



MÁSTER UNIVERSITARIO EN SEGURIDAD Y CALIDAD DE LOS ALIMENTOS

TRABAJO DE FIN DE MASTER

LA CADENA ALIMENTARIA COMO VÍA DE TRANSMISIÓN DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS RESISTENTE A LA METICILINA: Revisión bibliográfica

THE FOOD CHAIN AS A TRANSMISSION ROUTE OF STAPHYLOCOCCUS AUREUS
METHICILLIN-RESISTANT: A Review

AUTORA: Lucía Orta Méndez

TUTORA: María de los Ángeles Arias Rodríguez (Medicina preventiva y salud pública)

INDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	4
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVOS	5
MATERIAL Y MÉTODOS	5
RESULTADOS	6
- SARM en animales de abasto	7
- SARM en alimentos	9
PREVENCIÓN Y CONTROL	10
CONCLUSIONES	11
BIBLIOGRAFÍA	12

1. RESUMEN

La presencia de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM) en los animales de abasto y alimentos, es una seria preocupación tanto en medicina humana como en veterinaria, debido a que esta resistencia se encuentra codificada en genes móviles que pueden ser diseminados a través de la cadena alimentaria y de los trabajadores del sector y producir infecciones multirresistentes comunitarias y relacionadas con la atención sanitaria. El objetivo de esta revisión bibliográfica es conocer la importancia de los animales de abasto y alimentos como reservorio de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM). Para llevar a cabo este trabajo, se realizó una revisión bibliográfica utilizando la base de datos "Medline" a través del buscador "Pubmed", obteniendo los estudios más relevantes publicados en revistas científicas en el periodo de tiempo entre 2011 y 2021. Los resultados muestran la presencia de SARM en animales de abasto, principalmente en el ganado porcino, siendo la cepa más común la ST398, y en alimentos como carne y lácteos entre otros. Además, se ha observado la colonización de trabajadores del sector. Se considera que es necesario llevar a cabo medidas de vigilancia y control para prevenir la presencia de estas cepas multirresistentes en la cadena alimentaria.

Palabras clave: SARM, Cerdo, Ganado, Alimentos, Resistencia antimicrobiana.

2. ABSTRACT

Presence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in livestock and food animals is a serious concern in both human and veterinary medicine, since this resistance is found in mobile genes that can be disseminated through the food chain and workers in the sector and produce multi-resistant community and health-care-related infections. The aim of this bibliographic review is to understand the importance of livestock and food as reservoirs for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). To carry out this work, a bibliographic review was carried out using the "Medline" database through the "Pubmed" search engine, obtaining the most relevant studies published in scientific journals in the period of time between 2011 and 2021. The results show the presence of MRSA in slaughter animals, mainly in pigs (being the most common strain ST398), and in foods such as meat and dairy, among others. In addition, the colonization of workers in the sector has been observed. It is believed that surveillance and control measures should be carried out to prevent the presence of these multi-resistant strains in the food chain.

Palabras clave: MRSA, Swine, Cattle, Food, Antibiotic resistance.

3. INTRODUCCION

Staphylococcus aureus (*S. aureus*) es una bacteria patógena gram positiva que pertenece a la familia *Staphylococcaceae*. Es esférica, mide aproximadamente 1µm de diámetro y se encuentra formando racimos pigmentados dorados o blancos. Posee actividad catalasa y coagulasa, pudiéndose convertirlo en un agente agresivo para el huésped. Es una bacteria comensal que esta frecuentemente presente, de forma asintomática, en algunas partes del cuerpo, como las glándulas de la piel y las mucosas, incluyendo la nariz y la garganta de individuos sanos ^{1,2}.

Algunas especies de estafilococos son productoras de una familia de proteínas no glicosiladas de bajo peso molecular, conocidas como enterotoxinas estafilocócicas (SE) que poseen termoresistencia, incluso a 100°C. La mayoría de las cepas de *S.aureus* poseen una capsula polisacáridica cuya función principal como factor de virulencia es proteger a la bacteria contra la fagocitación. Estas moléculas integran la pared celular de la bacteria y contribuyen en su patogenicidad ³. *S. aureus* produce alrededor de 11 serotipos distintos de SE y se han descrito 8 cepas de *S. aureus* productoras de las enterotoxinas A-H, que son responsables de las intoxicaciones alimentarias más comunes. Bajo condiciones ambientales favorables para el crecimiento y la producción de enterotoxinas, *S.aureus* puede producir intoxicaciones alimentarias, independientemente de la fuente de contaminación⁴. Debido a que las manifestaciones clínicas de las intoxicaciones alimentarias por *S.aureus* son moderadas, normalmente no son identificadas y raramente se llevan a cabo test de susceptibilidad antimicrobiana debido a que, en la mayoría de los casos, no es necesaria la administración de antibióticos ^{4, 2}. Las intoxicaciones alimentarias por *S. aureus* (Staphylococcal food poisoning - SFP) son intoxicaciones causadas por la ingestión de alimentos que contienen toxina estafilocócica preformada. Las SFP normalmente son causadas por la ingestión de entre 20 y 100ng de toxina, y la severidad de la enfermedad dependerá de la cantidad de toxina ingerida y del estado de salud general del individuo ⁴ y no está relacionada con el perfil de resistencia antimicrobiana de la cepa de *S.aureus* que la ocasiona ^{4,5}.

La resistencia a los antibióticos se originó hace millones de años como mecanismo de respuesta por parte de los microorganismos frente a otros microorganismos productores de sustancias antibióticas. Estos últimos las producen como mecanismo adaptativo a las condiciones ambientales, pues les confiere una ventaja ecológica frente a otros microorganismos sensibles a ellas ⁶. *S. aureus* adquiere resistencia a las penicilinas anti-estafilocócicas a través de la expresión de una proteína que se une a la penicilina (PBP2a). A diferencia de otras PBPs, PBP2a es resistente a los efectos inhibidores de todos los antibióticos betalactámicos (con la excepción de ceftaroline y ceftobiprole) y es casi siempre codificado por el gen accesorio *mecA*. La expresión de *mecA* es inducible y controlada por una proteína y un represor localizados dentro del operon de *mecA*. En consecuencia, la mayoría de las cepas de SARM expresan PBP2a en niveles bajos, pero albergan subpoblaciones altamente resistentes (heterorresistencia) ⁷.

Staphylococcus aureus resistente a la meticilina (SARM) es una de las principales causas de infecciones asociadas a la atención sanitaria y a infecciones comunitarias. En los últimos años se ha aislado en animales domésticos, de abasto humano y en trabajadores del sector, como granjas, mataderos, etc. y en alimentos destinado al consumo ^{8,9,10,4,11}. Existe una gran variación de prevalencia de SARM dependiendo de la zona geográfica en la que se han realizado los diversos estudios. Esta variación parece estar asociada o influenciada por muchos factores, tal como las condiciones climáticas (supervivencias de bacterias patógenas o comensales en ambientes cálidos y húmedos), y las prácticas humanas tales como el uso excesivo de antibióticos, el uso de agentes de amplio espectro sin datos previos de susceptibilidad, la falta de oportunidades para reportar casos, y los pobres estándares sanitarios ^{4,11}.

La preocupación sobre la propagación de genes resistentes a los antibióticos a patógenos humanos y animales, es en la actualidad uno de los problemas prioritarios en salud pública. En España, el uso de los antibióticos en veterinaria, aunque es controlado por los veterinarios, es muy elevado, como se desprende de los informes europeos y la presencia de cepas multirresistentes suele ser muy frecuente (*European Medicine Agency, 2019*¹²). La domesticación y la globalización de la industria ganadera han intensificado las ocasiones para el intercambio de bacterias entre humanos y animales, de ahí la importancia de conocer la epidemiología de estas cepas bacterianas para facilitar su vigilancia y control y evitar su diseminación a lo largo de la cadena alimentaria ¹³.

4. JUSTIFICACIÓN

La importancia de los animales de producción animal y los alimentos, como reservorio de bacterias multirresistentes como SARM, justifica la realización de esta revisión, como problema de seguridad alimentaria y salud pública.

5. OBJETIVOS

Objetivo general

- ✓ Conocer la importancia de los animales de abasto y alimentos como reservorio de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM).

Objetivos específicos

- ✓ Estudiar la epidemiología de SARM en los animales de abasto, principalmente en la cabaña porcina y en trabajadores del sector
- ✓ Estudiar la epidemiología de SARM en los alimentos de origen animal y otros
- ✓ Profundizar en las medidas profilácticas para controlar la propagación de estas cepas a través de la cadena alimentaria

6. MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica utilizando la base de datos “Medline” a través del buscador “Pubmed”, obteniendo los estudios más relevantes publicados en revistas científicas, sobre *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina en ganado (animales de abasto) y alimentos, además de la página web de la Agencia Europea de Medicamentos¹⁵.

Criterios de inclusión: artículos publicados durante el período entre 2011 y 2021, de acceso libre, tanto revisiones como artículos originales.

Criterios de exclusión: artículos no relacionados con el tema a tratar, repetidos en varias búsquedas.

Los artículos fueron seleccionados en función del título y la relevancia de la información contenida en el “abstract”.

Los términos utilizados en la búsqueda de información fueron “MRSA (Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and...” en combinación con las palabras clave “Pig, swine, cattle, food, epidemiology, prevention”

7. RESULTADOS

Los resultados de la búsqueda bibliográfica se pueden observar en la siguiente gráfica.

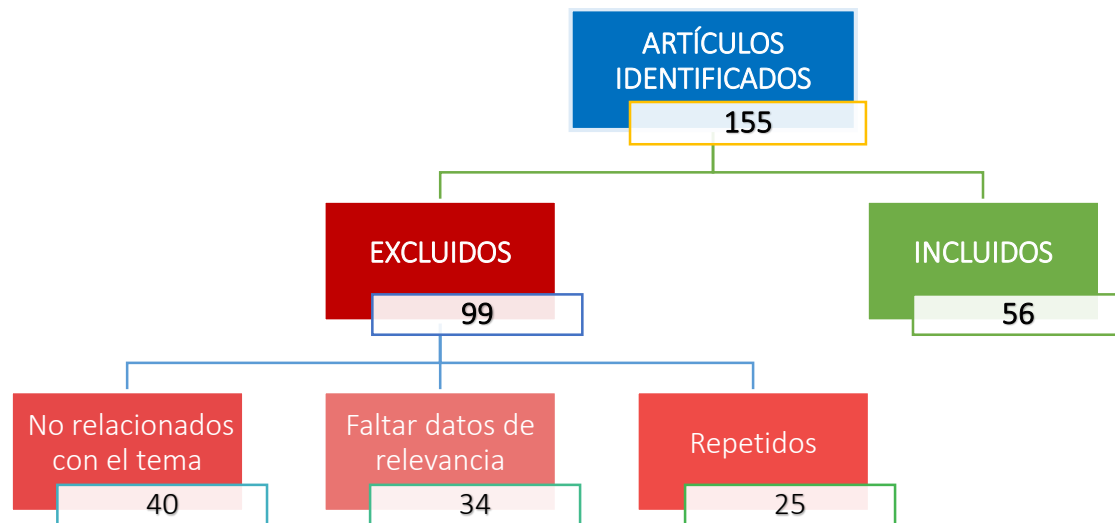


Figura 1. Resultado de la búsqueda bibliográfica

7.1. EPIDEMIOLOGÍA DE SARM EN ANIMALES DE ABASTO

El primer caso de infección por SARM descrito en animales, fue una mastitis bovina en Bélgica en los años 70. Posteriormente, han sido publicados numerosos estudios, en los que informan de la detección, en su mayoría de la cepa ST398, que fue inicialmente encontrada en cerdos, y posteriormente se detectó en una gran variedad de animales de compañía, animales destinados a alimentación, e incluso en humanos ⁹.

En las granjas, los antibióticos se usan comúnmente para el tratamiento de enfermedades y para la profilaxis (prevención de enfermedades). Teniendo en cuenta que algunas de las clases de antibióticos utilizados en el ganado también se utilizan en la población humana, el uso de estos antibióticos en las granjas ganaderas puede ser un problema si se produce resistencia cruzada entre patógenos bacterianos ⁶.

Un alto porcentaje del uso global de estos antibióticos no está dirigido al tratamiento de animales enfermos o a la prevención de infecciones, sino a la promoción del crecimiento de los animales implicados en la cadena alimentaria. En Europa, desde 2006, existe una prohibición a nivel comunitario del uso no terapéutico de antibióticos (Reglamento (CE) n. 1831/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo del 22/09/2003), pero su uso como promotores del crecimiento está permitido en algunos países fuera de la Unión Europea ⁶.

La monitorización de SARM en el ganado es voluntaria bajo la actual legislación de la Unión Europea, y no todos los estados miembros participan. Aun así, la European Food Safety Authority (EFSA¹⁴) recomienda la supervisión rutinaria de SARM en pollos de engorde, cerdos, y ganado lechero ¹⁵ ya que los mecanismos responsables de la colonización, por ejemplo, en cerdos, no está comprendida del todo en la actualidad ¹⁶.

Las bacterias resistentes a los antibióticos, entre ellas el SARM, pueden circular en poblaciones humanas y animales a través de los alimentos, el agua y el medio ambiente, y su transmisión se ve favorecida por el comercio, los viajes, la migración humana y la trashumancia ¹¹. En entornos agrícolas, la transmisión puede incluso ocurrir entre diferentes animales y entre el ambiente de las granjas y los mataderos y los animales. El hacinamiento de los animales como consecuencia de la cría intensiva o el transporte al matadero, favorece la proliferación de cepas

multirresistentes. Los agricultores adquieren fácilmente estas cepas de SARM, lo que es un problema de salud relacionado con el trabajo y también pueden propagarlas a la población general. Si bien la propagación a la población general es posible, el SARM de origen animal solo se ve en porcentajes limitados en la comunidad y especialmente en entornos hospitalarios ^{17,11}.

En la Unión Europea, la población porcina es la mayor población ganadera y, en 2016, España tenía la mayor población ganadera de la UE-28. Las mayores poblaciones de cerdos se registraron en España y Alemania (Eurostat 2019). En el ganado porcino, el primer dato que se registró fue en Países Bajos en 2005. Posteriormente, en un estudio europeo a gran escala, se analizó el SARM presente en el ambiente de los recintos, granjas y mataderos, donde se encontraban los cerdos, detectándose SARM en 17 de 26 países, estando las tasas más elevadas en países con mayor densidad de granjas porcinas, como es el caso de España ⁹.

En la Tabla 1 se reflejan los datos de estudios sobre la prevalencia y tipo de cepa de SARM en la cabaña porcina y en trabajadores del sector. Se observa una disparidad de resultados que van desde valores inferiores al 1% en el estudio realizado en Corea por Back et al. (2020) al 99%, en cerdos en el estudio realizado en Portugal por Conceição et al. (2017). Los estudios realizados en España (Morcillo, Reinaga, Abreu), obtienen resultados diferentes, tanto en cerdos como en trabajadores del sector, destacando en éstos últimos el elevado porcentaje de colonizados que indica el estudio de Reinaga et al., muy superior al indicado por Morcillo et al. realizado en Tenerife, debido probablemente que las granjas muestreadas en Cataluña presentan un número muy superior de cerdos que las de Tenerife y la cría más intensiva se relaciona con la colonización de los animales y trabajadores ⁸.

Tabla 1. Prevalencia y tipo de SARM en ganado porcino y en trabajadores del sector

AUTOR Y AÑO	PAÍS	NÚMERO DE MUESTRAS	PREVALENCIA	TIPO DE CEPAS
Alt et al. (2011) ¹⁸	Alemania	Cerdos n= 290	52%	ST398
O'Brien et al. (2012) ¹⁹	Estados Unidos (Iowa, New Jersey, Minnesota)	Cerdos n=256	8.1% Iowa 7.1% Minnesota 4,6% New Jersey	ST398
Ruzauskas et al. (2013) ²⁰	Lituania	Cerdos n= 160	2,5%	ST398
Fang et al. (2014) ²¹	China (Taiwán)	Cerdos n= 641 Humanos n= 100	Cerdos: 14,4% Humanos: 13%	ST9
E.Reynaga et al (2014) ¹⁷	España (Cataluña)	Cerdos n=200 Humanos n=140	Cerdos: 41,4% Humanos: 57,9%	ST398
Morcillo et al. (2015) ⁸	España (Tenerife)	Cerdos n=256 Humanos n=5	46%	ST398
Reynaga et al. (2016) ²²	España (Cataluña)	Cerdos n= 200 Humanos n=140	46,0% 57,9%	ST398
Conceição et al. (2017) ²³	Portugal	Cerdos n=101 Humanos n=5	Cerdos: 99% Humanos: 80%	ST398
Mroczkowska et al. (2017) ²⁴	Polonia	Humanos Cerdos	38%	CT398, CT9 CT30/ ST433
Madsen et al. (2018) ²⁵	Dinamarca	Cerdos n=4	80-86%	-
Sahibzada et al. (2018) ²⁶	Australia	Humanos en contacto con cerdos n= 52	60%	ST398 ,ST93
Otalú et al. (2018) ²⁷	Nigeria	Cerdos n=425 Humanos - contacto n= 55 - sin contacto n=200	Cerdos: 4,7% Humanos: 7% En contacto: 2,4%	ST88
Van Lochem et al. (2018) ²⁸	Sudáfrica	Granja A - Cerdos: 42 - Ambiente: 34	Granja A Cerdos: 95,23%	ST93, ST398, ST30

		<ul style="list-style-type: none"> - Trabajadores: 52 Granja B - Cerdos: 408 - Ambiente: 65 - Trabajadores: 33 	Trabajadores: 60% Granja B Cerdos: 74% Trabajadores: 64%	
Stewart-Johnson et al. (2019)²⁹	Trinidad y Tobago	Cerdos n=929 Humanos n=44	Cerdos: 0,9% Humanos: 2,3%	-
Abreu et al. (2019)¹¹	España (Tenerife)	Cerdos n= 300	89.6%	ST398
Lopes et al. (2019)³⁰	Portugal	Cerdos n= 103	96%	ST398
Back et al. (2020)³¹	Korea	Cerdos Granja 1 n=37 Granja 2 n=2 Granja 3 n=1	Granja 1: 3,4% Granja 2: 0,6% Granja 3: 0,4%	
Simón et al. (2020)³²	Italia	Cerdos n= 150	8,7%	ST398, ST97, ST30

En otros estudios que incluyen prevalencia de colonización en trabajadores, los resultados también son muy dispares, siendo el estudio realizado por Conceição et al.²³ el que indica valores superiores. Existen estudios contradictorios sobre si las personas que adquieren SARM mediante el contacto con el ganado, lo hace de forma persistente o por el contrario, se infectan solamente por un periodo transitorio. Algunos estudios sugieren que la exposición a corto plazo generalmente da lugar a una contaminación nasal puntual, y no a una colonización prolongada¹⁰. Sin embargo, un estudio de cohorte realizado por Van Cleef et al. 2014¹³, mostró cómo se puede llegar a contraer una infección persistente con SARM mediante la práctica repetida de cuidado del ganado.

Sahibzada, et al. 2018²⁶ indican que la probabilidad de que los trabajadores sean portadores de SARM está asociada con el número de horas en contacto con los cerdos, y por tanto, cada hora de contacto al día incrementa el riesgo de contagio. Como se observa en la Tabla 1, la cepa mayoritaria encontrada en cerdos y trabajadores del sector, es la ST398, que se denomina también como CC398.

También se ha detectado cepas de SARM en otros animales de abasto, aunque la prevalencia suele ser inferior a la de cerdos, como podemos observar en la Tabla 2.

Tabla 2. Estudio de prevalencia y tipo de SARM en animales de abasto

AUTOR Y AÑO	PAÍS	NÚMERO DE MUESTRAS	PREVALENCIA	TIPO DE CEPAS
Nemeghaire et al. (2014)³³	Bélgica	Granjas lecheras n= 141 Granjas vacas n= 187 Granjas terneros n= 104 } n=20	Lácteos: 9,9% Vacas: 187% Terneros: 46,1%	ST398 (t011) ST239 (t037, t0388) ST8 (t121)
Boumar-Kechih et al. (2018)³⁴	Argelia	Aves de corral n= 8375 - Gallinas n= 1875 - Pollo n=6500 Vacas n= 465	Gallinas: 57% Pollos: 50% Vacas: 31%	-
Abdel-Moein et al (2019)³⁵	Egipto	Ovejas n= 52 Cabras n= 51 Vacas n= 47	Ovejas: 3,8% Cabras: 3,9% Vacas: 4,3%	-
Abreu et al (2019)¹¹	Tenerife (España)	Cabras= 158	15.8%	ST398
Venugopal et al (2019)³⁶	India	Vacas n=666	9%	SCCmec type V

Kalayu et al. (2020)³⁷	Etiopía	Vacas lechera lactantes n= 385	6,2%	ST8
Schnitt et al. (2020)³⁸	Alemania	Terneros lactantes n= 203 Terneros destete n= 187 Novillo n= 200 Vacas n= 597	Terneros lactantes: 22,7% Terneros destete: 9,1% Novillo: 13,0% Vacas 7,9%	ST398
Benrabia et al. (2020)³⁹	Argelia	Aves de corral n= 4348	Gallinas reproductoras 52,8% Gallinas ponedoras 48,8% Pollos de engorde 48,4 Pavo 75,6%	ST5
Silva et al. (2020)⁴⁰	Portugal	Conejo n=66	24,2%	ST97, ST1, ST5, ST15, ST22
Okorie-Kanu et al. (2020)⁴¹	Nigeria	Pollos n=600	7%	ST1, ST5, ST8, ST15, ST88 y ST152

Después de detectarse el primer caso de mastitis en Bélgica, se han incrementado los casos de SARM en vacas y leche en todo el mundo ^{33, 35,38}. *S.aureus* es la causa principal de infección en vacas, representando un inconveniente económico para la industria láctea. Actualmente, el gen mec A no es el único determinante genético que confiere a *S.aureus* resistencia a la meticilina. De hecho, un nuevo gen homólogo de mec A, mecALGA251, posteriormente renombrado como mec C, fue encontrado en ganado bovino y humanos de UK y Dinamarca en 2011. Este gen comparte solo un 70% de la identidad de nucleótidos con mec A, por lo que no es detectado con ensayos clásicos de PCR. Además, el codificado de la proteína PBP2a tiene solamente un 63% de similitud con el nivel de aminoácidos del PBP2a original, y por tanto no es detectado por test de anticuerpos tradicionales comerciales ⁹.

Además, *S. aureus* es la principal causa de infecciones esqueléticas en las aves de corral, lo que representa una gran carga económica para la industria dedicada a los pollos de engorde. A pesar de que SARM ST5 parece ser la predominante entre las aves de corral, también se han identificados aislados de la cepa ST398, en pollos y pavos sanos y enfermos ^{9, 39,41}. También se ha encontrado SARM, en menor medida, en conejo ⁴³.

7.2. EPIDEMIOLOGÍA DE SARM EN ALIMENTOS

Por otro lado, también se ha detectado SARM en alimentos como pueden ser leche, carne o quesos, y en otros menos frecuentes, como son el pescado y los vegetales (Tabla 3).

Tabla 3. Estudio de prevalencia y tipo de SARM en alimentos

AUTOR Y AÑO	PAÍS	NÚMERO DE MUESTRAS	PREVALENCIA	TIPO DE CEPA
Hanson et al. (2011)⁴²	Estados Unidos (Iowa)	Carne de Pavo n=36 Carne de Cerdo n=55 Carne de Pollo n=45 Carne de Ternera n=29	Carne de Pavo: 19,4% Carne de Cerdo: 18,2% Carne de Pollo: 17,8% Carne de Ternera: 6,9%	ST8 y ST398
Unnerstad (2013)⁴³	Suecia	Leche n= 8757	2%	-

Kraushaar et al. (2014)⁴⁴	Alemania	Carne de jabalí n= 28	4,8%	ST398
Pu et al. (2014)⁴⁵	China	Leche n=130	47,6%	-
Fox et al. (2016)⁴⁶	Inglaterra	Carne cruda - Cerdo n= 63 - Pollo n= 50 - Pavo n= 11	7,3%	-
Aung et al. (2017)⁴⁷	Singapur	Comida preparada que incluye: cebolla, gambas, huevo n= 227	5%	ST80 y ST6
Basanisi et al. (2017)⁴⁸	Italia	Leche y productos lácteos n= 3760	8,3%	ST152, ST398, ST1 ST5
Wu et al. (2018)⁴⁹	China	Vegetales n= 419 - Lechuga n= 84 - Tomate n= 110 - Comino n= 87 - Pepino n= 128	Lechuga 15,38% Tomate 6,36% Comino 2,3 % Pepino 1,56%	ST59, ST188
Adame-Gomez et al. (2018)⁵⁰	México	Queso de leche de vaca sin pasteurizar n= 78	18,1%	-
Kadlec et al., (2019)⁵¹	Alemania	Leche n= 14.924	0,09% (14/14.924)	ST398
Cuny et al., (2019)⁵²	Alemania	Carne y productos cárnicos crudos	0,33%	ST5, ST7, ST8, ST9 y ST398
Titouche (2019)⁵³	Algeria	Leche cruda y productos lácteos n= 270	23%	ST8
Islam et al. (2019)⁵⁴	Bangladesh	Carne cruda n= 35 Pescado crudo procesado n= 5 Comida preparada n= 112 Leche cruda y pasteurizada n= 10	22% (35/162)	ST361 ST80, ST6 ST239
Fri et al. (2020)⁵⁵	Sudáfrica	Pescado n=33	-	SCCmec type I, II, III y IV
Benrabia et al. (2020)³⁹	Argelia	Leche n=2347	2,9%	ST9
Schnitt et al. (2020)³⁸	Alemania	Carne de ternera lechal n= 203	22,7%	ST398
Bernier-Lachance et al. (2020)⁵⁶	Canadá	Carne de pollos n= 309	1,3%	ST398, ST8

Como se puede observar, los alimentos en los que más se ha determinado la presencia de SARM son los productos lácteos y la carne. También, se han llevado a cabo estudios en alimentos de origen vegetal (Wu et al. (2018) y en el pescado (Free et al. 2020), e incluso en comidas preparadas (Aung et al. (2017). En esta tabla 3 se observa que, igual que en los animales de abasto, la prevalencia de SARM y las cepas predominantes en los distintos alimentos estudiados es variable, si bien aparece con mayor frecuencia SARM ST398 y ST8.

8. PREVENCIÓN Y CONTROL DE CEPAS DE SARM EN LA CADENA ALIMENTARIA

SARM se puede diseminar en las plantas de procesamiento de comida y mataderos. En el matadero, la fuente de contaminación por SARM reside en el transporte y manipulación de animales (por lo que se requiere especial énfasis en el equipo de protección personal mientras se llevan a cabo las labores), mientras que en las plantas de procesamiento, influyen las malas condiciones sanitarias de los trabajadores, máquinas, utensilios y ambiente, por lo que es necesario poner énfasis en la correcta manipulación de los alimentos en este nivel de la cadena alimentaria, estando la

contaminación de alimentos generalmente asociada a una incorrecta manipulación por parte de aquellos portadores que no emplean las medidas higiénicas adecuadas para realizar este tipo de actividad ^{6, 26}.

La reducción de la transmisión de SARM entre animales y humanos es posible gracias a la implementación de buenas prácticas que tienen el fin de incrementar la bioseguridad en la granja como la adopción y mejora de medidas tales como buenas prácticas de higiene, y buenas prácticas de manufactura en granjas, mataderos y zonas de producción de alimentos (EFSA, 2009b¹⁴) para dar lugar a una reducción de los riesgos para la salud, y a una mejor calidad y seguridad microbiológica en la producción ganadera ³².

Sin embargo, a pesar de lo expuesto en esta revisión bibliográfica, sigue existiendo una gran falta de información en relación a la prevalencia de SARM en alimentos ⁴⁷ y por tanto no se debe subestimar su capacidad para estar implicada en intoxicaciones de origen alimentario ⁴. Por este motivo, existe la necesidad de realizar mejores controles de estas fuentes de alimentos ⁵⁵, para frenar la contaminación y exposición de éstos a *S.aureus* ⁴⁹.

La obtención de más información relativa a este microorganismo podría ser útil para poder entender el riesgo al que se enfrenta la población mediante la exposición a SARM a través de los alimentos ⁴⁷.

9. CONCLUSIONES

1. La cadena alimentaria supone un riesgo para la entrada de cepas de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM), ya que se ha aislado en una gran variedad de animales de granja y alimentos derivados, así como en trabajadores del sector.
2. Entre el ganado, estas cepas multirresistentes predominan en los cerdos, siendo la ST398 la cepa más común identificado. También se ha aislado, aunque en menor prevalencia, en otros animales de abasto como aves, cerdos o vacas.
3. SARM ha sido aislado en un gran número de alimentos de origen animal, destacando derivados cárnicos y lácteos. En dichos alimentos se han descrito una amplia variedad de clones según el tipo de alimento, origen del mismo y región geográfica, entre otros factores.
4. La ganadería intensiva, junto con el uso indiscriminado de antibióticos en las explotaciones ganaderas, y la falta de correctas medidas de higiene a la hora de llevar a cabo las diferentes tareas de procesado de los alimentos son los principales motivos de la elevada prevalencia de esta bacteria en los animales de abasto y en los alimentos derivados.
5. La alta prevalencia de SARM en las muestras de animales de abasto y alimentos, indica la necesidad de aumentar las medidas de vigilancia y control de estas cepas en todas las etapas de la cadena alimentaria

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Lakhundi S, Zhang K. Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*: Molecular Characterization, Evolution, and Epidemiology. *Clin Microbiol Rev.* 2018 Sep 12;31(4):e00020-18. doi: 10.1128/CMR.00020-18. PMID: 30209034; PMCID: PMC6148192.
2. Alarcón-Lavín MP, Oyarzo C, Escudero C, Cerda-Leal F, Valenzuela FJ. Portación de *Staphylococcus aureus* enterotoxigénico tipo A, en frotis nasofaríngeos en manipuladores de alimentos [Carriage of *Staphylococcus aureus* among food service workers]. *Rev Med Chil.* 2017 Dec;145(12):1559-1564. Spanish. doi: 10.4067/s0034-98872017001201559. PMID: 29652952.
3. Soares, A. P. (2013). MECHANISMS OF RESISTANCE OF *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* TO ANTIBIOTICS. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
4. Sergelidis D, Angelidis AS. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: a controversial food-borne pathogen. *Lett Appl Microbiol.* 2017 Jun;64(6):409-418. doi: 10.1111/lam.12735. Epub 2017 May 3. PMID: 28304109.
5. da Silva AC, Rodrigues MX, Silva NCC. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in food and the prevalence in Brazil: a review. *Braz J Microbiol.* 2020 Mar;51(1):347-356. doi: 10.1007/s42770-019-00168-1. Epub 2019 Oct 30. PMID: 31667799; PMCID: PMC7058716.
6. Seguridad, L. A., Alimentaria, Y. C., & Carossino, M. (2020). *Universitat politècnica de valència*. 2018–2019.
7. Giulieri SG, Tong SYC, Williamson DA. Using genomics to understand methicillin- and vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus* infections. *Microb Genom.* 2020 Jan;6(1):e000324. doi: 10.1099/mgen.0.000324. PMID: 31913111; PMCID: PMC7067033.
8. Morcillo A, Castro B, Rodríguez-Alvarez C, Abreu R, Aguirre-Jaime A, Arias A. Descriptive analysis of antibiotic-resistant patterns of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) st398 isolated from healthy swine. *Int J Environ Res Public Health.* 2015 Jan 12;12(1):611-22. doi: 10.3390/ijerph120100611. PMID: 25588155; PMCID: PMC4306882.
9. Aires-de-Sousa M. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among animals: current overview. *Clin Microbiol Infect.* 2017 Jun;23(6):373-380. doi: 10.1016/j.cmi.2016.11.002. Epub 2016 Nov 13. PMID: 27851997.
10. Goerge et al. 2017: Goerge T, Lorenz MB, van Alen S, Hübner NO, Becker K, Köck R. MRSA colonization and infection among persons with occupational livestock exposure in Europe: Prevalence, preventive options and evidence. *Vet Microbiol.* 2017 Feb;200:6-12. doi: 10.1016/j.vetmic.2015.10.027.
11. Abreu R, Rodríguez-Álvarez C, Lecuona M, Castro B, González JC, Aguirre-Jaime A, Arias Á. Increased Antimicrobial Resistance of MRSA Strains Isolated from Pigs in Spain between 2009 and 2018. *Vet Sci.* 2019 Apr 4;6(2):38. doi: 10.3390/vetsci6020038. PMID: 30987334; PMCID: PMC6632109.
12. European Medicine Agency. Sales of veterinary antimicrobial agents in 31 European countries in 2018 Trends from 2010 to 2018 Tenth ESVAC report. (Disponible en: https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2018-trends-2010-2018-tenth-esvac-report_en.pdf)
13. van Cleef BA, van Benthem BH, Verkade EJ, van Rijen M, Kluytmans-van den Bergh MF, Schouls LM, Duim B, Wagenaar JA, Graveland H, Bos ME, Heederik D, Kluytmans JA. Dynamics of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* carriage in pig farmers: a prospective cohort study. *Clin Microbiol Infect.* 2014 Oct;20(10):O764-71. doi: 10.1111/1469-0691.12582. Epub 2014 May 15. PMID: 24494859.
14. Eurostat: Agriculture, Forestry and Fishery Statistics. 2019 Disponible online: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agricultural_production_-_livestock_and_meat. Acceso: 25/4/2021

15. Anjum MF, Marco-Jimenez F, Duncan D, Marín C, Smith RP, Evans SJ. Livestock-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* From Animals and Animal Products in the UK. *Front Microbiol.* 2019 Sep 12;10:2136. doi: 10.3389/fmicb.2019.02136. PMID: 31572341; PMCID: PMC6751287.
16. Rosen K, Ebner F, Schmidt S, Hartmann S, Merle R, Friese A, Roesler U. Influence of Immune Status on the Airborne Colonization of Piglets with Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) Clonal Complex (CC) 398. *Eur J Microbiol Immunol (Bp).* 2020 Apr 7;10(1):1-10. doi: 10.1556/1886.2019.00024. PMID: 32363033; PMCID: PMC7182117.
17. Reynaga E, Navarro M, Vilamala A, Roure P, Quintana M, Garcia-Nuñez M, Figueras R, Torres C, Lucchetti G, Sabrià M. Prevalence of colonization by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ST398 in pigs and pig farm workers in an area of Catalonia, Spain. *BMC Infect Dis.* 2016 Nov 28;16(1):716. doi: 10.1186/s12879-016-2050-9. PMID: 27894267; PMCID: PMC5127002.
18. Alt K, Fetsch A, Schroeter A, Guerra B, Hammerl JA, Hertwig S, Senkov N, Geinets A, Mueller-Graf C, Braeunig J, Kaesbohrer A, Appel B, Hensel A, Tenhagen BA. Factors associated with the occurrence of MRSA CC398 in herds of fattening pigs in Germany. *BMC Vet Res.* 2011 Nov 10;7:69. doi: 10.1186/1746-6148-7-69. PMID: 22074403; PMCID: PMC3260235.
19. O'Brien AM, Hanson BM, Farina SA, Wu JY, Simmering JE, Wardyn SE, Forshey BM, Kulick ME, Wallinga DB, Smith TC. MRSA in conventional and alternative retail pork products. *PLoS One.* 2012;7(1):e30092. doi: 10.1371/journal.pone.0030092. Epub 2012 Jan 19. PMID: 22276147; PMCID: PMC3261874.
20. Ruzauskas M, Couto N, Belas A, Klimiene I, Siugzdiniene R, Pomba C. First report of swine-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ST398 in Lithuania. *Pol J Vet Sci.* 2013;16(1):125-7. doi: 10.2478/pjvs-2013-0018. PMID: 23691586.
21. Fang HW, Chiang PH, Huang YC. Livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ST9 in pigs and related personnel in Taiwan. *PLoS One.* 2014 Feb 13;9(2):e88826. doi: 10.1371/journal.pone.0088826. PMID: 24551168; PMCID: PMC3923820.
22. Reynaga E, Navarro M, Vilamala A, Roure P, Quintana M, Garcia-Nuñez M, Figueras R, Torres C, Lucchetti G, Sabrià M. Prevalence of colonization by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ST398 in pigs and pig farm workers in an area of Catalonia, Spain. *BMC Infect Dis.* 2016 Nov 28;16(1):716. doi: 10.1186/s12879-016-2050-9. PMID: 27894267; PMCID: PMC5127002.
23. Conceição T, de Lencastre H, Aires-de-Sousa M. Frequent isolation of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) ST398 among healthy pigs in Portugal. *PLoS One.* 2017 Apr 11;12(4):e0175340. doi: 10.1371/journal.pone.0175340. PMID: 28399155; PMCID: PMC5388486.
24. Mroczkowska A, Żmudzki J, Marszałek N, Orczykowska-Kotyła M, Komorowska I, Nowak A, Grzesiak A, Czyżewska-Dors E, Dors A, Pejsak Z, Hryniewicz W, Wyszomirski T, Empel J. Livestock-associated *Staphylococcus aureus* on Polish pig farms. *PLoS One.* 2017 Feb 2;12(2):e0170745. doi: 10.1371/journal.pone.0170745. PMID: 28151984; PMCID: PMC5289463.
25. Madsen AM, Kurdi I, Feld L, Tendal K. Airborne MRSA and Total *Staphylococcus aureus* as Associated With Particles of Different Sizes on Pig Farms. *Ann Work Expo Health.* 2018 Oct 15;62(8):966-977. doi: 10.1093/annweh/wxy065. PMID: 30060058; PMCID: PMC6188509.
26. Sahibzada S, Hernández-Jover M, Jordan D, Thomson PC, Heller J. Emergence of highly prevalent CA-MRSA ST93 as an occupational risk in people working on a pig farm in Australia. *PLoS One.* 2018 May 2;13(5):e0195510. doi: 10.1371/journal.pone.0195510. PMID: 29718930; PMCID: PMC5931470.
27. Otalú OJ, Kwaga JKP, Okolocha EC, Islam MZ, Moodley A. High Genetic Similarity of MRSA ST88 Isolated From Pigs and Humans in Kogi State, Nigeria. *Front Microbiol.* 2018 Dec 17;9:3098. doi: 10.3389/fmicb.2018.03098. PMID: 30619177; PMCID: PMC6305073.
28. Van Lochem S, Thompson PN, Annandale CH. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among large commercial pig herds in South Africa. *Onderstepoort J Vet Res.* 2018 Jul 17;85(1):e1-e4. doi: 10.4102/ojvr.v85i1.1561. PMID: 30035594; PMCID: PMC6238679.

29. Stewart-Johnson A, Dziva F, Abdela W, Rahaman S, Adesiyun A. Prevalence of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in pigs and workers at abattoirs in Trinidad and Tobago. *J Infect Dev Ctries*. 2019 May 31;13(5):400-409. doi: 10.3855/jidc.10552. PMID: 32053509.
30. Lopes E, Conceição T, Poirel L, de Lencastre H, Aires-de-Sousa M. Epidemiology and antimicrobial resistance of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates colonizing pigs with different exposure to antibiotics. *PLoS One*. 2019 Nov 20;14(11):e0225497. doi: 10.1371/journal.pone.0225497. PMID: 31747427; PMCID: PMC6867694.
31. Back SH, Eom HS, Lee HH, Lee GY, Park KT, Yang SJ. Livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in Korea: antimicrobial resistance and molecular characteristics of LA-MRSA strains isolated from pigs, pig farmers, and farm environment. *J Vet Sci*. 2020 Jan;21(1):e2. doi: 10.4142/jvs.2020.21.e2. PMID: 31940681; PMCID: PMC7000904.
32. Simon AC, Baldo V, Losio N, Filipello V, Colagiorgi A, Scali F, Zanardi E, Ghidini S, Ianieri A, Alborali GL. Molecular characterization of Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from the pig production chain in Northern Italy. *Ital J Food Saf*. 2020 Aug 19;9(2):8412. doi: 10.4081/ijfs.2020.8412. PMID: 32913720; PMCID: PMC7459793.
33. Nemeghaire S, Argudín MA, Haesebrouck F, Butaye P. Epidemiology and molecular characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* nasal carriage isolates from bovines. *BMC Vet Res*. 2014 Jul 10;10:153. doi: 10.1186/1746-6148-10-153. PMID: 25011427; PMCID: PMC4103977.
34. Bounar-Kechih S, Taha Hamdi M, Aggad H, Meguenni N, Cantekin Z. Carriage *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* in Poultry and Cattle in Northern Algeria. *Vet Med Int*. 2018 Jun 20;2018:4636121. doi: 10.1155/2018/4636121. PMID: 30026906; PMCID: PMC6031158.
35. Abdel-Moein KA, Zaher HM. Occurrence of multidrug-resistant methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among healthy farm animals: a public health concern. *Int J Vet Sci Med*. 2019 Nov 22;7(1):55-60. doi: 10.1080/23144599.2019.1689630. PMID: 31819891; PMCID: PMC6882481.
36. Venugopal N, Mitra S, Tewari R, Ganaie F, Shome R, Rahman H, Shome BR. Molecular detection and typing of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci isolated from cattle, animal handlers, and their environment from Karnataka, Southern Province of India. *Vet World*. 2019 Nov;12(11):1760-1768. doi: 10.14202/vetworld.2019.1760-1768. Epub 2019 Nov 11. PMID: 32009754; PMCID: PMC6925040.
37. Kalayu AA, Woldetsadik DA, Woldeamanuel Y, Wang SH, Gebreyes WA, Teferi T. Burden and antimicrobial resistance of *S. aureus* in dairy farms in Mekelle, Northern Ethiopia. *BMC Vet Res*. 2020 Jan 22;16(1):20. doi: 10.1186/s12917-020-2235-8. PMID: 31969151; PMCID: PMC6977269.
38. Schnitt A, Lienen T, Wichmann-Schauer H, Cuny C, Tenhagen BA. The occurrence and distribution of livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ST398 on German dairy farms. *J Dairy Sci*. 2020 Dec;103(12):11806-11819. doi: 10.3168/jds.2020-18958. Epub 2020 Oct 9. PMID: 33041041.
39. Benrabia I, Hamdi TM, Shehata AA, Neubauer H, Wareth G. Methicillin-Resistant *Staphylococcus Aureus* (MRSA) in Poultry Species in Algeria: Long-Term Study on Prevalence and Antimicrobial Resistance. *Vet Sci*. 2020 Apr 27;7(2):54. doi: 10.3390/vetsci7020054. PMID: 32349228; PMCID: PMC7356745.
40. Silva V, Sousa T, Gómez P, Sabeça C, Vieira-Pinto M, Capita R, Alonso-Calleja C, Torres C, Capelo JL, Igrejas G, Poeta P. Livestock-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in Purulent Subcutaneous Lesions of Farm Rabbits. *Foods*. 2020 Apr 6;9(4):439. doi: 10.3390/foods9040439. PMID: 32268528; PMCID: PMC7231059.
41. Okorie-Kanu OJ, Anyanwu MU, Ezenduka EV, Mgbeahuruike AC, Thapaliya D, Gerbig G, Ugwujiem EE, Okorie-Kanu CO, Agbowo P, Olorunleke S, Nwanta JA, Chah KF, Smith TC. Molecular epidemiology, genetic diversity and antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from chicken and pig carcasses, and carcass handlers. *PLoS One*. 2020 May 14;15(5):e0232913. doi: 10.1371/journal.pone.0232913. PMID: 32407414; PMCID: PMC7224487.

42. Hanson BM, Dressler AE, Harper AL, Scheibel RP, Wardyn SE, Roberts LK, Kroeger JS, Smith TC. Prevalence of *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) on retail meat in Iowa. *J Infect Public Health*. 2011 Sep;4(4):169-74. doi: 10.1016/j.jiph.2011.06.001. Epub 2011 Jul 19. PMID: 22000843.
43. Unnerstad HE, Bengtsson B, Horn af Rantzien M, Börjesson S. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* containing mecC in Swedish dairy cows. *Acta Vet Scand*. 2013 Jan 31;55(1):6. doi: 10.1186/1751-0147-55-6. PMID: 23369449; PMCID: PMC3563487.
44. Kraushaar B, Fetsch A. First description of PVL-positive methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in wild boar meat. *Int J Food Microbiol*. 2014 Sep 1;186:68-73. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.06.018. Epub 2014 Jun 28. PMID: 25016468.
45. Pu W, Su Y, Li J, Li C, Yang Z, Deng H, Ni C. High incidence of oxacillin-susceptible mecA-positive *Staphylococcus aureus* (OS-MRSA) associated with bovine mastitis in China. *PLoS One*. 2014 Feb 11;9(2):e88134. doi: 10.1371/journal.pone.0088134. PMID: 24523877; PMCID: PMC3921137.
46. Fox A, Pichon B, Wilkinson H, Doumith M, Hill RL, McLauchlin J, Kearns AM. Detection and molecular characterization of Livestock-Associated MRSA in raw meat on retail sale in North West England. *Lett Appl Microbiol*. 2017 Mar;64(3):239-245. doi: 10.1111/lam.12709. Epub 2017 Jan 28. PMID: 28036110.
47. Aung KT, Hsu LY, Koh TH, Hapuarachchi HC, Chau ML, Gutiérrez RA, Ng LC. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in retail food in Singapore. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2017 Sep 8;6:94. doi: 10.1186/s13756-017-0255-3. PMID: 28904790; PMCID: PMC5591520.
48. Basanisi MG, La Bella G, Nobili G, Franconieri I, La Salandra G. Genotyping of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) isolated from milk and dairy products in South Italy. *Food Microbiol*. 2017 Apr;62:141-146. doi: 10.1016/j.fm.2016.10.020. Epub 2016 Oct 11. PMID: 27889140.
49. Wu S, Huang J, Wu Q, Zhang F, Zhang J, Lei T, Chen M, Ding Y, Xue L. Prevalence and Characterization of *Staphylococcus aureus* Isolated From Retail Vegetables in China. *Front Microbiol*. 2018 Jun 14;9:1263. doi: 10.3389/fmicb.2018.01263. PMID: 29963025; PMCID: PMC6011812.
50. 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*. 2018 Nov 18;2018:8760357. doi: 10.1155/2018/8760357. PMID: 30581470; PMCID: PMC6276487.
51. Kadlec K, Entorf M, Peters T. Occurrence and Characteristics of Livestock-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* in Quarter Milk Samples From Dairy Cows in Germany. *Front Microbiol*. 2019 Jun 12;10:1295. doi: 10.3389/fmicb.2019.01295. PMID: 31244807; PMCID: PMC6581696.
52. Cuny C, Layer F, Hansen S, Werner G, Witte W. Nasal Colonization of Humans with Occupational Exposure to Raw Meat and to Raw Meat Products with Methicillin-Susceptible and Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Toxins (Basel)*. 2019 Mar 30;11(4):190. doi: 10.3390/toxins11040190. PMID: 30935022; PMCID: PMC6521318.
53. Titouche Y, Hakem A, Houali K, Meheut T, Vingadassalon N, Ruiz-Ripa L, Salmi D, Chergui A, Chenouf N, Hennekinne JA, Torres C, Auvray F. Emergence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) ST8 in raw milk and traditional dairy products in the Tizi Ouzou area of Algeria. *J Dairy Sci*. 2019 Aug;102(8):6876-6884. doi: 10.3168/jds.2018-16208. Epub 2019 May 31. PMID: 31155252.
54. Islam MA, Parveen S, Rahman M, Huq M, Nabi A, Khan ZUM, Ahmed N, Wagenaar JA. Occurrence and Characterization of Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* in Processed Raw Foods and Ready-to-Eat Foods in an Urban Setting of a Developing Country. *Front Microbiol*. 2019 Mar 14;10:503. doi: 10.3389/fmicb.2019.00503. PMID: 30923520; PMCID: PMC6426745.
55. Fri J, Njom HA, Ateba CN, Ndip RN. Antibiotic Resistance and Virulence Gene Characteristics of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) Isolated from Healthy Edible Marine Fish. *Int J Microbiol*. 2020 Jun 4;2020:9803903. doi: 10.1155/2020/9803903. PMID: 32565817; PMCID: PMC7292986.
56. Bernier-Lachance J, Arsenault J, Usongo V, Parent É, Labrie J, Jacques M, Malouin F, Archambault M. Prevalence and characteristics of Livestock-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (LA-MRSA)

isolated from chicken meat in the province of Quebec, Canada. PLoS One. 2020 Jan 10;15(1):e0227183. doi: 10.1371/journal.pone.0227183.