SASM n (%)	<i>S. aureus</i> n (%)
Fuente de alimento*			
Coco	3 (8,6)	5 (5,9)	8 (6,7)
Chontaduro	11 (31,4)	23 (27,4)	34 (28,6)
Perro caliente	5 (14,3)	3 (3,6)	8 (6,7)
Mango	6 (17,1)	1 (1,2)	7 (5,9)
Empanada	5 (14,3)	3 (3,6)	8 (6,7)
Maní	4 (11,4)	-	4 (3,4)
Piña	-	1 (1,2)	1 (0,8)
Arroz Mixto	1 (2,8)	22 (26,2)	23 (19,3)
Avena	-	1 (1,2)	1 (0,8)
Pastel	-	13 (15,5)	13 (10,9)
Postre	-	12 (14,3)	12 (10,1)
Comuna*			
3	-	1 (1,2)	1 (0,8)
6	1 (2,8)	22 (26,2)	23 (19,3)
8	11 (31,4)	21 (25)	32 (26,9)
10	-	26 (30,9)	26 (21,8)
15	9 (25,7)	6 (7,1)	15 (12,6)
19	10 (28,6)	6 (7,1)	16 (13,4)
22	4 (11,4)	2 (2,3)	6 (5)
Total	35	84	119

SARM: *S. aureus* resistente a meticilina, SASM: *S. aureus* sensible a meticilina, * $p < 0,05$

Los aislamientos SARM fueron más prevalentes en ventas callejeras de la comuna 8 (31,4%), especialmente en muestras de chontaduro (31,4%) como se muestra en la tabla 2. En contraste, los resultados de otros estudios revelan prevalencias de aislamientos SARM más bajas, como es el caso de alimentos analizados en los Estados Unidos con un 3% de aislamientos SARM reportados (Rodríguez-Lazaro et al., 2017).

En alimentos listos para el consumo recolectados en diversos mercados en Argelia se reportó un 8,3% de prevalencia (Mekhloufi et al., 2021), en alimentos listos para el consumo (carne de cerdo, pollo y pato cocido, platos fríos de verduras en salsa, fideos fríos y arroz frito/sushi) en mercados minoristas de China, se reportó un 10,1% de prevalencia (Yang et al., 2016) y en alimentos ofrecidos en puestos de comida callejera de Camerún (ensalada de frutas,

carne asada, pastel, arroz hervido, pan y estofado de carne) la prevalencia fue del 5,6% (Njukeng, 2023).

Sin embargo, el estudio que evaluó la prevalencia de SARM en alimentos que se ofrecen en mercados de España, determinó una prevalencia variable que va desde el 11,7% en muestras de pescado y mariscos hasta de un 28,2% en alimentos de origen vegetal (González-Machado et al., 2024), acercándose a los resultados obtenidos en este estudio.

Entre los aislamientos SARM, el marcador clave de la resistencia a meticilina es la adquisición del gen *mecA*. En este estudio, se detectó que el 88,6% (31/35) eran portadores del gen *mecA* (figura 2, tabla 4). Aunque existen estudios que reportan la presencia de este gen en todos los aislamientos SARM analizados (Njukeng et al., 2023; Rodríguez-Lazaro et al., 2017), en concordancia con los resultados de este estudio, existen reportes en los que no todos los aislamientos de SARM presentan el gen *mecA*. En este sentido, el análisis realizado entre los aislamientos SARM obtenidos de alimentos listos para consumir que se ofrecieron en mercados de China, determinó

que el 85% eran portadores del gen *mecA* (Yang et al., 2016) así mismo, entre los aislamientos SARM presentes en los productos cárnicos procesados que se venden en establecimientos minoristas de India se reportó que el 76,1% de ellos eran portador de los genes *mecA* o *mecC* (Savariraj et al., 2018).

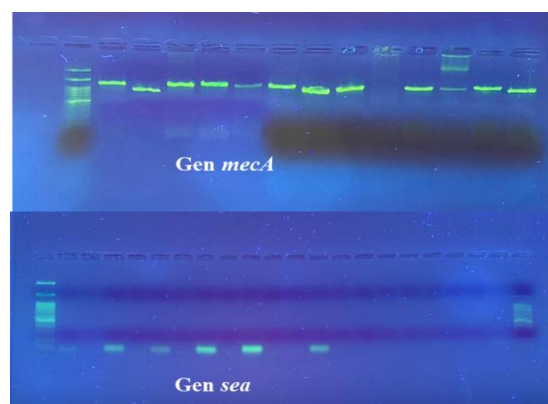


Figura 2. Genes *mecA* y *sae* amplificados por PCR a partir de los aislamientos de *S. aureus* obtenidos de las muestras de alimentos.

Otro aspecto importante la constituye la presencia de cepas de *S. aureus* productoras de toxinas. En países de Latinoamérica y del Caribe, los brotes alimentarios por *Staphylococcus spp.* ocupan los primeros lugares y se relacionan habitualmente con el consumo de pasteles, ensalada de papas con mayonesa casera, preparaciones con queso, porciones de

carne, dulces y otros tipos de alimentos preparados como sándwiches, arroz mixto y arroz de mariscos (Gonzalez et al., 2023; Lima et al., 2013; Johler et al., 2013). Se ha planteado que estos brotes se ven favorecido por cepas toxigénicas portadoras de enterotoxinas estafilocócicas preformadas (SE), que son resistentes a condiciones desnaturalizantes, como el pH bajo, la temperatura baja o muy alta, así como a la digestión por enzimas proteolíticas, permaneciendo intactas en los alimentos (Johler et al., 2013). Estos aislamientos son portadoras del gen *se*, que codifica por 5 tipos de enterotoxinas (SEA, SEB, SEC, SED y SEE), siendo el más común, el gen *sea* (SEA) comúnmente reportada en intoxicaciones alimentarias de todo el mundo (Pinheiro-Hubinger et al., 2017). Un estudio previo que incluyó varias ciudades de Colombia reportó la presencia de cepas enterotoxigénicas de *S. aureus* en alimentos preparados que se ofrecieron en ventas callejeras (González et al., 2019), pero a estas cepas no se les realizó detección de genes *se*.

En este estudio, el 33,6% (40/119) de los aislamientos de *S. aureus* fueron portadores del gen *sea* (que codifica para la enterotoxina

A), lo que indica que estas cepas son toxigénicas, 23,5% de ellos, se detectó en los aislamientos SASM (28/119) y 10,1% en los aislamientos SARM (12/119) (figura 2).

En países desarrollados se reportan presencia de cepas toxigénicas transportando el gen *sea*. En Japón, aunque el número de casos de intoxicación alimentaria por *S. aureus* viene en descenso, debido al empleo de políticas públicas estrictas tendientes a mejorar la higiene personal, de las instalaciones y del equipo que se emplea en las ventas callejeras, aún se reportan incidentes de brotes por intoxicación alimentaria ocasionadas principalmente por el clon 81 subtipo 1 (CC81), que es el principal linaje de *S. aureus* que circula en el Lejano Oriente asiático transportando la enterotoxina A (Sato'o et al., 2017).

La presencia de aislamientos con resistencia simultánea a varios antibióticos intensifica esta problemática. El estudio realizado en Costa Rica en cepas de *S. aureus* que habían sido obtenidas de muestras de quesos reveló que el 27% de ellas presentaban resistencia a más de un antibiótico (Alvarado et al., 2011). En este

estudio, el resultado de la prueba de sensibilidad a los antibióticos permitió establecer 5 perfiles de sensibilidad que fueron denominados antibiotipos (ATB) (tabla 3). El ATB1 agrupó los aislamientos sensibles a todos los antibióticos y fueron considerados silvestres. En este grupo se encontró el 73,9% en los aislamientos SASM (62/84). También se denota al ABT2 que agrupó al 17,9% (20/119) de aislamientos con resistencia a un solo antibiótico. Mientras que los aislamientos ubicados en el ATB3 y ATB4 se caracterizaron por presentar resistencia simultánea a dos y tres antibióticos respectivamente. El ATB5 estuvo representado por aislamientos de *S. aureus* con resistencia a más de tres antibióticos. Aquí se agrupó de forma significativa el 65,7% de los aislamientos SARM ($p=0,018$). En el ABT5, se encontraron ocho aislamientos que presentaron resistencia simultánea a más de tres clases de antibióticos, por lo que fueron considerados cepas multirresistentes a drogas (MDR) de acuerdo a la definición de Magiorakos et al., (2012). Todos los aislamientos MDR estuvieron presentes en cepas SARM.

La presencia de cepas MDR han sido reportadas en diferentes estudios, en Buea, Camerún, se considera a los alimentos listos para el consumo como vehículos frecuentes de cepas de *S. aureus*-MDRs, siendo, los alimentos de venta callejera reservorios potenciales y focos de transmisión de cepas resistentes en los entornos urbanos (Njukeng et al., 2023).

En alimentos confiscados en las fronteras de los Estados Unidos, el 69% de las cepas *S. aureus* se clasificaron como MDR (Rodríguez-Lazaro et al., 2017). En alimentos de mercado locales de Polonia contaminados con *S. aureus*, el 35,4% fueron SARM-MDR (Chajęcka-Wierzchowska et al., 2014), y en alimentos de ventas callejeras de Argelia se encontró un 16,7% de cepas SARM-MDR (Mekhloufi et al., 2021). En este estudio, todos los aislamientos fueron evaluados con cebadores específicos para amplificar los genes que codifican por los factores de virulencia, *pvl* y *hgl*, ninguno de ellos fueron portadores de estos genes, lo que indica que los aislamientos de *S. aureus* que contaminaron los alimentos que se ofrecieron en las ventas callejeras no son cepas patógenas. Sin embargo, algunos

aislamientos fueron considerados toxigénicos por transportar el gen *sea*, el mayor número de ellos se determinó en aislamientos SARM, especialmente provenientes de muestras de arroz mixto (37,1%; 13/40). En el caso de los aislamientos SARM toxigénicos, el mayor número se obtuvo en muestras de mango (11,4%; 4/40) (tabla 4). En las muestras de mango, también se determinó el mayor número de SARM-MDR en forma significativa (17,1%, 6/35) ($p < 0,01$) (tabla 4).

Estos resultados están en concordancia con los reportes epidemiológicos que establecen la importancia de *S. aureus* como agente patógeno en intoxicaciones alimentarias a nivel mundial, siendo responsable de

múltiples brotes debido a que son cepas toxigénicas y con resistencia antimicrobiana (Rola *et al.*, 2015; Puañ *et al.*, 2016; Rodríguez-Lazaro *et al.*, 2017; Morar *et al.*, 2021). Por lo tanto, la integración de medidas de vigilancia microbiológica, la educación y el control higiénico en la cadena de alimentos listos para consumo es indispensable para mitigar esta problemática. Una limitación de este estudio fue el bajo número de muestras analizadas (24 muestras). Es posible que algunas muestras estuvieran contaminadas con un bajo número de bacterias que no se pudieron detectar mediante cultivo directo. Además, el hecho de que nuestras muestras no se enriquecieran antes del cultivo podría dar lugar a resultados falsos negativos.

Tabla 3. Distribución de los antibiogramas obtenidos entre los aislamientos bacterianos.

ATB	SARMN (%)	SASM n (%)	<i>Staphylococcus aureus</i> n (%)	Perfil de sensibilidad	Perfil de resistencia
1	-	62 (73,8)	62 (52,1)	OXA, CTX, PEN, VAN, GEN, CLI, SXT, TET, ERI, IMP	-
2	4 (11,4)	15 (17,9)	20 (16,8)	OXA, PEN, VAN, GEN, SXT, ERI	CLI/CTX,/TET/IMP
3	5 (14,2)	4 (4,8)	9 (7,6)	VAN, GEN, IMP	CTX, PEN/ CTX, SXT/ TET, OXA/ TET, ERI/ TET, CLI
4	3 (8,6)	1 (1,2)	4 (3,4)	GEN, SXT, TET, IMP	PEN, VAN, CLI/ OXA,CTX, PEN/ OXA,CTX, ERI
5	23 (65,7)*	1 (1,2)	24 (20,2)	GEN, IMP	OXA,CTX,PEN, CLI/OXA,CTX, PEN, SXT/ OXA,CTX,PEN, VAN/OXA,CTX, PEN,TET,ERI/
Total	35	84	119		

ATB: Antibiograma, ATB1: aislamientos tipo silvestres, ATB2: resistencia a un sólo antibiótico, ATB 3: resistencia simultánea a dos antibióticos, ATB4: resistencia simultánea a tres antibióticos, ATB5 resistencia simultánea a más de tres antibióticos. SARM: *S. aureus* resistente a metilina, SASM: *S. aureus* sensible a metilina, * $p < 0,05$

Tabla 4. Distribución de los aislamientos de *S. aureus* resistente a meticilina (SARM, n=35) y *S. aureus* sensible a meticilina (SASM, n=84) en las diferentes fuentes de alimentos según la multiresistencia y la presencia de los genes *mecA* y *sea*

Fuente de alimento	Aislamiento bacteriano	MDR n (%)	<i>mecA</i> n (%)	<i>Sea</i> n (%)
Coco	SARM	-	2 (5,7)	-
	SASM	-	-	2 (2,4)
Chontaduro	SARM	-	10 (28,6)*	3 (2,5)
	SASM	-	-	8 (9,5)
Perro caliente	SARM	1(2,9)	4 (11,4)	2 (5,7)
	SASM	-	-	-
Mango	SARM	6 (17,1)	6 (17,1)	4 (11,4)
	SASM	-	-	-
Empanada	SARM	1 (2,9)	4 (11,4)	2 (5,7)
	SASM	-	-	1 (1,2)
Maní	SARM	-	4 (11,4)	-
	SASM	-	-	-
Piña	SARM	-	-	-
	SASM	-	-	-
Arroz Mixto	SARM	-	1 (2,9)	1 (2,9)
	SASM	-	-	13 (37,1)
Avena	SARM	-	-	-
	SASM	-	-	-
Pastel	SARM	-	-	-
	SASM	-	-	4 (4,8)
Postre	SARM	-	-	-
	SASM	-	-	-
total		8	31	40

MDR: Multiresistencia a drogas, ATB: Antibiotipo, sea: Enterotoxina estafilocócica A., * Prueba exacta de Fisher $p < 0,05$

CONCLUSIONES

La detección de *S. aureus* en casi el 50% de las muestras analizadas, evidencia una preocupante contaminación microbiológica en alimentos listos para el consumo en Cali, especialmente en productos como chontaduro y arroz mixto, lo que sugiere un riesgo potencial para la salud pública.

Se identificaron aislamientos con resistencia a múltiples antibióticos, siendo la resistencia

a cefotaxima la más común. La detección de cepas SARM y MDR en alimentos callejeros destaca la necesidad urgente de intervenciones regulatorias por parte de las entidades distritales encargadas de la prevención, el control y la vigilancia sanitaria en estos establecimientos.

La presencia del gen *sea* en el 33,6% de los aislamientos indica un riesgo potencial de

intoxicación alimentaria por enterotoxinas estafilocócicas, lo cual agrava la amenaza de brotes transmitidos por alimentos contaminados.

Los resultados revelaron diferencias significativas entre comunas y tipos de alimentos, lo que sugiere que factores locales (prácticas de higiene, tipo de alimento, condiciones ambientales) influyen

en la presencia de *S. aureus* y sus características de resistencia.

Este estudio demuestra la necesidad de fortalecer los programas de inspección, capacitación y regulación sanitaria sobre alimentos de venta informal, así como la implementación de vigilancia microbiológica rutinaria para reducir el riesgo de diseminación de cepas patógenas resistentes.

DECLARACIÓN DE AUTORES

Autor principal: primer autor, es quien lleva a cabo la investigación, redacta y gestiona la comunicación con los coautores.

Autor correspondencia: se encarga de la correspondencia con la revista, y gestiona

comunicación con los coautores y el editor de la revista.

Coautores: contribuyen al trabajo en el manuscrito colaborando con el autor principal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado, V. H., Mora, M., Arias, M. L., Rojas, N., & Chaves, C. (2011). Resistencia antimicrobiana de cepas de *Staphylococcus aureus*, Costa Rica. Revista Costarricense de Salud Pública, 20(2),102-106. Recuperado en 18 de marzo de 2026, de <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=>

[sci_arttext&pid=S1409-14292011000200006&lng=es&tlng=](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292011000200006&lng=es&tlng=)

American Society for Microbiology. (2017). Antibiotic-resistant bacteria in ready-to-eat foods. ScienceDaily. ScienceDaily, www.sciencedaily.com/releases/2017/06/170605121333.htm

- Castillo-Luquez, G., León-Peña, M., Filott-Tamará, M., & García-Toscano, Y. (2023). Evaluación de condiciones higiénico-sanitarias en el servicio de alimentación de un centro educativo en la ciudad de Barranquilla en el periodo 2010-2022. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 21(2), 124–137. <https://doi.org/10.24054/limentech.v21i2.2662>
- Chajęcka-Wierzchowska, W., Zadernowska, A., Nalepa, B., Sierpińska, M., & Laniewska-Trokenheim, L. (2014). Retail ready-to-eat food as a potential vehicle for *Staphylococcus* spp. harboring antibiotic resistance genes. *Journal of Food Protection*, 77(6), 993-8. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-13-466>
- Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI) (2023). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing, 33rd ed. CLSI supplement M100. Wayne, PA, USA.
- González, J; Hernandez, L. B; Tabera, A; Bustamante, A. V; Sanso, A. M. (2023). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and coagulase-negative *Staphylococcus* from school dining rooms in Argentina; Mary Ann Liebert; *Foodborne Pathogens And Disease*, 19-10-2023; 1-8. <http://dx.doi.org/10.1089/fpd.2023.0071>
- González, M. C., Ruiz, M. A., & López, J.P. (2019). Evaluación de riesgos de *Staphylococcus aureus* enterotoxigénico en alimentos preparados no industriales en Colombia. *Revista Salud Pública*, 21(1), 50–58.
- González-Machado, C., Alonso-Calleja, C., & Capita, R. (2024). Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in Different Food Groups and Drinking Water. *Foods*, 13(17), 2686. <https://doi.org/10.3390/foods13172686>
- Instituto Nacional de Salud INS. (2011). Evaluación de riesgos de *Staphylococcus aureus* enterotoxigénico en alimentos preparados no industriales en Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. Bogotá. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/List/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/Er-staphylococcus.pdf>

- Johler, S., Tichaczek-Dischinger, P. S., Rau, J., Sihto, H. M., Lehner, A., Adam, M., & Stephan, R. (2013). Outbreak of Staphylococcal food poisoning due to SEA-producing *Staphylococcus aureus*. *Foodborne Pathogens and Disease*, 10(9),777-81.
<https://doi.org/10.1089/fpd.2013.15>
- Lima, G. C., Loiko, M. R., Casarin, L. S., & Tondo, E. C. (2013). Assessing the epidemiological data of *Staphylococcus aureus* food poisoning occurred in the State of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *The Brazilian Journal of Microbiology*, 44(3), 759-63.
<https://doi.org/10.1590/S1517-83822013005000063>
- Magiorakos, A. P., Srinivasan, A., Carey, R. B., Carmeli, Y., Falagas, M. E., Giske, C. G, et al. (2012). Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clinical Microbiology and Infection*, 18(3), 268-81.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x>
- Mekhloufi, O.A., Chieffi, D., Hammoudi, A., Bensefia, S.A., Fanelli, F., & Fusco, V. (2021). Prevalence, Enterotoxigenic Potential and Antimicrobial Resistance of *Staphylococcus aureus* and Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) Isolated from Algerian Ready to Eat Foods. *Toxins*, 13, 835.
<https://doi.org/10.3390/toxins13120835>
- Ministerio De Salud y Protección Social. Resolución No.1407. 05 de agosto de 2022.
<https://www.minsalud.gov.co/Normatividad/Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%201407%20de%202022.pdf>
- Moges M, Rodland EK, & Ambelu A. (2025). Health risk assessment of *Staphylococcus aureus* and Salmonella from the consumption of street foods in Ethiopia. *BMC Infectious Diseases*, 25, 576. <https://doi.org/10.1186/s12879-025-10977-5>
- Morar, A., Ban-Cucerzan, A., Herman, V., Tîrziu, E., & Sallam, K. I., Abd-Elghany, S. M., Imre, K. (2021). Multidrug Resistant Coagulase-Positive *Staphylococcus aureus* and Their Enterotoxins Detection in Traditional Cheeses Marketed in Banat

- Region, Romania. *Antibiotics* (Basel), 10(12), 1458. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10121458>
- Niño-Apolinar, A. M., & Alzate-Ibáñez, A. M. (2022). Factores críticos asociados a la implementación de un sistema HACCP en la industria de alimentos y bebidas en Colombia. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 20(1), 45–65. <https://doi.org/10.24054/limentech.v20i1.1470>
- Njukeng, A. P. (2023). Ready-to-Eat Foods: A Potential Vehicle for the Spread of Coagulase-Positive *Staphylococci* and Antimicrobial-Resistant *Staphylococcus aureus* in Buea Municipality, South West Cameroon. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, 2023, 9735319. <https://doi.org/10.1155/2023/9735319>
- Odetokun, I. A., Adetona, M. A., Ade-Yusuf, R. O., Oluwafunmibi Adewoye, A., Ahmed, A. N., Ghali-Mohammed, I, et al. (2023). *Staphylococcus aureus* contamination of animal-derived foods in Nigeria: A systematic review, 2002 - 2022. *Food Safety and Risk*, 10, 6. <https://doi.org/10.1186/s40550-023-00106-y>
- Paiva, W., Souza-Neto, F. E., Brasil-Oliveira, L. L., Lima Bandeira, M. G., de Souza Paiva, E., de Lima Batista, A. C. (2021). *Staphylococcus aureus*: a threat to food safety. *Research, Society and Development*, 10(14), e372101422186. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.22186>
- Peña-Rivera, M. P., Smith-Martínez, L. M., Carmona-Hernández, Y. D. C., & Franco-Anaya, P. A. (2023). Calidad microbiológica y condiciones sanitarias de almacenamiento del agua de lluvia recolectada: desde techos de viviendas para consumo humano en San Cayetano, Bolívar. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 21(3, Suplemento Especial), 5–20. <https://doi.org/10.24054/limentech.v21i3.2725>
- Pinheiro-Hubinger, L., Brito, C., Oliveira, A., Faccioli-Martins, P., Pereira, V., & Ribeiro de Souza da Cunha, M. (2015). *Staphylococcus epidermidis* and

- Staphylococcus haemolyticus*: Molecular Detection of Cytotoxin and Enterotoxin Genes. *Toxins*, 7, 3688-3699. <https://doi.org/10.3390/toxins7093688>
- Pino Meléndez, V. E., Cobos Mora, F. J., Troya Guerrero, G., & Reyes Villón, H. (2024). Avances en la evaluación de microorganismos como agentes biocontroladores de patógenos causantes de enfermedades en el cultivo de arroz. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 9(1), 27–35. <https://doi.org/10.24054/cyta.v9i1.2955>
- Puah, S. M., Chua, K. H., & Tan, J. A. (2016). Virulence Factors and Antibiotic Susceptibility of *Staphylococcus aureus* Isolates in Ready-to-Eat Foods: Detection of *S. aureus* Contamination and a High Prevalence of Virulence Genes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 3(2), 99. <https://doi.org/10.3390/ijerph13020199>
- Rodríguez-Lazaro, D., Oniciuc, E. A., Garcia, P. G., & Gallego, G. (2017). Detection and characterization of *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *S. aureus* in foods confiscated in EU borders. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1344. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01344>
- Rola, J. G., Korpysa-Dzirba, W., Czubkowska, A., & Osek, J. (2015). Prevalence of enterotoxin genes and antimicrobial resistance of coagulase-positive staphylococci recovered from raw cow milk. *The Journal of Dairy Science*, 98(7), 4273-4278. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9064>
- Saltaren-García, L., & Rivera-Barrero, C. A. (2024). Inocuidad y control sanitario en establecimientos de comidas rápidas de venta callejera de Ibagué, Colombia. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 22(1), 163–179. <https://doi.org/10.24054/limentech.v22i1.2829>
- Sato'o, Y., Hisatsune, J., Hirakawa, H., Ono, H., Omoe, K & Motoyuki, S. (2017). Complete Sequence of a *Staphylococcus aureus* Clonal Complex 81 Strain, the Dominant Lineage in Food Poisoning Outbreaks in Japan. *Genome Announcements*, 5, e00853-17. <https://doi.org/10.1128/genomea.00853-17>

- Savariraj, W. R., Ravindran, N. B., Kannan, P., Paramasivam, R., Senthilkumar, T. M. A., Kumarasamy, P, et al. (2018). Prevalence, antimicrobial susceptibility and virulence genes of *Staphylococcus aureus* isolated from pork meat in retail outlets in India. *Journal of Food Safety*, 39(1), e12589.
<https://doi.org/10.1111/jfs.12589>
- Tong, S. Y., Davis, J. S., Eichenberger, E., Holland, T. L., & Fowler, V. G Jr. (2015). *Staphylococcus aureus* infections: epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations, and management. *Clinical Microbiology Reviews*, 28(3), 603-61.
<https://doi.org/10.1128/cmr.00134-14>
- Touaitia, R., Mairi, A., Ibrahim, N. A., Basher, N. S., Idres, T., & Touati, A. (2025). *Staphylococcus aureus*: A Review of the Pathogenesis and Virulence Mechanisms. *Antibiotics*, 14(5), 470.
<https://doi.org/10.3390/antibiotics14050470>
- Yang, X., Zhang, J., Yu, S., Wu, Q., Guo, W., Huang, J., & Cai, S. (2016). Prevalence of *Staphylococcus aureus* and Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* in Retail Ready-to-Eat Foods in China. *Frontiers in Microbiology*, 7, 816.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00816>