

Caracterización bacteriana de superficies inertes de unidades móviles de atención pre hospitalaria

Bacterial Characterization of Inert Surfaces of Mobile Pre-Hospital Care Units

- ¹ Luis Andrés Tigre Tigre  <https://orcid.org/0000-0003-3309-2450>
Facultad de Bioquímica y Farmacia, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
fabian.moscoso@est.ucacue.edu.ec
- ² Fabián Eduardo Moscoso Lituma  <https://orcid.org/0000-0001-6818-107X>
Facultad de Bioquímica y Farmacia, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
natalia@ug.edu.ec
- ³ Sandra Denisse Arteaga Sarmiento  <https://orcid.org/0000-0002-9734-9553>
Facultad de Bioquímica y Farmacia, Docente, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
sarteagas@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/12/2023

Revisado: 07/01/2024

Aceptado: 12/02/2024

Publicado: 05/03/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i1.2.2927>

Cítese:

Tigre Tigre , L. A., Moscoso Lituma , F. E., & Arteaga Sarmiento, S. D. (2024). Caracterización bacteriana de superficies inertes de unidades móviles de atención pre hospitalaria. *Anatomía Digital*, 7(1.2), 41-61.
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i1.2.2927>



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

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

Palabras claves:

Contaminación,
resistencia,
ambulancia,
transmisión.

Keywords:

Contamination,
resistance,
ambulance,
transmission.

Resumen

Introducción. Las unidades de atención prehospitalaria permiten el traslado de pacientes vulnerables a diferentes instituciones de salud para su atención oportuna por parte del profesional médico. Sin embargo, pueden ser fuente de contaminación por la transmisión indirecta de microorganismos, principalmente bacterias que puedan alterar la salud e integridad de las víctimas, representando un riesgo en pacientes y personal de atención médica. **Objetivo.** Fue caracterizar las bacterias presentes en superficies inertes de unidades móviles de atención prehospitalaria de la ciudad de Cuenca en las áreas de mayor manipulación por parte de los primeros respondientes y otras áreas como ventilación, zona de desechos bio-peligrosos, manijas, entre otros. **Metodología.** La presente investigación es de tipo no experimental, de corte transversal y de campo. Para la selección del universo, se tomaron a las unidades móviles de atención pre hospitalaria públicas de la ciudad de Cuenca. A conveniencia del estudio se consideraron las tres unidades móviles de mayor uso, el muestreo fue de tipo no probabilístico por conveniencia, considerándose 30 sitios de mayor manipulación por parte del personal sanitario para obtener la muestra por cada ambulancia. **Resultados.** Se identificó principalmente el género *Staphylococcus*, y se verificó resistencia a la Oxacilina y Vancomicina, mientras que las demás presentaron sensibilidad a los demás antibióticos que son Claritromicina, Amoxicilina + Ácido Clavulánico y Ceftriaxona. **Conclusión.** El estudio permitió identificar los agentes bacterianos presentes en las superficies inertes de tres de las doce unidades móviles de atención prehospitalaria, observándose que en su mayoría eran cocos Grampositivos. **Área de estudio general:** Bioquímica y Farmacia. **Área de estudio específica:** Microbiología. **Tipo de estudio:** Artículos originales / Original articles,

Abstract

Introduction. Pre-hospital care units facilitate the transfer of vulnerable patients to different health institutions for timely care by medical professionals. However, it can be a source of contamination due to the indirect transmission of

microorganisms, mainly bacteria, that can alter the victims' health and integrity, representing a risk for patients and healthcare personnel. **Objective.** To characterize the bacteria, present on inert surfaces of mobile pre-hospital care units in Cuenca in the areas of greatest manipulation by first responders and other areas such as ventilation, biohazardous waste area, and handles, among others. **Methodology.** This is a non-experimental, cross-sectional field study. For the selection of the universe, the mobile units of public pre-hospital care in the city of Cuenca were used. For the convenience of the study, the three most frequently used mobile units were considered. The sampling was non-probabilistic by convenience, considering 30 sites of greatest manipulation by health personnel to obtain the sample for each ambulance. **Results.** The genus *Staphylococcus* was mainly identified, and resistance to Oxacillin and Vancomycin was verified, while the others showed sensitivity to the other antibiotics Clarithromycin, Amoxicillin + Clavulanic Acid, and Ceftriaxone. **Conclusion.** It was possible to identify the bacterial agents present on the inert surfaces of three of the twelve mobile pre-hospital care units, and it was observed that most of them were Gram-positive cocci.

Introducción

Los vehículos de atención prehospitalaria conocidos como ambulancias y el personal que circula en ellos son indispensables al momento de verificar el estado de salud y condiciones físicas de un paciente (1) y están destinados para atender pacientes y trasladar pacientes, hasta la llegada a centros hospitalarios para una atención especializada en caso de requerirlo. Por ello, están sujetos al contacto con una variedad de microorganismos potencialmente patógenos en superficies que pueden resultar nocivos para la salud y pueden ser transmitidos por vía aérea, parenteral, ocular, digestiva y dérmica principalmente. Los agentes microbianos que con más frecuencia se encuentran son las bacterias y su presencia podría deberse a la falta de higiene de los pacientes, infecciones presentes tanto en pacientes como personal que atiende a los mismos aplicación de técnicas de limpieza y desinfección deficientes, generando contaminación cruzada en su sistema (2).

Al hablar de bacterias, se hace referencia a seres unicelulares presentes en casi todo el mundo y esenciales para el ecosistema. Determinadas especies son capaces de vivir en condiciones adversas de temperatura y estrés. La mayoría de las bacterias que habitan el cuerpo humano no causan daño y algunas resultan beneficiosas. Sin embargo, un número relativamente pequeño de especies son patógenas, principalmente cuando el sistema inmunitario de un paciente se encuentra deprimido y pueden provocar infecciones denominadas como intrahospitalarias que en algunos casos conllevan a tratamientos más fuertes, aumento de la estadía hospitalaria o la muerte (3).

Por otro lado, la ambulancia o unidad móvil de atención prehospitalaria constituye una parte importante en el entorno asistencial del paciente durante su traslado; por ello, los principios universales de bioseguridad deben aplicarse de la misma manera, tanto en los pacientes como para los profesionales. Se debe recordar que, las superficies inertes de una ambulancia siguen siendo susceptibles de contaminación microbiológica y se consideran como una posible fuente potencial para la transmisión de diferentes microorganismos potencialmente patógenos debido al traslado de pacientes de un lugar a otro o a centros hospitalarios. Dichos pacientes en ocasiones presentan enfermedades de origen bacteriano transmisibles por su fuente de infección, la cual puede ser vía aérea, por contacto o mixta (4).

De acuerdo con lo mencionado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) alrededor de 1,4 millones de pacientes tratados a nivel hospitalario al año, adquieren infecciones con diverso origen mediante transmisión directa o indirecta (cruzada) como consecuencia del contacto con superficies contaminadas o mala manipulación por parte del personal de salud (5). Estos datos demuestran el grave problema y realidad de la situación en el área de la salud y la importancia de realizar adecuados tratamientos, identificando principalmente los agentes causantes de infecciones.

De acuerdo con lo descrito por Salazar (6), las infecciones conocidas como intrahospitalarias o nosocomiales se consideran como procesos infecciosos que pueden transmitirse entre pacientes o personal sanitario y que se presentan 48 a 72 horas posteriores a su ingreso al hospital. Dichas infecciones no estaban presentes en el periodo de incubación al momento de su admisión o se manifiestan hasta 72 horas después del alta. Asimismo, se definen como aquellas que fueron adquiridas al momento que el paciente ha ingresado a las áreas hospitalarias y representan un grave problema a escala local, nacional y mundial, ya que se relacionan directamente con un incremento en las tasas de la morbilidad y mortalidad, así como también costos hospitalarios para pacientes, familia en general y la sociedad (7).

Con base a lo mencionado anteriormente, se señala la importancia de investigaciones realizadas que resalten la importancia de una prevención de la transmisión indirecta y la caracterización de los agentes microbianos. Así tenemos el estudio realizado por Silva et

al., el cual demostró que en Brasil alrededor del 20% de la población infectada con COVID-19 estuvo conformada por profesionales de la salud incluyendo personal encargado del traslado de pacientes infectados. El 18% del personal de atención a la salud del área de urgencias y atención prehospitalaria en unidades médicas ambulatorias resultaron positivo (8), demostrando de esta manera que los microorganismos pueden transmitirse directamente a través de vías respiratorias y causar infecciones a pacientes o personal de salud en general. Si bien es cierto, el artículo menciona a virus, pero los mecanismos de transmisión se mantienen para todos los microorganismos.

También se puede detallar la investigación desarrollada por Acosta, sobre las infecciones asociadas a la atención sanitaria (IAAS) demostrando que generan una amenaza para el personal de salud y principalmente a pacientes comprometidos inmunológicamente ya que se calcula que, de cada 20 pacientes hospitalizados, uno se infectará simplemente por su ingreso a las instalaciones hospitalarias, principalmente por agentes bacterianos. Estos datos se agravan con la resistencia a antibióticos que han desarrollado las bacterias y causan cada año mayores tasas de mortalidad que el VIH/SIDA o gripe (9).

Lo anteriormente mencionado se demuestra con la investigación realizada por Plasencia et al., en donde evidenciaron alta contaminación con bacilos gramnegativos en áreas hospitalarias, llegando a alcanzar hasta el 50,87% del total de muestras obtenidas en un hospital de tercer nivel de Seguridad Social de Chiclayo en Perú. Los autores manifestaron que *Acinetobacter baumannii* fue el microorganismo con mayor porcentaje de aislamiento. Adicional también se encontraron otras especies como *Pseudomonas*, *Klebsiella* y bacterias Gram positivas como *Staphylococcus* (10).

Datos semejantes fueron encontrados en la investigación de Masó et al., en donde verificaron una reducción en la contaminación por el uso de monopersulfato de potasio al 20%, un fuerte desinfectante, en relación con microorganismos multirresistentes en diferentes ambientes y aparatos de uso hospitalario, logrando identificar principalmente el género *Acinetobacter*. Los autores enfatizaron en la importancia de tomar precauciones universales para evitar una contaminación cruzada, así como también la importancia en los procesos de limpieza y desinfección (11).

Las investigaciones anteriormente mencionadas demuestran el grave problema de salud pública a nivel hospitalario, sin embargo, de manera particular, en las ambulancias, también se observa contaminación bacteriana. Así lo demuestra Rivera et al., en su investigación, en donde identificaron la presencia de microorganismos presentes en ambulancias en Colombia, encontrándose géneros como *Micrococcus* y *Staphylococcus* principalmente. Adicional, las muestras que resultaron con crecimiento fueron principalmente en áreas de ventilación, manijas de puerta, camilla de paciente y gaveta de medicamentos (12). De igual manera, la investigación demuestra el problema al que

se enfrenta el personal de salud por mantener espacios libres de microorganismos y prevenir infecciones.

Por ello, es necesario identificar la posible causa o fuente que pudiera generar la infección para poder establecer los tratamientos adecuados al paciente o establecer medidas preventivas y una posible infección cuyas consecuencias pueden ser mortales. En el caso de una infección bacteriana, es necesario identificar de manera correcta el agente etiológico para establecer los tratamientos necesarios con antimicrobianos.

Se puede mencionar la investigación realizada por Matute (13), en donde señala que las infecciones de origen bacteriano son un problema importante para los profesionales a nivel sanitario, pacientes y comunidad en general. Las causas de estas infecciones se deben a varios factores, como fallo en los protocolos de esterilización y desinfección, uso indiscriminado de antibióticos y un inadecuado proceso por parte del personal sanitario en los protocolos de manipulación del paciente o insumos médicos en procedimientos quirúrgicos.

Las bacterias son las protagonistas por su característica de resistencia a los antibióticos. Por ello, es fundamental no solo conocer sino adquirir destrezas en los protocolos de bioseguridad y asepsia en el área hospitalaria para mantener una buena atención al paciente. De igual manera, en la investigación realizada por Díaz et al. (14) se analiza el estado de limpieza, desinfección y esterilización de las unidades móviles de atención prehospitalaria y concluyó que las mismas resultan ser reservorios de microorganismos y una inadecuada desinfección facilitaría el desarrollo de infecciones. De igual manera, diversos estudios han demostrado que los procedimientos de desinfección realizados para reducir la carga microbiana han permitido disminuirla hasta en un 90% de las ambulancias.

De igual manera, en el estudio realizado por Alves & Bissell (15), se evaluó de manera cualitativa los agentes patógenos bacterianos encontrados en los vehículos utilizados por el servicio de emergencias médicas. La principal conclusión obtenida de esta investigación fue que, de los siete géneros principalmente aislados como *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Klebsiella*, *Streptococcus viridans*, *Acinetobacter*, cuatro fueron patógenos nosocomiales de importancia en la salud mientras que, tres de estos cuatro presentaron resistencia a antibióticos, aun cuando no se especifican los antibióticos utilizados.

Dada la preocupación por el potencial número de agentes infecciosos en los entornos de atención de la salud, los microbiólogos y los expertos en enfermedades infecciosas recomiendan el uso de equipos de protección personal desechables que reducen significativamente los riesgos para pacientes y personal sanitario. Sin embargo, las superficies inertes de las ambulancias siguen siendo susceptibles a la contaminación

bacteriana. Por otro lado, la naturaleza de los servicios médicos de emergencia impone una serie de presiones a través de procedimientos en muchos casos estandarizados sobre el personal de atención prehospitalaria (16).

De acuerdo con la Organización Panamericana de Salud (OPS) las infecciones intrahospitalarias son ocasionadas en su mayoría por bacterias multirresistentes que han sobrevivido al medioambiente hospitalario y pueden provocar la muerte o dejar secuelas graves en los pacientes hospitalizados en las diferentes áreas. De ahí la importancia en caracterizar los microorganismos presentes para verificar su resistencia a antimicrobianos, con lo cual se puede plantear tratamientos adecuados y seguir los procedimientos estandarizados y cuidados es fundamental para evitar su propagación, así como las normas de seguridad para prevenir la transmisión de microorganismos (17).

Un estudio de corte transversal realizado por Quindós (18) determinó que tras el análisis de las diferentes muestras, en efecto el equipo de la Universidad Pública del país de Vasco ha detectado la existencia de *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis* y otros cocos grampositivos, adicionalmente bacilos gramnegativos que, si bien es cierto, no alcanzaron niveles de alarma, sí generan una alerta ante la posibilidad de provocar una contaminación cruzada entre el interior y exterior de las áreas hospitalarias a través de los traslados realizados por las ambulancias.

No se lograron evidenciar fuentes locales que detallen infecciones bacterianas adquiridas por contaminación en unidades de atención prehospitalaria.

Metodología

El enfoque de esta investigación corresponde a un estudio cuantitativo, no experimental, de corte transversal, analítico y de campo. Para la determinación del universo, se seleccionaron las unidades móviles de atención prehospitalaria públicas de la ciudad de Cuenca. A conveniencia del estudio se consideraron las tres unidades móviles de mayor rotación en la ciudad: estación 1 (E1), tres (E3) y cinco (E5), siendo la tres, la ambulancia alfa de soporte vital avanzado. Se consideraron de cada unidad móvil los sitios de mayor manipulación por parte del personal, para lo cual, el muestreo fue de tipo no probabilístico por conveniencia, considerándose 30 sitios de mayor manipulación por parte del personal sanitario para obtener la muestra por cada ambulancia, incluyendo manijas de puertas, pasamanos de camillas y de uso del personal sanitario, lugar de desechos hospitalarios, sitios de ventilación, entre otros.

La recolección de muestras de las unidades móviles se realizó mediante la técnica de hisopado de superficies y se almacenó en medio Stuart. Para la identificación de los agentes bacterianos se realizó la siembra en cajas Petri utilizando en agar sangre (BA) y agar eosina y azul de metileno (EMB) y se dejó en incubación a 37° C por 24 horas

mediante estriado por agotamiento. Transcurrido el periodo de tiempo se analizaron las colonias y la presencia de hemólisis en BA. Posteriormente, con cada muestra que resultó crecimiento en agar sangre se procedió con aislar las bacterias resultantes en tubos de ensayo aforados con agar nutritivo y se dio paso a incubación nuevamente, en similares condiciones que la primera incubación.

Posteriormente se efectuó la siembra en agar manitol y se realizó una tinción de Gram. Adicionalmente con la muestra que resultó crecimiento en agar EMB se realizaron pruebas bioquímicas para la identificación bacteriana, las cuales fueron TSI (Triple-Sugar-Iron-Agar o Agar Hierro Triple Azúcar), SIM (Medio de Sulfuro Motilidad Indol), Citrato y Urea, por otro lado, también se realizaron pruebas de coagulasa y catalasa para las bacterias Gram positivas para continuar con la identificación.

Por último, se procedió a realizar pruebas de susceptibilidad a antimicrobianos, mediante la técnica de Kirby bauer, para la cual se trabajó con agar Mueller-Hinton. Se preparó una suspensión bacteriana y se comparó en el espectrofotómetro hasta obtener absorbancia entre 0,08 – 0,10 a 600 nm. Con la suspensión se realizó la siembra de las bacterias y se utilizaron como antimicrobianos que inhiben el crecimiento rápido como Staphylococcus spp o de la familia Enterobacteriaceae, como la Oxacilina (OX), Claritromicina (CLR), Vancomicina (VA), Amoxicilina + Ácido Clavulánico (AMC) y Ceftriaxona (CRO) (30).

Resultados

Los resultados de la investigación demuestran los sitios donde existe mayor manipulación por parte del personal sanitario en el interior de cada una de las unidades móviles de atención prehospitalaria. De un total de 90 sitios analizados, se observó crecimiento en 34 sitios, los cuales se observan en la figura 1.

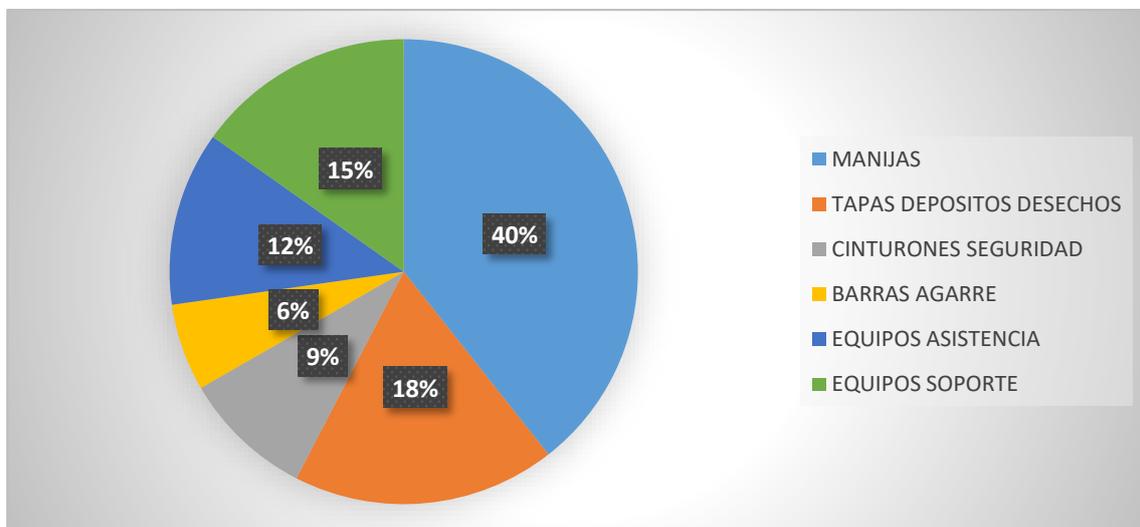


Figura 1. Porcentaje de crecimiento bacteriano en base a las superficies

En la figura 1 se puede observar el porcentaje de crecimiento bacteriano en agar sangre. En general, del muestreo realizado previamente, la superficie con mayor crecimiento fue principalmente en las manijas de puertas o compuertas, debido al contacto directo vía dérmica por parte del personal a atención prehospitalaria. Pese a la manipulación del paciente y el uso de guantes, los cuales constituyen una barrera primaria de protección para la reducción de transmisión de microorganismos, se evidencia la contaminación existente en dichas superficies.

Por otro lado, del crecimiento observado en agar EMB fue en una sola estación (tabla 1). Se realizó tinción de Gram con lo que se observan bacilos Gramnegativos. Las pruebas bioquímicas realizadas resultaron negativas y se detallan en la tabla 2, mientras que en la tabla 3 se observa los resultados del crecimiento en Agar Manitol, al cual también se realizó tinción de Gram, observándose cocos Grampositivos.

El crecimiento en agar EMB se obtiene de los botones provenientes de los equipos de asistencia para oxígeno.

Tabla 1. Crecimiento bacteriano en agar EMB

No.	Estación	Muestra	Lugar de muestreo
1	E5	21	Botones vía aérea

Tabla 2. Pruebas bioquímicas de colonias con crecimiento en agar EMB

No. Muestra	Estación	Pruebas bioquímicas	Resultado
21	E5	Sacarosa	-
		Glucosa	-
		Lactosa	-
		Movilidad	-
		H2S	-
		Indol	-
		Citrato	-
		Urea	-
		Gas	-

Como interpretación de los resultados obtenidos en las pruebas bioquímicas se evidenció fermentación de glucosa, pero no de lactosa ni sacarosa, se observó la producción de gas. Urea negativa. De manera similar no se encontró producción de ácido sulfhídrico en TSI. De acuerdo con la tabla de identificación bacteriana adaptada por Elmer W. Koneman (31) y Jean F. Mc. Faddin (32), se puede evidenciar una semejanza en los resultados con *Escherichia coli* en base a los resultados obtenidos en relación con la tabla a continuación.

Tabla 3. Identificación Bioquímica de Enterobacterias

Identificación bioquímica de Enterobacterias *																		
	<i>Escherichia coli</i>	<i>Shigella</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Citrobacter freundii</i>	<i>Citrobacter koseri</i>	<i>Edwardsiella</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Klebsiella oxyfoca</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>Hafnia</i>	<i>Serratia</i>	<i>Proteus vulgaris</i>	<i>Proteus mirabilis</i>	<i>Morganella morganii</i>	<i>Providencia</i>	<i>Yersinia enterocolitica</i>	<i>Plesiomonas shigelloides</i>
Indol	+	-/+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+/-	+
Rojo de Metilo	+	+	+	+	+	+	+/-	-/+	-	-	+/-	-/+	+	+	+	+	+	+/-
Voges-Proskauer	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+/-	+	-	-/+	-	-	+/-	-
Citrato de Simmons	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+/-	+/-	-	+	-	-
H ₂ S(TSI)	-	-	+	+	-	+/-	-	-	-	-	-	-	+	+	+/-	-	-	-
Ureasa	-	-	-	-/+	+/-	-	+/-	+/-	-	+/-	-	+/-	+	+	+	-/+	+/-	-
Movilidad	+/-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+/-	-/+	+
Ornitina	+/-	-/+	+	-	+	+/-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
Lisina	+	-	+	-	-	+	+/-	+	+	-	+	+	-	-	+/-	-	-	+
Fenilalanina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
Glucosa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gas de glucosa	+	-	+	-/+	+	+/-	+	+	+	+	+	+/-	+/-	+	+	+	-	-
Lactosa	+/-	-	-	+/-	+/-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Sacarosa	-	-	-	+/-	+/-	+/-	+/-	+	+	+	-	+	+	+/-	-	+/-	+	-
Malonato	-	-	+/-	-/+	+	-	-/+	+/-	+	+/-	+/-	-	-	-	-	-	-	-
Pigmento rojo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+/-	-	-	-	-	-	-
Oxidasa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

* Géneros comunes en infecciones en humanos

Adaptado por MC Corina Hernández Mireles MacFaddin, 2003 y Koneman, 2006

Familia Enterobacteriaceae
 14 *Shigella*, *Salmonella*, *Escherichia*, *Citrobacter*, *Edwardsiella*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, *Proteus*, *Morganella*, *Providencia*, *Yersinia*, *Plesiomonas*

23 *Arsenophonus*, *Buchnera*, *Budvicia*, *Buttiauxella*, *Calymmatobacterium*, *Cedecea*, *Kluyvera*, *Erwinia*, *Ewingella*, *Leclercia*, *Leminorella*, *Moellerella*, *Obesumbacterium*, *Pantoea*, *Photobacterium*, *Pragia*, *Rahnella*, *Saccharobacter*, *Tatumella*, *Trabulsiella*, *Wigglesworthia*, *Xenorhabdus*, *Yokenella*

Dentro del medio de cultivo agar Manitol, se observó un viraje del medio, el cual permite sospechar la presencia de *S. aureus*, que cambia el medio de color rosa a amarillo y *S. epidermidis*, que únicamente vira a rosa.

Tabla 4. Crecimiento en agar Manitol sal y pruebas de catalasa y coagulasa

Estación	Muestra	Catalasa	Coagulasa	Lugar de muestreo	Viraje
E1	4	+	-	Tapa de basurero Bio peligrosos 2	Rosa

Tabla 4. Crecimiento en agar Manitol sal y pruebas de catalasa y coagulasa (continuación)

Estación	Muestra	Catalasa	Coagulasa	Lugar de muestreo	Viraje
E1	8	+	+	Manija 1 de desfibrilador derecha	Amarillo
E1	13	+	+	Manija de camilla izquierda	Amarillo
E3	30	+	-	Succionador lateral	Rosa
E5	4	+	+	Manija 2 de desfibrilador	Amarillo
E5	19	+	+	Barra superior	Amarillo

Con base a las tablas anteriormente descritas se puede evidenciar que el mayor número de crecimiento bacteriano a nivel general se dio en las unidades de las estaciones 1 y 5, mientras que la unidad de la estación 3 evidenció un número menor de crecimiento bacteriano.

Por otro lado, para las pruebas de susceptibilidad y de acuerdo con lo señalado por Picazo J. en el manual de procedimientos en Microbiología clínica (29), la deducción de resistencia o sensibilidad frente a un antibiótico se da en base al tipo de bacteria y antibiótico a la cual está expuesto, dando como resultado crecimiento y la formación de halos de inhibición, los cuales se leen en milímetros en base a los rangos estándar para cada antibiótico (6). Los resultados de la prueba de susceptibilidad a antibióticos para verificar su susceptibilidad se pueden evidenciar en la siguiente tabla:

Tabla 5. Pruebas de susceptibilidad a antibióticos

Muestra	Estación	Antibiótico	Halo de inhibición	Resultado
4	E1	OX (≤ 10 - ≥ 13 mm)	5 mm	Resistente
		AMC (≤ 18 - ≥ 22 mm)	14 mm	Sensible
		CRO (≤ 10 - ≥ 13 mm)	15 mm	Sensible
		CLR (≤ 13 - ≥ 18 mm)	20 mm	Sensible
		VA (≤ 12 - ≥ 15 mm)	20 mm	Sensible
8	E1	OX (≤ 10 - ≥ 13 mm)	6 mm	Resistente
		AMC (≤ 18 - ≥ 22 mm)	23 mm	Sensible

Tabla 5. Pruebas de susceptibilidad a antibióticos (continuación)

Muestra	Estación	Antibiótico	Halo de inhibición	Resultado
13	E1	CRO ($\leq 10 - \geq 13$ mm)	18 mm	Sensible
		CLR ($\leq 13 - \geq 18$ mm)	18 mm	Sensible
		VA ($\leq 12 - \geq 15$ mm)	7 mm	Resistente
	E3	OX ($\leq 10 - \geq 13$ mm)	14mm	Sensible
		AMC ($\leq 18 - \geq 22$ mm)	23mm	Sensible
		CRO ($\leq 10 - \geq 13$ mm)	14mm	Sensible
		CLR ($\leq 13 - \geq 18$ mm)	19mm	Sensible
		VA ($\leq 12 - \geq 15$ mm)	17mm	Sensible
		OX ($\leq 10 - \geq 13$ mm)	1 mm	Resistente
4	E5	AMC ($\leq 18 - \geq 22$ mm)	30 mm	Sensible
		CRO ($\leq 10 - \geq 13$ mm)	14 mm	Sensible
		CLR ($\leq 13 - \geq 18$ mm)	20 mm	Sensible
		VA ($\leq 12 - \geq 15$ mm)	18 mm	Sensible
		OX ($\leq 10 - \geq 13$ mm)	15mm	Sensible
19	E5	AMC ($\leq 18 - \geq 22$ mm)	23mm	Sensible
		CRO ($\leq 10 - \geq 13$ mm)	18mm	Sensible
		CLR ($\leq 13 - \geq 18$ mm)	19mm	Sensible
		VA ($\leq 12 - \geq 15$ mm)	17mm	Sensible
		OX ($\leq 10 - \geq 13$ mm)	16mm	Sensible
		AMC ($\leq 18 - \geq 22$ mm)	24mm	Sensible
19	E5	CRO ($\leq 10 - \geq 13$ mm)	16mm	Sensible
		CLR ($\leq 13 - \geq 18$ mm)	20mm	Sensible
		VA ($\leq 12 - \geq 15$ mm)	17mm	Sensible

En la siguiente tabla se puede observar los rangos de medición estándar en base al manual de procedimientos de microbiología clínica

Tabla 6. Resistencia o sensibilidad en presencia de un antibiótico

Antibiótico	Rango estándar
Oxacilina (OX)	≤ 10 mm (Resistente); ≥ 13 mm (Sensible)
Clarithromicina (CLR)	≤ 13 mm (Resistente); ≥ 18 mm (Sensible)

Tabla 6. Resistencia o sensibilidad en presencia de un antibiótico (continuación)

Antibiótico	Rango estándar
Vancomicina (VA)	≤12 mm (Resistente); ≥15 mm (Sensible)
Amoxicilina + Ácido Clavulánico (AMC)	≤18 mm (Resistente); ≥22 mm (Sensible)
Ceftriaxona (CRO)	≤10 mm (Resistente); ≥13 mm (Sensible)

De acuerdo a los datos obtenidos, se puede observar que la totalidad de bacterias encontradas que resultaron ser catalasa y coagulasa positiva no generan halos de inhibición frente a los antimicrobianos utilizados, lo cual llama la atención que una parte de las bacterias encontradas también presentaron resistencia a ciertos antibióticos, mismo que representa un grave problema en la salud de los pacientes, pues su estado de vulnerabilidad favorecería el desarrollo de una infección en los mismos, generando lo que se denominan infecciones intrahospitalarias por un mecanismo de transmisión cruzada con el personal de primera respuesta.

Adicionalmente, las unidades móviles son utilizadas como un medio para transportar víctimas que en la mayoría de los casos se encuentran en situación crítica, de ahí la importancia de mantenerlas bajo condiciones de asepsia para evitar transmisión directa o indirecta (8), consecuentemente se debe destacar que en la investigación se trabajó con la técnica de Kirby Bauer para la obtención de resultados relacionados con pruebas susceptibilidad. Sin embargo, no se trabajó con desinfectantes, antisépticos o biocidas en general, que permitan observar la formación de halos de inhibición o incluir otros productos desinfectantes para analizar su comportamiento frente a este tipo de bacterias.

Tampoco se consideró la posible interacción ente los desinfectantes y el medio de cultivo. Para finalizar, es necesario mencionar que los resultados demostraron crecimiento en 33 de las muestras analizadas. Sin embargo, solo se consideraron para continuar con el análisis a seis, dejando a un lado las demás muestras con crecimiento en agar sangre (9).

Los resultados obtenidos confirmaron la presencia de bacterias que podrían resultar patógenas para la salud, las cuales presentan a su vez resistencia a desinfectantes, lo cual hace suponer que se tratan de bacterias multirresistentes incluso con la capacidad de sobrevivir en superficies inertes donde las condiciones ambientales son variables. Adicional se puede observar que, las concentraciones de los desinfectantes utilizados de acuerdo con la Guía de desinfección no permiten un real proceso de desinfección, por lo cual se sugiere ampliar las investigaciones para utilizar otros tipos de desinfectantes o una combinación de estos que permitan una sinergia entre ellos. También se recomienda

realizar capacitación y adiestramiento al personal que realiza la limpieza y desinfección de superficies inertes (9).

Discusión

El objetivo de la investigación está enfocado principalmente a la identificación bacteriana, utilizando métodos y técnicas de laboratorio para identificación, de la misma manera empleando reactivos y materiales que facilitan la obtención de resultados, dentro de los cuales como consecuencia de estudio se identificó la presencia de agentes bacterianos como cocos grampositivos en las superficies inertes investigadas de las unidades móviles de atención prehospitalaria, mismos que resultaron resistentes a Oxacilina (OX), Claritromicina (CLR), Vancomicina (VA), Amoxicilina + Ácido Clavulánico (AMC) y Ceftriaxona (CRO).

Resultados similares a los encontrados en este estudio han sido confirmados con otros que revelan que las superficies de las ambulancias se encuentran con un foco de contaminación elevado con posibilidad de infección o colonización. Entre las investigaciones se encuentra la revisión sistemática realizada por Obenza et al. que verificaron que en 16 estudios en 8 países distintos: Dinamarca, Egipto, Alemania, Irán, Arabia Saudita, Corea del Sur, España, EE. UU se evidenció la presencia de bacterias patógenas en el compartimiento de atención al paciente y en una variedad de superficies de las ambulancias informando de una alta prevalencia de organismos asociados a las infecciones respiratorias agudas; las superficies muestreadas contaminadas con mayor frecuencia se localizan en la camilla y sus componentes como manijas y los organismos encontrados se correspondieron con infecciones por *S. aureus* resistente a la meticilina (MRSA), *Estafilococos coagulasa negativos* resistentes a meticilina (MRCoNS), *Estafilococos coagulasa negativos* (CoNS), *Klebsiella spp* productora de Betalactamasa de espectro extendido (ESBL) y *E. coli* productora de Betalactamasa de espectro extendido (ESBL)(19).

De manera análoga con nuestro estudio y un hallazgo importante del trabajo citado, es que los métodos de recopilación y análisis mostraron consistencia entre los estudios, revelándose que el análisis de cultivos se utilizó en todos los estudios, la mayoría empleó agar sangre para ayudar al crecimiento de los organismos o agar sal manitol para la selección de bacterias Gram positivas y para la recolección de muestras se empleó el método del hisopo, lo que permite aseverar que estos métodos parecen ser suficientes para recuperar microorganismos en este entorno.

En lo que respecta a la importancia de los protocolos de limpieza del vehículo, se menciona la necesidad de garantizar una descontaminación completa de todas las superficies expuestas, equipos y áreas de contacto antes y entre cada transporte de pacientes (20). En este sentido, los expertos señalan que esta descrito que la desinfección

de las áreas de alto contacto reduce la carga bacteriana de las superficies inanimadas (21), además de que coinciden que las infecciones causadas por estas bacterias resistentes a los medicamentos no solo resultan en una mayor morbilidad y mortalidad, sino que además generan hospitalizaciones más complejas (22).

Una limitación del presente trabajo es que no se logró evidenciar estudios similares en el contexto del país. En este sentido Muñoz et al. refieren que en Ecuador la expansión de la atención prehospitalaria ha ocurrido muy rápidamente, pero con un deficiente control del servicio que prestan (23). Burbano y Carrasco manifiestan que en el Sistema Nacional de Salud Ecuatoriano existe una separación entre los servicios asistenciales prehospitalarios y hospitalarios y atribuyen a la complejidad del sistema la segmentación que lo caracteriza y al cual imputan todos sus defectos; además resaltan la inexistencia de una disposición de la autoridad sanitaria para que las ambulancias públicas y privadas se consideren un servicio de salud más y por tanto estén sujetas al control por parte de ésta(24).

En correspondencia a ello, Peñafiel sostiene lo planteado y corrobora que la atención prehospitalaria en Ecuador en lo relacionado al servicio de ambulancias es asumido por los cuerpos de bomberos del país, con la finalidad de cubrir las necesidades imperiosas de la comunidad ante la ineficacia del sistema nacional de salud, la mayoría de las veces sin el cumplimiento de las normas esenciales para el desarrollo de esta actividad vital (25). Como parte de la presente investigación se pudo confirmar la existencia del Procedimiento de Limpieza y Mantenimiento de Equipos de Atención Pre-Hospitalaria de la División Especializada de Ambulancias del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil el cual incorpora los instructivos de limpieza y desinfección de los equipos médicos y superficies de las ambulancias, de obligatorio cumplimiento por el personal Paramédico y Conductores que lo conforman (26).

Sin embargo, otros estudios reconocen que la existencia de organismos patógenos en las ambulancias se debe al incumplimiento total o parcial de procedimientos de limpieza y recomiendan enfáticamente la implementación de otros procedimientos a través de programas descontaminación regulares y programados de limpieza, descontaminación y desinfección de los vehículos por personal especializado en el control de infecciones mediante el uso de desinfectantes apropiados (27, 28).

Esta investigación permitió evidenciar la presencia de agentes bacterianos en los sitios de muestreo de las unidades móviles de atención prehospitalaria, lo que indica que no se ha empleado de manera adecuada desinfectantes o incorrecto aseo de estas.

Conclusiones

- El estudio permitió identificar los agentes bacterianos presentes en las superficies inertes de tres de las doce unidades móviles de atención prehospitalaria, observándose que en su mayoría eran cocos Grampositivos.
- Las bacterias identificadas en las unidades móviles estudiadas que resultaron catalasa y coagulasa positiva de la siembra en agar Manitol sal luego del período de incubación fueron empleadas para las pruebas de susceptibilidad a antimicrobianos y desinfectantes observándose como característica que no generaron halos de inhibición frente a las concentraciones de los productos desinfectantes empleados para la desinfección y parte de ella evidenció resistencia a antimicrobianos.
- La verificación de las bacterias a la resistencia a antimicrobianos fue comprobada, se evidenció resistencia a 2 (Oxacilina y la Vancomicina) de los 5 antibióticos empleados en la prueba de sensibilidad para verificar su susceptibilidad frente a antimicrobianos. Además de una posible resistencia a desinfectantes como el etanol y el hipoclorito de sodio, lo que permitió suponer se tratan de bacterias multirresistentes con la capacidad de sobrevivir en superficies inertes en condiciones ambientales variables.

Conflicto de intereses

Los autores declarar no tener conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Declaración de contribución de los autores

Autor 1: Participó en la interpretación del contenido investigado, asimismo con las correcciones de diseño del artículo como tal.

Autor 2: Contribuyó en el análisis y desarrollo de la investigación para elaborar la discusión de manera clara y concreta, realizó el muestreo de superficies para la investigación.

Autor 3: Aportó ideas y opiniones para la corrección del formato, realizó una revisión completa de la investigación, de manera que contenga información precisa. Participó con la culminación de resultados y conclusiones.

Referencias Bibliográficas

1. Asale R, RAE. ambulancia | Diccionario de la lengua española [Internet]. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [citado 29 de enero de 2023]. Disponible en: <https://dle.rae.es/ambulancia>

2. Alves DW, Bissell RA. Patógenos bacterianos en las ambulancias: resultados de una recogida de muestras no anunciada. *Prehospital Emerg Care Ed Esp.* 1 de enero de 2009;2(1):67-76.
3. Cevallos Zambrano JA. “Bacterias patógenas del género vibrio, en la especie nativa guanchiche (*hoplias malabaricus*) en los Rios vinctes y Mocache.” [Internet] [bachelorThesis]. Quevedo: Ecuador; 2020 [citado 6 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5986>
4. Alvarez-Aldana A, Henao-Benavides MJ, Laverde-Hurtado SC, Muñoz DM, López-Villegas ME, Soto-De León SC, et al. ¿Emergency ambulances potential source of infections? An assessment of cleaning and disinfection procedures. *Interdisciplinary Journal of Epidemiology & Public Health* [Internet]. 2018;1(2:e-014):1-8. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/iJEPH/article/download/5368/5479/12736>
5. Gaviria A, Ruiz F, Muñoz N, BurgoS G, Arias J, Garcia de Vargas S. Detectar-Infecciones.pdf [Internet]. MINSALUD. 2014 [citado 30 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/CA/Detectar-Infecciones.pdf>
6. Salazar Cuba V. Infecciones intrahospitalarias. *Revista Sociedad Bolivariada de Pediatría.* 2012;51(3):187-90.
7. Cole-Gutiérrez R, Martínez-Mairena J, Cedeño-Cascante T. Incidencia de infecciones intrahospitalarias en el Hospital San Rafael de Alajuela durante el año 2002. *Rev Costarric Cienc Médicas.* diciembre de 2006;27(3-4):87-91.
8. Alexandre ACS, Galindo Neto NM, Souza Silva MA de, Silva Santos DC, Alcoforado JM da SG, Melo DB de, et al. Construction and validation of checklist for disinfecting ambulances to transport Covid-19 patients. *Rev Gaúcha Enferm* [Internet]. 2021 [citado 30 de enero de 2023];42(SPE). Disponible en: http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1983-14472021000200415&lng=en&nrm=iso&tlng=enbis9.
9. Acosta G SI. Manual de control de infecciones y epidemiología hospitalaria. Organización Panamericana de la Salud [Internet]. julio de 2003; Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51545/ControlInfecHospitalarias_spa.pdf

10. Plasencia-Dueñas NR, Zegarra-Rodríguez CA, Failoc-Rojas VE, Díaz-Vélez C. Aislamiento microbiológico de superficies inanimadas en contacto con pacientes en un hospital peruano. *Infectio*. 2022;67-72.
11. Yiyela Masó M, Sesma AC, Pintado S, Santolin C, Luna TI, Mangiaterra SM. Contaminación ambiental por microorganismos multirresistentes y el efecto de la limpieza y desinfección en una unidad de cuidados intensivos. *Acta Bioquímica Clínica Latinoam*. junio de 2020;54(2):145-50.
12. Rivera MAA, Rincón D, Muñoz LD, Osorio GOA, Gómez AM. Evaluación microbiológica de las ambulancias de un Hospital en el departamento de Caldas, 2018. *Cuad Investig Semilleros Andina*. 6 de diciembre de 2019;(12):10-6.
13. Izzeddin N, Rodríguez GA, Medina L, González L. Evaluación microbiológica de aire y superficies en quirófano de un centro de salud público. *Salus*. diciembre de 2017;21(3):18-23.
14. Ocampo C, García C, Sánchez M. Las ambulancias como reservorios de microorganismos que favorecen el desarrollo de infecciones en atención prehospitalaria. 16 de mayo de 2017; Disponible en: https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/318/Ambulancias_como_re_servatorios.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
15. Alves DW, Bissell RA. Patógenos bacterianos en las ambulancias: resultados de una recogida de muestras no anunciada. *Prehospital Emerg Care Ed Esp*. 1 de enero de 2009;2(1):67-76.
16. Cervino CO, Almandoz JC, Mignone M, Irusta A, Leiton G. El uso de la radiación UV-C para desinfección frente a la pandemia de COVID-19: nuevo sistema portátil de desinfección por radiación UV-C, Unimoron-Desinfectador®*. UV-C radiation use for disinfection facing COVID-19 pandemic: new disinfection portable system using UV-C radiation, UNIMORON-Disinfectador®* [Internet]. abril de 2021 [citado 6 de marzo de 2023]; Disponible en: <https://repositorio.unimoron.edu.ar/handle/10.34073/268>
17. Barbato M. La amenaza de las bacterias resistentes en los hospitales y acciones para evitar su propagación y salvar vidas - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. [citado 30 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/historias/amenaza-bacterias-resistentes-hospitales-acciones-para-evitar-su-propagacion-salvar-vidas>
18. COENFEBA, Quindós G. Un estudio demuestra que las ambulancias son foco de infección bacteriana | Coenfeba [Internet]. 2016 [citado 30 de enero de 2023].

Disponible en: <https://coenfeba.com/un-estudio-demuestra-que-las-ambulancias-son-foco-de-infeccion-bacteriana/>

19. Obenza A, Cruz P, Buttner M, Woodard D. Microbial contamination on ambulance surfaces: a systematic literature review. *J Hosp Infect.* 1 de abril de 2022; 122:44-59.
20. Boyce JM. Modern technologies for improving cleaning and disinfection of environmental surfaces in hospitals. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2016; 5:10.
21. Masó M, Sesma A, Pintado S, Santolin C, Luna T, Mangiaterra S. Contaminación ambiental por microorganismos multirresistentes y el efecto de la limpieza y desinfección en una unidad de cuidados intensivos. *Acta Bioquímica Clínica Latinoam.* 2020;54(2):145-50.
22. Allel K, García P, Labarca J, Munita JM, Rendic M, Grupo Colaborativo de Resistencia Bacteriana, et al. Socioeconomic factors associated with antimicrobial resistance of *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, and *Escherichia coli* in Chilean hospitals (2008–2017). *Rev Panam Salud Pública.* 23 de septiembre de 2020; 44:1.
23. Muñoz F, Villavicencio J, Guamán J. Diagnóstico de la atención pre hospitalaria en la ciudad de Riobamba. *Pol ConEdición Núm 53.* 2020;5(12):111-21.
24. Burbano P, Carrasco J. Los servicios de emergencias médicas en el Ecuador. *Rev Fac Cienc Médicas Cuenca.* 2015;32(3):59-69.
25. Peñafiel A. El derogado código de la salud y su impacto en la atención prehospitalaria de los cuerpos de bomberos del Ecuador. *Rev Digit CienciaTecnología E Innov.* 2020;7(Nro Especial):828-43.
26. Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil. Procedimiento de Limpieza y Mantenimiento de Equipos de Atención Pre-Hospitalaria de la División Especializada de Ambulancias del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil. 2019;
27. El-Mokhtar MA, Hetta H. Ambulance vehicles as a source of multidrug-resistant infections: a multicenter study in Assiut City, Egypt. *Infect Drug Resist.* abril de 2018; Volume 11:587-94.
28. Wang L, Ruan S. Modelado de infecciones nosocomiales de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina con contaminación ambiental. *Sci Rep.* 2017;7(1):580.

29. Picazo JJ. Procedimientos en Microbiología Clínica. Seguridad En El Laboratorio de Microbiología Clínica.
30. Mederos Hernández J, Presedo Llanes C, Larrea Fabra RR, Mederos Hernández J, Presedo Llanes C, Larrea Fabra RR. Fundamentos de la lectura interpretada del antibiograma para médicos de asistencia clínica. Rev Habanera Cienc Médicas. agosto de 2018;17(4):603-19.
31. Koneman EW. Koneman's Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology. Lippincott Williams & Wilkins; 2006. 1764 p.
32. MacFaddin JF. Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica. Ed. Médica Panamericana; 2003. 864 p.



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



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



Indexaciones

