



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA LABORATORIO CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO

Diagnóstico de bacteriemia mediante técnicas microbiológicas y moleculares

Trabajo de Titulación para optar al título de

Licenciado en Ciencias de la Salud en Laboratorio Clínico e Histopatológico

Autor:

Baldeón Barragan, Karen María

Salazar Marroquín, Alejandra Elizabeth

Tutor:

Dra. María Del Carmen Cordovéz Martínez

Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **Karen María Baldeón Barragan** y **Alejandra Elizabeth Salazar Marroquín**, con cédula de ciudadanía **0202500419** y **1550166373** autoras del trabajo de investigación titulado: **Diagnóstico de bacteriemia mediante técnicas microbiológicas y moleculares**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autores de la obra referida, será de nuestra entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a la fecha de su presentación.

Karen María Baldeón Barragan

C.I: 0202500419

Alejandra Elizabeth Salazar Marroquín

C.I: 1550166373

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación **Diagnóstico de bacteriemia mediante técnicas microbiológicas y moleculares**, presentado por **Karen María Baldeón Barragan**, con cédula de ciudadanía número **0202500419** y **Alejandra Elizabeth Salazar Marroquín**, con cédula de ciudadanía número **1550166373**, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha de su presentación.

Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Eliana Elizabeth Martínez Durán
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Carlos Iván Peñafiel Méndez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dra. María del Carmen Cordovéz Martínez
TUTORA

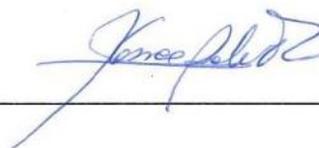


CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **Diagnóstico de bacteriemia mediante técnicas microbiológicas y moleculares** por **Karen María Baldeón Barragan** y **Alejandra Elizabeth Salazar Marroquín**, con cédula de nacionalidad número **0202500419** y **1550166373**, bajo la tutoría de la Dra. María Del Carmen Cordovéz Martínez; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha 31 de octubre del 2023.

Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Eliana Elizabeth Martínez Durán
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Carlos Iván Peñafiel Méndez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID
Ext. 1133

Riobamba 24 de octubre del 2023
Oficio N°124 -2023-2S-URKUND-CID-2023

MSc. Ximena Robalino Flores
DIRECTOR CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por la **Dra. María Del Carmen Cordovéz Martínez**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N° 0230-D-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	0230-D-FCS-23-03-2023	Diagnóstico de bacteriemia mediante técnicas microbiológicas y moleculares	Baldeón Barragán Karen María Salazar Marroquín Alejandra Elizabeth	5	x	

Atentamente,



PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
Delegado URKUND de la FCS / UNACH
C/c Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a aquellas personas que han sido pilar fundamental en mi vida, quienes gracias a sus consejos, sabiduría, amor, ejemplo y sacrificio me ayudaron a cumplir cada una de mis metas propuestas. A mi madre Lucía, a la cual espero ver orgullosa de mí después de poner su confianza total en que lograría avanzar en mi formación estudiantil. A Eric Ponce quien con su amor y apoyo incondicional caminó conmigo a lo largo de todo este proceso. También a mi familia quienes han logrado que me sobreponga de las situaciones difíciles que he atravesado permitiéndome ser motivo de su orgullo.

Karen María Baldeón Barragan

Los resultados de este trabajo de investigación están dedicados a Dios y a mis padres Jorge Salazar y Jacqueline Marroquín por haber sido mi apoyo incondicional en todo momento, un ejemplo de vida, por haberme enseñado a luchar por mis metas hasta lograrlo con transparencia y dedicación, a mi hermano Rubén por haber sido un pilar fundamental durante todos estos años de formación, alentándome a no rendirme y también a todas las personas que me han apoyado de una u otra manera en el transcurso de esta carrera.

Salazar Marroquín Alejandra Elizabeth

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por la bendición de la vida y por su infinito amor hacia mí que se ha visto reflejado en mis logros obtenidos.

A mi familia que han sabido apoyarme siempre esperando que cumpla mis sueños.

A los docentes de la Universidad Nacional de Chimborazo por haber compartido su conocimiento y saberes conmigo, en especial a la Dra. María del Carmen Cordovéz tutora quien con su arduo desempeño profesional supo guiarme para poder concluir con éxito mi proyecto de investigación.

Karen María Baldeón Barragan

Un agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo, a los docentes de la carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico, quienes con toda su paciencia y la gran vocación que los caracteriza han logrado que amemos y nos apasionemos por nuestra hermosa profesión. A mi tutora la Dra. María del Carmen Cordovéz por su paciencia y dedicación, por inculcarnos sus conocimientos y hacer posible todo esto.

Salazar Marroquín Alejandra Elizabeth

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
Definición.....	18
Microorganismos más comunes	18
<i>Escherichia coli</i>	19
<i>Klebsiella spp.</i>	19
<i>Enterobacter cloacae</i>	20
<i>Serratia marcescens</i>	20
<i>Staphylococcus aureus</i>	20
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	20
<i>Acinetobacter baumannii</i>	21
Clasificación de tipos de bacteriemias	21
Manifestaciones clínicas	22
Factores de riesgo.....	23
Diagnóstico microbiológico	24
Hemocultivos	26
Sistemas microbiológicos automatizados	27
Métodos de estudio de la sensibilidad a antimicrobianos de los microorganismos.....	28
Métodos comerciales de antibiograma.....	28
Diagnóstico molecular.....	29
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	32
Tipo de investigación:	32
Técnicas y procedimiento.....	32
Población:.....	32
Muestra.....	33

Métodos de estudio.....	33
Procesamiento estadístico	33
Consideraciones éticas	33
Criterios de inclusión	33
Criterios de exclusión.....	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	63
BIBLIOGRAFÍA	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales microorganismos causantes de bacteriemias.	37
Tabla 2 Factores de riesgo asociados a bacteriemias en patologías intra y extrahospitalaria.	48
Tabla 3 Métodos diagnósticos de bacteriemia mediante el uso de técnicas microbiológicas y moleculares.	57

RESUMEN

La presencia de bacterias en el torrente sanguíneo es conocida como bacteriemia. Mediante revisión bibliográfica se compiló información científica sobre el diagnóstico microbiológico y molecular de esta afección. Estudio descriptivo, documental y no experimental, de corte transversal, retrospectivo. Se revisaron 50 artículos científicos, seleccionando 34 según los criterios de inclusión y exclusión. La información fue obtenida de bases de datos como PubMed, Elsevier, Scielo, Lilacs, Dialnet, Portal Regional de BVS Mediagraphic, Revista Uniandes, IbnSina, InfoMed, Revista española de Cardiología. Con el análisis y discusión de diferentes autores se logró cumplir con el objetivo propuesto, evidenciando que los microorganismos como *E. coli*, *K. pneumoniae*, *A. baumannii*, *P. aeruginosa* son los principales causantes de estas infecciones. Se encontraron como factores de riesgo asociados a estas patologías la edad, hospitalización prolongada en unidades de cuidados intensivos, comorbilidades, uso previo de antibióticos y colonización por gérmenes productores de β -lactamasa de espectro extendido. Se destacan las técnicas microbiológicas convencionales como las más usadas, junto a métodos moleculares como la PCR, técnicas basadas en la detección de ácidos nucleicos y la espectrometría de masas. Estos últimos, deberían implementarse en los laboratorios, pues permiten identificar de manera rápida los agentes causantes de este tipo de enfermedad, además, de detectar genes de resistencia, reduciendo significativamente el tiempo de obtención de resultados y mejorando la atención al paciente en cuanto a un tratamiento más adecuado y rápido.

Palabras claves: bacteriemia, septicemia, hemocultivos, diagnóstico molecular

Abstract

The presence of bacteria in the bloodstream is known as bacteremia. Through a literature review, scientific information on the microbiological and molecular diagnosis of this condition was compiled. This research is descriptive, documentary, non-experimental, cross-sectional, and retrospective. Fifty scientific articles were reviewed, and 34 were selected according to the inclusion and exclusion criteria. The information was obtained from databases such as PubMed, Elsevier, Scielo, Lilacs, Dialnet, BVS Mediagraphic Regional Portal, Uniandes Magazine, IbnSina, InfoMed, and the Spanish Journal of Cardiology. With the analysis and discussion of different authors, the proposed objective was reached, showing that microorganisms such as *E. coli*, *K. pneumoniae*, *A. baumannii*, *P. aeruginosa* are the main causes of these infections. Age, prolonged hospitalization in intensive care units, comorbidities, previous use of antibiotics, and colonization by extended-spectrum β -lactamase-producing germs were found as risk factors associated with these pathologies. Conventional microbiological techniques are highlighted as the most used, along with molecular methods such as PCR, techniques based on the detection of nucleic acids, and mass spectrometry. The latter should be implemented in laboratories since they allow the rapid identification of the causative agents of this type of disease and detect resistance genes, significantly reducing the time to obtain results and improving patient care in terms of more appropriate and faster treatment.

Keywords: Bacteremia, sepsis, blood culture, molecular diagnosis.



Reviewed by:
Lic. Jenny Freire Rivera
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 0604235036

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La bacteriemia se define como la presencia de microorganismos (bacterias) en el torrente sanguíneo, se determina realizando su aislamiento por medio de hemocultivo, lo cual ayuda a establecer el diagnóstico¹. La misma es un problema prioritario al estar relacionada con las Infecciones Asociadas con la Atención en Salud (IAAS) o nosocomiales, ya que estas imponen una carga significativa (económica, psicológica y social) tanto en los pacientes como en el personal médico y en los sistemas de salud².

Las infecciones del torrente sanguíneo pueden tener diferentes causas, como el uso de dispositivos invasores como catéteres venosos centrales, la translocación bacteriana desde el tracto digestivo o respiratorio y la administración de soluciones intravenosas contaminadas. Se ha observado que el 17% de los casos de bacteriemia están relacionados con el desbridamiento quirúrgico de quemaduras, aunque aún no se sabe con certeza cuál es su importancia clínica. Es importante tener en cuenta estas posibles causas para prevenir y tratar de manera efectiva las infecciones del torrente sanguíneo³.

El uso de un catéter venoso central (CVC) es esencial en la monitorización y tratamiento de pacientes críticos; no obstante, su utilización también aumenta la probabilidad de desarrollar bacteriemia. En la actualidad, los dispositivos intravasculares son la causa principal de las bacteriemias nosocomiales, con una tasa de mortalidad que puede alcanzar el 25%⁴.

Algunos de los microorganismos más comunes encontrados en casos de bacteriemia podrían evitarse mediante la implementación de medidas básicas de cuidado. Estos incluyen *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella/Serratia/Enterobacter*, *Candida sp.* y *Pseudomonas aeruginosa*, así como los *estafilococos* coagulasa negativos y otros microorganismos misceláneos asociados con la manipulación de catéteres⁵.

En Asia Sudoriental se describe un 10% de bacteriemia, así como también en zonas del Mediterráneo Oriental (11,8%), Europa y Pacífico Occidental con 7,7% y 9% respectivamente. La Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó que en más de 50 hospitales, de las regiones antes mencionadas, el 8,7% de los pacientes internados presentaban dichas infecciones⁶.

Según la bibliografía revisada, la *Pseudomonas aeruginosa* causan entre el 3 y el 5% de todas las infecciones bacterianas y entre el 28-38% de las bacteriemias causadas por microorganismos Gram negativos. Presenta tasas de incidencia de 4,7 casos por cada 100 000 personas al año, especialmente en países en desarrollo⁷. De forma general, las bacterias aisladas con mayor frecuencia son *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae*, entre otras⁸.

En los Estados Unidos se estima que alrededor del 17% de las bacteriemias nosocomiales se originan a partir de infecciones del tracto urinario. Mientras que en España, según estudio de prevalencia de las Infecciones Nosocomiales, estas representan el 37,3%⁹.

La predominancia de bacteriemia asociada a catéteres intravasculares en España ha sido descrita en varios estudios. Por ejemplo, en el 2008 se encontró una frecuencia de 2,7 episodios por 100 pacientes, al igual que en las Unidades de cuidados intensivos (UCI) se reportó una incidencia de bacteriemia relacionada con catéteres de entre 1,8 y 5,2 episodios¹⁰.

En Sudamérica, la bacteriemia relacionada con catéter es una de las infecciones nosocomiales más comunes, de acuerdo con los resultados del estudio de prevalencia de infecciones nosocomiales de 2010. Se reporta un predominio de aproximadamente 2 episodios por cada 100 pacientes con catéter venoso central¹⁰.

Un estudio realizado en México en la Unidad de Hemodiálisis del Hospital Regional Reynosa de Petróleos Mexicanos menciona que la población de riesgo a las bacteriemias asociadas al uso de catéteres para hemodiálisis fueron las mujeres de 61 a 70 años con nivel de educación básica. El 81% de los pacientes incluidos en el estudio presentó una infección asociada principalmente con microorganismos de las familias *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcaceae*, *Pseudomonadaceae*; y hongos de la familia *Saccharomycetaceae*. Las especies más frecuentes fueron *P. aeruginosa*, *S. epidermidis* y *E. cloacae* y hongos del género *Candida*¹¹.

La OPS (Organización Panamericana de la Salud) informa que la incidencia de bacteriemia en Ecuador es similar a la de otros países de Latinoamérica, como Colombia, Perú o Brasil.

Sin embargo, la tasa de mortalidad por esta enfermedad es más elevada en Ecuador que en otros países de la región⁶.

En Ecuador se identificaron 36 casos de bacteriemia por *Acinetobacter baumannii* en el período 2011-2013. La incidencia fue de 9,7 por 1000 admisiones en UCI. En el 53% de los casos el episodio de bacteriemia se presentó a partir de los 14 días de estancia en UCI. Un 72% de los casos recibió tratamiento antimicrobiano previo al episodio de bacteriemia y todos tenían varios dispositivos invasivos¹¹.

En el Hospital Carlos Andrade Marín de Quito desde abril de 2016 hasta mayo del 2018, se reportaron 11 809 casos de infecciones por la familia *Enterobacteriaceae*, de las cuales 20,95% eran por *Klebsiella pneumoniae* y de este subgrupo, el 32,9% (797) tenían resistencia al meropenem¹².

Tras estudio realizado en Quito, se presentó que la bacteriemia tuvo una incidencia en 126 casos por millón de habitantes y la media de edad de presentación fue de 52 años siendo los más afectados el género masculino¹⁰.

La bacteriemia constituye una parte significativa de los casos graves de sepsis, uno de los factores que contribuye a numerosas muertes causadas por infecciones adquiridas en entornos hospitalarios y particularmente en las unidades de cuidados intensivos es la resistencia a los antibióticos. El método fenotípico convencional ocasiona retrasos en la terapia óptima y afecta negativamente los resultados de los pacientes, ya que para la identificación de bacterias y levaduras en muestras sanguíneas a partir de hemocultivos y para la determinación de susceptibilidad a los antimicrobianos se necesita de 48 a 72h¹³.

Esta infección se puede clasificar en tres tipos: transitoria, sostenida e intermitente. La bacteriemia transitoria ocurre comúnmente después de ciertas manipulaciones, mientras que la bacteriemia sostenida sugiere una infección intravascular más grave. Por otro lado, la bacteriemia intermitente puede estar asociada con obstrucción de las vías biliares o urinarias. Es importante identificar el tipo de bacteriemia presente para establecer un tratamiento adecuado y prevenir complicaciones¹⁴.

La Organización Mundial de la Salud ha incluido bacterias como *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, varias enterobacterias como *Klebsiella*, *E. coli*, *Serratia*, y *Proteus* en su lista de prioridad crítica debido a su capacidad de causar infecciones graves y a menudo letales, especialmente en pacientes hospitalizados y en personas con sistemas inmunológicos debilitados. Además, estas bacterias tienen una alta resistencia a múltiples antibióticos, lo que dificulta su tratamiento y aumenta la morbimortalidad asociada a estas infecciones. Es por eso que se considera necesario desarrollar nuevos tratamientos y estrategias de prevención para combatir estas bacterias^{15,16}.

La fase del diagnóstico es una etapa crucial en el manejo de pacientes con sospecha de bacteriemia. El hemocultivo es la prueba diagnóstica principal utilizada en el laboratorio de microbiología para identificar bacterias en la sangre en casos graves. Aunque esta técnica puede presentar inconvenientes en cuanto a su realización y al tiempo requerido para obtener resultados, sigue siendo considerada como el estándar de oro en el diagnóstico de esta patología^{17,18,19}.

Año tras año, se han desarrollado nuevos métodos diagnósticos basados en la biología molecular, que han evolucionado significativamente. Estas técnicas son altamente sensibles y específicas, tienen la capacidad de detectar y cuantificar ácido desoxirribonucleico (ADN) o ácido ribonucleico (ARN) y proteínas de microorganismos, incluso si no se pueden cultivar in vitro o si se aíslan de una muestra sin cultivo. Estos avances han mejorado significativamente la capacidad de detección de las bacteriemias permitiendo una identificación más precisa y rápida de los patógenos, lo que puede mejorar el tratamiento y la supervivencia del paciente²⁰.

La iniciativa de realizar esta investigación surge a partir de consideraciones sobre los métodos microbiológicos y moleculares utilizados para el diagnóstico de la bacteriemia. La interrogante planteada busca determinar cuál de estos métodos permite establecer un diagnóstico precoz y fiable de la enfermedad, lo que permitiría monitorizarla, determinar su pronóstico y aumentar la supervivencia del paciente.

Con este trabajo, se brinda información actualizada a la comunidad médica sobre las técnicas microbiológicas y moleculares utilizadas en el diagnóstico precoz de bacteriemias en los

últimos años. Esto ayuda en el pronóstico del paciente, el seguimiento de la enfermedad y la reducción de la tasa de mortalidad.

Efectivamente, los principales beneficiarios de esta investigación son los profesionales de la salud interesados en el tema de la bacteriemia, en particular el personal de laboratorio que trabaja constantemente en su diagnóstico a nivel mundial. También se beneficiarán los futuros investigadores, que podrán utilizar este documento como fuente de información, así como la población en general que quiera informarse acerca de este tema.

La determinación de bacteriemias mediante técnicas microbiológicas y moleculares es de gran importancia debido a que permite evidenciar su efectividad diagnóstica de manera temprana y fiable para un tratamiento eficaz mejorando el estado de salud del paciente aquejado por esta patología.

Este estudio, el cual se basa en la revisión de la literatura existente, tiene como finalidad investigar sobre el diagnóstico de bacteriemias mediante técnicas microbiológicas y moleculares para evidenciar su efectividad diagnóstica, describiéndolo en 3 acápites:

- Recopilar información sobre los principales agentes patógenos causantes de bacteriemias a través de un estudio bibliográfico.
- Especificar los factores de riesgo asociados a bacteriemias en patologías intra y extrahospitalaria referidos en bases de datos científicos.
- Analizar los métodos diagnósticos de bacteriemia mediante el uso de técnicas microbiológicas y moleculares según la literatura consultada.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Definición

Bacteriemia se describe como la existencia de bacterias en la circulación sanguínea. El término deriva de la combinación de las palabras griegas "bakteria" (βακτήρ), que quiere decir bastón o vara y "hema" (-αμία), que significa sangre. El médico francés Edme Félix Vulpian (1826-1887) fue el primero en emplear este término en 1872²¹.

Esta patología se caracteriza por la detección de bacterias en la sangre, acompañada de síntomas clínicos de una infección sistémica, asociada a una elevada mortalidad, que oscila entre el 20-60% ^{22,23}. Suele originarse a partir de la invasión de microorganismos de la piel, aunque también puede ser causada por colonización de catéteres venosos centrales, infección urinaria o durante la desbridación quirúrgica²⁴.

Microorganismos más comunes

Entre los microorganismos grampositivos que se encuentran con mayor frecuencia en la bacteriemia están los géneros *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.* y *Enterococcus spp.* En cuanto a los bacilos gramnegativos, se observa con mayor frecuencia el aislamiento de especies pertenecientes a la familia de las enterobacterias. La presencia de esta etiología está influenciada por el origen específico de la infección².

En los últimos años, se ha observado un notable aumento en la incidencia de morbimortalidad relacionada con la bacteriemia causada por diversos microorganismos. Entre los gérmenes más comunes se encuentran *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y otras enterobacterias, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pneumoniae* y estreptococos beta hemolíticos. Estos microorganismos son responsables de más del 90% de los casos de bacteriemia genuina²³.

Aunque los microorganismos gram negativos son responsables de la mayoría de las infecciones nosocomiales (alrededor del 55%), en comparación con los microorganismos grampositivos (35%), estos últimos siguen siendo un problema significativo en pacientes hospitalizados²⁵.

En los años recientes, se ha observado un cambio en la epidemiología de las bacteriemias, principalmente debido a la proliferación de gérmenes resistentes, el uso de terapias inmunosupresoras y la mayor utilización de catéteres intravenosos. Como resultado, ha existido un aumento en su incidencia por microorganismos Gram positivos, principalmente estafilococos, así como una menor proporción de casos causados por hongos y micobacterias¹⁴.

Sin embargo, de acuerdo con el estudio de prevalencia publicado por el European Center for Diseases Control and Prevention (ECDC), *E. coli* (15,9%) es el patógeno más importante en la infección nosocomial, seguido de *S. aureus* (15,9%) y *Enterococcus spp.* (9,6%), en segundo y tercer lugar, respectivamente²⁵.

Escherichia coli

La bacteriemia causada por *E. coli* puede tener su origen en una infección primaria en diferentes localizaciones extraintestinales. Además, también puede surgir como resultado de la utilización de dispositivos intravasculares percutáneos, una biopsia prostática transrectal o como consecuencia de un aumento en la permeabilidad de la mucosa intestinal²⁶.

Las infecciones de las vías urinarias son la principal fuente de septicemia por *E. coli* y representan aproximadamente el 50% al 70% de los casos. El abdomen es el segundo sitio más frecuente de origen de la bacteriemia por este patógeno y responsable de alrededor del 25% de los casos²⁶.

Klebsiella spp.

La mayoría de las infecciones causadas por *Klebsiella* se adquieren en el entorno hospitalario y suelen afectar a pacientes con condiciones de salud debilitadas. Según algunos estudios, se ha observado una tasa de mortalidad del 14%, para aquellas, causadas por *K. pneumoniae* no productora de betalactamasas de espectro extendido (BLEE), mientras que para las son productoras de BLEE puede llegar hasta el 68%²⁷. Por otra parte, en un estudio realizado en Colombia, el principal microorganismo resistente a carbapenémicos fue la *K. pneumoniae*, destacando su importancia clínica²⁸.

Enterobacter cloacae

Desde 1966, se han registrado infecciones asociadas a la atención médica causadas por *Enterobacter cloacae* en varios hospitales de Estados Unidos. En 1965, se reportó el primer caso de bacteriemia causada por esta bacteria. Se sabe que estas infecciones pueden ser el resultado de una higiene inadecuada de las manos y la propagación cruzada entre pacientes²⁹.

A partir de 1975, se ha observado resistencia a la gentamicina. Además, *E. cloacae* tiene la capacidad de colonizar fácilmente objetos hospitalarios como monitores, bandejas y equipos de hemodiálisis debido a su resistencia a agentes desinfectantes y antimicrobianos²⁹.

Serratia marcescens

Las bacteriemias causadas por *S. marcescens* suelen ocurrir con mayor frecuencia en pacientes que tienen enfermedades subyacentes como diabetes mellitus, neoplasias y enfermedad renal crónica³⁰. Estas infecciones son especialmente comunes en pacientes hospitalizados en unidades de cuidados intensivos y en unidades neonatales³¹.

En el ámbito hospitalario, los brotes de *S. marcescens* en adultos suelen estar asociados a la colonización de las vías respiratorias y urinarias. Esta bacteria también tiene la capacidad de colonizar el tracto gastrointestinal, la piel y objetos inanimados utilizados en terapias médicas. Además, es capaz de sobrevivir en sustancias desinfectantes³¹.

Staphylococcus aureus

La bacteriemia causada por *S. aureus* se considera y se trata como una infección del torrente sanguíneo debido a su alto riesgo de diseminación, complicaciones y mortalidad. Los principales sitios asociados a este microorganismo incluyen catéteres intravasculares, infecciones de la piel y tejidos blandos, infecciones pulmonares, infecciones osteoarticulares y endocarditis infecciosa³⁰.

Pseudomonas aeruginosa

La *P. aeruginosa* resistente a carbapenémicos está asociada a un aumento significativo en la mortalidad en las IAAS, así como a una prolongación de la estancia hospitalaria y un incremento considerable en los costos de atención médica. Los pacientes afectados suelen presentar múltiples enfermedades concomitantes y antecedentes de tratamientos

inadecuados, lo que empeora su pronóstico y contribuye al aumento en las tasas de mortalidad⁷.

Acinetobacter baumannii

La colonización o infección por *Acinetobacter baumannii* suele ocurrir después de dos a tres semanas de hospitalización, especialmente en Unidades de Cuidados Intensivos (UCI). Este microorganismo tiene la capacidad de colonizar fácilmente tanto superficies vivas como inanimadas, y puede persistir durante períodos prolongados, lo que dificulta su completa eliminación¹¹.

Con el transcurso del tiempo, *Acinetobacter baumannii* ha desarrollado diversos mecanismos de resistencia frente a los antibióticos, y en la época actual se observa que ha adquirido resistencia a carbapenémicos, aminoglicósidos, quinolonas y polimixinas. Esto ha dificultado considerablemente el tratamiento de las infecciones causadas por esta bacteria³².

Clasificación de tipos de bacteriemias

Según el lugar de adquisición ²¹:

- ✚ **Nosocomiales:** se definen como aquellas que presentan un primer hemocultivo positivo después de 48 horas de ingreso hospitalario o 24 horas después del alta hospitalaria.
- ✚ **Asociada a cuidados sanitarios:** presencia de bacterias en el torrente circulatorio en pacientes que han tenido atención médica en los últimos 90 días.
- ✚ **Bacteriemias comunitarias:** se refieren a las infecciones que se adquieren fuera del ámbito hospitalario y que no cumplen con los criterios de bacteriemia nosocomial o asociada a cuidados sanitarios.

De acuerdo al origen ²¹:

- ✚ **Bacteriemias primarias o de origen desconocido:** son aquellas en las que no se puede determinar el foco de infección que ha causado la bacteriemia.
- ✚ **Bacteriemias secundarias:** son aquellas que se originan a partir de un foco de infección conocido y documentado microbiológicamente.
- ✚ **Pseudobacteriemias:** que se refieren a los hemocultivos positivos que no reflejan una infección real del paciente, sino que se deben a la contaminación de la muestra en el laboratorio o durante la extracción de la sangre ²¹.

En función del patrón clínico ²¹:

✚ **Transitorias:** son el tipo más común de bacteriemia y se producen como resultado de la manipulación de tejidos infectados o colonizados.

✚ **Intermitentes:** se caracterizan por la presencia recurrente del mismo microorganismo en los hemocultivos, con períodos intermitentes de ausencia de crecimiento bacteriano.

✚ **Persistentes:** pueden ser causadas por una infección intravascular establecida, como en el caso de la endocarditis infecciosa, o por la colonización y formación de biofilms en un catéter vascular o un dispositivo médico.

Finalmente, la bacteriemia de brecha se produce cuando a pesar del tratamiento antibiótico adecuado, el paciente sigue presentando bacteriemia. Esto puede deberse a varias causas, como una inadecuada elección de antibióticos, una dosis insuficiente, la presencia de un foco infeccioso persistente, entre otros ²¹.

Manifestaciones clínicas

La presentación clínica de la bacteriemia puede variar dependiendo del microorganismo causante, la fuente de la infección y el estado del huésped³³.

Los síntomas iniciales pueden ser inespecíficos, como: fiebre, escalofríos, sudores nocturnos, malestar general, astenia y anorexia. En algunos casos, los pacientes pueden presentar manifestaciones específicas según el origen de la bacteriemia, como dolor abdominal, diarrea, tos, dolor de garganta, disuria o dolor en el sitio de la infección. En casos más graves, pueden presentarse complicaciones como sepsis, shock séptico, falla orgánica múltiple y muerte³³.

En cuanto a las manifestaciones clínicas de bacteriemias específicas, se ha descrito que la bacteriemia por *S. aureus* puede manifestarse como infección de piel y partes blandas, infección osteoarticular, endocarditis, neumonía, bacteriemia primaria y sepsis³⁴. Por otro lado, la bacteriemia por *E. coli* se ha asociado principalmente con infecciones del tracto urinario, pero también puede manifestarse como sepsis, meningitis, neumonía y gastroenteritis³⁵.

Otro ejemplo es la bacteriemia por *Klebsiella pneumoniae*, que puede estar asociada con infecciones del tracto respiratorio, urinario y biliar, así como con infecciones de heridas quirúrgicas y del torrente sanguíneo³⁶.

Jiménez et al.³⁷, mencionan que Shapiro y sus colaboradores publicaron una propuesta de modelo que clasifica el riesgo de bacteriemia en bajo (< 1%), moderado (7-9%) y alto (15-26%), en función de unos criterios mayores ($T_a > 39,4$ °C, presencia de catéter vascular o sospecha de endocarditis) y de unos criterios menores ($T_a > 38,3$ °C, edad > 65 años, escalofríos, vómitos, PAS < 90 mmHg, leucocitosis > 18.000/mm³, > 5% cayados, trombocitopenia < 150.000/mm³ o creatinina > 2 mg/dl). Según este modelo de decisión, estaría indicada la extracción de los hemocultivos cuando se cumpliera un criterio mayor o al menos 2 menores.

Factores de riesgo

La edad avanzada, la presencia de enfermedades crónicas como la diabetes o enfermedades cardiovasculares, y un sistema inmunológico debilitado aumentan el riesgo de desarrollar bacteriemia. Además, las infecciones del tracto urinario recurrentes, la estancia hospitalaria prolongada, especialmente en la unidad de cuidados intensivos (UCI), el uso previo de antibióticos y la colonización por gérmenes productores de BLEE también están asociados con un mayor riesgo de bacteriemia³⁸.

Además, existen otros factores de riesgo que pueden contribuir, como la presencia de catéteres intravasculares, catéter venoso central, recientes cirugías invasivas, comorbilidades oncológicas y enfermedades que debilitan el sistema inmunitario^{11,36}. Entre algunas enfermedades están la diabetes, VIH, cirrosis, cáncer, insuficiencia cardíaca congestiva, etc⁴⁰. En cuanto a los gérmenes, los sitios de origen más comunes de las bacterias suelen ser las vías respiratorias y la cavidad abdominal¹⁴.

Entre el 7-10% de los casos de bacteriemia se atribuyen al desbridamiento quirúrgico de quemaduras, aunque no se sabe con certeza cuál es la relevancia clínica de estos eventos³. En un 15% a 30% de los pacientes, el origen de la infección es desconocido¹⁴.

Diagnóstico microbiológico

Toma de muestra

La extracción de sangre para hemocultivo debe realizarse lo más pronto posible después de que aparezcan los síntomas de fiebre y escalofríos, o si se sospecha una infección grave. Además, se recomienda extraer la sangre antes de comenzar la administración del tratamiento antibiótico. Si no es posible hacerlo en ese momento, se debe tomar la muestra cuando el antibiótico esté en su concentración más baja⁴¹, (Anexo 1).

Para obtener una muestra de sangre adecuada para el hemocultivo, es necesario realizar una venopunción (extracción periférica). No se recomienda extraer la muestra a través de dispositivos intravasculares, excepto en los casos en que se sospeche de una bacteriemia relacionada con un catéter. Se debe cambiar el equipo y la ubicación anatómica en cada extracción de hemocultivo para evitar la contaminación con la microbiota cutánea durante la toma⁴⁴.

Es esencial garantizar un alto nivel de asepsia. Esto implica desinfectar minuciosamente la piel en la zona de punción venosa, así como los tapones de goma de los frascos de cultivo, utilizando preferentemente solución de clorhexidina alcohólica al 2% en pacientes mayores de 2 meses de edad⁴¹.

El factor principal para aumentar la efectividad diagnóstica es el volumen de sangre utilizado para la muestra el cual está relacionado con el peso del paciente. En los niños más pequeños, se requerirá una cantidad de 1 a 5 ml (dilución 1:5), que se debe inocular en un solo frasco aeróbico. En cambio, para los niños mayores y adultos, se necesitará una cantidad de 10-20 ml (dilución 1:10), que se debe dividir entre los dos frascos (anaeróbico y aeróbico)⁴¹.

Transporte de la muestra

Es importante que los frascos de hemocultivo sean transportados al laboratorio de manera inmediata y correctamente identificados. Es recomendable que no se mantengan a temperatura ambiente por un tiempo prolongado ya que esto puede afectar la recuperación de los microorganismos. En caso de que no puedan ser enviados inmediatamente, se deben incubar en una estufa a una temperatura de 35-37 °C hasta su envío al laboratorio².

Medios de cultivo:

Los frascos necesarios deben ser solicitados al almacén general del hospital. El servicio de microbiología tomará la decisión sobre el tipo de frascos que se deben utilizar y la empresa encargada de suministrarlos², estos pueden ser los siguientes:

- Frascos de hemocultivos (almacenar a temperatura ambiente): se utilizan distintos tipos de frascos como el aerobio, el anaerobio y pediátrico. Cada uno de ellos tiene sus propias características y se emplean para recolectar muestras de sangre con el fin de detectar la presencia de microorganismos causantes de infecciones en el torrente sanguíneo².
- También se emplean frascos selectivos específicos para la detección de micobacterias/hongos. Estos frascos están diseñados para facilitar tanto el crecimiento como la identificación de estos microorganismos en particular permitiendo un diagnóstico más preciso y específico², (Anexo 2).

Medios de cultivo para realizar los subcultivos²:

- Agar chocolate
- Agar sangre
- Agar Brucella suplementado con hemina y vitamina K, u otros medios para el cultivo de anaerobios
- Agar Mueller-Hinton
- Agar MacConkey
- Agar Columbia CNA
- Agar bilis esculina
- Agar Sabouraud cloranfenicol
- CHROMagar *Cándidas*

Tinción Gram y subcultivo inicial

Tras detectar un hemocultivo turbio, es necesario realizar un examen directo y subcultivo inmediato en diferentes medios de cultivo. Esto permite identificar el microorganismo y realizar el antibiograma de forma rápida, reduciendo el tiempo de emisión de resultados².

Todos los frascos positivos se subcultivarán en placas de agar, seleccionando los medios en base al resultado de la tinción de Gram, el tipo de frasco (aerobio o anaerobio) y las características del paciente. Después de sembrar las placas, se colocan en una estufa de incubación durante 24 horas y luego se realiza la lectura e interpretación de los resultados.

En caso de que las placas sean negativas se procederá a incubarlas durante otras 24 horas y se revisará la tinción de Gram para detectar la presencia de microorganismos no sospechados, los cuales pueden requerir condiciones especiales de aislamiento, como medios específicos, anaerobiosis o microaerofilia, entre otros², (Anexo 2-3).

En general, se suele inocular unas gotas de la sangre extraída del frasco en varios medios de cultivo. Es recomendable siempre inocular en agar sangre y/o agar chocolate y en base a la tinción de Gram se evaluará la necesidad de agregar otros medios de cultivo. Con el fin de facilitar la detección de infecciones polimicrobianas y agilizar la identificación de los microorganismos involucrados, se sugiere utilizar placas selectivas específicas para bacilos gramnegativos y cocos grampositivos. Estas placas permiten una mejor diferenciación de los microorganismos y facilitan el proceso de identificación en el laboratorio², (Anexo 4).

En caso de sospecha de infección fúngica, ya sea por la tinción de Gram o por los síntomas clínicos del paciente, se recomienda agregar una placa de agar Sabouraud o placas con medios cromogénicos al proceso de cultivo².

Hemocultivos

En la actualidad, el hemocultivo es considerado el principal medio de diagnóstico para la detección de bacteriemia. No obstante, su utilidad práctica se ve reducida por el retraso en la obtención de los resultados y la dificultad para obtener resultados positivos en algunos pacientes que están recibiendo tratamiento antibiótico o en casos de infecciones causadas por hongos, bacterias de crecimiento lento aquellas que tienen necesidades especiales⁴¹.

Los hemocultivos continúan siendo el método preferido y más confiable para el diagnóstico de infecciones del torrente sanguíneo en niños, ya que permiten confirmar la

presencia de bacteriemia. El aislamiento de los patógenos a partir de los hemocultivos es necesario para lograr una identificación definitiva y determinar su susceptibilidad a los antimicrobianos⁴².

La Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC), establece las pautas para la obtención de hemocultivos. Se aconseja que se tomen muestras microbiológicas en pacientes con sospecha de bacteriemia y señales específicas de infección antes de iniciar la antibioterapia¹⁷.

Después de que el hemocultivo resulte positivo, es necesario llevar a cabo una tinción de Gram utilizando una alícuota del mismo hemocultivo, para verificar la presencia de bacterias o hongos en el frasco. Esto es fundamental para orientar los próximos pasos a seguir, generar un informe preliminar y brindar información útil al médico responsable del paciente. La identificación preliminar de la etiología de la infección es esencial en la práctica clínica, por lo tanto, debe ser comunicada de inmediato².

Cultivos convencionales (MC): Las muestras que se envían al laboratorio de microbiología en tubos secos se colocan en diferentes medios de cultivo sólidos, como agar Mac Conkey, agar Chocolate y agar sangre, además de un medio líquido de enriquecimiento llamado tioglicolato. Estos medios se incuban a una temperatura de 37°C en una atmósfera enriquecida con CO₂ y se examinan diariamente durante un período de 5 días⁴³, (Anexo 5).

Sistemas microbiológicos automatizados

Se han desarrollado nuevos métodos automatizados, como los sistemas Bact/Alert, VIRTUO (BioMérieux) y BDBACTEC FX (Becton Dickinson), que consisten en celdas individuales con agitación constante. Estos sistemas permiten la incubación de frascos a una temperatura óptima de alrededor de 36±°C, favoreciendo el crecimiento bacteriano. Además, se realiza un monitoreo periódico para detectar frascos positivos⁴¹.

Cultivos en BacT/ALERT (BHC):

Las botellas se colocan en el equipo automatizado BacT/Alert® (bioMérieux) y se incuban durante 7 días. Este equipo realiza una lectura continua para detectar la presencia

y producción de CO₂ en las botellas mediante un sensor colorimétrico. Si se detecta crecimiento bacteriano, el equipo emite una señal luminosa para indicar que la botella es positiva. En ese caso, se procede a realizar la tinción de Gram y a subcultivar el contenido de la botella en medios como agar sangre, agar chocolate y agar MacConkey⁴³, (Anexo 6-7).

Métodos de estudio de la sensibilidad a antimicrobianos de los microorganismos

Los estudios fenotípicos para la determinación de la sensibilidad antibiótica realizados directamente a partir del frasco del hemocultivo positivo no están avalados por las recomendaciones de European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST), Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) ni American Society for Microbiology (ASM), pero muchos estudios han comunicado que hay una excelente correlación entre los resultados obtenidos a partir del hemocultivo positivo y los que ofrece el método de referencia, que realiza el antibiograma a partir de la colonia bacteriana aislada en medio sólido⁴¹.(Anexo 8).

La utilización de los nuevos sistemas automatizados de lectura continua podría facilitar la estandarización del inóculo, en la mayoría de los Servicios de Microbiología. Con el sistema directo se disminuye el tiempo de respuesta en 24h pudiendo informarse la sensibilidad de la bacteria el mismo día de la positividad del hemocultivo. De todas maneras, se recomienda considerar los resultados preliminares y confirmar posteriormente estos con los métodos estandarizados⁴¹.

Métodos comerciales de antibiograma

Se ha utilizado tiras comerciales con un gradiente de antibiótico para llevar a cabo un antibiograma directo a partir de muestras respiratorias. Estas tiras permiten evaluar la sensibilidad de los microorganismos presentes en la muestra a diferentes antibióticos, lo que facilita la selección del tratamiento adecuado de manera rápida y eficiente³⁹.

Para llevar a cabo este procedimiento, la muestra se siembra en placas de agar Mueller Hinton de manera masiva. Posteriormente, se colocan las tiras impregnadas con antibiótico sobre las placas. Después de incubar las placas durante 24 horas y permitir el crecimiento de las colonias, se determina la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) de

los antibióticos utilizados. Boyer y Bouza realizaron cada uno un estudio diferente en los que estos procedimientos, obtuvieron un 88,9% y 96,44% de concordancia respectivamente, un 1,5% de falsa sensibilidad en el primer estudio y un 9,6% y 1,98 de falsa resistencia, mientras que en el segundo existió una sensibilidad intermedia que fue de 1,56%⁴⁵.

Estos últimos parámetros corresponden a los resultados de un antibiograma los cuales permiten evaluar la fiabilidad del antibiograma de una forma rápida y fiable según la Food and Drug Administration (FDA)⁴⁵.

Los métodos semiautomatizados de microdilución en caldo, como MicroScan, VITEK2 y Phoenix, ofrecen la posibilidad de realizar la identificación bacteriana y el antibiograma directamente a partir del frasco de hemocultivo con crecimiento bacteriano. Los métodos semiautomatizados permiten la identificación bacteriana en aproximadamente 3 horas, con resultados limitados en bacterias grampositivas y mejores en bacterias gramnegativas. Para el antibiograma, se requieren alrededor de 14 horas, con resultados satisfactorios para ambas bacterias⁴⁵.

Diagnóstico molecular

La identificación de microorganismos y genes de resistencia puede ser acelerada por medio de técnicas moleculares que permiten la detección directa en la sangre del paciente, sin necesidad de esperar por la incubación previa de cultivos, en el caso de microorganismos que son difíciles de cultivar o que no se pueden cultivar en absoluto. También son útiles cuando se toman muestras después de haber comenzado el tratamiento antimicrobiano ².

Además, algunas de estas técnicas pueden proporcionar información sobre la causa del proceso infeccioso y sobre la resistencia del microorganismo a los antibióticos mediante la detección de ciertos factores de resistencia².

Actualmente estas pruebas se dividen en dos grupos: las que estudian el proteoma del organismo que se utilizan en la identificación de la etiología del proceso y las que estudian

el genoma de mismo, utilizadas tanto en la identificación como en la detección de genes de resistencia ².

1. Diagnóstico por procedimientos no basados en el cultivo:

✓ **Técnicas basadas en la detección de ácidos nucleicos:** las técnicas de detección del genoma son rápidas y beneficiosas en casos donde los microorganismos son difíciles de cultivar o cuando las muestras se toman después de iniciar el tratamiento con antimicrobianos. Ofrecen ventajas al proporcionar resultados rápidos y ser útiles en situaciones donde los cultivos no son efectivos ².

2. Diagnóstico en función de la muestra procesada: aplicables sobre hemocultivos positivos.

✓ **Técnicas de amplificación (PCR):** el sistema AccuProbe (Gen-Probe) se enfocan en detectar la presencia de microorganismos específicos sin evaluar la resistencia a los antibióticos, entre ellos resaltan *S. aureus*, *S. pneumoniae*, *Enterococcus spp.* y *Streptococcus* de los grupos A y B. La utilización de técnicas de biología molecular en microbiología clínica, como la PCR, permite detectar microorganismos que pueden ser difíciles de identificar mediante métodos microbiológicos convencionales. Esto ayuda a reducir el tiempo necesario para confirmar la presencia de estos microorganismos en el laboratorio, lo cual es crucial en el estudio de infecciones graves y de rápida evolución (Anexo 9-10).^{46,47}

✓ **Técnicas de hibridación in situ con sondas fluorescentes:** la tecnología FISH (hibridación in situ con fluorescencia) se utiliza para detectar microorganismos en hemocultivos positivos, pero tiene limitaciones debido a la necesidad de sondas específicas para cada especie y la disponibilidad limitada de instrumental complejo en muchos centros.

La técnica más comúnmente empleada es el PNA-FISH (Métodos Peptídicos de Ácido Nucleico Específicos de Patógenos), que se dirige a los genes 16S rARN de las bacterias y 26S rARN de las levaduras. Están disponibles sondas específicas para *S. aureus*, *estafilococos* coagulasa negativa, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa* y algunas levaduras (Anexo 11)².

✓ **Espectrometría de masas MALDI-TOF:** dentro de las técnicas altamente eficaces se incluyen los métodos de hibridación y la amplificación mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). El principio subyacente de estas técnicas implica el uso de cebadores universales que se unen a regiones específicas y conservadas del genoma bacteriano. Estos cebadores permiten la amplificación del gen del ARNr 16S o 23S, que está presente en todas las bacterias (Anexo 12) ⁴⁸.

3. Diagnóstico aplicable directamente en la sangre del paciente:

✓ **Light Cycler Septifast (Roche diagnostics):** este método se fundamenta en la amplificación de las regiones ITS (Internal Transcribed Spacers) del ADN ribosomal de bacterias y hongos utilizando la técnica de PCR en tiempo real².

✓ **SepsiTest (Molzym GmbH):** en un sistema de PCR en tiempo real, se emplean cebadores de amplio espectro dirigidos al gen bacteriano 16S rDNA y al gen fúngico 18S rDNA. Posteriormente, se lleva a cabo la secuenciación de los amplicones obtenidos en las muestras que resultaron positivas².

✓ **T2MR (T2 Biosystems):** el sistema ha sido aprobado por la FDA, es completamente automatizado y muestra una alta especificidad y sensibilidad. Además, el equipo de resonancia magnética TD2x puede utilizarse para otras aplicaciones².

El sistema FilmArray (bioMérieux, France)

El sistema automatizado de diagnóstico in vitro utiliza una técnica de PCR-multiplex anidada. Este sistema permite extraer y purificar los ácidos nucleicos microbianos a partir de una muestra de hemocultivo. Luego, estos ácidos nucleicos se amplifican y analizan mediante la fusión de ADN en una matriz de múltiples pocillos (Anexo 13)⁴⁵.

El sistema automatizado de diagnóstico in vitro es capaz de detectar en una hora un amplio espectro de microorganismos, incluyendo 11 especies y 15 géneros de bacterias grampositivas y gramnegativas, así como 5 especies de levaduras⁴⁹. Además, tiene la capacidad de detectar genes de resistencia específicos como mecA, vanA/B y KPC. La sensibilidad de este sistema varía entre el 83% y el 100%, mientras que su especificidad es superior al 99%, dependiendo del patógeno analizado⁴⁵.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Tipo de investigación:

El presente trabajo “Diagnóstico de bacteriemia mediante técnicas microbiológicas y moleculares”, fue una investigación de revisión bibliográfica caracterizada por tener un:

Nivel descriptivo: ya que se basó en la búsqueda de documentos publicados en revistas con impacto mundial indexadas en bases de datos científicas, cuyos resultados son descritos en este documento.

Diseño: de tipo documental y no experimental, ya que se llevó a cabo sin la manipulación de variables y se basó más en la observación de los fenómenos y su análisis.

Secuencia temporal: es de corte transversal ya que el presente proyecto se desarrolló en un sólo momento y con un sólo grupo de resultados.

Cronología de los hechos: es retrospectivo debido a que en el proyecto se trabajó con diferentes fuentes principales y bases de datos ya existentes antes de la investigación que sirvieron para recopilar información sobre el tema de interés.

Técnicas y procedimiento

Técnica: observación.

Procedimiento: se revisó todas las bases de datos bibliográficos reconocidas internacionalmente, para la recolección y tratamiento de la información descriptivamente.

Población:

La población de este proyecto fue representada por 50 trabajos divulgados en revistas científicas en los últimos 10 años e indexadas en las bases de datos PubMed, Scopus, Elsevier, Springer, Scielo, Web of Science, Science Direct, Lilacs, Latindex, Britannica Academic, Redalyc, ProQuest, Dialnet, Portal Regional de BVS Mediagraphic, Revista Uniandes, IbnSina, InfoMed, Revista española de Cardiología.

Los artículos mostraron información relacionada con los microorganismos más frecuentes aislados de hemocultivos de pacientes con bacteriemia, así como factores de riesgo, epidemiología y diagnóstico.

Muestra

La muestra quedó conformada por las 34 revisiones bibliográficas con una vigencia entre 5 y 10 años de ser publicadas y disponibles en las bases de datos seleccionadas, y que estuvieron relacionadas con el tema en estudio.

Métodos de estudio

Se aplicó el método teórico porque se realizó un análisis y síntesis de los artículos científicos, así como libros, manuales, sitios web de diferentes organizaciones internacionales que estuvieron acorde a la temática de investigación

Procesamiento estadístico

Se realizó mediante el análisis de contenidos e interpretación de los resultados obtenidos en las búsquedas bibliográficas con la triangulación de información.

Consideraciones éticas

No existieron conflictos bioéticos porque la muestra no fue de origen biológico, en consecuencia, se respetaron las normas éticas de la investigación científica. Los resultados científicos no fueron empleados con fines no maleficentes.

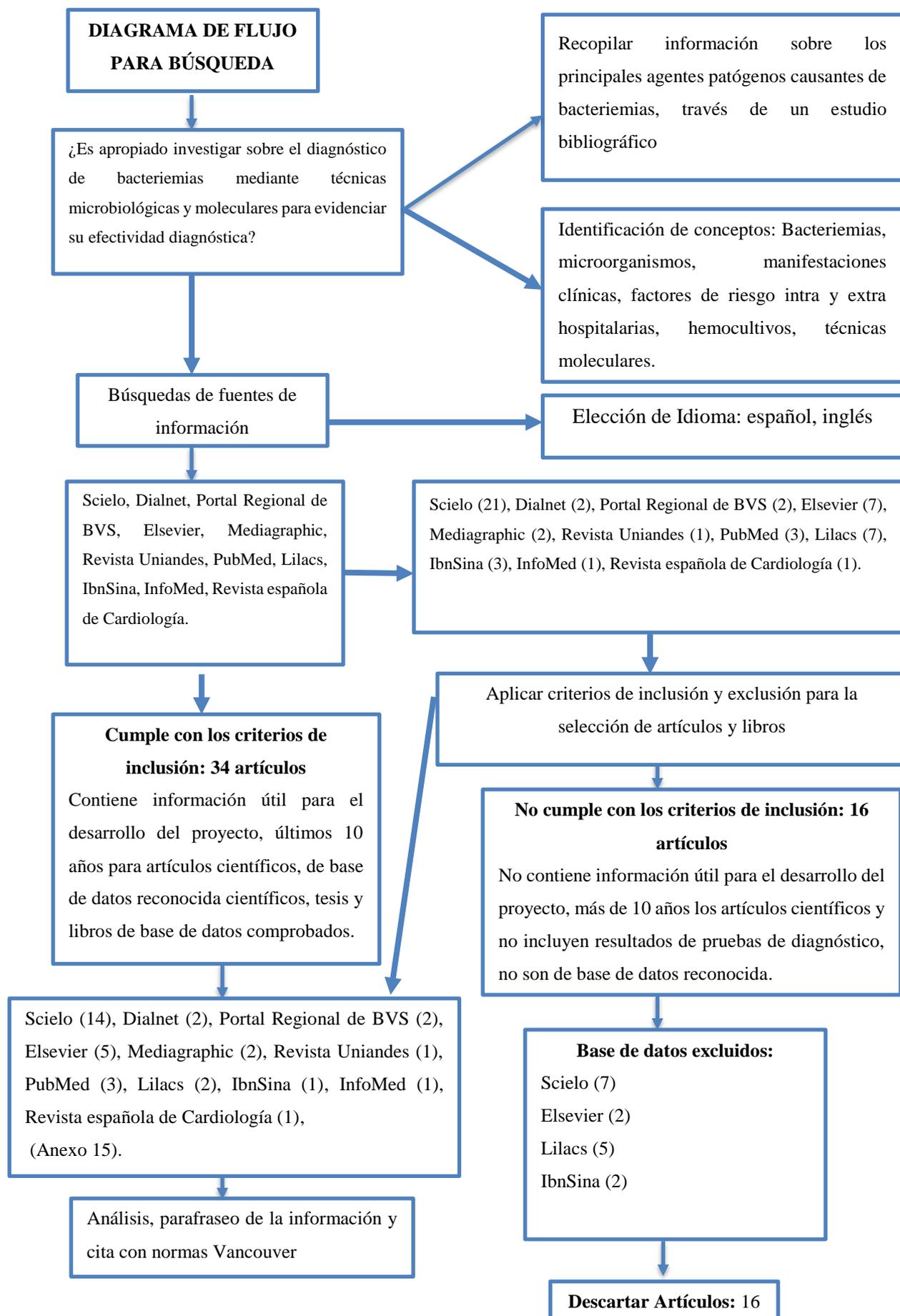
Criterios de inclusión

- ✓ Artículos que han sido publicados en los últimos 10 años.
- ✓ Artículos científicos que tengan información relevante con respecto al tema diagnóstico de bacteriemias mediante técnicas microbiológicas y moleculares.
- ✓ Artículos que tengan validez científica publicada en las diferentes bases de datos reconocidas como: Scielo, Redalycs, Elsevier, etc.
- ✓ Estudios publicados en los idiomas inglés y español.
- ✓ Artículos científicos que estudian los microorganismos causantes de bacteriemias.

Criterios de exclusión

- ✓ Artículos científicos que no aportaron a la temática en el perfil diagnóstico de bacteriemia mediante técnicas microbiológicas y moleculares
- ✓ Artículos a los que no se pudo tener acceso al texto completo mediante los recursos como Wikipedia, monografías, páginas web sin valor científico etc.
- ✓ Artículos duplicados, incompletos o mal documentados.
- ✓ Artículos que tienen más de 10 años de antigüedad.

Además, en esta sección se describirá la estrategia de búsqueda bibliográfica, la secuencia que ha utilizado para identificar los documentos o artículos que ha seleccionado para realizar la revisión, siguiendo el diagrama de flujo que se muestra a continuación, el que da salida a los criterios de selección y extracción de datos.



CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este acápite se tomó en cuenta el análisis de los resultados investigados de varios artículos científicos, los mismos que fueron clasificados de acuerdo con los criterios de inclusión, se contó con 34 artículos que tenían información relevante en base a los objetivos planteados. Para la selección de los artículos se tomaron diversas bases científicas y con una vigencia máxima de 10 años.

Según los objetivos planteados y considerando los resultados obtenidos en la revisión del tema se le da salida a los mismos divididos en tres grupos y plasmados en tablas:

- Principales agentes patógenos causantes de bacteriemias.
- Factores de riesgo asociados a bacteriemias en patologías intra y extrahospitalarias.
- Métodos diagnósticos de bacteriemia mediante el uso de técnicas microbiológicas y moleculares.

Los principales agentes patógenos causantes de bacteriemias encontrados en la literatura consultada se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1 Principales microorganismos causantes de bacteriemias.

Nº	Título	Autor/año	Tipo de estudio	Población	Resultados
1	Validación del modelo predictivo de bacteriemia (5MPB-Toledo) en los pacientes atendidos en el servicio de urgencias por infección.	Jiménez J, García E, Gonzáles J, et al. 2022	Estudio observacional de cohortes prospectivo y multicéntrico.	74 pacientes adultos	Microorganismos aislados: - <i>E. coli</i> con/sin betalactamasas de espectro extendido (BLEE) 40,04% - <i>Streptococcus pneumoniae</i> 17,04%
2	Factores de riesgo en bacteriemias nosocomiales secundarias a ITU en un hospital terciario.	Sante L, Lecuona M, Aguirre A, et al. 2019	Estudio de casos y controles de las BNS-ITU diagnosticadas en el Hospital Universitario de Canarias entre 2010-2014.	Se estudiaron 178 episodios, 85 casos y 93 controles.	Microorganismos aislados: - Bacilos gramnegativos: <i>Enterobacterias</i> 54,9% - Cocos grampositivos: <i>Enterococcus spp.</i> 14,2% - Levaduras del género <i>Cándida</i> 6,5%
3	Bacteriemia más frecuente de catéter venoso central en	Paredes V, 2017	Método retrospectivo, observacional, longitudinal.	Pacientes hospitalizados en el HPDA en el servicio	Microorganismos aislados: - <i>Staphylococcus</i> 40% - <i>Cándida</i> 10%

	pacientes que recibieron nutrición parenteral total.			de UCI y Cirugía entre 45- 80 años de ambos sexos y que reciban NPT en el periodo de septiembre-noviembre del 2017.	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Pseudomonas</i> 8% - <i>E. coli</i> 8%
4	Bacteriemias asociadas al uso del catéter en hemodiálisis: Hospital Regional de PEMEX de Reynosa, México.	Rodán A, Hernández A, Pérez D, 2021	El estudio fue descriptivo, transversal y observacional en el periodo comprendido entre diciembre de 2014 y noviembre de 2015 en el Hospital Regional de Petróleos Mexicanos.	53 pacientes con síntomas de bacteriemia.	Microorganismos aislados: <ul style="list-style-type: none"> - <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 18,9% - <i>Staphylococcus epidermidis</i> 15,5% - <i>Enterobacter cloacae</i> 13.8% - Especies del género <i>Cándida</i>.
5	Descripción clínica de una serie de casos de bacteriemia por <i>Acinetobacter baumannii</i> en el área de cuidados intensivos del Hospital Carlos	Guerrero F, Salazar S, Falconí G, 2015	Serie de casos.	36 pacientes con episodios de bacteriemias	Microorganismos aislados: <ul style="list-style-type: none"> - <i>Acinetobacter baumannii</i> 86%.

	Andrade Marín, Quito-Ecuador.				
6	Bacteriemias en la unidad de cuidados intensivos.	Torres A, García A, Carlos J, et al. 2019	Estudio descriptivo.	143 pacientes con bacteriemia.	<p>Microorganismos aislados:</p> <p>Bacteriemias monocrobianas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Estafilococo</i> coagulasa positivo 2,77% - <i>Acinetobacter</i> 16,78% - <i>Estafilococo</i> coagulasa negativo 8,39% <p>Bacteriemias polimicrobianas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Klebsiella</i> más <i>Acinetobacter</i> 13,98% - <i>Klebsiella</i> más <i>Escherichia coli</i> 10,48% -
7	Bacteriemias de origen comunitario en pacientes adultos que acuden al servicio de urgencias de un hospital universitario.	Artico J, Rocchi M, Gasparotto A, et al. 2012	Estudio prospectivo.	271 pacientes.	<p>Microorganismos aislados:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Escherichia coli</i> 25% - <i>Streptococcus pneumoniae</i> 22,9% - <i>Staphylococcus aureus</i> 12,3%

8	Bacteriemias y fungemias: epidemiología, etiología, manifestaciones clínicas y adecuación terapéutica según grupos de edad.	Mata T, 2020	Estudio retrospectivo observacional.	431 bacteriemias.	<p>Microorganismos aislados:</p> <p>Bacteriemias monocrobianas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Staphylococcus</i> coagulasa negativo - <i>S. aureus</i>, - <i>E. coli</i>, - <i>K. pneumoniae</i> - <i>P. aeruginosa</i>. <p>Una bacteriemia polimicrobiana, en la cual se aisló:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>S. maltophilia</i> - <i>P. aeruginosa</i>.
9	Agentes bacterianos causantes de bacteriemia. Hospital Provincial Clínico Quirúrgico Saturnino Lora Torres.	Ceres L, Torres L, López J, et al. 2022	Estudio observacional, descriptivo, retrospectivo y longitudinal.	169 aislamiento bacterianos.	<p>Microorganismos aislados:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Staphylococcus aureus</i> 52,1% - <i>Staphylococcus</i> coagulasa negativos 20%, - <i>Enterobacter spp.</i> 8.3% - <i>Pseudomonas aeruginosa</i> y <i>Acinetobacter spp.</i> ambos con 1.8%.
10	Factores de riesgo asociados bacteriemias en niños	Basílico H, García S,	Estudio de casos y controles.	29 pacientes con bacteriemias.	<p>Microorganismos aislados:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>P. aureginosa</i>

	quemados internados en una unidad de cuidados intensivos pediátricos especializada: estudio de casos y controles.	Pintos L, 2021			<ul style="list-style-type: none"> - <i>Acinetobacter spp.</i> - <i>Staphylococcus coagulasa</i> negativo - <i>S. aureus</i>
11	Bacteriemia por <i>E. Coli</i> : Epidemiología y comorbilidad.	Sanchis J, Avanzas P, Filgueiras D, et al. 2023	Estudio descriptivo realizado.	20 pacientes.	Microorganismos aislados: <ul style="list-style-type: none"> - Se identificó mayor procedencia de bacteriemia por <i>Escherichia coli</i> del Servicio de Medicina Interna.
12	Análisis de las bacteremias por <i>Klebsiella pneumoniae</i> en pacientes del Hospital México.	Ramírez C, Villalobos J, 2016	Estudio observacional retrospectivo.	118 pacientes.	Microorganismos aislados: <ul style="list-style-type: none"> - <i>Klebsiella pneumoniae</i> productora de BLEA,
13	Brote de bacteriemia por <i>Serratia marcescens</i> en pacientes portadores de catéteres tunelizados en hemodiálisis secundario a colonización de la solución antiséptica. Experiencia en 4 centros.	Merino J, Bouarich H, Pita M, et al. 2018	Estudio retrospectivo, multicéntrico y descriptivo.	21 casos de pacientes con bacteriemias.	Microorganismos aislados: <ul style="list-style-type: none"> - <i>Serratia marcescens</i>
14	Caracterización clínica y microbiológica de la	Hincapié C, Caraballo C,	Cohorte retrospectiva.	698 pacientes al estudio.	Microorganismos aislados: <ul style="list-style-type: none"> - <i>Staphylococcus aureus</i>

	bacteriemia por <i>Staphylococcus aureus</i> .	Tibaduiza M, et al. 2018			
15	Frecuencia y factores de riesgo para bacteriemia por enterobacterias productoras de betalactamasa de espectro extendido en pacientes de un hospital público de Lima, Perú.	Falconí A, Nolasco M, Bedoya A, et al. 2018	Estudio descriptivo de corte transversal.	85 casos.	Microorganismos aislados: - <i>E. coli</i> 50,5%, - <i>K. pneumoniae</i> 29,4%
16	Incidencia y factores de riesgo para bacteriemia en pacientes pediátricos con quemaduras en un Centro de Atención Especializado en México.	Chávez T, Lona J, Riebeling A, et al. 2017	Estudio de cohorte, prospectivo.	260 pacientes.	Microorganismos aislados: - Enterobacterias 41,9% - <i>Staphylococcus spp.</i> 25,8% - <i>P. aeruginosa</i> 22,6% - <i>Streptococcus pyogenes</i> 6,5% - <i>Enterococcus faecalis</i> 3,2%
17	Inicio del programa de optimización del uso de antimicrobianos (PROA) para bacteriemias por bacilos gram	Moreno E, Martinez R, Arazo P, et al. 2018	Estudio retrospectivo	204 bacteriemias	Microorganismos aislados: - <i>Escherichia coli</i> 48,72%, 31,57% eran BLEE. - <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 7,69%

	negativos en el Hospital Universitario Miguel Servet (Zaragoza)				<ul style="list-style-type: none"> - <i>Klebsiella pneumoniae</i> 7,69% - <i>Proteus mirabilis</i> 5,13% - <i>Serratia marcescens</i> 5,13% - <i>Morganella morganii</i> 2,56% - <i>Enterobacter cloacae</i> 2,56% - <i>Salmonella enteritidis</i> 2,56% - <i>Peptoniphilus arei</i> 2,56%
18	Características de las bacteriemias en mayores de 85 años ingresados en el servicio de medicina interna un hospital de tercer nivel	Álamo M, Álvarez M, Sánchez L, et al. 2018	Estudio retrospectivo	55 episodios	Microorganismos aislados <ul style="list-style-type: none"> - <i>Escherichia coli</i> 38% - <i>Klebsiella oxytoca</i> 13% - <i>Staphylococcus hominis</i> 9%
19	Infección bacteriana/fúngica en pacientes con COVID-19 ingresados en un hospital de tercer nivel de Castilla y León, España.	Nebreda T, Miguel M, March, G, et al. 2020	Estudio retrospectivo observacional	712 pacientes con COVID-19,	Microorganismos aislados: <ul style="list-style-type: none"> - <i>Streptococcus pneumoniae</i> - <i>Staphylococcus aureus</i> - <i>Acinetobacter baumannii</i>
20	Análisis de 117 episodios de bacteriemia por enterococo: estudio de la epidemiología,	Manassero N, Navarro M, Rocchi M, 2016	Estudio observacional prospectivo	117 episodios de bacteriemias.	Microorganismos aislados: <ul style="list-style-type: none"> - <i>E. faecalis</i> 64,9% - <i>E. faecium</i> 28,2%

	microbiología y sensibilidad a los antimicrobianos.				
21	Bacteriemias en un hospital de segundo nivel: Estudio epidemiológico, análisis de factores pronósticos asociados a mortalidad y estimación de su coste económico.	Hernández J, García E, Hernández A, et al. 2013	Estudio observacional retrospectivo de	148 pacientes.	Microorganismos aislados: - <i>E. coli</i> 26,37% y un 16% eran productoras de BLEE. - <i>S. aureus</i> 8,8% - <i>Candida spp.</i> 6,91%
22	Factores demográficos, técnicos y características asociados a bacteremia en pacientes con catéter venoso central en unidad de cuidado intensivos del Hospital Universitario San Vicente Fundación (HUSVF), 2009-2011	Gallego C, Ruiz G, Arango D, 2016	Estudio observacional analítico transversal	66 pacientes	Microorganismos aislados: - <i>Klebsiella Pneumoniae</i> 27,6% - <i>Acinetobacter baumannii</i> 13,6% - <i>Pseudomona aeruginosa</i> 13,6%

En la tabla 1 se presentan 17 artículos relacionados con el aislamiento de diferentes microorganismos causantes de bacteriemias, según el análisis realizado, las bacterias predominantes fueron los bacilos gramnegativos, seguidos de los cocos grampositivos y levaduras. Siendo la *Escherichia coli* las más frecuente, seguida de *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Cándida spp.* y en menores proporciones otras bacterias que mencionaremos adelante.

En el medio hospitalario, especialmente en las unidades de cuidados intensivos es frecuente los casos de bacteriemia, estas pueden ser primarias o secundarias. Las primeras se dan en ausencia de otra infección concomitante en el paciente, mientras que las segundas se presentan asociadas a infecciones previas; en estos casos el agente etiológico más frecuentemente implicado es la *E. coli*, la cual es la primera causa en bacteriemia adquirida en la comunidad, y la tercera más común en bacteriemia nosocomial⁵⁰.

Bonten y colaboradores, en su revisión sistemática de literatura publicada, entre enero de 2007 y marzo de 2018, sobre la carga y la epidemiología de la bacteriemia por *E. coli* refieren que ésta representó el 27 % de los episodios de bacteriemia documentados⁵¹.

Otros estudios como en el de Guajardo et al.⁵², obtuvieron aislamientos de un 14,2% de anaerobios estrictos (*Bacteroides spp.* y *Prevotella spp.*) y como organismos anaerobios facultativos, encontraron la *E. coli*.

Tirado⁵³, en su estudio sobre bacteriemias, también aisló, de hemocultivos *Escherichia coli* (25,4%), estos pacientes hospitalizados tenían el antecedente del uso de sondaje vesical. Además, obtuvo un 24,6% del género *Staphylococcus* y dentro de éste un 37,1% de *S. aureus*,

Según Tirado⁵³, si se estudian los microorganismos en función de los diferentes orígenes de septicemia, la *E. coli* es el máximo representante con 32,29% de las bacteriemias comunitarias, luego hallamos al género *Enterococcus*, representado por el *E. faecalis* y el *E. faecium* con un 43,75% y un 37,5% respectivamente.

El microorganismo mayormente aislado en los cultivos de las bacteriemias de origen nosocomial es el *Staphylococcus* ocupando el 54,54% de éstas. Dentro de este género destaca el *S. epidermidis* que es el causante del 44,4% de estos episodios mencionados anteriormente⁵³. También Paredes¹⁰, destaca que dentro de las principales bacterias que se encuentran en los catéteres infectados, se puede observar que predomina *S. epidermidis* con un 40%, *S. aureus* con un 32%, datos similares a lo mencionado por Tirado su investigación.

En España, fue realizada una investigación, la cual identificó como principal patógeno a *Klebsiella pneumoniae* (27,3%), junto con otros gramnegativos como *Acinetobacter baumannii* (13,6%), *Pseudomonas eruginosa* (13%) y *Enterobacter cloacae* (9,5%)⁵⁴. A diferencia de Falconí et al.³⁸, mencionan que la mayor frecuencia de infecciones fue por *E. coli* (50,5 %) y *K. pneumoniae* (29,4%).

En el 2018 Álamo y colaboradores.⁵⁵, obtuvieron varios aislamientos predominando los microorganismos gramnegativos frente a los grampositivos. Las bacterias más aisladas fueron *E. coli* (38%), seguidos de *K. oxytoca* (13%) y *Staphylococcus hominis* (9%). Mientras Nebreda y cols.⁵⁶, en su estudio realizado en 2020 identificaron a *Streptococcus pneumoniae* y *Staphylococcus aureus* como los principales patógenos de las coinfecciones respiratorias.

Para Asensio y Hernández⁵⁷, los patógenos más frecuentes causantes de bacteriemias relacionadas con el catéter son los grampositivos (58,8%), seguidos de los bacilos gramnegativos (31,1%) y los hongos (9,8%). Mientras que para Sante y cols.⁹, este tipo de infección está relacionada con bacilos gramnegativos (74,4%), principalmente, *Enterobacterias* (54,9%), seguidos de los cocos grampositivos (18,2%), como *Enterococcus spp.* (14,2%) y luego levaduras del género *Cándida* (6,5%).

La primera investigación de las mencionadas anteriormente dentro de los Gram positivos más frecuentes están el *Staphylococcus coagulasa negativo*, en el que se destaca el *Staphylococcus epidermidis* (30%). Con respecto a los bacilos gramnegativos, *K. pneumoniae* es el más frecuente (11,3%), seguido de *E. coli* (4,7%) y *Pseudomonas aeruginosa* (2,9%). Las bacteriemias por hongos son por *Candidas* como *C. albicans* y *C. parapsilosis* y en menor proporción la *C. glabrata*⁵⁷. Mientras que Cornistein⁵⁸, identificó a

E. coli (21,4%) como el más frecuente, seguido a *K. pneumoniae* y *P. aeruginosa* con el mismo porcentaje de (19,0%) y finalmente la *Candida sp.* (7,1%).

Taicz y Pérez⁵⁹, en su estudio de cohorte retrospectivo de pacientes con leucemia y hemocultivos positivos, identificaron en 55 casos para el 45% de enterobacterias, un 23% de *Staphylococcus coagulasa negativa*, el 16% de *Streptococcus spp.* grupo viridans, *Pseudomonas aeruginosa* (7%). Se identificaron 8 pacientes (7%) con bacilos gramnegativos productores de β -lactamasas de espectro extendido (BLEE) y seis casos (5%) con bacterias multirresistentes.

Cobos, en su investigación menciona que las bacterias grampositivas son de una de las dos terceras partes de las BRC (Bacteriemias relacionadas con catéteres), encontrándose a *S. coagulasa negativos* y *S. aureus*, el cual tiene un nivel alto de virulencia capaz de causar problemas metastáticos⁶⁰. Mundialmente se ha descrito un aumento de bacteriemias debido a bacilos gramnegativos, especialmente aquellos que tienen alta resistencia a los antibióticos⁵⁹.

Los factores de riesgo asociados a bacteriemias en patologías intra y extrahospitalaria encontrados en la literatura consultada se pueden observar en la tabla 2.

Tabla 2. Factores de riesgo asociados a bacteriemias en patologías intra y extrahospitalarias.

N°	Título	Autor y año	Tipo de estudio	Población	Resultados
1	Factores de riesgo para bacteriemia por <i>Pseudomonas aeruginosa</i> resistente a carbapenémicos adquirida en un hospital colombiano.	Valderrama S, Gónzales P, Caro M, et.al. 2016	Estudio de casos y controles anidado en una cohorte histórica en el Hospital Universitario San Ignacio de Bogotá.	Se evaluaron 168 pacientes, 42 casos y 126 controles.	Factores de riesgo: <ul style="list-style-type: none"> ▪Uso de nutrición parenteral. ▪Uso de meropenem y de ciprofloxacina.
2	Factores de riesgo en bacteriemias nosocomiales secundarias a ITU en un hospital terciario.	Sante L, Lecuona M, Aguirre A, et al. 2019	Estudio de casos y controles de las BNS-ITU diagnosticadas en el Hospital Universitario de Canarias entre 2010-2014.	Se estudiaron 178 episodios, 85 casos y 93 controles.	Factores de riesgo: <ul style="list-style-type: none"> ▪Uso de dispositivos invasivos como: sonda vesical, ventilación mecánica y catéter venoso central ▪Enfermedad de base e insuficiencia hepática.
3	Descripción clínica de una serie de casos de bacteriemia por <i>Acinetobacter baumannii</i>	Guerrero F, Salazar S, Falconí G, 2015	Serie de casos.	36 pacientes con episodios de bacteriemias por AB	Factores de riesgo: <ul style="list-style-type: none"> ▪Uso de dispositivos invasivos como: sonda vesical, catéter venoso central

	en el área de cuidados intensivos del Hospital Carlos Andrade Marín, Quito-Ecuador.			en la Unidad de Cuidados Intensivos durante el período 2011-2013.	▪Enfermedad de base: cirugía o trauma.
4	Bacteriemias en la unidad de cuidados intensivos.	Torres A, García A, Carlos J, et al. 2019	Estudio descriptivo.	143 pacientes con bacteriemia.	Factores de riesgo: ▪Nutrición parenteral. ▪Uso de dispositivos invasivos como: ▪ventilación mecánica, catéter venoso central. Intervención quirúrgica. ▪Foco de infección abdominal.
5	Bacteriemias de origen comunitario en pacientes adultos que acuden al servicio de urgencias de un hospital universitario.	Artico J, Rocchi M, Gasparotto A, et al. 2012	Estudio prospectivo.	271 pacientes.	Factores de riesgo: ▪Las comorbilidades prevalentes fueron: diabetes, neoplasia, cardiopatía, infección por HIV. ▪Focos de infección: respiratorio, urinario, cutáneo.

6	Bacteriemias y fungemias: epidemiología, etiología, manifestaciones clínicas y adecuación terapéutica según grupos de edad.	Mata T, 2020	Estudio retrospectivo observacional.	425 pacientes con bacteriemias y 5 fungemias.	<ul style="list-style-type: none"> ▪Uso de dispositivos invasivos como: catéter venoso central
7	Factores de riesgo asociados a bacteriemias en niños quemados internados en una unidad de cuidados intensivos pediátricos especializada: estudio de casos y controles.	Basílico H, García S, Pintos L, 2021	Estudio de casos y controles.	29 pacientes con bacteriemias.	<p>Factores de riesgo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪Uso de dispositivos invasivos como: catéter venoso central
8	Análisis de las bacteremias por <i>Klebsiella pneumoniae</i> en pacientes del Hospital México.	Ramírez C, Villalobos J, 2016	Estudio observacional retrospectivo.	118 pacientes que hicieron bacteriemia por <i>K. pneumoniae</i> no productora de BLEA y <i>K. pneumoniae</i> productora de BLEA.	<p>Factores de riesgo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪Comorbilidades: anemia, infección previa y concomitante. ▪Uso de dispositivos invasivos como: sonda foley ▪Uso previo de antibióticos: cefalosporinas
9	Brote de bacteriemia por <i>Serratia marcescens</i> en pacientes portadores de	Merino J, Bouarich H, Pita M, et al.	Estudio retrospectivo,	21 casos de pacientes con bacteriemias.	<p>Factores de riesgo:</p>

	catéteres tunelizados en hemodiálisis secundario a colonización de la solución antiséptica. Experiencia en 4 centros.	2018	multicéntrico y descriptivo.		<ul style="list-style-type: none"> ▪Uso de dispositivos invasivos como: catéteres contaminados con clorhexidina colonizados por <i>S. marcescens</i>.
10	Caracterización clínica y microbiológica de la bacteriemia por <i>S. aureus</i> .	Hincapié C, Caraballo C, Tibaduiza M, et al. 2018	Cohorte retrospectiva.	698 pacientes al estudio.	<p>Factores de riesgo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪Uso de dispositivos invasivos como: catéter venoso central o ambulatorio.
11	Análisis de 117 episodios de bacteriemia por enterococo: estudio de la epidemiología, microbiología y sensibilidad a los antimicrobianos	Manassero N, Navarro M, Rocchi M, 2016	Estudio observacional prospectivo	117 episodios de bacteriemias.	<p>Factores de riesgo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪Comorbilidades predisponentes: Diabetes mellitus, intervención quirúrgica reciente, enfermedad cardíaca, accidente cerebrovascular, neoplasia, desnutrición, insuficiencia renal crónica hepatopatía, infección por HIV. ▪Focos de infección: intraabdominal y el urinario.

12	Bacteriemias en un hospital de segundo nivel: Estudio epidemiológico, análisis de factores pronósticos asociados a mortalidad y estimación de su coste económico	Hernández J, García E, Hernández A, et al. 2013	Estudio observacional retrospectivo de	148 pacientes.	<p>Factores de riesgo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪Comorbilidades: hipertensión arterial, dislipidemia, obesidad, diabetes mellitus y el hábito tabáquico. ▪Uso de dispositivos invasivos como: catéter venoso central y dispositivos de electroestimulación cardiaca. ▪Tratamiento antibiótico en el último mes. ▪Infecciones previas del aparato urinario, respiratorio y abdominal.
13	Mortalidad por bacteriemia causada por <i>Escherichia coli</i> y <i>Klebsiella spp.</i> productoras de beta lactamasas de espectro extendido: cohorte retrospectiva en un hospital de Lima, Perú	Adrianzén D, Arbizu A, Ortiz J, et al. 2013	Estudio de cohortes retrospectiva	85 pacientes	<p>Factores de riesgo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪Uso de dispositivos invasivos: catéter vesical, catéter venoso central, ventilación mecánica, traqueotomía. ▪Comorbilidades: diabetes mellitus, hipertensión, insuficiencia renal, insuficiencia cardiaca, cirrosis, anemia, malnutrición.

					▪Focos de infección: urinario, gastrointestinal, pulmonar, biliar, uterino.
--	--	--	--	--	---

En la tabla 2 se pueden observar diferentes factores de riesgos asociados a bacteriemias de diferentes tipos que pueden darse en pacientes en UCI, sea bien por patologías de base (diabetes, neoplasias, cardiopatías, infección por HIV), nutrición parenteral, intervenciones quirúrgicas, tratamiento previo de antibióticos y el uso de dispositivos invasivos como: la ventilación mecánica, sonda vesical y catéter venoso central. En algunos casos se produjo este tipo de infección secundariamente a algún foco séptico previo como: respiratorio, abdominal, urinario, cutáneo entre otros.

Falconi y cols.³⁸, en su investigación manifiestan que los factores de riesgo más frecuentes son: la edad, la permanencia prolongada en la unidad de cuidados intensivos, infecciones urinarias recurrentes, comorbilidades, uso previo de antibióticos y colonización por gérmenes productores de BLEE.

También Hernández Torres y cols.⁶¹, muestran el predominio de desarrollo de bacteriemia en el 5,75% de los pacientes ingresados en la UCI, con alta influencia de la nutrición parenteral (74,82 %), bacteriemias secundarias (55,94 %) y de tipo monomicrobianas (72,02%). Encontrando alta incidencia de *S. aureus*.

Sante y et al.⁹, señalaron que la mayoría de infecciones nosocomiales de tipo bacterianas se diagnosticaron en los servicios médicos (40%), seguidos de los quirúrgicos (25,8%), donde el 51,7% de los pacientes habían sido sometidos a cirugía en el ingreso. Con frecuencia fueron utilizados dispositivos invasivos como la sonda vesical (77,6%), la ventilación mecánica (VM) (40%) o el catéter venoso central (CVC) (63,5%).

El uso de catéteres, principalmente el catéter venoso central ha sido reportado como un factor importante en el desarrollo de la bacteriemia, siendo su incidencia determinada por el tipo de catéter, frecuencia de manipulación y severidad de la enfermedad previa³⁸.

La morbimortalidad de los pacientes aumenta con la frecuente exposición a infecciones locales o sistémicas, debido a varios factores a los que se exponen si tienen uso de catéteres, tales como la continua manipulación tanto del personal de salud como del propio paciente a lo que se le atribuye también su inmunosupresión, así lo mencionan Rodan y cols.³⁹.

En la investigación realizada por Manassero y cols.⁶², se observó que el 91% de los pacientes presentaron condiciones predisponentes como: diabetes mellitus, intervenciones quirúrgicas recientes, enfermedad cardíaca, enfermedad cerebro vascular y neoplasias.

Valdés et al.⁶³, en su investigación, encontraron al *S. aureus* como el principal agente etiológico de bacteriemias en el 75% de pacientes con catéter venoso central y con fístula arterio-venosa en el 25% de ellos.

Hernández y cols.⁶⁴, en su estudio reflejaron dentro de los factores de riesgo las comorbilidades, siendo las más frecuentes la hipertensión arterial (50%), dislipemia (49,3%) obesidad (36,6%), diabetes mellitus (31%) y el tabaquismo (20,3%). Además de uso de vía central (30,4%), tratamiento antibiótico en el último mes (11,5%) y ser portador de dispositivos de electroestimulación cardíaca (DEC) (10,1%). Como foco de infección más frecuente fue el urinario (25,67%), seguido del respiratorio (21,62%) y del abdominal (20,94%).

En el estudio realizado por Manassero et al.⁶¹, se manifiesta que el foco de origen de la bacteriemia en el 54,7% de los pacientes fue de origen intraabdominal (20,5%), por infección urinaria (15,4%), piel y partes blandas (12%). A diferencia de Pérez, los focos clínicos más frecuentes fueron la osteoartritis (55%), las infecciones de la piel y partes blandas (34%) y la neumonía (15%)⁶⁵.

Lipari y cols.⁶⁶, señalaron en su investigación que tener linfomas o leucemias agudas, haber sido sujeto a un trasplante alogénico o tener neutropenia prolongada pueden ser focos de infección del torrente sanguíneo.

Similar a los autores antes mencionados, en Argentina Taicz y Pérez⁵⁸, en su estudio de cohorte retrospectivo realizado en el Hospital de Pediatría “Profesor Dr. Juan P Garrahan”, se pudo evidenciar que la causa de morbilidad y mortalidad está asociada a bacteriemias relacionadas a catéter, difiriendo en algunos casos la realización del tratamiento de la enfermedad de base y la prolongación de los días de internación. También se encontró relación entre la duración de la hospitalización mayor a 14 días y la bacteriemia asociada a CVC.

Un hallazgo importante hecho por Falconi y Nolasco es que hasta el 40 % de las infecciones producidas por cepas productoras de BLEE fueron adquiridas en la comunidad y que el foco de origen más frecuente de éstas fue el urinario. Las bacteriemias de origen urinario representan hasta el 15% de todas las infecciones nosocomiales por bacilos gram negativos. La mortalidad de los pacientes con bacteriemia secundaria a infección del tracto urinario por sondaje vesical es de aproximadamente 13% y corresponden a menos del 1% de las muertes hospitalarias³⁸.

Las betalactamasas de espectro extendido son aquellos patógenos que tienen resistencia o susceptibilidad intermedia al realizar el antibiograma, tanto en la prueba de difusión en disco o concentración mínima inhibitoria, a cefalosporinas de primera, segunda y tercera generación y el aztreonam. A nivel mundial, las enterobacterias son la familia bacteriana más frecuentemente asociadas a infecciones intrahospitalarias y vinculadas a la producción de BLEE, siendo *E. coli* y *Klebsiella spp.*³⁸.

En la literatura consultada existen referencias a la edad, como factor de riesgo también, indicando que alrededor del 50% o más de las bacteriemias se presentan en personas mayores de 65 años^{14,21,50,54,59}.

Los métodos diagnósticos de bacteriemia mediante el uso de técnicas microbiológicas y moleculares encontrados en la literatura consultada se pueden observar en la tabla 3.

Tabla 3 Métodos diagnósticos de bacteriemia mediante el uso de técnicas microbiológicas y moleculares.

N°	Título	Autor y año	Tipo de estudio	Población	Resultados
1	Diagnóstico de endoftalmitis por método microbiológico convencional y molecular en pacientes de centros oftalmológicos de Paraguay.	Fariña M, Samudio M, Duré C, et al. 2019	Estudio observacional descriptivo de corte transverso.	51 muestras	Técnicas utilizadas: ▪ Diagnóstico microbiológico convencional ▪ Método molecular: Reacción en cadena de la polimerasa
2	Diagnóstico microbiológico de artritis séptica en niños usando botellas de hemocultivos como un método alternativo.	Atehortúa S, Woodcock S, Naranjo J, et al. 2020	Estudio de cohorte prospectivo.	60 pacientes	Técnicas utilizadas: ▪ Diagnóstico microbiológico convencional y automatizado
3	Mortalidad y desenlaces clínicos en pacientes críticamente enfermos con infecciones por bacterias productoras de carbapenemasas en un hospital de alta complejidad en Bogotá, Colombia.	Varón F, Uribe A, Palacios J, et al. 2021	Estudio observacional, descriptivo y retrospectivo.	58 pacientes	Técnicas utilizadas: ▪ BactAlert/ Vitek 2, cultivo en botella ▪ PCR en tiempo real

4	Valoración de una técnica de PCR-múltiple en el diagnóstico rápido de la bacteriemia.	López M, Gómez J, López M, et al. 2018	Estudio prospectivo.	21 pacientes con hemocultivos positivos.	Técnicas utilizadas: <ul style="list-style-type: none"> ▪Técnicas microbiológicas convencionales ▪Técnicas moleculares: PCR-múltiple
5	La utilidad del FilmArray como método diagnóstico de la meningitis en pediatría. Revisión Sistemática.	Palacio C, Giraldo D, Villa J, 2021	Revisión de la literatura científica.	24 artículos seleccionados mediante criterios de inclusión y exclusión acerca de pacientes de 2 a 12 años.	Técnicas utilizadas: <ul style="list-style-type: none"> ▪Método cuantitativo de diagnóstico molecular: Panel FilmArray
6	Utilidad del panel de PCR multiplex en el diagnóstico microbiológico temprano y adecuación antimicrobiana en pacientes críticos con neumonía.	Mauro S, Galiana A, Vieytes M, et al. 2022	Estudio retrospectivo observacional.	Pacientes mayores de 18 años internados en la UCI del Hospital Maciel que ingresaban o desarrollaban neumonías en el periodo comprendido entre junio de 2020 y julio de 2021.	Técnicas utilizadas: <ul style="list-style-type: none"> ▪Identificación microbiana por espectrometría de masas MALDI-TOF MS. ▪Identificación automatizada VITEK 2.

7	Bacteriemia asociada a neutropenia febril en pacientes hematooncológicos, su espectro bacteriano y patrón de susceptibilidad antibiótica.	Hinojosa L, Del Carpio D, 2014	Estudio retrospectivo de tipo descriptivo, observacional.	104 pacientes	Técnicas utilizadas: ▪Diagnóstico microbiológico convencional
8	Papel del hemocultivo anaeróbico en la toma simultánea de hemocultivos para el diagnóstico de bacteriemia.	Guajardo C, Saldaña M, Ayala J, et al. 2016	Estudio descriptivo observacional.	4110 botellas de cultivo de sangre	Técnicas utilizadas: ▪Diagnóstico microbiológico convencional ▪Pruebas de Susceptibilidad: sistema Phoenix para bacterias aerobias, sistema Crystal para bacterias anaerobias
9	Meningitis por Listeria: serie de casos en un hospital de tercer nivel y utilidad de las nuevas técnicas de diagnóstico microbiológico.	Martín R, Álvarez S, Castrillo L, et al. 2023	Estudio retrospectivo de tipo descriptivo.	12 pacientes con diagnóstico de meningitis por <i>L. monocytogenes</i> .	Técnicas utilizadas: ▪Diagnóstico microbiológico convencional de líquido cefalorraquídeo y hemocultivo ▪PCR de líquido cefalorraquídeo
10	PCR multiplex en tiempo real para sepsis (Film Array): caracterización como método	Cuastumal M, Rodríguez M, Mejía L, et al. 2020	Estudio observacional descriptivo retrospectivo.	101 hemocultivos positivos	Técnicas utilizadas: ▪Diagnóstico microbiológico convencional ▪PCR multiplex en tiempo real

	diagnóstico en un centro pediátrico en Cali.				
11	Factores predictores de bacteriemia en los pacientes atendidos en el Servicio de Urgencias por infección.	Mirza S, González E, Romero V, et al. 2020	Estudio observacional, retrospectivo, descriptivo y analítico.	Se incluyeron 1.425 episodios de hemocultivos extraídos.	Técnicas utilizadas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagnóstico microbiológico convencional para hemocultivos aeróbicos y anaeróbicos
12	Bacteriemias en un hospital de segundo nivel: Estudio epidemiológico, análisis de factores pronósticos asociados a mortalidad y estimación de su coste económico.	Hernández J, García E, Canteras M, et al. 2013	Estudio observacional retrospectivo.	148 pacientes	Técnicas utilizadas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hemocultivos realizados en el Sistema BACTEC 9240 de Beckton Dickinson ▪ Pruebas de aislamiento y sensibilidad: sistema automático Vitek 2

En la tabla 3 se pueden observar 12 estudios realizados con la finalidad de demostrar la utilidad del diagnóstico microbiológico convencional y mediante técnicas moleculares. En la mayoría de los casos se destaca el método molecular ya que optimiza el tiempo de respuesta, juntamente con el tratamiento precoz que ayuda a la pronta recuperación de los pacientes. Esto concuerda con Vila et al.⁶⁷, que nos dicen que la rapidez en el diagnóstico puede jugar un papel crucial en la curación del paciente, ya que permite la administración de un tratamiento adecuado.

Fariña et al.⁴⁶, en su estudio acerca de endoftalmitis hace uso de dos técnicas, combina el cultivo microbiológico convencional y la PCR, sus resultados concuerdan con otras investigaciones^{19,28}. En los tres casos se obtienen como resultados el menor tiempo de respuesta de las diferentes técnicas PCR, pero una mayor sensibilidad con el estudio microbiológico convencional.

En una investigación sobre el diagnóstico de artritis séptica Atehortúa et al.⁴³, aísla las muestras mediante el cultivo en medio sólido y el cultivo automatizado en botella, gracias a este último su estudio confirma la mayor eficiencia con respecto al tiempo de respuesta. También concluyen que las botellas de hemocultivo son un complemento al medio sólido y aumentaron la confirmación etiológica de artritis séptica del 35% al 45%.

Palacio et al.⁴⁹, en su publicación acerca de la utilidad del sistema FilmArray obtiene como resultado que este método cuantitativo de diagnóstico molecular es importante por sus requerimientos de poca cantidad de muestra, asociado a corto tiempo de respuesta con una muy buena sensibilidad y especificidad, pudiendo superar la tasa de positividad a los métodos convencionales.

Mauro et al.⁴⁷, habla acerca de la identificación microbiana mediante técnicas convencionales y biología molecular multiplex, entre estas dos destaca la técnica de PCR, la cual permite la identificación temprana de microorganismos optimizando la terapéutica empírica inicial y racionalizando el uso de antimicrobianos.

En diferentes estudios se relaciona a la bacteriemia con otros tipos de infecciones como una meningitis, infección del tracto urinario u otras, las cuales también se diagnostican mediante técnicas microbiológicas convencionales o de tipo molecular como el PCR^{52,64,68,69}.

Las infecciones del torrente sanguíneo son la principal causa de muerte en el mundo y necesitan una adecuada y completa estrategia de tratamiento⁷⁰. El hemocultivo es el método principal para diagnosticar bacteriemias, sin embargo, el largo tiempo necesario para obtener los resultados puede llevar a un retraso en el inicio del tratamiento adecuado, lo que puede tener consecuencias graves, incluso la muerte del paciente en algunos casos⁷¹.

Los laboratorios de microbiología clínica están adoptando nuevas tecnologías como el diagnóstico molecular, la microbiología digital y la espectrometría de masas⁶⁷.

Las técnicas moleculares, como los sistemas de PCR-múltiple, se han incorporado en la rutina diagnóstica microbiológica debido a su rapidez y seguridad. Aunque pueden ser laboriosas y costosas, estos sistemas ofrecen la ventaja de integrar todas las etapas del proceso en sistemas cerrados, minimizando el riesgo de contaminación y proporcionando resultados en pocas horas¹⁹.

El panel FilmArray BCID es una herramienta que permite identificar de manera rápida y precisa los microorganismos responsables de las bacteriemias⁷². Recientemente se ha creado y evaluado un método rápido utilizando espectrometría de masas (MALDI-TOF MS) para la identificación directa de microorganismos en botellas de hemocultivos positivos. Este protocolo acelerado ofrece resultados en tan solo 30 minutos, con una alta sensibilidad y especificidad⁷³.

El uso del tubo separador de suero ha demostrado ser beneficioso para realizar estudios de sensibilidad automatizados mediante el sistema Phoenix BD, ya que reduce los costos y agiliza el proceso. Por otro lado, la secuenciación bacteriana de genoma completo permite obtener toda la información genética de una cepa bacteriana específica⁷⁴.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados en la investigación y a los artículos revisados se concluye lo siguiente:

Existe una gran variedad de agentes patógenos causantes de bacteriemias, diagnosticados a partir de hemocultivos, entre los cuales destacan *E. coli* (bacteriemias comunitarias), *K. pneumoniae*, *A. baumannii* (bacteriemias nosocomiales), *P. aeruginosa* (bacteriemias secundarias). En la mayoría de los pacientes, los aislamientos encontrados corresponden a microorganismos gramnegativos y como grampositivos se destacan *S. aureus* y los *Staphylococcus* coagulasa negativa, pero dentro estos últimos se encuentra el *S. epidermidis*.

Como factores de riesgo de bacteriemias detallados en la literatura consultada se encuentran: edad, tiempo prolongado de hospitalización en la unidad de cuidados intensivos, las comorbilidades preexistentes, el uso previo de antibióticos y la colonización por gérmenes productores de β -lactamasa de espectro extendido (BLEE). Además, se describen el uso de dispositivos invasivos como la sonda vesical, la ventilación mecánica y los catéteres, especialmente los catéteres venosos centrales. También se pueden producir septicemias de tipo bacteriana a partir de focos infecciosos, siendo los más frecuentes el tracto urinario, el tracto respiratorio, la piel y tejidos blandos, el sistema cardiovascular y las infecciones osteoarticulares.

Según la investigación realizada el diagnóstico de las bacteriemias se realiza mediante métodos de cultivo convencionales como los hemocultivos y las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana, así como, por métodos moleculares como la PCR (FilmArray), técnicas basadas en la detección de ácidos nucleicos y la espectrometría de masas (MALDI-TOF); los cuales, a diferencia de los primeros, permiten identificar de manera rápida los agentes causantes de estas infecciones y detectar genes de resistencia, reduciendo significativamente el tiempo de obtención de resultados y mejorando la atención al paciente en cuanto a un tratamiento más adecuado y rápido.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vergara O, Pájaro E, Ruiz K. Bacteriemia: revisión narrativa de la literatura. Rev la Soc Peru Med Interna. 2022;35(2):73–81 Disponible en: <https://revistamedicinainterna.net/index.php/spmi/article/view/670/746>
2. Rodríguez J, Guna M, Larrosa N, et al. Diagnóstico microbiológico de la bacteriemia y la fungemia: hemocultivos y métodos moleculares [Internet]. Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC). 2017. 2017. 1–66 p. Disponible en: <https://seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia62.pdf>
3. Chávez T, Lona J, Riebeling A, et al. Incidencia y factores de riesgo para bacteriemia en pacientes pediátricos con quemaduras en un Centro de Atención Especializado en México. Rev Chilena Infectol [Internet]. 2017;34(3):221–6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28991317/>
4. Lona J, López B, De la Rosa A, et al. Bacteriemia relacionada con catéter venoso central: incidencia y factores de riesgo en un hospital del occidente de México. Bol Med Hosp Infant Mex [Internet]. 2016;73(2):105–10. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/bmim/v73n2/1665-1146-bmim-73-02-00105.pdf>
5. Ferrer C, Almirante B. Infecciones relacionadas con el uso de los catéteres vasculares. Enferm Infecc Microbiol Clin. 2014;32(2):115–24. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-infecciones-relacionadas-con-el-uso-S0213005X13003844>
6. Vaca S. Prevalencia de *Staphylococcus aureus* meticilino resistente en el personal de salud de un Hospital de Especialidades en Quito-Ecuador. San Gregor [Internet]. 2021 Disponible en: <https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASANGREGORIO/article/view/1515/7-stefany>

7. Valderrama S, González P, Caro M, et al. Factores de riesgo para bacteriemia por *Pseudomonas aeruginosa* resistente a carbapenémicos adquirida en un hospital colombiano. *Biomedica* [Internet]. 2016;36:69–77. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572016000500010
8. Jiménez J, García E, González J, et al. Validación del modelo predictivo de bacteriemia (5MPB-Toledo) en los pacientes atendidos en el servicio de urgencias por infección. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2022;40(3):102–12. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-validacion-del-modelo-predictivo-bacteriemia-S0213005X21000094>
9. Sante L, Lecuona M, Aguirre J, et al. Factores de riesgo en bacteriemias nosocomiales secundarias a ITU en un hospital terciario. *Rev Esp Quimioter*. 2019;32(4):311–6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6719644/pdf/revespquimioter-32-311.pdf>
10. Paredes V. Bacteriemia más frecuente de catéter venosos central en pacientes de recibieron nutrición parenteral total [Internet]. Vol. 87. 2017. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112020000700002
11. Guerrero F, Salazar S, Falconí G. Descripción clínica de una serie de casos de bacteriemia por *Acinetobacter baumannii* en el área de cuidados intensivos del Hospital Carlos Andrade Marín, Quito-Ecuador. *Rev Médica Vozandes* [Internet]. 2015;26(1):19–24. Disponible en: http://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/06/999797/ao_02.pdf
12. Salazar A, Plaza G. Evaluación del Gianella Risk Score en pacientes adultos con colonización rectal por *Klebsiella pneumoniae* productora de carbapenemasas.

- Ecuador J Med. 2021;3(1):30–45. Disponible en: <https://revistafecim.org/index.php/tejom/article/view/71/47>
13. Valencia F, Loeffelholz M. Técnicas de no cultivo para la detección de bacteriemia y fungemia. *Futur Med* [Internet]. 2014;9(4). Disponible en: <https://www.futuremedicine.com/doi/epub/10.2217/fmb.14.8>
 14. Torres A, García A, Carlos J, et al. Bacteriemias en la unidad de cuidados intensivos. *Rev Cuba Med Mil* [Internet]. 2019;48(1):10–20. Disponible en: <https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/242/262>
 15. Organización Panamericana de la Salud. La OMS publica la lista de las bacterias para las que se necesitan urgentemente nuevos antibióticos [Internet]. 2017. Disponible en: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=13008:who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0
 16. Organización Panamericana de la Salud. Patógenos multirresistentes que son prioritarios para la OMS [Internet]. 2021. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/4-3-2021-patogenos-multirresistentes-que-son-prioritarios-para-oms>
 17. Cisneros M, Cobo J, Pujol M, et al. Guía para el diagnóstico y tratamiento del paciente con bacteriemia. *Guías de la Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC)*. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2007;25(2):111–30. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-pdf-13098572>
 18. Artico M, Rocchi M, Gasparotto A, et al. Bacteriemias de origen comunitario en pacientes adultos que acuden al servicio de urgencias de un hospital universitario. *Rev Argent Microbiol*. 2012;44(1):10–5. Disponible en:

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-75412012000100003

19. López F, Gómez J, López M, et al. Valoración de una técnica de PCR-múltiple en el diagnóstico rápido de la bacteriemia. *Rev Española Quimioter.* 2018;31(3):21–32. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6166258/>
20. Diz O. Técnicas de biología molecular en el diagnóstico de enfermedades infecciosas. Septiembre [Internet]. 2020;2020:88–111. Disponible en: <https://www.npunto.es/content/src/pdf-articulo/5f69a919884e7Art5.pdf>
21. Mata T. Bacteriemias y fungemias: epidemiología, etiología, manifestaciones clínicas y adecuación terapéutica según grupos de edad [Internet]. Vol. 21, Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud BACTERIEMIAS. 2020. Disponible en: <https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/51108/Tesis%20Tatiana%20Mata%20Forte.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
22. Rivera S, Atehortúa D, Jaimes F, et al. Actualización en Bacteriemia por *Staphylococcus Aureus*. *Univ Pontif Boliv.* 2014;33(1):48–55. Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ezapatarestrepo,+Art%C3%ADculo+de+revisi%C3%B3n+2%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ezapatarestrepo,+Art%C3%ADculo+de+revisi%C3%B3n+2%20(2).pdf)
23. Guerrero, C, Diez, M, Marzán A, et al. Agentes bacterianos causantes de bacteriemia. *Hospital Provincial Clínico Quirúrgico Saturnino Lora Torres.* 2022. Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/948-2164-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/948-2164-1-PB%20(2).pdf)
24. Basílico H, García S, Pintos L. Factores de riesgo asociados a bacteriemias en niños quemados internados en una unidad de cuidados intensivos pediátricos especializada: estudio de casos y controles. *Arch Argent Pediatr.*

2021;119(5):325–30. Disponible en:
<https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2021/v119n5a08.pdf>

25. Cantón R, Ruiz P. Infecciones causadas por bacterias grampositivas multirresistentes (*Staphylococcus aureus* y *Enterococcus spp.*). *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2013;31(8):543–51. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-pdf-S0213005X13002097>
26. Vidal, M, Garzaran, A, Ramos, et al. Bacteremia por *E.Coli* : Epidemiología y cormobilidad. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 2023;213. Disponible en: <https://www.revespcardiolo.org/es-congresos-xxxiv-congreso-nacional-sociedad-espanola-8-sesion-enfermedades-infecciosas-posters--841-bacteriemia-por-e-coli-epidemiologia-7674-pdf>
27. Ramírez C, Villalobos J. Análisis de las bacteriemias por *Klebsiella pneumoniae* en pacientes del Hospital México. *Acta Med Costarric* [Internet]. 2016;58(2):62–8. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/amc/v58n2/0001-6002-amc-58-02-62.pdf>
28. Varón F, Uribe A, Palacios J, et al. Mortalidad y desenlaces clínicos en pacientes críticamente enfermos con infecciones por bacterias productoras de carbapenemasas en un hospital de alta complejidad en Bogotá, Colombia. *Asoc Colomb Infectol*. 2020;25(1):16. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/inf/v25n1/0123-9392-inf-25-01-16.pdf>
29. Beltrán L. Costo económico de las bacteriemias causadas por enterobacterias resistentes a carbapenémicos en una institución de Bogotá. 2020. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78690/1019068120.2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

30. Pérez L, Valdivia Y, Torres A. Aislamiento de *Serratia marcescens* en herida quirúrgica [Internet]. Vol. 15, MediSur. 2017. p. 538–44. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medisur/msu-2017/msu174m.pdf>
31. Merino J, Bouarich H, Pita M, et al. Brote de bacteriemia por *Serratia marcescens* en pacientes portadores de catéteres tunelizados en hemodiálisis secundario a colonización de la solución antiséptica. Experiencia en 4 centros. Nefrología [Internet]. 2018;38(1):103–4. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/nefrologia/v36n6/0211-6995-nefrologia-36-06-00667.pdf>
32. Vanegas N, Roncancio G, Jimenez J. *Acinetobacter baumannii*: Clinical importance, resistance mechanisms and diagnosis. CES Med [Internet]. 2014;28(2):233–46. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v28n2/v28n2a08.pdf>
33. Bush L. Bacteriemia [Internet]. Manual MSD. 2022. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es-ec/professional/enfermedades-infecciosas/biolog%C3%ADa-de-las-enfermedades-infecciosas/bacteriemia>
34. Hincapié C, Caraballo C, Tibaduiza M, et al. Caracterización clínica y microbiológica de la bacteriemia por *Staphylococcus aureus*. Acta Médica Colomb. 2018;43(4):200–6. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/amc/v43n4/0120-2448-amc-43-04-00200.pdf>
35. Loor J, Parraga M. “Betalactamasas de espectro extendido en bacilos gram negativos: caracterización y prevalencia por tipo de infección” [Internet]. 2020. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2526/1/LOOR-MOREIRA-PARRAGA-ROCA.pdf>
36. Ashurst J, Dawson A. Neumonía por *Klebsiella*. In: National Library Of Medicine [Internet]. 2023. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519004/>

37. Jimenez J, García E, González J, et al. Utilidad del modelo 5MPB-Toledo para predecir bacteriemia en el paciente anciano. *Infectio*. 2021;26(2):128–36. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/inf/v26n2/0123-9392-inf-26-02-128.pdf>
38. Falconí A, Nolasco M, Bedoya A. Frecuencia y factores de riesgo para bacteriemia por enterobacterias productoras de betalactamasa de espectro extendido en pacientes de un hospital público de Lima, Perú. *Scielo [Internet]*. 2018;35(1):62–8. Disponible en: <https://www.scielo.org/article/rpmesp/2018.v35n1/62-67/>
39. Rodán A, Hernández A, Pérez D. Bacteriemias asociadas al uso del catéter en hemodiálisis: Hospital Regional de PEMEX de Reynosa, México. *Ibn Sina-Revista electrónica Semest en Ciencias la Salud*. 2021;12(2):1–10. Disponible en: <http://148.217.50.37/index.php/ibnsina/article/view/1031/1019>
40. Riaza C, Salinas A, et al. Meningitis por *Listeria*: serie de casos en un hospital de tercer nivel y utilidad de las nuevas técnicas de diagnóstico microbiológico. *Exp Clínica Meningitis*. 2023;40(2):99–104. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rci/v40n2/0716-1018-rci-40-02-0099.pdf>
41. Guna M, Larrosa N, Marín M. Diagnóstico microbiológico de la bacteriemia y la fungemia: hemocultivos y métodos moleculares. *Enferm Infecc Microbiol Clin [Internet]*. 2019;37(5):335–40. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-pdf-S0213005X18300806>
42. Cuastumal M, Rodríguez M, Mejía L, et al. PCR multiplex en tiempo real para sepsis (Film array): caracterización como método diagnóstico en un centro pediátrico en Cali. *Pediatría (Asunción)*. 2020;47(2):69–73. Disponible en: <http://scielo.iics.una.py/pdf/ped/v47n2/1683-9803-ped-47-02-69.pdf>

43. Atehortúa S, Woodcock S, Naranjo J, et al. Diagnóstico microbiológico de artritis séptica en niños usando botellas de hemocultivos como un método alternativo. *Infectio*. 2020;24(2):98. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/inf/v24n2/0123-9392-inf-24-02-00098.pdf>
44. Fernández E, Planes A Rodríguez. Hemocultivos. *Procedimientos en Microbiología clínica*. 1980;(9):19–21.
45. March G. Métodos rápidos para la detección de la resistencia bacteriana a antibióticos. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2017;35(3):182–8. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-pdf-S0213005X16303986>
46. Fariña N, Samudio M, Duré C, et al. Diagnóstico de endoftalmitis por método microbiológico convencional y molecular en pacientes de centros oftalmológicos de Paraguay. *Memorias del Inst Investig en Ciencias la Salud*. 2019;17(2):77–85. Disponible: <http://scielo.iics.una.py/pdf/iics/v17n2/1812-9528-iics-17-02-77.pdf>
47. Mauro S, Verga F, Galiana A. Utilidad del panel de PCR multiplex en el diagnóstico microbiológico temprano y adecuación antimicrobiana en pacientes críticos con neumonía. *Rev Medica Del Uruguay*. 2022;38(2):1–13. Disponible en: <http://www.scielo.edu.uy/pdf/rmu/v38n2/1688-0390-rmu-38-02-e203.pdf>
48. Hernández M. Diagnóstico molecular de la sepsis. 2016. Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/rep_1283%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/rep_1283%20(2).pdf)
49. Palacio C, Giraldo D, Villa A. La utilidad del FilmArray como método diagnóstico de la meningitis en pediatría. *Revisión Sistemática. KAMERA [Internet]*. 2021; Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/kamera/article/view/32380/XML#:~:text=Pocos%20estudios%20reportan%2C%20el%20impacto,97%25>

50. Adrianzén D, Arbizu A, Ortiz J. Mortalidad por bacteriemia causada por *Escherichia coli* y *Klebsiella spp.* productoras de beta lactamasas de espectro extendido: cohorte retrospectiva en un hospital de Lima, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2013;30(1):18–25. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v30n1/a04v30n1.pdf>
51. Bonten M, Johnson J, Van Den Biggelaar A, et al. Epidemiology of *Escherichia coli* Bacteremia: A Systematic Literature Review. *Clin Infect Dis*. 2021;72(7):1211–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32406495/>
52. Guajardo C, Saldaña M. Papel del hemocultivo anaeróbico en la toma simultánea de hemocultivos para el diagnóstico de bacteriemia. *Rev Med Inst Mex [Internet]*. 2016;54(3):292–8. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2016/im163e.pdf>
53. Tirado M. Características de las bacteriemias en un Hospital Comarcal [Internet]. 2022. Disponible en: https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/198934/TFG_2022_Tirado_Torres_Marina.pdf?sequence=1&isAllowed=y
54. Gallego C, Ruiz G, Arango D. Factores demográficos, técnicos y características asociados a bacteremia en pacientes con catéter venoso central en unidad de cuidado intensivos del Hospital Universitario San Vicente Fundación (HUSVF), 2009-2011. *Salud Uninorte*. 2016;32(3):483–99. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522016000300012
55. Álamo M, Álvarez M, Sánchez L, et al. Características de las bacteriemias en mayores de 85 años ingresados en el servicio de medicina interna un hospital de tercer nivel. *Resvista Clin Española*. 2018;218:13–4. Disponible en: <https://www.revclinesp.es/es-congresos-xxxix-congreso-nacional-sociedad-espanola-78-sesion-enfermedades-infecciosas-4904-caracteristicas-de-las-bacteriemias-en-56763-pdf>

56. Nebreda T, Miguel M, March G, et al. Infección bacteriana/fúngica en pacientes con COVID-19 ingresados en un hospital de tercer nivel de Castilla y León, España. Elsevier. 2020;40 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7713607/pdf/main.pdf>
57. Asensio M, Hernández M, Yus S. Infecciones en el paciente crítico. Med [Internet]. 2018;12(52):3085–96. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304541218300647?via%3Dihub>
58. Cornistein W, Cremona A, Chattas A, et al. Infección Del Tracto Urinario Asociada a Sonda Vesical. Med (Buenos aires) [Internet]. 2018; 78:258–64. Disponible en: <https://www.medicinabuenosaires.com/revistas/vol78-18/n4/258-264-Med6799-Corniestein.pdf>
59. Taicz M, Pérez M, Reijtman V. Epidemiología y factores de riesgo de internación prolongada en niños con leucemia y bacteriemia. Estudio de cohorte. Rev Chil infectología. 2018;35(3):233–8. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rci/v35n3/0716-1018-rci-35-03-0233.pdf>
60. Cobo P. Prevalencia de bacteriemias relacionadas con el catéter de hemodiálisis en una unidad hospitalaria. 2013;16(4):229–34. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/enefro/v16n4/original2.pdf>
61. Hernández O, Rodríguez E, Ávila A, et al. Factores pronósticos de mortalidad en pacientes con bacteriemia ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos. Ciencias Médicas [Internet]. 2021;25(1). Disponible en: <https://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/4770/pdf>
62. Manassero N, Navarro M, Rocchi M, et al. Análisis de 117 episodios de bacteriemia por enterococo: estudio de la epidemiología, microbiología y sensibilidad a los antimicrobianos. 2016;48(4):298–302. Disponible en:

<https://www.elsevier.es/es-revista-revista-argentina-microbiologia-372-pdf-S0325754116300426>

63. Valdés I, Peraza G, Cesar A, et al. Bacteriemia relacionada con catéter por *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina en pacientes con enfermedad renal crónica avanzada. *Rev Cubana Med Trop.* 2019;71(2):1–17. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedtro/cmt-2019/cmt192g.pdf>
64. Hernández J, García E, Hernández A, et al. Bacteriemias en un hospital de segundo nivel: Estudio epidemiológico, análisis de factores pronósticos asociados a mortalidad y estimación de su coste económico. *Rev Esp Quimioter* [Internet]. 2013;26(2):119–27. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23817650>
65. Martiren S, Reijtman V, Romero R, et al. Bacteriemia por *Staphylococcus aureus* adquirido en la comunidad en niños: estudio de cohorte 2010-2014. *Arch Argent Pediatr.* 2016;114(6):508–13. Disponible en: <https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2016/v114n6a06.pdf>
66. Lipari F, Zárate A, García J. Infección del torrente sanguíneo en pacientes receptores de trasplante de precursores hematopoyéticos. Siete años de experiencia con adultos y niños. *Rev Chil Infectol.* 2017;34(6):535–8. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rci/v34n6/0716-1018-rci-34-06-0535.pdf>
67. Vila J, Dolores M, Salavert M, et al. Métodos de diagnóstico rápido en microbiología clínica: necesidades clínicas. 2017;35(1):41–6. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-pdf-S0213005X16303500>
68. Hinojosa A, Del Carpio D. Bacteriemia asociada a neutropenia febril en pacientes hemato-oncológicos, su espectro bacteriano y patrón de susceptibilidad antibiótica. *Rev Medica Hered* [Internet]. 2014;25(1):22. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2014000100004

69. Mirza S, González E, Romero V, et al. Factores predictores de bacteriemia en los pacientes atendidos en el Servicio de Urgencias por infección. *Rev Esp Quimioter.* 2020;33(1):32–43. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6987628/>
70. Lutwick L, Bearman G. Guía para el control de infecciones asociadas a la atención en salud. *Infecciones del torrente sanguíneo.* *Int Soc Infect Dis* [Internet]. 2018;8. Disponible en: https://isid.org/wp-content/uploads/2019/08/30_ISID_InfectioGuide_Infecciones_TorrenteSanguineo.pdf
71. Meléndez P, Cochachin S. Impacto de un programa de diagnóstico precoz de bacteriemias en hemocultivos procesados en un Laboratorio de referencia particular en Lima-Perú. *Univ Peru Ciencias Apl* [Internet]. 2020; Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/658257>
72. Mazzillo L, Cabrera N. Uso racional de antibióticos y tecnología FilmArray para identificación rápida de bacteriemias en unidad de cuidados intensivos pediátrica. *Rev Chil Pediatría.* 2020;91(4):553–60. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rcp/v91n4/0370-4106-rcp-rchped-vi91i4-1458.pdf>
73. Azula N, Relloso S, Barrios R. Identificación directa de microorganismos a partir de hemocultivos positivos utilizando espectrometría de masas (MALDI-TOF MS). *Resvista Chil Pediatr.* 2022;56(1):17–31. Disponible en:
74. Urruticoechea M. Dinamización del diagnóstico de bacteriemias mediante el uso de nuevas tecnologías [Internet]. 2023. Disponible en: <https://addi.ehu.es/handle/10810/61229>

ANEXOS

Anexo 1: Metodología a seguir para la extracción de un hemocultivo.

1. Utilización de guantes y mascarilla
2. Limpieza con clorhexidina de los tapones de los viales
3. Selección del lugar de la extracción (no obtener la sangre a través de catéter)
4. Desinfectar la piel con clorhexidina y dejar actuar
5. Realizar la punción sin tocar la piel del paciente con la mano
6. No poner en contacto la aguja con el algodón
7. Extraer la sangre necesaria para que se puedan añadir 10 ml de sangre
8. Inocular primero el frasco anaerobio evitando la entrada de aire
9. Inocular después el frasco aerobio: no es necesario añadir aire
10. Inocular el resto de los tubos si los hubiere (bioquímica, etc)
11. Agitar suavemente los 2 frascos
12. Llevar de forma urgente al servicio de microbiología
13. Si no fuera posible, mantener a temperatura ambiente preferiblemente no más de 2h.

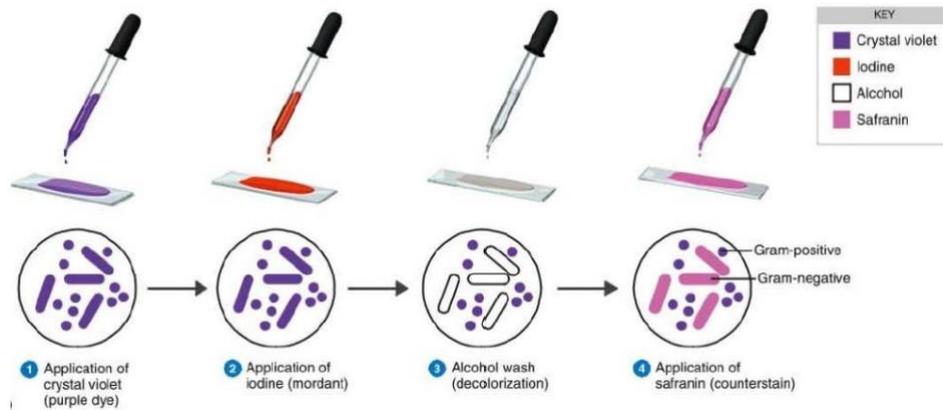
Fuente: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologiaclinica-28-pdf-S0213005X18300806>

Anexo 2: Frascos de hemocultivos.



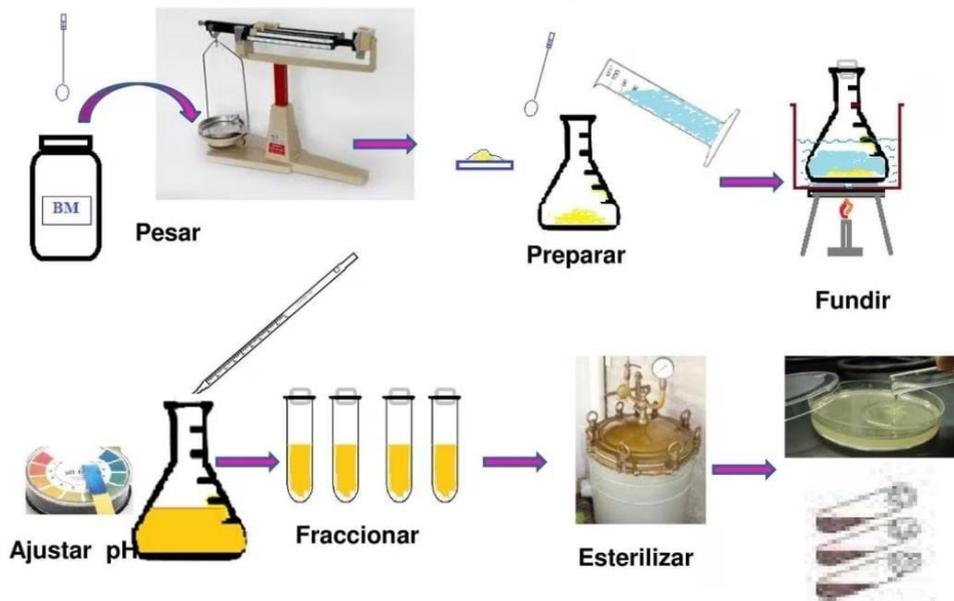
Fuente: <https://enfermagemilustrada.com/hemocultivo/>

Anexo 3: Procedimiento de tinción Gram.



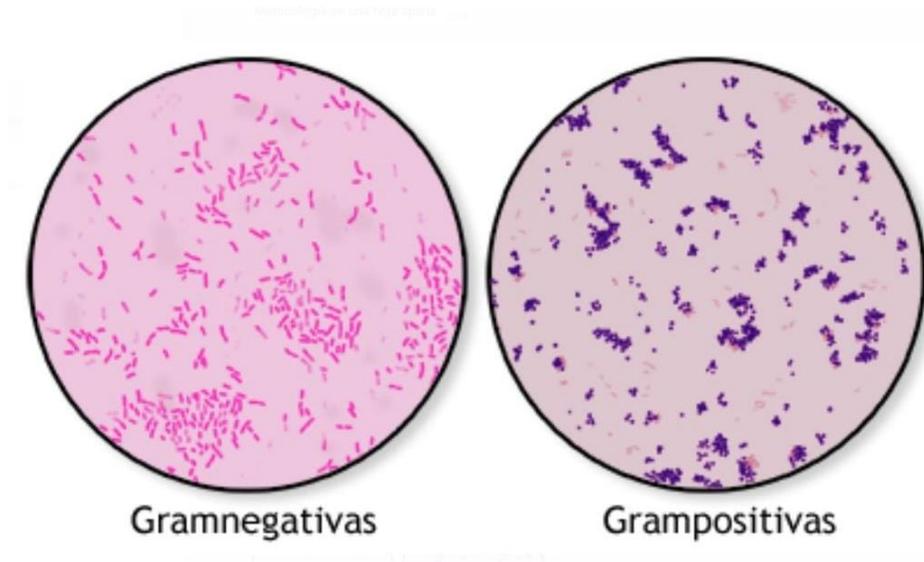
Fuente: <https://laboriodalton.com/2020/11/10/tincion-de-gram/>

Anexo 4: Preparación de un medio de cultivo sólido.



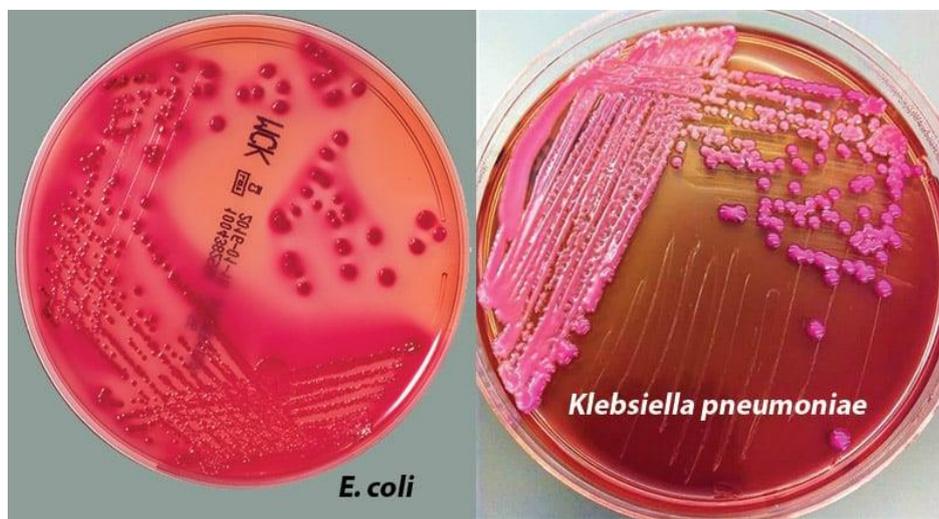
Fuente: <https://www.google.com/amp/s/slideplayer.es/amp/13300038/>

Anexo 5: Diferenciación de bacterias Gram positivas y Gram negativas.



Fuente: https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/19955.htm

Anexo 6: Cultivo convencional-crecimiento de *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli* en agar Mac Conkey.



Fuente: <https://microbenotes.com/macconkey-agar/>

Anexo 7: Sistema automatizado BACT/ALERT.



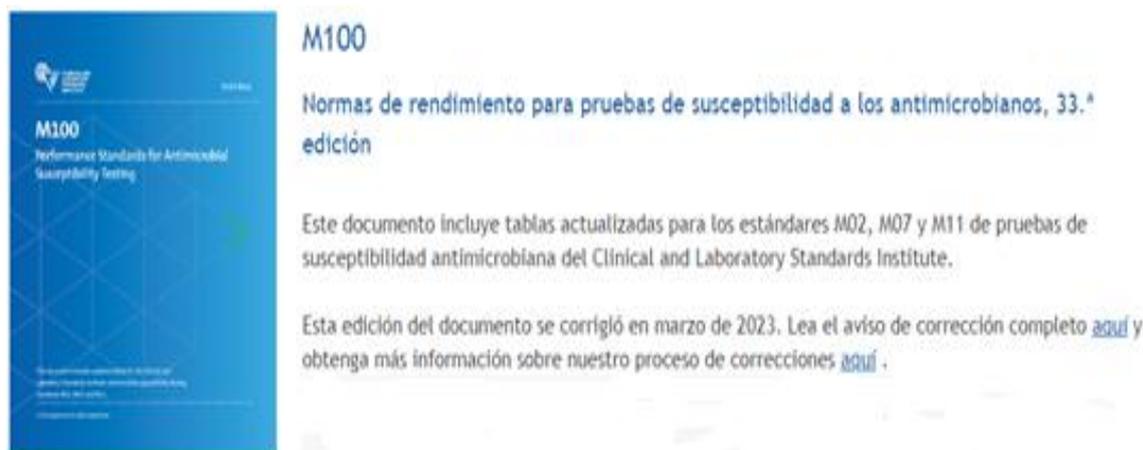
Fuente:https://www.biomerieuxindustry.com/sites/default/files/202201/Brochure_BTA_3_D_DUAL_T_A4_%20MYLA_GB.pdf

Anexo 8: Medios de cultivo BACT/ALERT.



Fuente:<https://www.biomerieux.es/diagnostico-clinico/productos/medios-de-cultivo-bactalertr>

Anexo 9: M100 - Normas de rendimiento para pruebas de susceptibilidad a los antimicrobianos.



Fuente: <https://clsi.org/standards/products/microbiology/documents/m100/>

Anexo 10: Productos de biología molecular Gen-Probe para la identificación microbiana.



Fuente: <https://www.biomerieux.es/microbiologia-industrial/gen-probe>

Anexo 11: Equipo de Gen-Probe Accuprobe System.



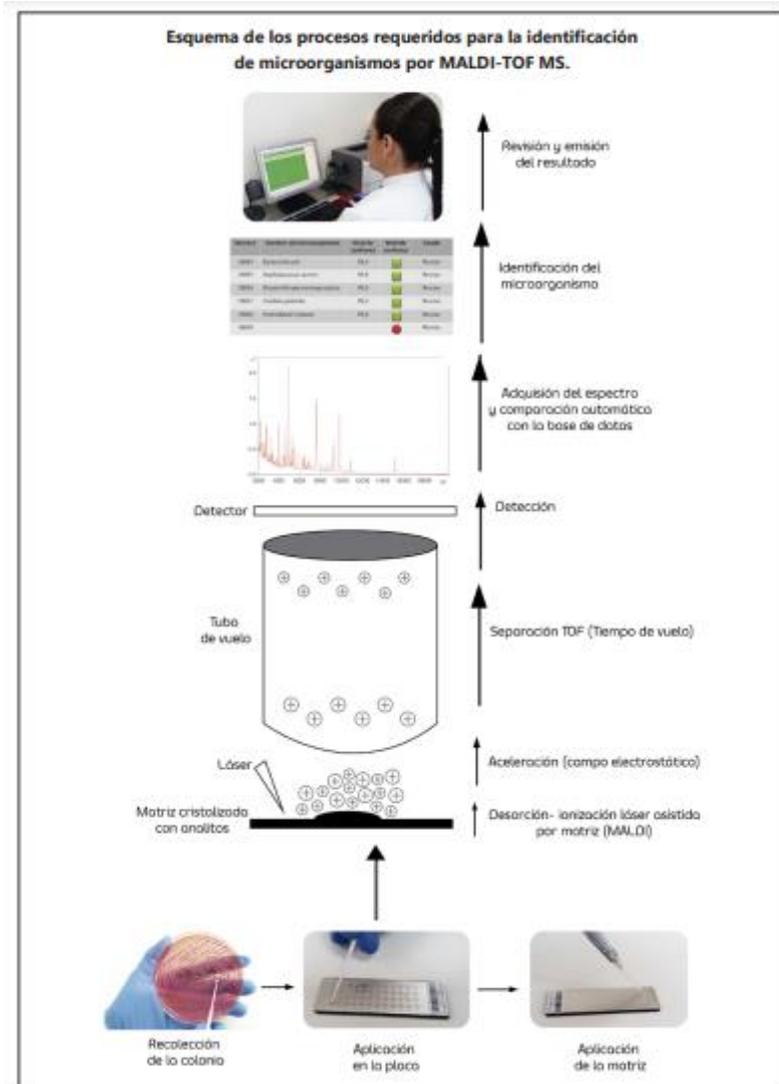
Fuente:<https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/XVpKSgKvmJcqFq8MP9PhZZs/?format=pdf&lang=en>

Anexo 12: Diagrama de flujo de un típico procedimiento de FISH.



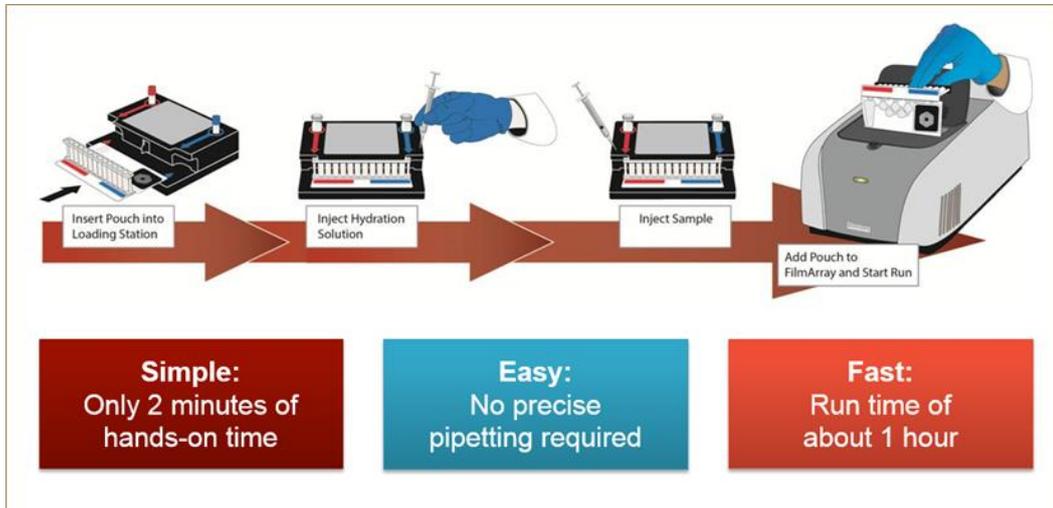
Fuente:http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012055522013000200017

Anexo 13: Esquema de procedimiento para la identificación de microorganismos por MALDI-TOF MS.



Fuente: <http://www.scielo.org.co/pdf/inf/v22n1/0123-9392-inf-22-01-00035.pdf>

Anexo 14: El sistema FilmArray (bioMérieux, France).



Fuente: <https://www.biomerieux.es/diagnostico-clinico/productos/sistema-de-pcr-multiplex-filmarraytm>

Anexo 15. Artículos seleccionados según el algoritmo.

Nº	Año	Base de datos	Autor	Título en inglés	Título en español
1	2012	Scielo	Artico J, Rocchi M, Gasparotto A, et al.	Community-acquired bacteremia in adult patients attending the emergency service of a teaching hospital.	Bacteriemias de origen comunitario en pacientes adultos que acuden al servicio de urgencias de un hospital universitario.
2	2013	Dialnet	Hernández J, García E, Hernández A, et al.	Bacteremia at a second level hospital: epidemiological study, analysis of prognostic factors associated to mortality and economic cost estimation.	Bacteriemias en un hospital de segundo nivel: Estudio epidemiológico, análisis de factores pronósticos asociados a mortalidad y estimación de su coste económico
3	2013	Scielo	Adrianzén D, Arbizu A, Ortiz J,	Mortality caused by bacteremia <i>Escherichia coli</i> and <i>Klebsiella spp.</i> Extended-spectrum betalactamase producers: a retrospective cohort from a hospital in Lima, Perú	Mortalidad por bacteriemia causada por <i>Escherichia coli</i> y <i>Klebsiella spp.</i> productoras de beta lactamasas de espectro extendido: cohorte retrospectiva en un hospital de Lima, Perú
4	2014	Scielo	Hinojosa L, Del Carpio D.	Bacteremia associated with febrile neutropenia in hemato-oncology patients, its bacterial spectrum and pattern of antibiotic susceptibility.	Bacteriemia asociada a neutropenia febril en pacientes hemato-oncológicos, su espectro bacteriano y patrón de susceptibilidad antibiótica.

5	2015	Portal Regional de BVS	Guerrero F, Salazar S, Falconí G.	Clinical description of a series of cases of <i>Acinetobacter baumannii</i> bacteremia in Intensive Care Unit of Carlos Andrade Marín Hospital; Quito-Ecuador.	Descripción clínica de una serie de casos de bacteriemia por <i>Acinetobacter baumannii</i> en el área de cuidados intensivos del Hospital Carlos Andrade Marín, Quito-Ecuador.
6	2016	Scielo	Ramírez C, Villalobos J.	Analysis of <i>Klebsiella pneumoniae</i> bacteremia in Patients from Mexico hospital.	Análisis de las bacteremias por <i>Klebsiella pneumoniae</i> en pacientes del Hospital México.
7	2016	Elsevier	Manassero N, Navarro M, Rocchi M, et al.	Analysis of 117 episodes of enterococcal bacteremia: Study of epidemiology, microbiology and antimicrobial susceptibility.	Análisis de 117 episodios de bacteriemia por enterococo: estudio de la epidemiología, microbiología y sensibilidad a los antimicrobianos
8	2016	Scielo	Gallego C, Ruiz G, Arango D,	Demographic factors, technical and associated features bacteremia in patients with central venous catheter in intensive care unit HUSVF, 2009-2011	Factores demográficos, técnicos y características asociados a bacteremia en pacientes con catéter venoso central en unidad de cuidado intensivos del Hospital Universitario San Vicente Fundación (HUSVF), 2009-2011
9	2016	Medigraphic	Guajardo C, Saldaña M, Ayala J, et al.	Role of anaerobic blood culture in the simultaneous taking of blood cultures for the diagnosis of bacteremia.	Papel del hemocultivo anaeróbico en la toma simultánea de hemocultivos para el diagnóstico de bacteriemia.

10	2017	Revista UNIANDES	Paredes V.	Most frequent bacteremia of central venous catheter in patients who received total parenteral nutrition	Bacteriemia más frecuente de catéter venoso central en pacientes que recibieron nutrición parenteral total.
11	2017	Scielo	Chávez T, Lona J, Riebeling A, et al.	Incidence and risk factors for bacteremia on pediatric patients with burns in a specialized care center in Mexico.	Incidencia y factores de riesgo para bacteriemia en pacientes pediátricos con quemaduras en un Centro de Atención Especializado en México.
12	2018	Scielo	Merino J, Bouarich H, Pita M, et al.	<i>Serratia marcescens</i> bacteraemia outbreak in haemodialysis patients with tunnelled catheters due to colonisation of antiseptic solution. Experience at 4 hospitals.	Brote de bacteriemia por <i>Serratia marcescens</i> en pacientes portadores de catéteres tunelizados en hemodiálisis secundario a colonización de la solución antiséptica. Experiencia en 4 centros.
13	2018	Scielo	Hincapié C, Caraballo C, Tibaduiza M, et al.	Clinical and microbiological characterization of bacteremia by <i>Staphylococcus aureus</i> .	Caracterización clínica y microbiológica de la bacteriemia por <i>Staphylococcus aureus</i> .
14	2018	Scielo	Falconí A, Nolasco M, Bedoya A, et al.	Frequency and risk factors for bacteremia caused by extended-spectrum beta-lactamase-producing enterobacteriaceae in patients of a public hospital in Lima, Peru,	Frecuencia y factores de riesgo para bacteriemia por enterobacterias productoras de betalactamasa de espectro extendido en pacientes de un hospital público de Lima, Perú.

15	2018	Elsevier	Moreno E, Martinez R, Arazo P, et al.	Start of the program to optimize the use of antimicrobials (PROA) for bacteremia caused by gram-negative bacilli at the Miguel Servet University Hospital (Zaragoza).	Inicio del programa de optimización del uso de antimicrobianos (PROA) para bacteriemias por bacilos gram negativos en el Hospital Universitario Miguel Servet (Zaragoza)
16	2018	Elsevier	Álamo, M Álvarez, M Sánchez, L	Characteristics of bacteremia in patients over 85 years of age admitted to the internal medicine service of a tertiary hospital.	Características de las bacteriemias en mayores de 85 años ingresados en el servicio de medicina interna un hospital de tercer nivel
17	2018	PubMed	López M, Gómez J, López M, et al.	Evaluation of a multiple-PCR technique in the rapid diagnosis of bacteraemia.	Valoración de una técnica de PCR-múltiple en el diagnóstico rápido de la bacteriemia.
18	2019	PubMed	Sante L, Lecuona M, Aguirre A, et al.	Risk factors to secondary nosocomial bacteremia to UTI in a tertiary hospital.	Factores de riesgo en bacteriemias nosocomiales secundarias a ITU en un hospital terciario
19	2019	Medigraphic	Torres A, García A, Carlos J, et al.	Bacteremia in the intensive care unit	Bacteriemias en la unidad de cuidados intensivos.
20	2019	Scielo	Fariña M, Samudio M, Duré C, et al.	Diagnosis of endophthalmitis by conventional and molecular	Diagnóstico de endoftalmitis por método microbiológico convencional y molecular en

				microbiological method in patients from ophthalmological centers in Paraguay.	pacientes de centros oftalmológicos de Paraguay.
21	2020	Dialnet	Mata T,	Bacteremias and fungemias: epidemiology, etiology, clinical manifestations and therapeutic suitability according to age groups.	Bacteriemias y fungemias: epidemiología, etiología, manifestaciones clínicas y adecuación terapéutica según grupos de edad.
22	2020	Elsevier	Nebreda T, Miguel M, March, G, et al.	Bacterial/fungal infection in hospitalized patients with COVID-19 in a tertiary hospital in the Community of Castilla y León, Spain.	Infección bacteriana/fúngica en pacientes con COVID-19 ingresados en un hospital de tercer nivel de Castilla y León, España
23	2020	Scielo	Atehortúa S, Woodcock S, Naranjo J, et al.	Microbiological diagnosis of septic arthritis in children using blood culture bottles as an alternative method.	Diagnóstico microbiológico de artritis séptica en niños usando botellas de hemocultivos como un método alternativo.
24	2020	Lilacs	Cuastumal M, Rodríguez M, Mejía L, et al.	Real-time multiplex PCR for sepsis (Film array): characterization as a diagnostic method in a pediatric center in Cali.	PCR multiplex en tiempo real para sepsis (Film array): caracterización como método diagnóstico en un centro pediátrico en Cali.
25	2020	PubMed	Mirza, S González, E Romero, V et al.	Predictive factors of bacteremia in patients treated in the Emergency Department due to infection.	Factores predictores de bacteriemia en los pacientes atendidos en el Servicio de Urgencias por infección.

26	2021	Ibn Sina	Rodán A, Hernández A, Pérez D.	Bacteremia associated with the use of the catheter in hemodialysis: Regional Hospital of PEMEX of Reynosa, Mexico.	Bacteriemias asociadas al uso del catéter en hemodiálisis: Hospital Regional de PEMEX de Reynosa, México.
27	2021	Portal Regional de la BVS	Basílico H, García S, Pintos L,	Risk factors associated with bacteremia in burn children admitted to a specialized pediatric intensive care unit: A case-control study.	Factores de riesgo asociados bacteriemias en niños quemados internados en una unidad de cuidados intensivos pediátricos especializada: estudio de casos y controles.
28	2021	Scielo	Varón F, Uribe A, Palacios J, et al.	Mortality and clinical outcomes in critically ill patients with infections by carbapenemase-producing bacteria in a high complexity hospital in Bogotá, Colombia.	Mortalidad y desenlaces clínicos en pacientes críticamente enfermos con infecciones por bacterias productoras de carbapenemasas en un hospital de alta complejidad en Bogotá, Colombia.
29	2021	Lilacs	Palacio C, Giraldo D, Villa J.	The usefulness of the FilmArray as a diagnostic method of meningitis in pediatrics. Systematic review.	La utilidad del FilmArray como método diagnóstico de la meningitis en pediatría. Revisión Sistemática.
30	2022	Elsevier	Jiménez J, García E, González J, et al.	Validation of a predictive model for bacteremia (MPB5-Toledo) in the patients seen in emergency departments due to infections.	Validación del modelo predictivo de bacteriemia (5MPB-Toledo) en los pacientes atendidos en el servicio de urgencias por infección.

31	2022	InfoMed	Ceres L, Torres L, López J, et al.	Bacterial agents causing bacteremia. Saturnino Lora Torres Provincial Clinical Surgical Hospital.	Agentes bacterianos causantes de bacteriemia. Hospital Provincial Clínico Quirúrgico Saturnino Lora Torres.
32	2022	Scielo	Mauro S, Galiana A, Vieytes M, et al.	Usefulness of the multiplex PCR panel in early microbiological diagnosis and antimicrobial adequacy in critically ill patients with pneumonia.	Utilidad del panel de PCR multiplex en el diagnóstico microbiológico temprano y adecuación antimicrobiana en pacientes críticos con neumonía.
33	2023	Revista española de Cardiología	Sanchis J, Avanzas P, Filgueiras D, et al.	<i>E. Coli</i> bacteremia: epidemiology and comorbidity.	Bacteriemia por <i>E. Coli</i> : Epidemiología y comorbilidad.
34	2023	Scielo	Martín R, Álvarez S, Castrillo L, et al.	Listeria meningitis: case series in a tertiary hospital and utility of new microbiological diagnostic techniques.	Meningitis por Listeria: serie de casos en un hospital de tercer nivel y utilidad de las nuevas técnicas de diagnóstico microbiológico.