



## *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina en alimentos

Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in food

*Staphylococcus aureus* resistente à meticilina nos alimentos

**Silvia Monserrath Torres Segarra**

storress@ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4094-5522>

**Karla Estefanía Pacheco Cárdenas**

karla.pacheco@ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9571-9389>

**Maestría en Diagnóstico de Laboratorio Clínico y Molecular  
de la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca-Ecuador**

Recibido 14 de mayo 2021 / Arbitrado y aceptado 08 de junio 2021 / Publicado 04 de septiembre 2021

### RESUMEN

*Staphylococcus aureus* es un microorganismo de importancia tanto a nivel hospitalario como en la comunidad; considerado parte de la microbiota normal en los humanos cuando existe condiciones apropiadas se comporta como oportunista, provoca infecciones leves hasta complicadas. Existen cepas de *S. aureus* multirresistentes a los antibióticos, debido a la adquisición por vía horizontal de genes de resistencia; entre ellas *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina (SARM), agentes etiológicos de infecciones graves relacionados directamente al consumo de alimentos contaminados. **Objetivo.** Analizar los posibles riesgos a los que se expone el ser humano al consumir alimentos contaminados por SARM, además de identificar los alimentos con mayor riesgo de contaminación y los factores que llevan a esta condición. **Metodología.** Mediante una revisión sistemática de estudios que indican la presencia de SARM en alimentos reportados en América latina. Las bases de datos consultadas: PubMed, SCOPUS, SCIELO y ProQuest mediante la declaración PRISMA. Se detectaron 30 estudios siendo elegibles 12. **Resultados.** En América Latina se observó en Brasil mayor evidencia de SARM, luego Colombia y Chile; en los estudios encontrados indican que los alimentos con frecuencia mayor de contaminación de alimentos son los lácteos y sus derivados; productos cárnicos. **Conclusiones.** Se evidencia la estrecha relación entre el agente causal de contaminación que es SARM en alimentos a nivel de América Latina. El producto que más impacto ha presentado es la leche y sus derivados, los cuales al ser productos muy consumibles la salud de la población está en riesgo por la acción de enterotoxinas.

**Palabras clave:** *Staphylococcus aureus*; Beta-lactamasas; Meticilina; Alimentos; contaminación

### ABSTRACT

*Staphylococcus aureus* is an important microorganism both at hospital and community level; considered part of the normal microbiota in humans when appropriate conditions exist, it behaves as an opportunist, causing mild to complicated infections. There are strains of *S. aureus* multiresistant to antibiotics, due to the horizontal acquisition of resistance genes, including methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), etiological agents of serious infections directly related to the consumption of contaminated food. **Objective.** To analyze the possible risks to which humans are exposed when consuming food contaminated by MRSA, in addition to identifying the foods with the highest risk of contamination and the factors that lead to this condition. **Methodology.** Through a systematic review of studies indicating the presence of MRSA in food reported in Latin America. Databases consulted: PubMed, SCOPUS, SCIELO and ProQuest through the PRISMA statement. Thirty studies were detected and 12 were eligible. **Results.** In Latin America, the greatest evidence of MRSA was observed in Brazil, followed by Colombia and Chile; the studies found indicate that the foods with the highest frequency of food contamination are dairy products and their derivatives; meat products. **Conclusions.** There is evidence of a close relationship between the causal agent of MRSA contamination in food in Latin America. The product that has had the greatest impact is milk and its derivatives, which, being highly consumable products, put the health of the population at risk due to the action of enterotoxins.

**Key words:** *Staphylococcus aureus*, beta-lactamases, methicillin, food, contamination

## RESUMO

*Staphylococcus aureus* é um microorganismo importante tanto a nível hospitalar como comunitário; considerado parte da microbiota normal em humanos quando existem condições apropriadas, comporta-se como oportunista, causando infecções leves a complicadas. Existem estirpes de *S. aureus* multiresistentes aos antibióticos, devido à aquisição horizontal de genes de resistência, incluindo *Staphylococcus aureus* resistente à metilina (MRSA), agentes etiológicos de infecções graves directamente relacionadas com o consumo de alimentos contaminados. **Objetivo.** Analisar os possíveis riscos a que os seres humanos estão expostos ao consumir alimentos contaminados por MRSA, para além de identificar os alimentos com maior risco de contaminação e os factores que levam a esta condição. **Metodologia.** Através de uma revisão sistemática de estudos que indicam a presença de MRSA nos alimentos reportados na América Latina. Bases de dados consultadas: PubMed, SCOPUS, SCIELO e ProQuest, utilizando a declaração PRISMA. Foram detectados trinta estudos, 12 dos quais eram elegíveis. **Resultados.** Na América Latina, a maior evidência de MRSA foi observada no Brasil, seguido pela Colômbia e Chile; os estudos encontrados indicam que os alimentos com maior frequência de contaminação de alimentos são produtos lácteos e seus derivados; produtos de carne. **Conclusões.** Há provas de uma relação estreita entre o agente causal da contaminação por MRSA nos alimentos na América Latina. O produto que tem tido maior impacto é o leite e seus derivados, que como são produtos altamente consumíveis, a saúde da população está em risco devido à acção das enterotoxinas.

**Palavras-chave:** *Staphylococcus aureus*; beta-lactamases; metilina; alimentos; contaminação

## INTRODUCCIÓN

El *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), es uno de los patógenos que más afección ha generado a los seres humanos fue descubierto en el año 1880 observada por vez primera por Alexander Ogston. Dicho microorganismo fue aislado a partir de una infección de herida quirúrgica, en donde se observó que era capaz de generar abscesos, hecho que se pudo notar cuando se inoculó a cobayos y ratones. Posteriormente, en 1882, se acuñó el término

Estafilococo para referirse al género y luego en el año 1884 Rosenbach dividió el género en las especies *S. aureus* y *S. albus*; poco tiempo después, se incorporó la especie *S. epidermis*, en base a los resultados obtenidos por Cowan al emplear la prueba de la coagulasa (1,2).

El *S. aureus* forma parte de la microbiota normal de la piel y mucosas, en especial la nasal, encontrándose entre el 20 – 30% de los individuos. Si su hábitat es alterado, se comporta como un patógeno oportunista. Esto se debe a que *S. aureus* posee un conjunto de factores de virulencia y la capacidad de adquirir resistencia a la mayoría de los antibióticos. De hecho, la aparición de nuevos clones multi-resistentes es cada vez más frecuente, no solo a nivel intrahospitalario, sino a nivel comunitario (1-4).

Las cepas de *Staphylococcus aureus* resistente a la metilina (SARM), son consideradas como patógenos de relevancia epidemiológica y clínica, debido a su estrecha relación con las Infecciones Asociadas a la Asistencia Sanitaria (IAAS). Es así, que este patógeno forma parte del grupo de microorganismo que generan graves enfermedades nosocomiales, debido en gran medida a la resistencia generada a la metilina e incluso a toda la familia de los  $\beta$ -lactámicos (4).

La metilina es un antibiótico sintético que pertenece al grupo de los  $\beta$ -lactámicos que se introdujo como un medicamento de elección para combatir las cepas de *S. aureus* resistentes a la penicilina, fenómeno asociado a la producción de una enzima  $\beta$ -lactamasa

codificada por el gen *blaZ*. (5). Los estafilococos presentan el cromosoma *mec* y en especial el gen *mecA* es el responsable de la resistencia a los  $\beta$ -lactámicos característica importante para la clasificación como SARM (6).

En la actualidad se establece que las cepas SARM no solamente son causantes de infecciones nosocomiales, sino que también se asocian a infecciones comunitarias. Las cepas SARM son capaces de colonizar órganos y tejidos en los animales de granja. En consecuencia pueden entrar en contacto con el ser humano ya sea de forma directa o indirecta a partir de sus derivados alimenticios (7).

La presencia de *S. aureus* en alimentos representa un problema latente, es así, que es un microorganismo indicador de contaminación, y la presencia de este se relaciona con la mala manipulación por parte de las personas que están en contacto directo con el proceso de la cadena productiva. Es decir, la falta de aplicación de buenas prácticas de manufactura especialmente en alimentos de consumo fresco como es el caso de los cárnicos, de los lácteos y sus derivados. Otro punto interesante resulta los lugares en donde se generan los productos, éstos espacios deben cumplir con protocolos y normativas que garanticen una adecuada producción (8).

El conocimiento de estas formas de infección es muy relevante para los profesionales de la salud que se ven involucrados en el control de estas infecciones o en las investigaciones que se llevan a cabo sobre nuevas formas de contagio de las cepas SARM. Entre otras

cosas, este conocimiento permitiría relacionar consecuencias a futuro las cuales se deriven de la ingesta de dichos alimentos contaminados. Por ello se busca dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿Pueden estas cepas SARM considerarse únicamente como causantes de infecciones zoonóticas? Si no es así, ¿Pueden en algún momento pasar al hombre por medio del consumo de los alimentos contaminados? ¿Es importante comunicar a las entidades de salud sobre los alimentos que presenten SARM y que sean de consumo frecuente en el país?

Existen diversas publicaciones relacionadas con el problema de salud que involucran la presencia de SARM como, las infecciones asociadas y la diversidad de los reservorios, generando mayor importancia por la elevada prevalencia en los animales de granja prioritariamente en caballos, pollos y vacas (4).

Con respecto a las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), se relaciona con las infecciones causadas por *S. aureus*, productores de enterotoxina estafilocócica, la cual genera sintomatología de intoxicación típica de un proceso gastroentérico, relacionada íntimamente con la incorrecta manipulación de los diferentes alimentos por parte del personal (9). Existe relación de la contaminación con SARM en alimentos, ya que se inicia desde la calidad de vida de los animales de ordeño, en especial cuando padecen de mastitis por lo que se considera como punto de inicio la contaminación de los productos lácteos; sumado la incorrecta aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura tanto en

los procesos de obtención de la materia prima como en el personal que trabaja dentro de la planta procesadora (8).

Por ello el objetivo de este estudio es analizar los posibles riesgos a los que se expone el ser humano al consumir alimentos contaminados por SARM, además de identificar los alimentos con mayor riesgo de contaminación y los factores que llevan a esta condición.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática de estudios asociados a la presencia de *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina en alimentos reportados en América latina. Para la clasificación de las fuentes consultadas se empleó la declaración PRISMA, la búsqueda bibliográfica se efectuó en las bases de datos electrónicas PubMed, SCOPUS, SCIELO y ProQuest con los siguientes términos descriptores: *Staphylococcus aureus*, SARM, MRSA, Foodborne Diseases, Food Microbiology.

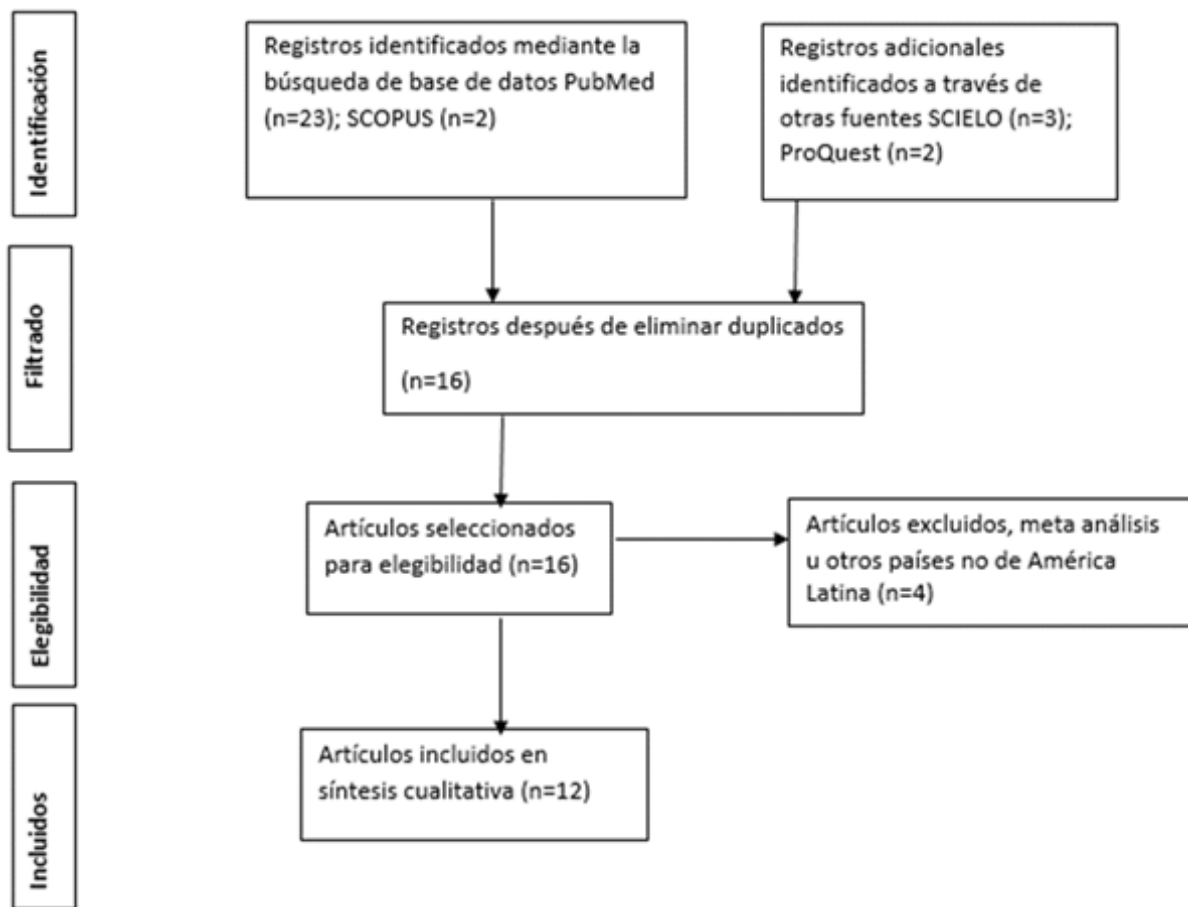
El periodo de recogida de artículos fue de 2000 al 2020 en los idiomas inglés, español y portugués. Para el desarrollo del presente estudio fueron consultados 30 estudios, de los cuales se eligieron 12/30. Fueron excluidos una totalidad de 18 estudios debido a duplicidad, en

caso de tratarse de estudios de meta-análisis o en su defecto estudios fuera de América Latina, ver Figura 1.

**Criterios de inclusión.** Artículos que se relacionen con la parte genética del *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina. Documentos que indiquen métodos de resistencia fenotípica. Artículos que impliquen la presencia de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina en alimentos.

**Criterios de exclusión:** Artículos científicos que no estén relacionados con el tema, o que no estén publicados en revistas de alto impacto, artículos que se repitan en las bases de datos. Documentos que no estén dentro del periodo considerado para la revisión.

**Estrategia de búsqueda.** Los términos de búsqueda que se emplearon fueron las siguientes palabras clave: *Staphylococcus aureus*, SARM, MRSA, "Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*", "Foodborne diseases" "Food Microbiology"; "Chicken meat", "Chickens", "Turkey meat", "Food Contamination", "Seafood", cárnicos, derivados lácteos, intoxicación alimentaria, patogenicidad, virulencia, "South america", "Latin America"; además, del empleo de los operadores booleanos "AND", "OR" y "NOT".



**Figura 1.** Flujograma de elegibilidad de los estudios relacionados con *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina en alimentos reportados en América latina.

## DESARROLLO Y DISCUSIÓN

El *S. aureus* constituye un agente etiológico frecuente de intoxicaciones alimentarias y se encuentra asociado a diversos alimentos. Las ETA se encuentran ampliamente extendidas y constituyen un problema de salud pública, tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo. SARM considerado como un patógeno oportunista; causa varias

infecciones tanto en humanos como en animales y una de sus características es la resistencia a los  $\beta$ -lactámicos.

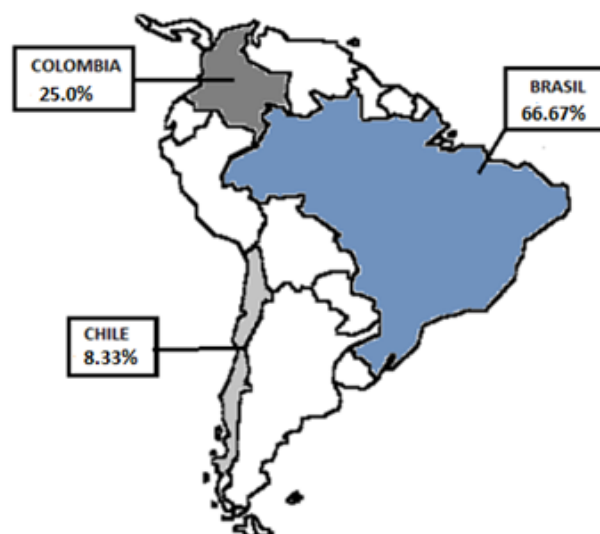
En la Tabla 1, se visualiza los estudios a nivel de América Latina, en donde se refleja la importancia del periodo de tiempo instaurado para la presente investigación que se contrasta con la gran cantidad y variedad de alimentos contaminados con SARM.

**Tabla 1.** Artículos elegibles con el año de publicación e indicadores higiénicos sanitarios.

País	Año	Indicadores higiénicos sanitarios
Brasil	2011	Queso
		Bento
		Sushi
Brasil	2011	Leche de búfalo fresca
Brasil	2014	Leche y productos lácteos
Brasil	2015	Carne cruda
		Alimentos varios preparados
Brasil	2015	Hamburguesas crudas
		Sánduches
Colombia	2015	Queso doble crema
Colombia	2016	Queso
Chile	2018	Carne de cerdo
Brasil	2019	Tilapia
Brasil	2019	Queso
Brasil	2020	Queso artesanal
Colombia	2020	Leche

La Figura 2 permite identificar que el país que cuenta con mayor cantidad de publicaciones asociadas a la temática es Brasil con 8 artículos que corresponde al 69.23%,

seguido de Colombia con 3 artículos 23.07% y finalmente Chile con un solo artículo que corresponde al 7.7%.

**Figura 2.** Distribución en porcentaje de acuerdo con los artículos encontrados a nivel de América Latina.

En la Tabla 2 se observa la elevada prevalencia del gen *mecA*, importante indicador para la identificación de SARM, el cual está asociado a la resistencia antimicrobiana

frente a todos los  $\beta$ -lactámicos, empleados comúnmente en la profilaxis clínica, lo cual genera inconvenientes en el área de salud.

**Tabla 2.** Datos identificados de los indicadores higiénicos sanitarios de alimentos de las fuentes consultadas.

País	Alimento	Gen y o enzima identificada	Prevalencia en el producto	Dato de interés
Brasil	Queso Bento Sushi	<i>mecA</i>	Queso 1% Bento 1% Sushi 3%	Gen <i>mecA</i> inactivo debido a la presencia de genes reguladores. Se considera a los alimentos como portadores del gen <i>mecA</i> .
Brasil	Leche de búfalo fresca	$\beta$ -lactamasa	83,0% de las cepas aisladas de <i>S. aureus</i>	Son productoras de $\beta$ -lactamasa, las cepas estudiadas, además se evaluaron la presencia de enterotoxinas
Brasil	Leche y productos lácteos	N/A	93,6% de las cepas de <i>S. aureus</i> albergaban perfiles variables de genes de enterotoxina estafilocócica	Riesgo alto de contaminación alimentaria
Brasil	Carne cruda. Alimentos varios preparada	<i>mecA</i>	<b>Carne cruda 28.1%</b> Carne de vacuno 23.3% Pollo 23.3% Cerdo 37.5% Pescado 30.0%  <b>Alimentos varios preparados 9.5%</b> Con pollo 5.6% Con cerdo 6.7% Con pescado 22.2%	De un total de 114 muestras tomadas de comida para ser preparada y distribuida en un hospital público; las 98 dieron como positivos para SARM
Brasil	Hamburguesas crudas Sánduches	N/A	Hamburguesas 32% Sánduches 8%	Identificación mediante pruebas de sensibilidad a los antibióticos
Colombia	Queso doble crema	<i>mecA</i>	Se detectó el 18.2% de cepas <i>S. aureus</i> identificadas, correspondiendo a una prevalencia del 9.0% en las muestras analizadas	Identificación mediante prueba PCR

País	Alimento	Gen y o enzima identificada	Prevalencia en el producto	Dato de interés
Colombia	Queso	mecA	Se caracterizaron 65 aislados de estafilococos coagulasa-positivos y el 18,5% de ellos eran SARM	Identificación mediante prueba PCR y sensibilidad a los antibióticos
Chile	Carne de cerdo	mecA	carne de cerdo 33,9%; carne al por menor no envasada 43,1%; carne al por menor envasada 5,3%	Identificación mediante prueba PCR y pruebas bioquímicas
Brasil	Tilapia	mecA	De 100 muestras las 12 resultan positivas	Identificación mediante prueba PCR
Brasil	Queso de cabra	$\beta$ -lactamasa	El 7.4% es decir 4 de 54 muestras eran resistentes a la oxacilina por lo tanto también resistente a metilina	No se detectó el gen mecA, pero si la producción de $\beta$ -lactamasa
Brasil	Queso artesanal	mecA	Se detectaron 16 aislados que contenían el gen mecA en muestras de queso no pasteurizado y de manipuladores de queso.	Identificación por PCR multiplex para confirmar la presencia de <i>S. aureus</i>
Colombia	Leche	mecA	El 27% de las cepas evaluadas se consideran como SARM	Presencia de gen blaZ, el cual es productor de $\beta$ -lactamasa

No aplica se considera como N/A; debido a que se trata de otra consideración para identificar a SARM.

En función a la revisión se evidencia que, a nivel de América Latina el país que más estudios ha realizado con respecto a SARM en los últimos años es Brasil, seguido de Colombia y Chile; en todos ellos se refleja que los alimentos con mayor contaminación son los lácteos y productos derivados como los quesos y la leche de ganado bovino.

Se evidencia que los alimentos con mayor grado de contaminación por *S. aureus* son la leche y sus derivados seguido de productos

cárnicos, sin embargo, la importancia radica en la amplia variedad de cepas productoras de resistencia a los antimicrobianos.

## Discusión

*Staphylococcus aureus*, es un patógeno que se encuentra fácilmente como agente causal de mastitis clínicas crónicas o recurrentes, lo que se concuerda con Guimaraes, F. et al. (10) quienes relacionan que obtener productos derivados de animales enfermos conlleva un



alto riesgo de contraer enfermedad, además se indica que son los responsables de generar enterotoxinas pirogénicas, las mismas que tienen la capacidad de generar el síndrome de choque tóxico las cuales están relacionadas con la intoxicación alimentaria (11,12), así como lo menciona Erdem, S. et al (13) en su investigación indica que identificó el gen que causa la producción de las enterotoxinas teniendo una frecuencia del 41.6% de las muestras analizadas.

El análisis de leche de búfalo, bajo normas de asepsia se tomaron muestras donde indican que 83% de las cepas de *S. aureus* presentaron resistencia ya que se han identificado como productoras de  $\beta$ -lactamasa (11,14). Además, en el análisis de quesos de cabra obtienen como resultado la hiperproducción de ésta enzima la cual está relacionada con el gen *blaZ*, sin embargo no se evidencia la presencia del gen *mecA* (15,16). relacionando con el estudio realizado por Alves, M. et al (17) en donde han analizado muestras de leche de animales con mastitis en donde no se logra evidenciar el gen *mecA*; pero en este estudio se investigó el perfil genotípico y clonal de SARM.

De la investigación realizada, se observó que existe contaminación alta a nivel de la elaboración de diferentes tipos de quesos como es el caso del artesanal donde se encontró la presencia del gen *mecA* (18,19) mediante el procedimiento de PCR indicando que se trata de SARM (20). En un estudio realizado por Herrera, FC et al, que determinaron la presencia de estafilococo coagulasa positivos en un 18.3% de las muestras. Lo relevante

del estudio es que indica una contaminación donde se sugiere que la fuente de ello es la humana a través de alimentos los cuales pueden contribuir a la diseminación mundial de clones SAMR adquiridos en la comunidad (21); lo mismo indican en el análisis realizado por Matyi, S. et al (22), en el cual mediante técnica PCR lograron identificar dos cepas de *S. aureus*, identificando el gen *mecA* el cual involucra la resistencia a la meticilina.

La contaminación por *S. aureus* se evidencia también en cárnicos; como indica los resultados generados en un año de investigación donde el 1.9% correspondía positivos para SARM, este estudio fue realizado por Ge, Bet al., detectando en carnes de venta al por menor (23); lo que relaciona con los artículos encontrados para la presente revisión donde en carne cruda se relaciona un 28.1% de vacuno, pollo un 23.3%; cerdo 37.5% y pescado un 30.0% (24). Además, se encontró otro estudio en el cual se encuentra tilapia contaminada con SARM, relacionando con los utensilios de cocina utilizados para el expendio del producto (19,25).

Costa et al., (24) encontró en varios alimentos preparados con los siguientes porcentajes 9.5% que se divide en alimentos con pollo como ingrediente en un 5.6%, con cerdo un 6.7% y con pescado un 22.2%; lo que se concuerda con la investigación en alimentos de comida rápida como hamburguesas y sánduches en donde se encontró la presencia de SARM (15). De igual manera, en un estudio realizado en Iowa se evidencia la frecuencia del aislamiento de SARM en general fue del 15.7% indicando que los cárnicos están

susceptibles a contaminación; para la carne de res indica el 100%, pavo 77.8%, pollo el 71.4% y el 58.3% para la carne de cerdo (26).

Se ha identificado la presencia de SARM en carne de cerdo, pero no se demostró la presencia del gen *mecA* este estudio se realizó en Chile (27). Sin embargo, Buyukcangaz E. et al., (28) en un estudio realizado indica que se detectó el gen *mecA* únicamente en la carne de cerdo pero lo que representa una baja prevalencia, ambos estudios utilizaron la técnica de PCR para la identificación específica del gen.

*S.aureus*, es un patógeno que coloniza la zona de la nasofaringe, mucosas y piel lo que relaciona de manera directa que los alimentos se contaminan al existir la falta de aplicación de las BPM por parte de los manipuladores, materia prima o en utensilios para la preparación y distribución de productos (8,9,29); lo que se confirma con los estudios realizados por Jiménez et al., (30) en donde se investigaron a manipuladores de pescado encontrando que en el 3% de portadores asintomáticos presentó SARM; determinando que la transmisión puede darse por contacto directo de las personas con los productos alimenticios, siempre que no se cumpla con vigilancia sanitaria (30).

Las ETA suceden a nivel mundial afectando a una gran cantidad de población lo que resulta preocupante para las entidades de control sanitario, debido a que se estima que miles de personas llegan a hospitalizarse por este tipo de afección llevando incluso a un diagnóstico erróneo (31). Lo que relaciona con

el uso indiscriminado de antibióticos cuando los animales tienen infección (21,32). Lo que se refuerza con lo expresado en la investigación realizada por Zendeja et al., (33) donde indica que las enfermedades infecciosas son causadas por la ingesta de toxinas de *S. aureus* los cuales causan un impacto grande en los individuos que la padecen.

En el transcurso del proceso de elaboración de la presente revisión sistemática, se encontró con algunos inconvenientes en cuanto a la falta de información a nivel de América Latina, lo que a su vez evidencia la falta de investigación en cuanto a la contaminación de alimentos por SARM, lo que de cierta manera es un llamado a los investigadores a desarrollar mayor interés en cuanto al tema.

Como sugerencia para futuras investigaciones se propone ampliar el rango de estudio considerando a todo el continente americano, para de esta manera ampliar la recopilación de artículos publicados y con ello la comparación referente a la contaminación de alimentos por *S. aureus*.

## CONCLUSIÓN

Se evidenció la estrecha relación entre los agentes causales de contaminación que en este caso es *S. aureus* resistentes a la meticilina en alimentos a nivel de América Latina, a pesar de no contar con información amplia que aborde la temática, se reflejó, que la presencia de SARM se incrementa debido a la manipulación inadecuada de la materia prima o durante su proceso de elaboración.

El alimento que más impacto ha presentado es la leche y productos derivados, mismos que al ser uno de los productos de mayor consumo pueden poner en riesgo la salud de la población e incrementando el impacto a nivel de la salud pública, debido a la acción de enterotoxinas las cuales han causado procesos gastroentéricos agudos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Harkins CP, Pichon B, Doumith M, Parkhill J, Westh H, Tomasz A, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* emerged long before the introduction of methicillin into clinical practice. *Genome Biol.* 20 de julio de 2017;18(1):130.
2. Pasachova Garzón J, Ramírez Martínez S, Muñoz Molina L, Pasachova Garzón J, Ramírez Martínez S, Muñoz Molina L. *Staphylococcus aureus*: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. *Nova.* diciembre de 2019;17(32):25-38.
3. Bastidas CA, Villacrés-Granda I, Navarrete D, Monsalve M, Coral-Almeida M, Cifuentes SG. Antibiotic susceptibility profile and prevalence of *mecA* and *lukS-PV/lukF-PV* genes in *Staphylococcus aureus* isolated from nasal and pharyngeal sources of medical students in Ecuador [Internet]. Vol. 12, *Infection and Drug Resistance.* Dove Press; 2019 [citado 21 de mayo de 2020]. p. 2553-60. Disponible en: <https://www.dovepress.com/antibiotic-susceptibility-profile-and-prevalence-of-meca-and-luks-pvlu-peer-reviewed-article-IDR>
4. Kale P, Dhawan B. The changing face of community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Indian J Med Microbiol.* septiembre de 2016;34(3):275-85.
5. Rodvold KA, McConeghy KW. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* therapy: past, present, and future. *Clin Infect Dis Off Publ Infect Dis Soc Am.* enero de 2014;58 Suppl 1:S20-27.
6. Lakhundi S, Zhang K. Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*: Molecular Characterization, Evolution, and Epidemiology. *Clin Microbiol Rev* [Internet]. 1 de octubre de 2018 [citado 22 de mayo de 2020];31(4). Disponible en: <https://cmr.asm.org/content/31/4/e00020-18>
7. Aires-de-Sousa M. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among animals: current overview. *Clin Microbiol Infect.* 1 de junio de 2017;23(6):373-80.
8. Figueroa G G, Navarrete W P, Caro C M, Troncoso H M, Faúndez Z G. Portación de *Staphylococcus aureus* enterotoxigénicos en manipuladores de alimentos. *Rev Médica Chile.* agosto de 2002;130(8):859-64.
9. Peña YP, Hernández ME, Castillo VL, López NA, Muñoz YP, Rodríguez PS. Resistencia antimicrobiana en cepas de estafilococos coagulasa positiva aisladas en alimentos y manipuladores. *Rev Cuba Aliment Nutr.* 28 de diciembre de 2015;25(2):245-60.
10. Guimarães FF, Manzi MP, Joaquim SF, Richini-Pereira VB, Langoni H. Short communication: Outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)-associated mastitis in a closed dairy herd. *J Dairy Sci.* 1 de enero de 2017;100(1):726-30.
11. Oliveira AAF, Pinheiro JW, Mota RA, Cunha MLRS, Lopes CAM, Rocha NS. Phenotype characterization of *Staphylococcus* species strains isolated from buffalo (*Bubalus bubalis*) milk. *J Vet Diagn Invest.* 1 de noviembre de 2011;23(6):1208-11.
12. Silveira-Filho VM, Luz IS, Campos APF, Silva WM, Barros MPS, Medeiros ES, et al. Antibiotic Resistance and Molecular Analysis of *Staphylococcus aureus* Isolated from Cow's Milk and Dairy Products in Northeast Brazil. *J Food Prot.* 1 de abril de 2014;77(4):583-91.

- 13.** Saka E, Terzi Gulel G. Detection of Enterotoxin Genes and Methicillin-Resistance in *Staphylococcus aureus* Isolated from Water Buffalo Milk and Dairy Products: Detection of enterotoxin genes.... J Food Sci. junio de 2018;83(6):1716-22.
- 14.** Castellano González MJ, Perozo-Mena AJ. Mecanismos de resistencia a antibióticos  $\beta$ -lactámicos en *Staphylococcus aureus*. Kasmera. junio de 2010;38(1):18-35.
- 15.** Haskell KJ, Schriever SR, Fonoimoana KD, Haws B, Hair BB, Wienclaw TM, et al. Antibiotic resistance is lower in *Staphylococcus aureus* isolated from antibiotic-free raw meat as compared to conventional raw meat. PLoS ONE [Internet]. 10 de diciembre de 2018 [citado 9 de junio de 2021];13(12). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6287829/>
- 16.** Short communication: High frequency of  $\beta$ -lactam-resistant *Staphylococcus aureus* in artisanal coalho cheese made from goat milk produced in northeastern Brazil - Journal of Dairy Science [Internet]. [citado 26 de febrero de 2021]. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(19\)30494-1/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(19)30494-1/fulltext)
- 17.** Alves M de FNF, Penna B, Pereira RFA, Geraldo RB, Folly E, Castro HC, et al. First report of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* harboring *mecC* gene in milk samples from cows with mastitis in southeastern Brazil. Braz J Microbiol. diciembre de 2020;51(4):2175-9.
- 18.** Freitas Ribeiro L, Akira Sato R, de Souza Pollo A, Marques Rossi GA, do Amaral LA. Occurrence of Methicillin-Resistant *Staphylococcus* spp. on Brazilian Dairy Farms that Produce Unpasteurized Cheese. Toxins. 8 de diciembre de 2020;12(12):779.
- 19.** Federal University of São Francisco Valley (UNIVASF), Pernambuco, Brazil, Correia TMA, Oliveira APD, Miyasato IF, Santos TMB, Dias FS. Characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from tilapia and utensils used in the commercialization of tilapia in the street markets of a semi-arid Brazilian municipality [pdf]. Acta Sci Pol Technol Aliment. 30 de diciembre de 2019;18(4):413-25.
- 20.** Herrera A. F, Santos B. J. PRESENCIA DE *Staphylococcus aureus* METICILINA-RESISTENTES EN QUESO DOBLE CREMA ARTESANAL. Rev UDCA Actual Amp Divulg Científica. junio de 2015;18(1):29-37.
- 21.** Herrera FC, García-López M-L, Santos JA. Short communication: Characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from raw milk fresh cheese in Colombia. J Dairy Sci. 1 de octubre de 2016;99(10):7872-6.
- 22.** Matyi SA, Dupre JM, Johnson WL, Hoyt PR, White DG, Brody T, et al. Isolation and characterization of *Staphylococcus aureus* strains from a Paso del Norte dairy. J Dairy Sci. junio de 2013;96(6):3535-42.
- 23.** Ge B, Mukherjee S, Hsu C-H, Davis JA, Tran TTT, Yang Q, et al. MRSA and multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* in U.S. retail meats, 2010–2011. Food Microbiol. abril de 2017;62:289-97.
- 24.** Costa WLR, Ferreira J dos S, Carvalho JS, Cerqueira ES, Oliveira LC, Almeida RC de C. Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* in Raw Meats and Prepared Foods in Public Hospitals in Salvador, Bahia, Brazil. J Food Sci. 2015;80(1):M147-50.
- 25.** Jordá GB, Marucci RS, Guida AM, Pires PS, Manfredi EA. Portación y caracterización de *Staphylococcus aureus* en manipuladores de alimentos. Rev Argent Microbiol. 2012;5.
- 26.** PubMed Central Full Text PDF [Internet]. [citado 9 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6287829/pdf/pone.0206712.pdf>
- 27.** Prevalence and Characterization of

Staphylococcus aureus Strains in the Pork Chain Supply in Chile | Foodborne Pathogens and Disease [Internet]. [citado 26 de febrero de 2021]. Disponible en: [https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/fpd.2017.2381?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&](https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/fpd.2017.2381?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed&)

**28.** Buyukcangaz E, Velasco V, Sherwood JS, Stepan RM, Koslofsky RJ, Logue CM. Molecular Typing of *Staphylococcus aureus* and Methicillin-Resistant *S. aureus* (MRSA) Isolated from Animals and Retail Meat in North Dakota, United States. Foodborne Pathog Dis. julio de 2013;10(7):608-17.

**29.** Salina M, Scholz L, Servián N, Romero M, Samudio T, Ruiz V, et al. Staphylococcus Aureus in food manipulators of gastronomic services of Asunción, Paraguay (2017). Rev Salud Publica Parag. 30 de diciembre de 2018;8(2):28-33.

**30.** Jiménez JT, Mata YCO, Díaz DIO, Damián LL, Salgado JP, Forero AF, et al. Portadores asintomáticos de *Staphylococcus aureus* meticilino resistentes (MRSA) en pescadores y horticultores de Guerrero, México. J Negat No Posit Results. 1 de noviembre de 2020;5(12):1482-9.

**31.** da Silva AC, Rodrigues MX, Silva NCC. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in food and the prevalence in Brazil: a review. Braz J Microbiol. 1 de marzo de 2020;51(1):347-56.

**32.** Jiménez Velásquez S del C, Torres Higuera LD, Parra Arango JL, Rodríguez Bautista JL, García Castro FE, Patiño Burbano RE. Perfil de resistencia antimicrobiana en aislamientos de *Staphylococcus* spp. obtenidos de leche bovina en Colombia. Rev Argent Microbiol. 1 de abril de 2020;52(2):121-30.

**33.** Zendejas-Manzo GS, Avalos-Flores H, Soto-Padilla MY. Microbiología general de *Staphylococcus aureus*: Generalidades. *Staphylococcus Aureus*. 2014;25(3):15.

**Conflicto de intereses:** Ninguno declarado por los autores.

**Financiación:** Ninguna declarada por los autores.

**Agradecimiento:** Ninguno manifestado por los autores

#### ACERCA DE LOS AUTORES

**Silvia Monserrath Torres Segarra.** Bioquímica Farmacéutica, Universidad de Cuenca, Magister en Gerencia en Salud, Universidad Técnica Particular de Loja. Docente de Biotecnología, Universidad Politécnica Salesiana, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.

**Karla Estefanía Pacheco Cárdenas.** Química Farmaceuta, Universidad Católica de Cuenca. Máster en Bacteriología y Micología, Universidad de la Habana, Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí. Docente en la Carrera de Biofarmacia/ Bioquímica y Farmacia, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.