

Artículo Original

Bacteriología

Kasmera 49(2):e49234352, Julio-Diciembre, 2021

ISSN 0075-5222 E-ISSN 2477-9628

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5089734>



Identificación de *Staphylococcus aureus* y determinación de su resistencia a antimicrobianos en aves psitácidas en cautiverio y en sus cuidadores (Venezuela)

Identification of Staphylococcus aureus and determination of its antimicrobial resistance in captive psittacid birds and their keepers (Venezuela)

Hernández-Aguilera Vianellys ¹, Rodríguez-Leo Carlos ¹, Aponte Indira ¹, Colangelo Ana ¹, Abou-Orm Sandra ¹,
Pérez-Ybarra Luis ², Useche Elianee ³, Viettri Mercedes ³,

¹Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Microbiología. Maracay-Aragua. Venezuela.

²Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Ciencias Básicas. Maracay-Aragua. Venezuela.

³Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Clínico Integral. Maracay-Aragua. Venezuela.

Resumen

El orden *Psittaciformes* encierra pericos, loros, cacatúas y guacamayos. Su microbiota incluye *Staphylococcus aureus*, coco Gram positivo con factores de virulencia que, en presencia de factores predisponentes, favorecen la colonización de tejidos, resisten las defensas inmunológicas del hospedador y causan patologías como de piel y tejidos blandos. En esta investigación se identificó *Staphylococcus aureus* y determinó su resistencia a antimicrobianos en aves psitácidas en cautiverio y sus cuidadores en Venezuela. Se recolectaron muestras cloacales y heces de aves *Psittaciformes*, así como hisopado nasofaríngeo de sus cuidadores. Las muestras se cultivaron para el aislamiento y posterior identificación bacteriana. Para la determinación de la susceptibilidad antimicrobiana fue aplicado el método de difusión en disco Kirby Bauer. El 57,8% (26/45) de las aves y 60% (3/5) de los cuidadores se les aisló *S. aureus*. Las pruebas de susceptibilidad reportaron 2,2% de *Staphylococcus aureus* resistente a metilicina en aves y 20% en los cuidadores. El mayor porcentaje de resistencia fue hacia los antibióticos betalactámicos y se encontró una mayor multiresistencia en los cuidadores que en las aves. Este fenómeno representa un riesgo para las poblaciones de aves y fauna en cautiverio, donde los animales en cautiverio pueden actuar como un reservorio para enfermedades.

Palabras claves: *Staphylococcus aureus*, *Psittaciformes*, aves, cuidadores, antibacterianos

Abstract

The order *Psittaciformes* includes parakeets, parrots, cockatoos and macaws. Its microbiota includes *Staphylococcus aureus*, Gram-positive coconut with virulence factors that, in the presence of predisposing factors, favor tissue colonization, resist the host's immune defenses and cause pathologies such as skin and soft tissues. In this investigation, *Staphylococcus aureus* was identified and its resistance to antimicrobials was determined in parrots in captivity and in their keepers in Venezuela. Cloacal samples and faeces of *Psittaciformes* birds were collected, as well as nasopharyngeal swabs from their keepers. The samples were cultivated for isolation and subsequent bacterial identification. For the determination of the antimicrobial susceptibility, the Kirby Bauer disk diffusion method was applied. 57.8% (26/45) of the birds and 60% (3/5) of the keepers were isolated for *Staphylococcus aureus*. Susceptibility tests reported 2.2% Methicillin Resistant *S. aureus* in birds and 20% in keepers. The highest percentage of resistance was towards beta-lactam antibiotics and a higher multi-resistance was found in keepers than in birds. This phenomenon represents a risk for populations of birds and fauna in captivity, where animals in captivity can act as a reservoir for diseases.

Keywords: *Staphylococcus aureus*, *Psittaciformes*, birds, caregivers, anti-bacterial

Recibido: 03/10/2020

Aceptado: 13/03/2021

Publicado: 12/07/2021

Como Citar: Hernández-Aguilera V, Rodríguez-Leo C, Aponte I, Colangelo A, Abou-Orm S, Pérez-Ybarra L, Useche E, Viettri M. Identificación de *Staphylococcus aureus* y determinación de su resistencia a antimicrobianos en aves psitácidas en cautiverio y en sus cuidadores (Venezuela). Kasmera. 2021;49(2):e49234352. doi: 10.5281/zenodo.5089734

Autor de Correspondencia: Hernández-Aguilera Vianellys. E-mail: vianellys0102@hotmail.com

Información detallada de la autora está disponible al final del artículo.

©2021. Los Autores. **Kasmera**. Publicación del Departamento de Enfermedades Infecciosas y Tropicales de la Facultad de Medicina. Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons atribución no comercial (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) que permite el uso no comercial, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre y cuando la obra original sea debidamente citada.



Introducción

El orden *Psittaciformes* se encuentra constituido por pericos, loros, cacatúas y guacamayos que se encuentran distribuidas en toda Latinoamérica (1). Debido a sus características biológicas, son capturadas como mascotas y aves ornamentales, generando un contacto estrecho con el humano (2).

Las aves *Psittaciformes* poseen un microbioma autóctono diverso, el intestino delgado es colonizado por bacterias *Lactobacillus* (70%), seguido por *Clostridiaceae* (11%), *Streptococcus* (6,5%) y *Enterococcus* (6,5%) (3,4). La mayoría, en condiciones normales, suelen contribuir en la defensa del organismo, evitando la proliferación de bacterias patógenas que causan patologías como colibacilosis, salmonelosis, clamidiosis, enteritis, dermatitis gangrenosa, micobacteriosis, coriza infecciosa, infecciones en huesos, cubiertas tendinosas y articulaciones de las patas, entre otras (5,6).

Staphylococcus aureus es un coco Gram positivo, que forma parte de la microbiota normal del hombre y animales (7). Posee factores de virulencia como enzimas coagulasa, catalasa y hemolisinas, y toxinas como la del shock tóxico y la de Panton Valentine, que, en presencia de factores predisponentes, favorecen la colonización de tejidos, siendo capaces de resistir o evadir las defensas inmunológicas del hospedador y causar patologías, desde superficiales en piel y tejidos blandos, e incluso profundas como osteomielitis, neumonía y endocarditis aguda (7,8).

Se ha reportado la transmisión zoonótica y antropozoonosis de *S. aureus* (9,10). Estudios de secuenciación sugieren que las cepas aviares proceden de un ancestro humano, que se ha adaptado al nuevo hospedador mediante la adquisición de elementos genéticos móviles y a la inactivación de proteínas implicadas en la patogénesis de enfermedades humanas (11). Múltiples investigaciones han demostrado este fenómeno. En España, identificaron dos aislados de *S. aureus* en un transportista de ganado porcino, ambos aislados pertenecían al clado animal y presentaban una relación clonal muy elevada (12), por lo tanto, los animales pueden actuar como reservorios de cepas transmitidas por sus propietarios, cuidadores, veterinarios e incluso a partir de contrabandistas durante la captura y movilización ilegal (13-16).

En el caso, de aislados de *S. aureus* provenientes de animales de vida libre, estos presentan linajes asociados a humanos y animales (14). En un grupo de cigüeñas de vida libre, se evidenció, una diferencia significativa de *S. aureus* en función de si se alimentaban en zonas con influencia humana (55,8%) o en parajes naturales (16,3%) (12). De este modo, se evidencia la adaptación evolutiva de *S. aureus* para emerger como patógeno de aves y humanos.

S. aureus presenta una alta capacidad de resistencia a varios antimicrobianos (9). La penicilina ha sido el fármaco de elección para el tratamiento de infecciones por *S. aureus*, sin embargo, se empezó a notar resistencia a este fármaco (17), siendo una alternativa las penicilinas

resistentes a la penicilinas (metilina), pero el uso excesivo y las malas prácticas terapéuticas han generado una selección de cepas resistentes a estos antibióticos (2). Los aislados de *S. aureus* que expresan el gen *mecA* se denominan SARM (*S. aureus* resistente a metilina), este gen codifica para la proteína PBP2a de baja afinidad a la penicilina y le confiere la capacidad de resistencia a betalactámicos y otros antibióticos (2).

Vargas y col. (18), identificaron la susceptibilidad antimicrobiana de bacterias patógenas en animales en cautiverio (30 aves y 29 mamíferos), encontrando que los aislamientos de *S. aureus* presentaban una alta resistencia a tetraciclinas, cloranfenicol, macrólidos y betalactámicos, concluyendo que las similitudes en la resistencia bacteriana (antibiotipo) hallada en cepas animales y humanas, hacían presumir una transmisión entre ambas especies.

La Organización Mundial de la Salud (19) indicó que la resistencia a antimicrobianos constituye una amenaza para la salud pública mundial y que requiere la adopción de medidas de todos los sectores gubernamentales y sociedad en general. El uso inadecuado de medicamentos antimicrobianos ha contribuido a la aparición de *S. aureus* multiresistentes. En las aves, estos fármacos se emplean en aves de corral para la prevención de enfermedades y promoción de su crecimiento (20).

El potencial zoonótico de *S. aureus*, combinado con su capacidad para adquirir resistencia, y el uso generalizado de antibióticos en la producción avícola, conduce a la aparición de nuevas cepas resistentes en poblaciones humanas y la transmisión entre especies (21). Es así que el objetivo del presente estudio fue determinar la presencia de *S. aureus*, tanto en las aves *Psittaciformes* como en los cuidadores de los centros de cautiverio, e identificar el patrón de susceptibilidad a los antibióticos de los microorganismos aislados.

Métodos

Tipo y diseño de la investigación: se llevó a cabo una investigación descriptiva, de campo, y de corte transversal. La población de estudio, la conformaron aves del orden *Psittaciformes* y un segundo grupo que correspondió a cuidadores distribuidos en cinco centros de cautiverio de los estados Mérida, Nueva Esparta y Carabobo en Venezuela.

Población y muestra: se realizó un muestreo a conveniencia no probabilístico y no aleatorio, teniendo en consideración la dificultad de recolección de muestra en animales silvestres en cautiverio. En el caso de los centros de cautiverio en el estado Nueva Esparta y Mérida, la recolección de las muestras estuvo limitada, sobre todo en las especies de aves de pequeño tamaño, debido a su fragilidad y fácil nivel de estrés, motivo por el cual los cuidadores no permitieron su manipulación directa. En la [Tabla 1](#) se presenta la distribución de muestras recolectadas (hisopados y heces recogidas de

una lona desinfectada que fue colocada en el suelo de cada jaula) por centro de cautiverio y especie de ave psitácida. Los criterios de inclusión de las aves fueron: que

pertenecieran al orden *Psittaciformes*, que no fuera una especie protegida o en cuarentena y cuyo cuidador permitiera la recolección de la muestra.

Tabla 1. Distribución de la población y muestras de aves *Psittaciformes* por género en cinco centros de cautiverio (muestras recolectadas sobre el total de aves en cada centro)

Género	Estado				
	Mérida (Centro A)	Mérida (Centro B)	Nueva Esparta (Centro C)	Nueva Esparta (Centro D)	Carabobo (Centro E)
<i>Ara</i>	4/7 H	0	4/6 H	3/11 H	13/26 H
<i>Amazona</i>	3/5 H	3/3 H	2/5 H	2/3 H	6/9 H
<i>Trichoglossus</i>	0	1/2 L	0	0	0
<i>Psittacula</i>	0	1/2 L	0	0	0
<i>Pionus</i>	0	1/40 L	0	0	0
<i>Pionitas</i>	0	0	0	0	2/6 H
Total	7/12	6/47	6/11	5/14	21/41

Se presentan el número de muestras recolectadas/la población de aves en cada centro de cautiverio. L: Lona; H: Hisopados cloacal.

Por otro lado, se recolectaron 5 muestras de hisopado faríngeo y 5 muestras de hisopado nasal de los cuidadores de las aves, que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión: contacto estrecho con las aves, que no hayan tenido tratamiento con antibióticos los 10 días previos y que estuvieran de acuerdo en participar en el estudio al firmar su consentimiento informado. Los criterios de exclusión fueron los opuestos a los antes mencionado.

Metodología:

Recolección de muestras cloacales de aves: la recolección de muestras se realizó en presencia de un médico veterinario, un cuidador y el equipo de investigación a las 06:00 horas, siguiendo los lineamientos de la normativa establecida en la Guía para el Cuidado y Uso de los Animales de Laboratorio del *Institute of Laboratory Animal Resources Commission on Life Sciences National Research Council* (22). En todo momento fue preservada la integridad de las aves empleando métodos adecuados para su captura. Una vez introducido el hisopo estéril de algodón en la cloaca se realizaron movimientos giratorios para obtener la mayor cantidad de muestra (23). Los hisopos se colocaron en tubos que contenían el medio de transporte Cary-Blair, y fueron llevados, en refrigeración, al Laboratorio de Investigaciones Microbiológicas "Dr. Carlos Palacios" para su procesamiento.

Recolección de muestras de lonas ubicadas en el piso de las jaulas: este procedimiento fue realizado en aves pequeñas y/o de difícil captura, donde el hisopado puede generar un riesgo para su vida, para ello se procedió a colocar una lona desinfectada en el suelo de cada jaula, se dejó ubicada durante 4 horas para posteriormente recoger las muestras que se apreciaban más frescas o recién emitidas, empleando para ello un hisopo estéril y luego fueron colocados en tubos que contenían el medio de transporte Cary-Blair, y se llevaron, en refrigeración, al Laboratorio de Investigaciones Microbiológicas "Dr. Carlos Palacios".

Recolección de muestras de exudado nasal y faríngeo: para las muestras de exudado nasal, se indicó a los cuidadores que colocaran la cabeza inclinada hacia atrás, se introdujo el hisopo de algodón estéril, que estaba humedecido en solución salina estéril y se realizaron movimientos rotatorios dentro de las fosas nasales. Para las muestras faríngeas, los cuidadores inclinaron la cabeza hacia atrás mientras mantenían la boca abierta, se introdujo un depresor lingual para la visualización de la fosa amigdalina y la faringe posterior, se frotó con firmeza entre los pilares tonsilares por debajo de la úvula con el hisopo y luego fueron colocados en tubos que contenían el medio de transporte Cary-Blair, y fueron llevadas, en refrigeración, al Laboratorio de Investigaciones Microbiológicas "Dr. Carlos Palacios".

Cultivo e Identificación microbiológica: el inóculo fue sembrado en placas de agar sangre y agar manitol salado e incubadas en estufa a 35 °C durante 24 y 48 horas. En el agar sangre, el crecimiento de colonias pequeñas y blanquecinas con producción de beta hemólisis y, en el agar manitol salado el crecimiento de colonias pequeñas con viraje del indicador de pH de rojo a amarillo fueron seleccionadas como sospechosas de *S. aureus*. A partir de estos cultivos puros se realizaron las pruebas de identificación: coloración de Gram, prueba de catalasa, DNAsa, coagulasa libre y ligada, fermentación de glucosa, Voges Proskauer, ureasa, oxidasa y resistencia a la polimixina B (24).

Sensibilidad antimicrobiana: se utilizó el método de Kirby Bauer. Se inoculó el microorganismo en agar Mueller-Hinton, a partir de un cultivo puro 0,5 de McFarland. Posteriormente, se distribuyeron en la placa discos con vancomicina (30 µg), penicilina (10 µg), tetraciclina (30 µg), tobramicina (10 µg), ciprofloxacina (5 µg), amikacina (30 µg), gentamicina (10 µg). Seguido a eso, las placas pasaron a un periodo de incubación a 35 °C por 24 horas. Tras el periodo de incubación, se midieron los halos de inhibición y se compararon con el documento M100-S27 del Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio (24). La

selección de los antibióticos de prueba se realizó siguiendo las pautas del CLSI para *S. aureus* (24) y de acuerdo con la disponibilidad en el laboratorio donde se realizó la investigación.

La presencia de SARM se determinó empleando discos de cefoxitina (30 µg), siendo SARM cuando resultaron resistentes. Para la prueba de difusión de doble disco (D-Test), se colocó un disco de clindamicina (2 µg) con una distancia de 15 mm del disco de eritromicina (15 µg). Si se forma una D en la zona radial de inhibición de la clindamicina hacia el lado en donde se encuentra la eritromicina se refiere que la cepa de *S. aureus* presenta resistencia inducible a la clindamicina (24,26).

Recolección de la información: se les realizó un cuestionario de preguntas mixtas para conocer las medidas de bioseguridad que cumplen en el trabajo y la exposición previa a antibióticos.

Análisis estadístico: se calcularon las frecuencias absolutas y relativas, y para estas últimas se construyeron los intervalos al 95% de confianza [IC_{95%}]. Para las aves, los resultados del cultivo se cruzaron con el lugar de origen y con el género del ave, se aplicó la prueba de independencia de chi-cuadrado (χ^2) para verificar si tales variables están asociadas. Se trabajó al nivel de significación de 5% y 10%. Los datos se procesaron utilizando el programa estadístico SPSS 25.0.

Aspectos bioéticos: cada participante firmó un consentimiento informado, también se respetaron los

códigos internacionales para el uso de animales en cautiverio. Este protocolo de investigación fue aprobado por la Comisión de Bioética y Bioseguridad de la Universidad de Carabobo, Venezuela, (CPBBUC-050-2017-DIC-VH Código 1GSA9SA).

Resultados

Frecuencia de *S. aureus* en Psitácidos: se recolectaron 42 hisopados cloacales y 3 heces provenientes de las lonas, haciendo un total de 45 muestras. De estas, 26 (26/45; 57,8%) resultaron positivas para *S. aureus*, IC_{95%}(%Pos) = (44,5; 74,3%). En la [Figura 1](#) se presentan los resultados del cultivo clasificados por lugar de origen de la muestra, donde se observa que, excepto por las muestras provenientes del centro en el estado Carabobo, en todos los demás sitios la mayoría presentó resultados positivos para *S. aureus*; sin embargo, la prueba de independencia de χ^2 indicó que no hubo asociación significativa entre los resultados del cultivo y el lugar de origen de la muestra ($\chi^2=4,26$; 4 gdl; p=0,399).

Por otra parte, en la [Figura 2](#) se muestran los resultados del cultivo por el género de las aves muestreadas. Predominan los resultados positivos, excepto las muestras del género *Ara*, aunque sin asociación estadísticamente significativa ($\chi^2=3,19$; 2 gdl; p=0,255). Para este análisis se excluyeron los resultados de las lonas y de un ave cuyo registro de especie se desconocía.

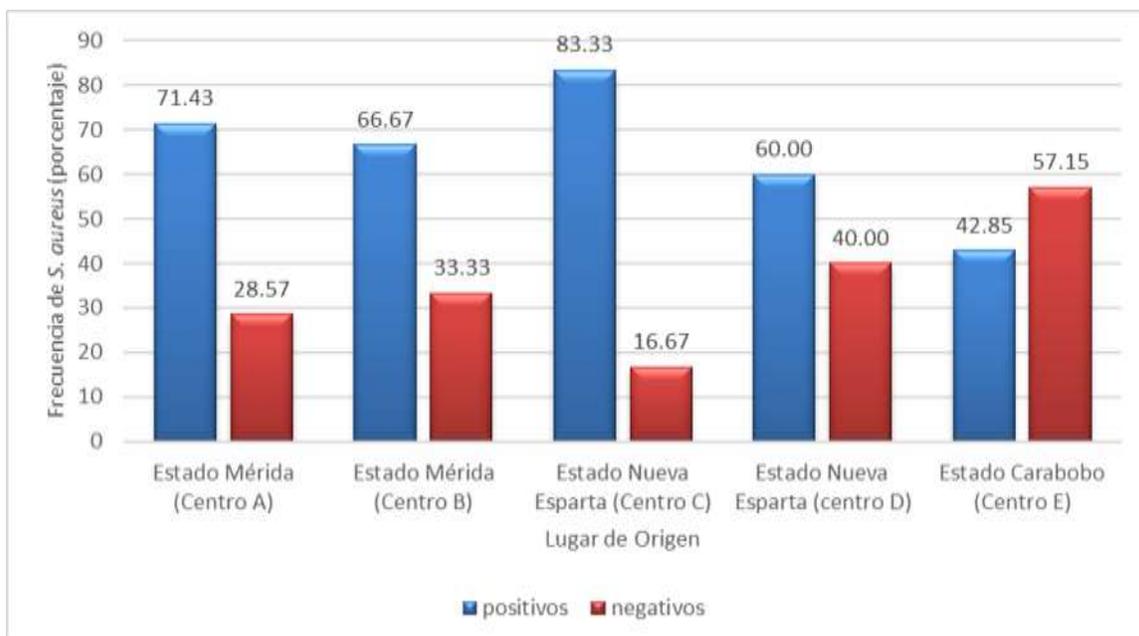


Figura 1. Frecuencias absolutas y relativas para los resultados del cultivo clasificados por lugar de origen de la muestra (centros de cautiverio) de aves Psitácidas

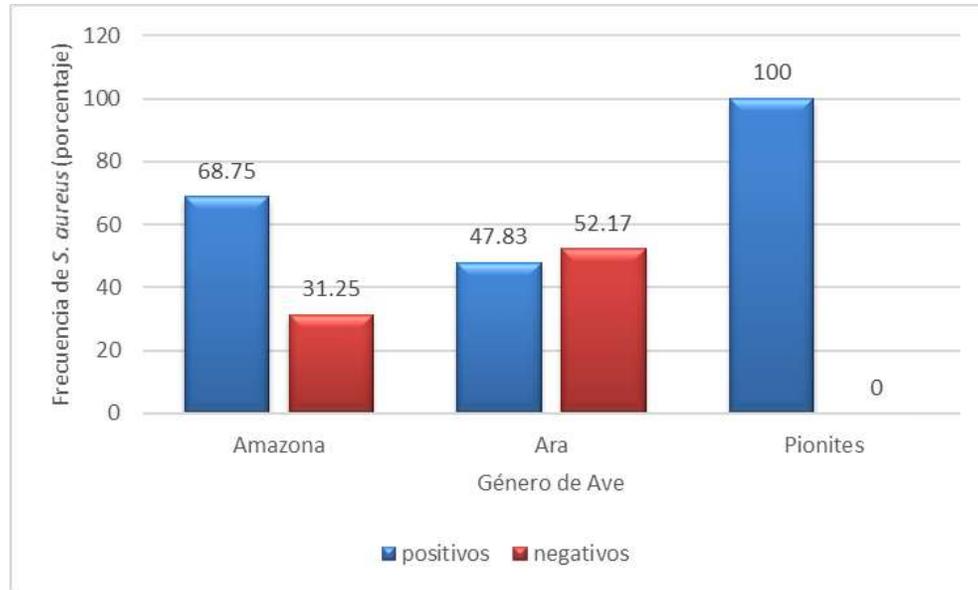


Figura 2. Frecuencias absolutas y relativas para los resultados del cultivo bacteriológico clasificados por el género del ave muestreada.

Pruebas de susceptibilidad de los aislamientos: las pruebas de susceptibilidad con los aislados de *S. aureus* indican mayor resistencia a la penicilina (38,4%), seguido de la tetraciclina (15,4%) (Tabla 2).

Tabla 2. Patrones de susceptibilidad antimicrobiana de *S. aureus* aislados de aves *Psittaciformes* en cautiverio

Antibiótico	Sensible (%)	Intermedio (%)	Resistente (%)
Cefoxitina	25 (96,2)	-	1 (3,8)
Penicilina	16 (61,5)	-	10 (38,4)
Tetraciclina	21 (80,8)	1 (3,8)	4 (15,4)
Tobramicina	24 (92,3)	1 (3,8)	1 (3,9)
Eritromicina	20 (76,9)	4 (15,4)	2 (7,7)
Clindamicina	16 (61,5)	8 (30,8)	2 (7,7)
Ciprofloxacina	25 (96,2)	1 (3,8)	-
Vancomicina	26 (100)	-	-
Amikacina*	15 (88,2)	1 (5,9)	1 (5,9)
Gentamicina*	18 (100)	-	-

*Amikacina y gentamicina se analizaron 17 y 18 muestras, respectivamente, ya que por problemas técnicos no se pudo hacer al total de aislados.

Los aislados que presentaron resistencia a cefoxitina se clasificaron como SARM. Una muestra resultó positiva (1/26; 3,9%), $IC_{95\%}(\%Pos) = (0,10; 19,64\%)$. Para fines de este trabajo, se consideraron como multirresistentes aquellos aislados que presentaban resistencia a más de dos antibióticos (26), encontrándose que 15,38% de los aislados en aves resultaron multirresistentes. Por otro lado, todos los aislados resultaron negativos a la prueba de D-test.

Staphylococcus aureus en cuidadores: de los cinco cuidadores muestreados, tres (60%) resultaron positivos para *S. aureus*, $IC_{95\%}(\%Pos) = (18,9; 92,4\%)$. En la Tabla 3 se presentan los resultados de los antibiogramas realizados a *S. aureus* aislados a partir del hisopado nasofaríngeo. Los aislamientos fueron resistentes a la penicilina y eritromicina. Además, una muestra fue resistente a cefoxitina, clasificando como SARM. Por otro lado, todos estos aislamientos resultaron multirresistentes (100%), mientras que en el D-test resultaron negativos.

Tabla 3. Patrones de susceptibilidad antimicrobiana de *S. aureus* aisladas de cuidadores de aves *Psittaciformes* en cautiverio

Antibiótico	Sensible (%)	Intermedio (%)	Resistente (%)
Cefoxitina	2	-	1
Penicilina	-	-	3
Tetraciclina	2	-	1
Tobramicina	2	-	1
Eritromicina	-	1	2
Clindamicina	1	1	1
Ciprofloxacina	3	-	-
Vancomicina	3	-	-
Amikacina	1	1	-
Gentamicina	1	-	1

*Amikacina y gentamicina se analizaron 2 muestras, ya que por problemas técnicos no se pudo hacer al total de aislados.

Discusión

En el presente estudio se analizaron muestras cloacales y heces de aves *Psittaciformes* en cinco centros de cautiverio de Venezuela. La frecuencia de *S. aureus* en

estas aves, difiere del reportado por Bowman y Jacobson (27) quienes encontraron 5% en aves psitácidas sanas en cautiverio. Por otro lado, el resultado se asemeja al reportado por Briscoe y col. (28), donde 49,4% de aves con resultados positivos para *Staphylococcus* spp., en este caso las aves de propiedad privada tenían el doble de probabilidades de tener resultados positivos para *Staphylococcus* spp. que las aves de un santuario (71% frente a 35%). En este sentido, Doneley (29) en su estudio sobre enfermedades en psitácidos, describe que el contacto con el humano es un factor que favorece la transmisión de microorganismos entre humanos y aves.

Las condiciones higiénico-sanitarias adecuadas, en el cuidado de aves, son fundamentales para disminuir la colonización de microorganismos potencialmente patógenos (2). Durante las visitas realizadas a los diferentes centros de cautiverio, se evidenció hacinamiento de las aves, bebederos de agua contaminados con sus propias excretas y acumulación de alimentos de días anteriores. Estos pueden convertirse en una fuente de contaminación para el ave (30), favoreciendo la colonización microbiana y promoviendo la aparición de infecciones gastrointestinales (6,31,32). La mayoría de las aves muestreadas provenían de decomiso, donaciones y rescates, lo que dificultó precisar en qué condiciones se encontraban antes de su llegada a los centros. Sin embargo, se ha descrito que las aves al ser traficadas ilegalmente sufren inanición, frío, contacto con sus productos de excreción, maltrato, hacinamiento severo, entre otros, lo que puede favorecer la colonización por bacterias (2,16,29).

La menor frecuencia de *S. aureus* se obtuvo en el centro de cautiverio ubicado en el estado Carabobo, a pesar de que tenía la mayor población de aves y mayor infraestructura. Por otro lado, la mayor frecuencia fue en uno de los centros del estado Nueva Esparta, un albergue de fauna silvestre, donde se encontraban tres ejemplares de *Amazonas barbadensis*, especie vulnerable (33), provenientes de un decomiso realizado en un local de comida donde les habían cortado las plumas de las alas para hacer que caminaran por el lugar, predisponiéndolas a la colonización por bacterias (30) y riesgo de infección cutánea (28).

Los problemas clínicos asociados al incremento y a la diseminación de la resistencia a antibióticos han aumentado en los últimos años (19), la Organización Mundial de Sanidad Animal (34) refiere un aumento de la resistencia a antibióticos en aislados de animales. Al realizar la determinación de susceptibilidad antimicrobiana frente a los antibióticos más comúnmente usados en el área clínica, la mayor frecuencia de resistencia fue a la penicilina y a la tetraciclina. Vargas y col. (18), encontraron una elevada prevalencia de aislados resistentes a la tetraciclina, cloranfenicol, eritromicina, ampicilina, ampicilina sulbactam, lincomicina. La literatura reporta, más del 80% de las cepas de *S. aureus* como resistentes a la penicilina, el cual era el antibiótico de elección para muchas infecciones bacterianas. La metilicina parecía ser la solución a esa resistencia, pero a

inicios de los años 60, aparecieron *S. aureus* resistentes a metilicina (SARM), que inicialmente sólo eran aislados en pacientes hospitalizados, pero posteriormente también están siendo encontrados en portadores sanos en las comunidades (2).

Al analizar los patrones de susceptibilidad a antimicrobianos de *S. aureus* aislados de aves, destaca la presencia de SARM. Dicha muestra provino de una de las lonas que se colocó en la jaula de los *Trichoglossus moluccanus*, con lo cual se puede presumir que el aislado *S. aureus* era de una o ambas aves que se encontraban en esa jaula. Estos resultados difieren del trabajo de Vargas y col. (18) donde no se encontraron SARM. Ambos *T. moluccanus*, fueron alimentados desde crías por un médico veterinario, el cual pudiera representar un riesgo de transmisión de SARM, si el humano ha estado en contacto con el ámbito hospitalario (35). Adicionalmente, se encontró 15,38% de *S. aureus* multiresistentes, lo cual no es común en aves psitácidas y otros animales silvestres, ya que los mecanismos de resistencia se generan por la exposición previa a antibióticos, lo que no ocurre en su hábitat natural ni cuando están en centros de cautiverio.

El humano con mayor riesgo de colonización es aquel que mantiene un contacto directo con estos animales, como los cuidadores, en los que se obtuvo 100% de *S. aureus* multiresistentes. Durante el muestreo para esta investigación, se pudo observar, que en varios de los centros de cautiverio no eran cumplidas las medidas de bioseguridad entre jaulas y por parte del cuidador, incluso estos en su mayoría lo reconocen, lo cual pudiera ser un factor de riesgo para la transmisión de microorganismos entre los cuidadores y animales y viceversa.

En este estudio, el porcentaje de cuidadores que resultaron positivos para *S. aureus*, fue similar al obtenido por Fosch y col. (36) en individuos de la comunidad, pero difiere del reportado por Drougka y col. (14) quienes hallaron 12,5% de *S. aureus* en residentes de un zoológico en Grecia. Además, se identificó un SARM que representaría 20%, similar a lo reportado por Guzmán y Lozada (37), señalando que la presencia de SARM es un problema tanto hospitalario como comunitario, por lo que se recomienda su identificación como parte del diagnóstico bacteriológico.

Drougka y col. (14) señalan que los animales pueden intercambiar patógenos resistentes con los humanos con los cuales mantienen un contacto estrecho. En este sentido, se compararon los patrones de susceptibilidad a los antimicrobianos de los aislados de aves y cuidadores (antibiotipo), no encontrándose coincidencias entre los aislados. No obstante, en las aves sí hubo coincidencias en ambos centros del estado Nueva Esparta, donde se encontró *S. aureus* en aves que convivían en la misma jaula, lo cual es de esperarse debido al contacto directo entre estos animales y el intercambio de microbiota. Por otro lado, en el centro ubicado en el estado Carabobo, se encontraron aislamientos con patrones de susceptibilidad idénticos en aves que se hallaban en jaulas distintas y distanciadas, lo cual hace pensar que el cuidador, a través de su rutina de manipulación de las

aves, moviliza el *S. aureus* de una jaula a otra (2). Sin embargo, estos estudios deben ser ampliados con técnicas moleculares a través de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) dirigida al gen *mecA* y los distintos *cassettes SCCmec*, para poder identificar si se trata efectivamente de la misma cepa de *S. aureus* que está circulando en cada centro de cautiverio (14).

Los resultados obtenidos en la presente investigación, demostraron modificaciones de la microbiota de las aves, producto del entorno artificial, tipo de alimentación, origen y el contacto estrecho con humanos. Por ello, además de presentar una frecuencia de 57,8% de *Staphylococcus aureus*, manifestaron mecanismos de multiresistencia antimicrobiana similares a los que manifiestan los aislados de origen clínico. La importancia de detectar la presencia de aislados microbianos resistentes, permitirá desarrollar programas de restauración del microbioma intestinal, durante su estancia en los centros de cautiverio, así como la prevención de diseminación de estos aislados y su mecanismos de resistencia, que puedan afectar a la población de especies animales y humanos que estén en contacto con este grupo de aves.

Este tipo de investigación demuestra la importancia del uso correcto de los antibióticos a nivel humano y animal. El creciente fenómeno de la resistencia antimicrobiana debe ser frenado. Por ello el personal de los centros de cautiverio, deben continuar aplicando estrategias de cuidado animal e incluir dentro de los parámetros de evaluación de las especies animales, la evaluación del microbioma intestinal y los perfiles de susceptibilidad antimicrobiana al momento de ingresar y al finalizar su estancia en el respectivo centro de cautiverio.

Conflicto de Relaciones y Actividades

Los autores declaran que la investigación se realizó en ausencia de relaciones comerciales o financieras que pudieran interpretarse como un posible conflicto de relaciones y actividades

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para el desarrollo de la presente investigación. Este proyecto de investigación fue autofinanciado.

Agradecimientos

Al personal médico, administrativo y obrero que labora en los centros de cautiverio visitados, demostrando dedicación y motivación a la protección de la fauna en cautiverio.

Referencias Bibliográficas

1. Joseph L, Toon A, Schirtzinger RE, Wright TF, Schodde R. A revised nomenclature and classification for family-group taxa of parrots (*Psittaciformes*). Zootaxa [Internet]. 2012;3205(3205):26-40. Disponible en: <https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.3205.1.2>. DOI: [10.11646/zootaxa.3205.1.2](https://doi.org/10.11646/zootaxa.3205.1.2)
2. Gómez-Álvarez G, Valadez-Azúa R, Teutli-Solano C, Reyes-Gómez SR. Manejo en cautiverio de psitácidos utilizados como aves de ornato y compañía. AMMVEPE [Internet]. 2005;16(1):5-17. Disponible en: <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=30282>
3. Barnes EM. The avian intestinal flora with particular reference to the possible ecological significance of the cecal anaerobic bacteria. Am J Clin Nutr [Internet]. 1972;25(12):1475-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ajcn/25.12.1475>. DOI: [10.1093/ajcn/25.12.1475](https://doi.org/10.1093/ajcn/25.12.1475) PMID [4346128](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4346128/)
4. Grond K, Sandercock BK, Jumpponen A, Zeglin LH. The avian gut microbiota: community, physiology and function in wild birds. J Avian Biol [Internet]. 2018;49(11):e01788. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jav.01788>. DOI: [10.1111/jav.01788](https://doi.org/10.1111/jav.01788)
5. Hermans K, Devriese LA, De Herdt P, Godard C, Haesebrouck F. *Staphylococcus aureus* infections in psittacine birds. Avian Pathol [Internet]. 2000;29(5):411-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/030794500750047153>. DOI: [10.1080/030794500750047153](https://doi.org/10.1080/030794500750047153) PMID [19184832](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19184832/)
6. Soto Piñero CJ, Bert E. Redalyc. Principios en la alimentación de psitácidas. Rev Electrónica Vet [Internet]. 2011;12(11):1-38. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63622049012.pdf>
7. Hurtado MP, de la Parte MA, Brito A, Tapia I, Carmona O. Resistencia de *Staphylococcus aureus* a los antimicrobianos en Venezuela 1988-1998. Arch Venez Farmacol y Ter [Internet]. 2004;23(2):159-65. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-02642004000200010
8. Winn WC, Allen SD, Janda WM, Koneman EW, Procop GW, Schrenckenberger PC, et al. Koneman Diagnóstico Microbiológico. Texto y Atlas [Internet]. 6 Ed. México: Médica Panamericana; 2008. 1696 p.
9. Casellas JM, Florencia P, Beatriz M, Gabriela T. Los animales compañeros (mascotas) como fuente de infecciones por *Staphylococcus metilino* resistentes, bacilos Gram negativos productores de BLEE e infecciones urinarias. Gaceta Infectol Microbiol Clin [Internet]. 2009;4(4):3-5. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/70647>
10. Castellanos L. I, Rodríguez M. G, Santos A. R. Aislamiento e identificación bioquímica de

- microorganismos bacterianos a partir de infecciones de piel en caninos. Rev Med Vet (Bogotá) [Internet]. 2011;(22):21. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/mv/vol1/iss22/1/>. DOI: [10.19052/mv.556](https://doi.org/10.19052/mv.556)
11. Lowder B V, Guinane CM, Ben Zakour NL, Weinert LA, Conway-Morris A, Cartwright RA, et al. Recent human-to-poultry host jump, adaptation, and pandemic spread of *Staphylococcus aureus*. Proc Natl Acad Sci [Internet]. 2009;106(46):19545-19550. Disponible en: <http://www.pnas.org/content/106/46/19545.abstract>. DOI: [10.1073/pnas.0909285106](https://doi.org/10.1073/pnas.0909285106) PMID [19884497](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19884497/) PMCID [PMC2780746](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC2780746/)
 12. Gómez Villaescusa P. *Staphylococcus aureus* en animales de vida libre y medioambiente. Resistencia a antimicrobianos, virulencia, líneas genéticas circulantes y genómica comparativa. [Tesis Doctoral]. España: Universidad de la Rioja. 2019. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/tesis/221322.pdf>
 13. Morgan M. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and animals: zoonosis or humanosis?. J Antimicrob Chemother [Internet]. 2008;62(6):1181-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jac/dkn405>. DOI: [10.1093/jac/dkn405](https://doi.org/10.1093/jac/dkn405) PMID [18819971](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18819971/)
 14. Drougka E, Foka A, Posantzis D, Giormezis N, Anastassiou ED, Petinaki E, et al. 2015. Human *Staphylococcus aureus* lineages among Zoological Park residents in Greece. Open Vet J [Internet]. 2015;5(2):148-53. Disponible en: <https://www.openveterinaryjournal.com/drougkaabstractovj081.htm>. PMID [26623381](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26623381/) PMCID [PMC4663800](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4663800/)
 15. Monecke S, Gavier-Widén D, Hotzel H, Peters M, Guenther S, Lazaris A, et al. Diversity of *Staphylococcus aureus* Isolates in European Wildlife. PLoS One [Internet]. 2016;11(12):e0168433. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168433>. DOI: [10.1371/journal.pone.0168433](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168433) PMID: [27992523](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27992523/) PMCID [PMC5161505](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5161505/)
 16. Rodríguez-Leo C, Hernández V, Abou Orm S, Díaz Y, Camacho D, Arraiz N, et al. *Chlamydia psittaci* en aves psitácidas en dos parques zoológicos de Venezuela. Acta Biológica Colomb [Internet]. 2017;22(3):394-7. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiolo/artic/view/64742>. DOI: [10.15446/abc.v22n3.64742](https://doi.org/10.15446/abc.v22n3.64742)
 17. Grupo para el control de la resistencia bacteriana de Bogotá GREBO, Secretaria Distrital de Salud. Manual de actualización en resistencia bacteriana y normas CLSI M100-S20 [Internet]. 2010. Disponible en: http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/SiteCollectionDocuments/Manual_Resistencia_SDS_2010.pdf
 18. Vargas J, Máttar S, Monsalve S. Bacterias patógenas con alta resistencia a antibióticos: estudio sobre reservorios bacterianos en animales cautivos en el zoológico de Barranquilla. Infectio [Internet]. 2010;14(1):6-19. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123939210700886>. DOI: [10.1016/S0123-9392\(10\)70088-6](https://doi.org/10.1016/S0123-9392(10)70088-6)
 19. Organización Mundial de la Salud. Plan de acción mundial sobre la resistencia a los antibióticos [Internet]. 2016 [citado 6 de febrero de 2018]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255204/9789243509761-spa.pdf;jsessionid=D83EE9BC9DC8AF7FAB559B894A73FA39?sequence=1>
 20. Giacoboni G. Sitio Argentino de Producción Animal. Resistencia a los antimicrobianos en medicina veterinaria y su relación con la salud pública [Internet]. 2013 [citado 20 de mayo de 2018]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/Zoonosis/31-resistencia.pdf
 21. Matuszewska M, Murray GGR, Harrison EM, Holmes MA, Weinert LA. The Evolutionary Genomics of Host Specificity in *Staphylococcus aureus*. Trends Microbiol [Internet]. 2020;28(6):465-77. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2019.12.007> DOI: [10.1016/j.tim.2019.12.007](https://doi.org/10.1016/j.tim.2019.12.007) PMID [31948727](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31948727/)
 22. National Research Council, Institute for Laboratory Animal Research, Division on Earth and Life Studies, Committee for the Update of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals [Internet]. Eighth Edition. Washington DC-USA: The National Academies Press; 2011. Disponible en: <https://grants.nih.gov/grants/olaw/guide-for-the-care-and-use-of-laboratory-animals.pdf>. DOI: [10.17226/25801](https://doi.org/10.17226/25801) PMID [21595115](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21595115/)
 23. Rose K, Newman S, Uhart M, Lubroth J. Vigilancia de la influenza aviar altamente patógena en las aves silvestres. Toma de muestras de aves sanas, enfermas y muertas [Internet]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2007. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a0960s/a0960s.pdf>
 24. Clinical and Laboratory Standards Institute. CLSI. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 28th ed. Wayne PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2018. 296 p.
 25. Montoya C I, Mira O M, Álvarez A I, Cofre G J, Cohen V J, Donoso W G, et al. Resistencia inducible a clindamicina en *Staphylococcus aureus* meticilino resistente. Rev Chil Pediatría [Internet]. 2009;80(2):48-53. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0370-41062009000100006&script=sci_arttext&lng=es. DOI: [10.4067/S0370-41062009000100006](https://doi.org/10.4067/S0370-41062009000100006)

26. López-Pueyo MJ, Barcenilla-Gaite F, Amaya-Villar R, Garnacho-Montero J. Multirresistencia antibiótica en unidades de críticos. *Med Intensiva* [Internet]. 2011;35(1):41-53. Disponible en: <https://www.medintensiva.org/es-multirresistencia-antibiotica-unidades-criticos-articulo-S0210569110002536>. DOI: [10.1016/j.medin.2010.07.011](https://doi.org/10.1016/j.medin.2010.07.011) PMID [21215482](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21215482/)
27. Bowman TA, Jacobson ER. Cloacal Flora of Clinically Normal Captive Psittacine Birds. *J Zoo Anim Med* [Internet]. 1980;11(3):81-5. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/20094478>. DOI: [10.2307/20094478](https://doi.org/10.2307/20094478)
28. Briscoe JA, Morris DO, Rosenthal KL, Shofer FS, Rankin SC. Evaluation of mucosal and seborrheic sites for staphylococci in two populations of captive psittacines. *J Am Vet Med Assoc* [Internet]. 2009;234(7):901-5. Disponible en: <https://doi.org/10.2460/javma.234.7.901>. DOI: [10.2460/javma.234.7.901](https://doi.org/10.2460/javma.234.7.901) PMID [19335240](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19335240/)
29. Doneley RJT. Bacterial and Parasitic Diseases of Parrots. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract* [Internet]. 2009;12(3):417-32. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1094919409000425>. DOI: [10.1016/j.cvex.2009.06.009](https://doi.org/10.1016/j.cvex.2009.06.009) PMID [19732702](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19732702/)
30. Kutkowska J, Turska-Szewczuk A, Kucharczyk M, Kucharczyk H, Zalewska J, Urbanik-Sypniewska T. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and glycopeptide-resistant enterococci in fecal samples of birds from South-Eastern Poland. *BMC Vet Res* [Internet]. 2019;15(1):472. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12917-019-2221-1>. DOI: [10.1186/s12917-019-2221-1](https://doi.org/10.1186/s12917-019-2221-1). PMID [31888629](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31888629/) PMID [6937698](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6937698/)
31. Elzanowski A, Abs M. Pain and stress in birds. In: Bell BD, editor. *Acta XX Congressus Internationalis Ornithologici*. Christchurch-New Zealand. 1991. p. 1901-40
32. Soto CJ, Bert E. Valoración sanitaria de los criaderos de aves ornamentales. *Rev Electron Vet* [Internet]. 2012;13(7):1-35. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63624404022.pdf>
33. BirdLife International. Yellow-shouldered Amazon (*Amazona barbadensis*) - BirdLife species factsheet [Internet]. [citado 15 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/yellow-shouldered-amazon-amazona-barbadensis>
34. Organización Mundial de Sanidad Animal. La estrategia de la OIE aborda la amenaza de la resistencia a los agentes antimicrobianos en los animales [Internet]. 2016 [citado 20 de julio de 2019]. Disponible en: <https://www.oie.int/es/la-estrategia-de-la-oie-aborda-la-amenaza-de-la-resistencia-a-los-agentes-antimicrobianos-en-los-animales/>
35. Walther B, Wieler LH, Friedrich AW, Hanssen A-M, Kohn B, Brunnberg L, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) isolated from small and exotic animals at a university hospital during routine microbiological examinations. *Vet Microbiol* [Internet]. 2008;127(1):171-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113507003628>. DOI: [10.1016/j.vetmic.2007.07.018](https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2007.07.018) PMID [17804179](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17804179/)
36. Fosch S, Yones C, Trossero M, Grosso O, Nepote A. Portación nasal de *Staphylococcus aureus* en individuos de la comunidad: factores epidemiológicos. *Acta Bioquímica Clínica Latinoam* [Internet]. 2012;46(1):59-67. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53522610002>
37. Guzmán Lista MDC, Lozada Oca RA. Detección de *Staphylococcus aureus* meticilino-resistentes aislados de pacientes con infecciones nosocomiales y adquiridas en la comunidad. *Rev Soc Venez Microbiol* [Internet]. 2007;27(1):503-11. Disponible en: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_vm/article/view/486

Autores:

Correspondencia: Hernández-Aguilera Vianellys.
<https://orcid.org/0000-0002-2164-9373>. Universidad de Carabobo.
 Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Microbiología.
 Maracay-Aragua. Venezuela. Dirección postal: Av. Leonardo Ruiz
 Pineda. La Morita II Edificio Uno Piso 3. Teléfono: +58-04161989042. E-
 mail: vianellys0102@hotmail.com. ^{R^a}
https://www.researchgate.net/profile/Vianellys_Hernandez

Rodríguez-Leo Carlos. <https://orcid.org/0000-0002-8291-0563>.
 Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud.
 Departamento de Microbiología. Maracay-Aragua. Venezuela. E-
 mail: leogod1985@gmail.com

Aponte Indira. <https://orcid.org/0000-0003-2229-5631>. Universidad
 de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de
 Microbiología. Maracay-Aragua. Venezuela. E-mail:
indira26794@hotmail.com

Colangelo Ana. <https://orcid.org/0000-0003-4373-0575>. Universidad
 de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de
 Microbiología. Maracay-Aragua. Venezuela. E-mail:
anacolangelo_26@hotmail.com

Abou-Orm Sandra. <https://orcid.org/0000-0002-7914-9611>.
 Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud.
 Departamento de Microbiología. Maracay-Aragua. Venezuela. E-
 mail: santrax98@gmail.com

Pérez-Ybarra Luis. <https://orcid.org/0000-0003-0743-7953>. Universidad
 de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de
 Ciencias Básicas. Maracay-Aragua. Venezuela. E-mail:
Impy2005@gmail.com

Useche Elianee. <https://orcid.org/0000-0001-5295-4517>. Universidad
 de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de
 Clínico Integral. Maracay-Aragua. Venezuela. E-mail:
elianlid@gmail.com

Viettri Mercedes. <https://orcid.org/0000-0002-3290-2952>. Universidad
 de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de
 Clínico Integral. Maracay-Aragua. Venezuela. E-mail:
mviettri_3105@hotmail.com

Contribución de los Autores:

HAV: conceptualización, metodología, validación, análisis formal, investigación, recursos, curación de datos, redacción-preparación del borrador original, redacción-revisión y edición, visualización, supervisión, planificación y ejecución, administración de proyectos, adquisición de fondos. **RLC:** metodología, validación, análisis formal, investigación, recursos, curación de datos, redacción-preparación del borrador original, redacción-revisión y edición. **AI, CA, AOS, UE** y **VM:** metodología, validación, análisis formal, investigación, recursos, curación de datos. **PYL:** validación, análisis formal, investigación, recursos, curación de datos, redacción-preparación del borrador original, redacción-revisión y edición.