



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE MEDICINA

**EFFECTIVIDAD DEL LACTATO VERSUS PROCALCITONINA
COMO MARCADORES DE MORTALIDAD EN SEPSIS:
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO**

AUTORES: BRIAN RENE IDROVO ALVARADO

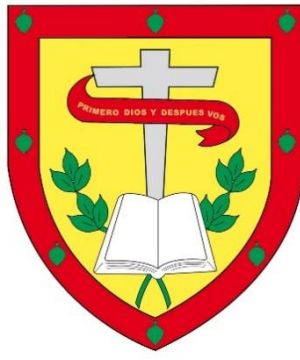
CARLA MADELINE NARANJO SALTO

DIRECTOR: DR. VÍCTOR ANIBAL IDROVO VÁSQUEZ

AZOGUES – ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE MEDICINA

EFFECTIVIDAD DEL LACTATO VERSUS PROCALCITONINA

COMO MARCADORES DE MORTALIDAD EN SEPSIS:

REVISIÓN SISTEMÁTICA

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE MÉDICO

AUTOR: BRIAN RENE IDROVO ALVARADO

CARLA MADELINE NARANJO SALTO

DIRECTOR: DR. VÍCTOR ANIBAL IDROVO VÁSQUEZ

AZOGUES – ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Brian Rene Idrovo Alvarado portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0350175311**. Declaro ser el autor de la obra: **“Efectividad del lactato versus procalcitonina como marcadores de mortalidad en sepsis: revisión Sistemática”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Azogues, 21 de mayo de 2026



Al hacer clic en este código QR,
se genera el siguiente documento por:
**BRIAN RENE IDROVO
ALVARADO**

Brian Rene Idrovo Alvarado

C.I. 0350175311

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Carla Madeline Naranjo Salto portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0350094397**. Declaro ser el autor de la obra: **“Efectividad del lactato versus procalcitonina como marcadores de mortalidad en sepsis: revisión Sistemática”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Azogues, 21 de mayo de 2026



Firmado digitalmente por:
**CARLA MADELINE NARANJO
SALTO**
Fecha: mayo 26, 2026 11:45 a. m.

Carla Madeline Naranjo Salto

C.I. 0350094397

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

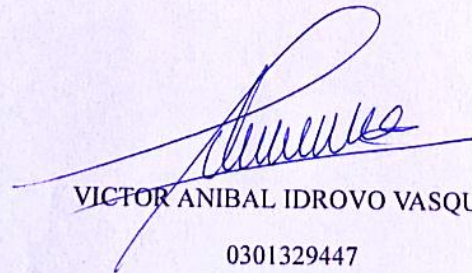
Victor Anibal Idrovo Vásquez

DOCENTE DE LA CARRERA DE MEDICINA

De mi consideración:

Certifico que el presente trabajo de titulación denominado: "**Efectividad del lactato versus procalcitonina como marcadores de mortalidad en sepsis: revisión Sistemática**", realizado por: **Brian Rene Idrovo Alvarado y Carla Madeline Naranjo Salto**, con documentos de identidad: **0350175311, 0350094397**, previo a la obtención del Título de **Médico**, ha sido asesorado, orientado, revisado y supervisado durante su ejecución, bajo mi tutoría en todo el proceso, por lo que certifico que el presente documento, fue desarrollado siguiendo los parámetros del método científico, se sujeta a las normas éticas de investigación que exige la Universidad Católica de Cuenca, por lo que está expedito para su presentación y sustentación ante el respectivo tribunal.

Azogues, 18 de mayo del 2026



VICTOR ANIBAL IDROVO VASQUEZ

0301329447

DIRECTOR

DEDICATORIA

Con profunda gratitud y cariño, dedico este trabajo a mi familia, mi pilar fundamental en cada etapa de mi vida. A mis tíos y abuelitos, por su apoyo inquebrantable y por su sabiduría. A mis padres y hermano, por su amor incondicional, su sacrificio y por enseñarme, con su ejemplo, el verdadero valor del esfuerzo, la perseverancia y la pasión por aprender.

En especial, a mi madre, cuya fortaleza y dedicación han sido mi mayor inspiración. Gracias por ser mi guía, por tus palabras de aliento en los momentos difíciles y por recordarme siempre que los grandes logros son el resultado de la constancia, el trabajo arduo y la paciencia.

Dedico también este trabajo a todos los profesionales de la salud, cuyo esfuerzo diario en la lucha contra la sepsis es una inspiración para continuar investigando y buscando mejores herramientas diagnósticas y pronósticas. Que este trabajo pueda aportar al conocimiento y la práctica clínica en beneficio de quienes más lo necesitan.

Con todo mi cariño,

Brian Rene Idrovo Alvarado.

A quienes han sido mi refugio, mi fuerza y mi mayor inspiración

A mi madre Flor Gracia Salto, por ser mi guía, mi ejemplo y mi mayor fuente de amor incondicional. Cada uno de mis logros es también tuyo, porque sin tu apoyo, sacrificio y enseñanzas, este camino habría sido mucho más difícil. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mis abuelos, cuyo amor infinito y sabiduría han sido un faro en mi vida. A mi abuelita Laura Ojeda, por su ternura y paciencia, por sus palabras de aliento y su fe inquebrantable en mí. A mi abuelito Segundo Naranjo, que ahora me cuida desde el cielo, pero cuya presencia sigue viva en mi corazón. Gracias por tu amor, por cada enseñanza, por tus palabras llenas de sabiduría y por el ejemplo de bondad y fortaleza que me dejaste.

Y, finalmente, a mí misma. Por cada noche sin dormir, por cada obstáculo superado, por cada momento de duda en el que seguí adelante. Porque hoy, todo ha valido la pena.

Con todo mi cariño,

Carla Madeline Naranjo Salto.

Efectividad del lactato versus procalcitonina como marcadores de mortalidad en
sepsis: revisión Sistemática

Carla Madeline Naranjo Salto, Brian Rene Idrovo Alvarado, Víctor Aníbal Idrovo Vásquez

Universidad Católica de Cuenca, madeline.naranjo@est.ucacue.edu.ec,

bryan.idrovo@est.ucacue.edu.ec

La sepsis es una respuesta desregulada del organismo ante una infección que puede causar disfunción orgánica y muerte. La procalcitonina (PCT) es un biomarcador de infección bacteriana y respuesta inflamatoria sistémica, mientras que el lactato indica hipoxia tisular y alteraciones metabólicas en sepsis. El objetivo del estudio fue comparar la efectividad del lactato frente a la procalcitonina en la predicción de mortalidad por sepsis. La búsqueda se realizó en PubMed, Scopus y Cochrane Library hasta el 15 de enero de 2025. Se incluyeron estudios en pacientes con sepsis que evaluaron lactato y procalcitonina en relación con mortalidad, excluyendo trabajos sin datos relevantes o duplicados. El riesgo de sesgo se evaluó con ROBINS-I y la herramienta Cochrane. Los resultados mostraron que el lactato y sus índices derivados, como la relación lactato/albúmina, presentan alta capacidad predictiva de mortalidad, con AUC superiores a 0.8, sensibilidades de hasta 87.1% y especificidades de 80.5%. La PCT fue útil para diferenciar infecciones bacterianas y mejoró su precisión diagnóstica al combinarse con otros biomarcadores, alcanzando sensibilidades de hasta 93.9%. Se identificó alta heterogeneidad metodológica y riesgo de sesgo debido a diferencias en medición y población estudiada. Se concluye que el lactato es más efectivo para la predicción temprana de mortalidad en sepsis, mientras que la PCT mejora la sensibilidad diagnóstica cuando se combina con otros biomarcadores.

Palabras clave: sepsis, lactato, procalcitonina, mortalidad, efectividad

Effectiveness of Lactate Versus Procalcitonin as Mortality Markers in Sepsis: A Systematic Review

Sepsis is a dysregulated response of the body to an infection that can lead to organ dysfunction and death. Procalcitonin (PCT) is a biomarker of bacterial infection and systemic inflammatory response, while lactate indicates tissue hypoxia and metabolic abnormalities in sepsis. The objective of the study was to compare the effectiveness of lactate versus procalcitonin in predicting mortality in patients with sepsis. The search was conducted in PubMed, Scopus, and the Cochrane Library up to January 15, 2025. Studies involving patients with sepsis that evaluated lactate and procalcitonin in relation to mortality were included, excluding studies without relevant data or duplicates. Risk of bias was assessed using ROBINS-I and the Cochrane tool. The results showed that lactate and its derived indices, such as the lactate-to-albumin ratio, have a high predictive ability for mortality, with AUCs greater than 0.8, sensitivities of up to 87.1%, and specificities of up to 80.5%. PCT was useful for differentiating bacterial infections and improved diagnostic accuracy when combined with other biomarkers, achieving sensitivities of up to 93.9%. High methodological heterogeneity and risk of bias were identified due to differences in measurement methods and the studied populations. It is concluded that lactate is more effective for the early prediction of mortality in sepsis, while PCT improves diagnostic sensitivity when combined with other biomarkers.

Keywords: sepsis, lactate, procalcitonin, mortality, effectiveness

ÍNDICE

DEDICATORIA	IV
RESUMEN Efectividad del lactato versus procalcitonina como marcadores de mortalidad en sepsis: revisión Sistemática.....	VI
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	5
<i>Diseño del Estudio</i>	5
<i>Estrategia de Búsqueda</i>	5
<i>Criterios de elegibilidad</i>	6
<i>Organización de la Información</i>	6
<i>Análisis de la información obtenida</i>	7
<i>Análisis del riesgo de sesgo en los estudios individuales</i>	7
RESULTADOS	8
<i>Análisis del riesgo de sesgo de las investigaciones individuales</i>	13
<i>Sesgos en la publicación</i>	16
<i>Resultados de la síntesis</i>	16
DISCUSIÓN	22
CONCLUSIONES	24
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
ANEXOS	32
<i>Anexo 1. Tabla de selección de estudios.</i>	32
<i>Anexo 2. Gráficos de sensibilidad y especificidad de los estudios más importantes</i>	33

Índice de tablas

Tabla 1. Estrategia de búsqueda en bases de datos indexadas	5
Tabla 2. Descripción de las publicaciones incluidas en el estudio	9
Tabla 3. Riesgo de sesgo según estudios seleccionados	14
Tabla 4. Resultados de la síntesis	16

Índice de figuras

Figura 1. Flujograma de selección de estudios	8
Figura 2. Análisis del riesgo de sesgo	16

INTRODUCCIÓN

La sepsis es considerada como una condición seria en aquellos pacientes que la presentan. La Sociedad de Medicina Intensiva la define como una disfunción orgánica con alta probabilidad de desenlace en mortalidad, la cual es originada por la respuesta desregulada a una condición de infección y representa un reto importante en la atención de pacientes críticos, especialmente, en las unidades de cuidado intensivo (1,2). Es un síndrome complejo a nivel clínico, el cual puede tener como desenlace un shock séptico, así como también falla multiorgánica y la defunción del paciente (3).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la mortalidad por sepsis es preocupante a nivel mundial, siendo responsable de millones de muertes por año, afectando a individuos de todos los grupos etarios y afectando significativamente tanto a países desarrollados como a países en vías de desarrollo (4). Adicionalmente, es importante destacar que la sepsis se relaciona con una carga económica importante para los sistemas de atención de salud, puesto que la duración de la estancia hospitalaria, así como el uso de múltiples recursos implican el empleo de personal profesional altamente capacitado, contar con material, equipamiento y medicamentos efectivos para salvar al paciente (5).

La temprana identificación de los pacientes que presentan un elevado riesgo de complicaciones y mortalidad relacionadas con el cuadro séptico constituyen un hito fundamental en la optimización de los resultados clínicos (1). La tipificación oportuna de la sepsis contribuye sustancialmente a la aplicación de diferentes medidas terapéuticas, las cuales incluyen: el soporte hemodinámico del paciente, resucitación mediante el empleo de fluidos y suministrar antibióticos, entre otros; este conjunto de estrategias han demostrado un impacto positivo en el abordaje del cuadro clínico con mejoras en la supervivencia general(6).

No obstante, la clasificación y el manejo de la sepsis se pueden ver limitados por la diversidad o heterogeneidad de las características clínicas y la falta de los biomarcadores apropiados, que permitan disminuir el error y aumentar la capacidad de predicción de la mortalidad y otros desenlaces desfavorables (7). De esta manera, considerando lo anteriormente expuesto, en la literatura científica se puede constatar el esfuerzo que se ha hecho en cuanto al estudio de los marcadores, entre los cuales se destacan el lactato y la procalcitonina, considerándose como potenciales herramientas en la estratificación del riesgo de mortalidad para guiar de manera efectiva el tratamiento en pacientes con cuadro séptico (8).

En el escenario de la sepsis, los biomarcadores presentan un rol esencial en la obtención de información clave acerca de la seriedad o gravedad de la situación clínica del paciente, así como también de la evolución, facilitando la implementación de estrategias apropiadas mediante la toma de decisiones informadas (9). Estos biomarcadores contribuyen en la evaluación del estado actual del paciente y, ponen de manifiesto, la probabilidad de determinados desenlaces, particularmente de la mortalidad; no obstante, lo primero que se busca es el oportuno ajuste de las intervenciones terapéuticas. El lactato y la procalcitonina (PCT) se encuentran entre los biomarcadores que más han sido estudiados y empleados en la práctica clínica; que, si bien, cumplen con la finalidad de apoyar el abordaje de la sepsis, estos tienen diferencias en cuanto a su fisiopatología y los indicadores que generan acerca del estado del paciente (10).

El lactato es un biomarcador metabólico que manifiesta la presencia de hipoperfusión, hipoxia tisular y activación del metabolismo anaeróbico, los cuales son procesos que se desencadenan en cuadros de estrés fisiológico extremo con frecuencia, derivando en sepsis. La observación de niveles elevados de lactato en sangre se considera como uno de los indicadores con pronóstico desfavorable en pacientes con sepsis, por lo que es indicador útil y definitorio de la mortalidad. Es útil en la valuación inicial del paciente séptico y, además, forma parte del conjunto de criterios para el diagnóstico de shock séptico, los cuales han sido establecidos en las guías Sepsis-3. Adicionalmente, la continua vigilancia de los niveles de lactato contribuye en la valoración de la respuesta del paciente a la estrategia terapéutica, de forma dinámica y con alto nivel de precisión, lo cual optimiza la evolución del tratamiento y los resultados clínicos (11,12).

No obstante, el lactato no se puede considerar como un indicador específico para cuadros infecciosos, debido a que sus valores pueden incrementarse en distintas condiciones no infecciosas, tales como insuficiencia hepática, estrés muscular por ejercicio de intensidad y otras situaciones de hipoperfusión. Todo ello representa un desafío en la caracterización del paciente y, especialmente, cuando existen comorbilidades que modifican el metabolismo del lactato, lo cual puede establecer un panorama de confusión. A pesar de estas limitaciones, el uso del lactato como marcador se mantiene como un estándar, dado que se ha documentado extensamente la asociación entre la disminución de los niveles de lactato y la mejora del pronóstico clínico del paciente después de la reanimación (13).

La procalcitonina, por su parte, es un biomarcador más novedoso que se utiliza en la práctica clínica y que ha demostrado ser muy útil en la identificación de las infecciones sistémicas de origen bacteriano y ha sido útil para guiar el uso de agentes antibacterianos (14). Como principal diferencia respecto al lactato, se tiene que los valores de la PCT se incrementan especialmente

como respuesta a la estimulación por citocinas proinflamatorias, así como factor de necrosis tumoral (TNF) y la interleucina-6 (IL-6), las cuales se liberan como respuesta en caso de infección bacteriana significativa. En consecuencia, la PCT es mucho más específica en comparación con el lactato en la detección de infecciones, lo que contribuye en la diferenciación precisa del origen bacteriano de la sepsis de origen, así como de otros cuadros inflamatorios no infecciosos (15).

Con base en lo expuesto hasta este punto, se plantea como interrogante de interés para la investigación: ¿cuál es la efectividad del lactato y la procalcitonina como biomarcadores de la mortalidad en pacientes con sepsis, cuál de ellos presenta mejores ventajas y en qué condiciones clínicas deberían ser elegidos? Adicionalmente, es de interés revisar si la combinación de estos marcadores contribuye de mejor manera en la evaluación del paciente y la predicción de desenlaces desfavorables, a través de la estratificación de los riesgos y optimización de las estrategias de intervención terapéuticas. De manera que, se justifica la realización de la revisión sistemática en la cual se compare la efectividad del lactato y la procalcitonina como biomarcadores en la predicción de la mortalidad por sepsis, en búsqueda de la optimización de los criterios a emplearse en la práctica clínica mediante la obtención de evidencia respaldada en estudios de alta calidad.

En este sentido, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general comparar la efectividad del lactato y la procalcitonina como biomarcadores en el pronóstico de la mortalidad en pacientes con sepsis, para así identificar cuál de ellos representa una guía óptima en la toma de decisiones, con lo cual se puede optimizar el tratamiento de los pacientes en esta situación crítica. El cumplimiento de este objetivo general se apoya en el análisis de la precisión diagnóstica estos biomarcadores mediante la comparación la sensibilidad y especificidad; además, la evaluación de sesgos en los estudios seleccionados permitirá establecer la calidad de la presente revisión sistemática con el uso de la herramienta ROB-1 y diferentes tablas de análisis de sesgo. Finalmente, con este estudio se proporcionan diferentes recomendaciones para el uso adecuado de los biomarcadores basado en la evidencia científica.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Comparar la efectividad del lactato y procalcitonina como marcadores de pronóstico en la mortalidad de pacientes con sepsis, a través de una revisión sistemática.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la exactitud diagnóstica de la procalcitonina y el lactato como marcadores de pronóstico, mediante su especificidad y sensibilidad.
- Establecer los sesgos realizados en la investigación, mediante el uso de la herramienta ROB-1 y la utilización de diferentes tablas.
- Indicar distintas recomendaciones basadas en la evidencia para la instauración adecuada de estos marcadores para el diagnóstico clínico.

METODOLOGÍA

Diseño del Estudio

Se realizó un estudio de revisión sistemática de publicaciones científicas relacionadas con la efectividad del lactato y procalcitonina como biomarcadores predictores de la mortalidad en pacientes con sepsis. El diseño de la investigación se circunscribió a la consulta de diversas fuentes fiables de publicaciones científicas, particularmente de repositorios válidos e internacionalmente reconocidos. El estudio se fundamentó en la selección de información actualizada, pertinente y basada en la evidencia científica, con el objeto de garantizar la calidad y validez de los resultados examinados.

Estrategia de Búsqueda

La búsqueda de estudios se realizó mediante consultas específicas en bases de datos de revistas especializadas, entre las cuales destacan: PubMed, Scopus y SciELO. Para ello, se establecieron diversos criterios de inclusión que contemplan estudios publicados en los últimos cinco años (2020 a 2025), priorizando artículos escritos en los idiomas inglés y español. A través de este enfoque se buscó garantizar la búsqueda, revisión y selección de toda la información relevante y actual, de manera que se cumpliera con los objetivos de investigación y presentar un informe pertinente y actualizado.

Tabla 1. Estrategia de búsqueda en bases de datos indexadas

Repositorio	Idioma	Sintaxis de Búsqueda Avanzada
PubMed	Inglés	("Sepsis" OR "Septic Shock") AND ("Lactate" OR "Procalcitonin") AND ("Mortality" OR "Prognosis")
Scopus	Inglés	TITLE-ABS-KEY(("Sepsis" OR "Septic Shock") AND ("Lactate" OR "Procalcitonin") AND ("Mortality"))
SciELO	Español	("Sepsis" OR "Shock Séptico") AND ("Lactato" OR "Procalcitonina") AND ("Mortalidad" OR "Pronóstico")

Fuente: Elaboración propia

Con la finalidad de responder a los objetivos propuestos en el presente trabajo de investigación, se realizó una revisión sistemática de la literatura científica disponible sobre el uso del lactato en comparación con la procalcitonina como biomarcadores de mortalidad en pacientes con cuadro clínico de sepsis. De esta manera, se realizó bajo un enfoque cuantitativo descriptivo y se apoyó en la metodología PRISMA 2020 para revisiones sistemáticas con el fin de garantizar la rigurosidad del análisis y establecer una estructura apropiada de la información recolectada y analizada. Para el desarrollo de la revisión sistemática, se estableció la siguiente pregunta de

investigación PICO: En pacientes adultos con sepsis, ¿el lactato es más efectivo como indicador predictor de la mortalidad que la procalcitonina?

Criterios de elegibilidad

El proceso de revisión sistemática de la literatura se llevó a cabo mediante el establecimiento y consideración de los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- Criterios de Inclusión:
 - Estudios científicos con fecha de publicación dentro de los últimos diez años (2015 en adelante) en inglés o español.
 - Estudios de cohorte o estudios de casos y control que incluyan pacientes diagnosticados con sepsis, con un enfoque en pacientes de 18 años o más.
 - Investigaciones que evalúen específicamente la efectividad de los niveles de lactato y procalcitonina como marcadores de mortalidad o predictores de pronóstico en sepsis.
 - Estudios disponibles en texto completo, con acceso abierto o mediante suscripciones institucionales.
- Criterios de Exclusión:
 - Artículos publicados antes de 2015.
 - Estudios en modelos animales o aquellos que no incluyan datos relacionados con mortalidad en sepsis.
 - Publicaciones duplicadas o que no estén disponibles en texto completo.
 - Investigaciones que no evalúen la medición de lactato o procalcitonina de manera específica o que no estén relacionadas directamente con el contexto clínico de sepsis.
 - Artículos que incluyan poblaciones menores de 18 años o que no presenten resultados desagregados por este grupo etario.
 - Ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y literatura gris (tesis de pregrado o posgrado).

Organización de la Información

Se recopilaron diferentes artículos científicos relevantes relacionados con la comparación entre lactato y procalcitonina como biomarcadores de la mortalidad en pacientes adultos con sepsis. La selección de los documentos se realizó a través de la lectura crítica y comprensiva del material seleccionado, de manera que solo aquellos estudios que cumplieran con los objetivos de la

revisión fueran incluidos en la misma. Los estudios aceptados fueron registrados en una tabla de datos organizada y se revisaron los títulos, resúmenes y textos completos de acuerdo con las necesidades del análisis. Adicionalmente, para facilitar el análisis posterior, se clasificó la información según los biomarcadores y los resultados estadísticos de mayor relevancia para la investigación.

Análisis de la información obtenida

Se realizó el análisis minucioso de la información recuperada de los diferentes estudios seleccionados, con el fin de identificar los hallazgos relacionados con el uso de lactato y procalcitonina como biomarcadores en la predicción de la mortalidad en pacientes sépticos. Cada estudio seleccionado fue evaluado de acuerdo con la autoría, el año de publicación, objetivos del estudio, resultados destacados y principales conclusiones. Con este análisis se logró la elección y extracción de información clave para incluirla en el presente estudio. Los resultados obtenidos se organizaron en tablas, mostrando los hallazgos cuantitativos y cualitativos, con lo que se mantuvo un enfoque integral para dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación.

Análisis del riesgo de sesgo en los estudios individuales

Los estudios incluidos en la revisión sistemática fueron analizados respecto a su calidad según los criterios de la herramienta ROB-1 (Risk of Bias Tool 1). Con esta metodología se pudo identificar y categorizar las posibles fuentes de sesgo en los diferentes dominios críticos, los cuales incluyen: la completitud de los datos, la objetividad en la selección de participantes, transparencia de la publicación y cegamiento de los evaluadores, entre otros criterios. Esta evaluación se plasma en una figura en la cual se clasifican los estudios revisados, con lo que se alcanzó una valoración clara de las fuentes de información de la revisión sistemática en función de la calidad de los estudios. Adicionalmente, se realizaron las siguientes apreciaciones:

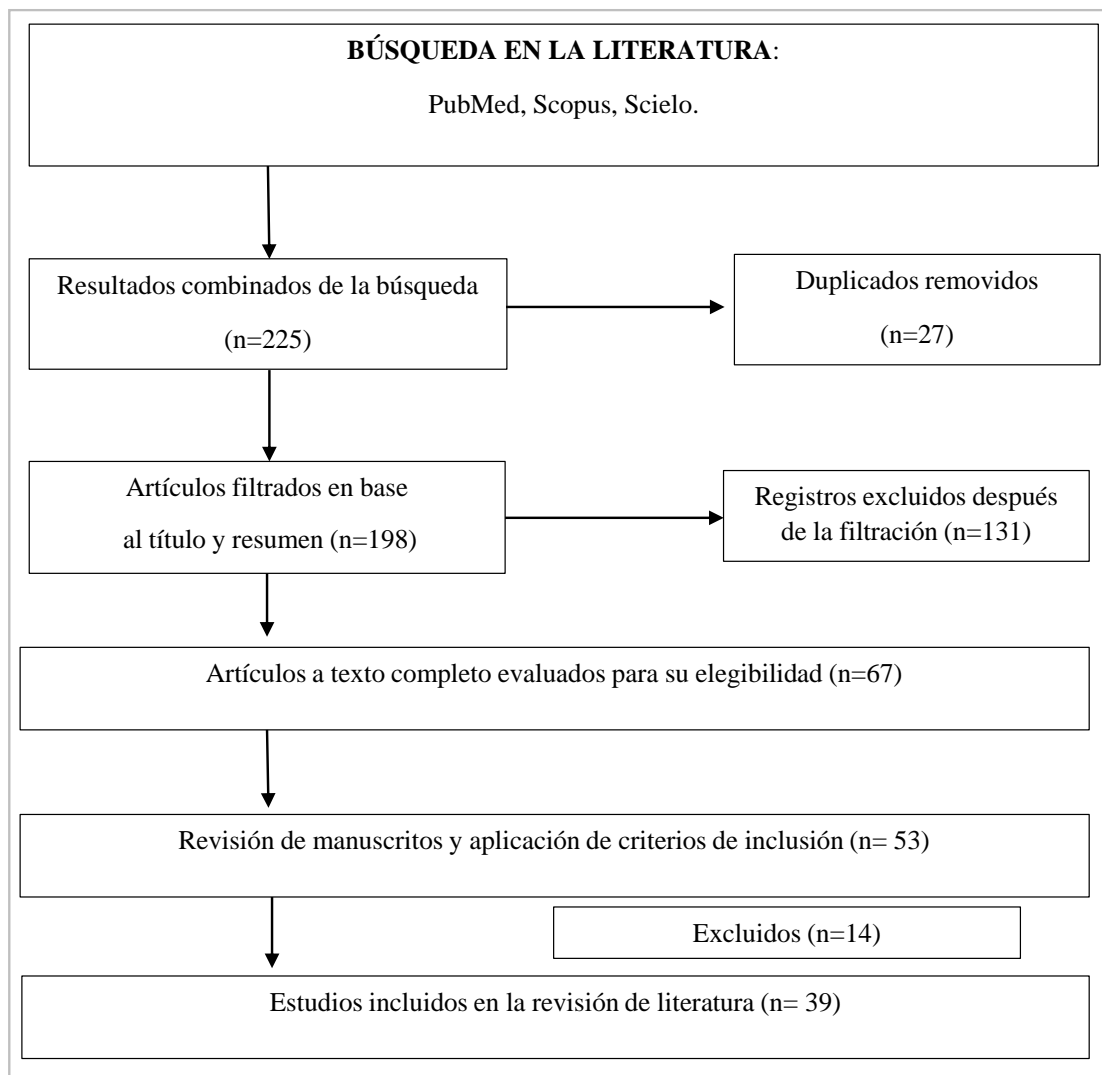
- **Medidas de Efecto:** Se calcularon los efectos estimados de los marcadores en términos de predicción de mortalidad, empleando parámetros estadísticos adecuados.
- **Medidas de Síntesis:** Los datos se sintetizaron cuantitativamente, utilizando meta-análisis cuando fue posible, o cualitativamente, en casos de heterogeneidad significativa entre los estudios.
- **Evaluación del Sesgo en la Publicación:** Se revisaron posibles sesgos derivados de publicaciones selectivas, empleando métodos como gráficos de embudo y pruebas estadísticas específicas.

- Evaluación de la Certeza de la Evidencia: Se utilizó la herramienta GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) para valorar la solidez y consistencia de la evidencia obtenida, considerando factores como riesgo de sesgo, consistencia, precisión y aplicabilidad.

Este enfoque permite garantizar la validez de los hallazgos y proporciona una base sólida para las conclusiones del presente estudio.

RESULTADOS

Figura 1. Flujoograma de selección de estudios



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 1, se muestra el proceso de selección de publicaciones utilizadas en la revisión sistemática de la literatura, partiendo de los criterios aplicados para seleccionar la información relevante obtenida de bases de datos indexadas como PubMed, Scopus y Scielo. En la fase inicial se encontró un total de 225 estudios en la búsqueda general combinada; luego, se excluyeron

27 títulos duplicados, lo que disminuyó el número total de candidatos a 198 investigaciones. Posteriormente, se aplicó el primer filtro basado en la revisión del título y análisis del resumen, resultando en la eliminación de 131 registros por no cumplir con los criterios de inclusión, dejando un total de 67 estudios para la revisión exhaustiva del texto. De estos, se eliminaron 14 estudios que no cumplían con los requerimientos, quedando un total de 53 documentos, de los cuales se removieron 14 artículos que no contaban con los resultados completos o no eran pertinentes al objetivo de la revisión. Como resultado final, se tomaron 39 estudios en el análisis de la revisión sistemática. Este proceso permitió realizar la selección de la literatura de manera rigurosa y efectiva, permitiendo la obtención y procesamiento de evidencia científica de alta calidad y pertinente para el trabajo de investigación.

Tabla 2. Descripción de las publicaciones incluidas en el estudio

Autor	Tipo de estudio	Objetivo	Participantes	País
Akase et al. (16)	Cohorte prospectiva	Evaluar la relación entre el tiempo para realizar pruebas de diagnóstico temprano de sepsis (lactato sérico y cultivos) y la mortalidad en un hospital de Nigeria.	119	Nigeria
Andersson et al. (17)	Cohorte observacional	Evaluar si la medición prehospitalaria de lactato mejora la identificación temprana de pacientes con sospecha de sepsis y alto riesgo de mortalidad.	714	Suecia
Archana y Sangeetha (18)	Cohorte retrospectiva	Evaluar los niveles de procalcitonina (PCT) y su correlación con PCR y TLC en pacientes sospechosos de sepsis.	50	India
Atik et al. (19)	Cohorte retrospectiva	Investigar la eficacia de PCR, lactato, procalcitonina, albúmina y la relación procalcitonina/albumina en la mortalidad y su asociación con los puntajes APACHE II y SOFA.	61	Turquía
Bajić et al. (20)	Cohorte observacional	Evaluar el rol pronóstico de MDW, PCR, procalcitonina y lactato en pacientes críticos con COVID-19 y sepsis, enfocados en la mortalidad a 28 días.	160	Serbia
Baldirà et al. (21)	Cohorte prospectiva	Evaluar el valor predictivo de MR-proADM, PCT, PCR y lactato para la mortalidad a 28 días en pacientes con sepsis y SOFA ≤ 6 .	142	España
Bibi et al. (22)	Cohorte observacional	Comparar la precisión diagnóstica de procalcitonina (PCT), PCR, TLC y lactato en pacientes críticamente enfermos con sospecha de sepsis.	126	Pakistán
Chaftari et al.	Cohorte retrospectiva	Desarrollar un modelo de predicción basado en procalcitonina, PCR y lactato para la mortalidad a corto plazo en pacientes con cáncer y sospecha de infección en emergencias.	308	EE.UU.

Autor	Tipo de estudio	Objetivo	Participantes	País
Chen T et al. (23)	Cohorte retrospectiva	Investigar el valor de troponina I cardíaca, ácido láctico, procalcitonina y complemento sérico C3 como indicadores pronósticos en sepsis.	208	China
Chen X et al. (24)	Cohorte retrospectiva	Evaluar el valor del ratio lactato/albúmina (Lac/Alb) y el puntaje Lac/Alb × edad para pronosticar la gravedad y mortalidad en sepsis.	412	China
Colak et al. (25)	Cohorte retrospectiva observacional	Evaluar los niveles iniciales de procalcitonina y lactato como predictores de mortalidad y resultados clínicos en pacientes pediátricos con trauma múltiple en la UCI pediátrica.	154	Turquía
Effendi et al. (26)	Cohorte retrospectiva	Evaluar el valor pronóstico de la procalcitonina en la mortalidad de pacientes con sepsis por bacterias Gram-negativas.	128	Indonesia
Hamada et al. (27)	Cohorte observacional	Evaluar el papel de presepsina en el diagnóstico de sepsis en pacientes de UCI y su relación con el delta lactato.	46	Egipto
Hassan et al. (28)	Cohorte prospectiva	Comparar lactato, procalcitonina y una firma génica (SeptiScore) para diferenciar sepsis de inflamación sistémica no infecciosa en UCI.	222	Estados Unidos
Hu C et al. (29)	Cohorte prospectiva	Analizar el valor pronóstico de pentraxina-3, procalcitonina y lactato en pacientes con sepsis o shock séptico y su asociación con la mortalidad a 28 días.	141	China
Hu Q et al. (30)	Cohorte retrospectiva	Evaluar la relación entre procalcitonina sérica al ingreso y la incidencia de lesión renal aguda (AKI) en pacientes con shock séptico.	303	China
Julián-Jiménez et al. (31)	Cohorte prospectiva	Valuar y cotejar la efectividad del lactato y del qSOFA en la predicción de la mortalidad a 30 días en pacientes con sospecha de infección en el área de urgencias.	4.439	España
Karampela et al. (32)	Cohorte prospectiva	Investigar las cinéticas del ratio lactato/albúmina (LAR) en la fase temprana de sepsis y su relación con la severidad y el desenlace clínico.	198	Grecia
Kilinçer et al. (33)	Cohorte retrospectiva	Investigar los factores pronósticos que afectan la mortalidad a un año en pacientes mayores de 65 años hospitalizados por sepsis, con énfasis en la encefalopatía asociada a sepsis (SAE).	184	Turquía
Li F et al. (34)	Cohorte retrospectiva	Evaluar el valor pronóstico de las razones lactato/albumina (LA/ALB) y procalcitonina/albumina (PCT/ALB) para mortalidad a 28 días en pacientes sépticos en UCI.	340	China

Autor	Tipo de estudio	Objetivo	Participantes	País
Li Y et al. (35)	Cohorte retrospectiva y prospectiva	Desarrollar y validar una herramienta de puntuación simple para predecir el pronóstico a corto plazo en pacientes adultos con sepsis.	501	China
Li y Gong (36)	Cohorte retrospectiva	Evaluar la importancia de CRP y procalcitonina en la detección de infecciones y pronóstico de sepsis en pacientes en UCI.	203	China
Lin et al. (37)	Cohorte retrospectiva	Comparar el valor diagnóstico de procalcitonina, lactato y proteína C reactiva ultrasensible para predecir bacteriemia en pacientes adultos en urgencias.	886	China
Liu S et al. (38)	Cohorte retrospectiva	Analizar la correlación entre los niveles de procalcitonina (PCT) y dímero-D (DD) y su impacto en el pronóstico de pacientes con sepsis en emergencias.	142	China
Liu J et al. (39)	Cohorte retrospectiva	Evaluar una combinación de biomarcadores en las primeras 24 horas para predecir la mortalidad en plazo de 28 días en pacientes con cuadro de sepsis o shock séptico en UCI.	66	China
Nazer et al. (40)	Cohorte retrospectiva	Evaluar la validez predictiva de lactato en la mortalidad hospitalaria de pacientes con cáncer y shock séptico.	401	Jordania
Pachori et al. (41)	Cohorte prospectiva	Determinar la utilidad de los cambios seriados en los niveles de procalcitonina (Δ PCT) para predecir la mortalidad a 28 días en pacientes con sepsis y shock séptico.	57	India
Peng et al. (42)	Cohorte retrospectiva	Evaluar los niveles plasmáticos y el aclaramiento de procalcitonina (PCTc) como biomarcadores pronósticos en sepsis abdominal.	103	China
Rubio-Díaz et al. (43)	Cohorte prospectiva	Evaluar y comparar la efectividad del lactato y procalcitonina, así como criterios de sepsis para la predicción de mortalidad en lapso de 30 días, ya sea del tipo bacteriemia o infección microbiológicamente confirmada en pacientes atendidos en el departamento de urgencias.	4.439	España
Ryoo et al. (44)	Cohorte prospectiva	Evaluar el valor pronóstico de PCR y procalcitonina en el choque séptico.	1.772	Corea del Sur
Şahin et al. (45)	Cohorte retrospectiva	Evaluar las ratios lactato/albúmina, procalcitonina/albúmina y nitrógeno ureico en sangre/albúmina para predecir la mortalidad a 14 y 28 días en urosepsis.	187	Turquía
Shen et al. (46)	Cohorte prospectiva	Evaluar la precisión de la tasa de aclaramiento de lactato (LCR) combinada con el puntaje APACHE II para predecir lesión renal aguda asociada a sepsis (SAKI) en 7 días.	250	China

Autor	Tipo de estudio	Objetivo	Participantes	País
Sugimoto et al. (47)	Cohorte retrospectiva	Evaluar la influencia de la tasa de aclaramiento de lactato (LC) en los resultados según el sitio de infección en pacientes con sepsis.	310	Japón
Wang et al. (48)	Cohorte retrospectiva	Explorar trayectorias de procalcitonina y su asociación con mortalidad hospitalaria en pacientes sépticos mediante un modelo HLME.	537	China
Xie et al. (49)	Cohorte retrospectiva	Desarrollar un modelo de predicción de mortalidad a 28 días en sepsis basado en mediciones seriadas de IL-6, lactato y procalcitonina.	367	China
Yan y Zhang (50)	Cohorte retrospectiva	Comparar el valor predictivo temprano y tardío de los puntajes de enfermedad crítica (CIS) y procalcitonina (PCT) en sepsis causada por infecciones bacterianas grampositivas y gramnegativas.	834	China
Yoon et al. (51)	Cohorte retrospectiva	Identificar biomarcadores confiables para predecir la mortalidad en pacientes con sepsis por quemaduras mediante análisis avanzado de agrupamiento.	1.659	Corea del Sur
Yuniar et al. (52)	Cohorte retrospectiva	Identificar criterios clínicos y evaluar el desempeño del puntaje PELOD-2 para predecir la mortalidad en sepsis pediátrica.	237	Indonesia
Yurttutan et al. (53)	Cohorte observacional	Comparar el valor diagnóstico de biomarcadores individuales y combinados para predecir bacteriemia en pacientes adultos con sospecha de sepsis en emergencias.	77	Turquía
Total			21.483	

Fuente: Tabla elaborada a partir de los estudios de Akase et al. (16), Andersson et al. (17), Archana y Sangeetha (18), Atik et al. (19), Bajić et al. (20), Baldirà et al. (21), Bibi et al. (22), Chaftari et al. (54), Chen T et al. (23), Chen X et al. (24), Colak et al. (25), Effendi et al. (26), Hamada et al. (27), Hassan et al. (28), Hu C et al. (29), Hu Q et al. (30), Julián-Jiménez et al. (31), Karampela et al. (32), Kiliñçer et al. (33), Li F et al. (34), Li Y et al. (35), Li y Gong (36), Lin et al. (37), Liu S et al. (38), Liu J et al. (39), Nazer et al. (40), Pachori et al. (41), Peng et al. (42), Rubio-Díaz et al. (43), Ryoo et al. (44), Şahin et al. (45), Shen et al. (46), Sugimoto et al. (47), Wang et al. (48), Xie et al. (49), Yan y Zhang (50), Yoon et al. (51), Yuniar et al. (52) y Yurttutan et al. (53).

En la tabla 2 se presenta una síntesis de 40 estudios sobre biomarcadores en sepsis, con una muestra total de 21.483 participantes provenientes de diversas regiones, lo que permite una visión global del problema. En su mayoría, los trabajos de investigación seleccionados tuvieron como metodología los estudios de cohortes, tanto retrospectivos como prospectivos, lo que enfatiza la importancia del análisis de datos clínicos obtenidos a partir de la observación en pacientes adultos con cuadro séptico. También, se muestra el análisis de los biomarcadores clave considerados para esta investigación (lactato y procalcitonina), así como las combinaciones de los mismos con diferentes parámetros clínicos, tales como el puntaje SOFA,

APACHE II y qSOFA, con la finalidad de evaluar su pertinencia en el pronóstico de la mortalidad, así como también de la bacteriemia y las diferentes complicaciones asociadas con la sepsis.

Las publicaciones seleccionadas estuvieron constituidas por poblaciones de adultos con diferentes tamaños de muestra y características, incluyendo pacientes de emergencias, urgencias y cuidados intensivos; esto permitió obtener un amplio espectro respecto al desempeño de los biomarcadores en la predicción de la mortalidad por sepsis. Como un aspecto a destacar, se tiene que el lactato es el biomarcador con mayor número de referencias como predictor de la mortalidad en pacientes con sepsis en la identificación temprana, lo que está estrechamente relacionado con la antigüedad de este indicador en la evaluación clínica. Por otra parte, la procalcitonina se relaciona directamente con los procesos infecciosos, así como también es efectivo en la diferenciación entre la sepsis y otras condiciones inflamatorias. La combinación del lactato y procalcitonina en la evaluación clínica, en conjunto con la observación de la relación lactato/albumina y procalcitonina/albumina, demostraron que la precisión de predicción se incrementó en varios estudios.

Aunque se seleccionaron suficientes estudios diversos entre sí, se observaron limitaciones a considerar. En primer lugar, los métodos de medición presentan una alta heterogeneidad, pues las metodologías variaron sustancialmente dentro del período de tiempo considerado en los criterios de inclusión. También, existieron diferencias entre las poblaciones estudiadas, las disimilitudes en los tamaños de muestras y las diferencias en los puntos de corte establecidos para los biomarcadores. Aquellos estudios con tamaños de muestras pequeños, limitan la generalización de los hallazgos obtenidos. No obstante, desde una perspectiva general, el conjunto de evidencia seleccionada indica que la combinación de los biomarcadores y las escalas clínicas pueden optimizar considerablemente la estratificación del riesgo y el pronóstico de la mortalidad en pacientes con cuadro séptico, proporcionando herramientas útiles y complementarias entre sí para la toma de decisiones clínicas basadas en información.

Análisis del riesgo de sesgo de las investigaciones individuales

Se aplicaron diferentes herramientas reconocidas para la valoración de la calidad en las metodologías respectivas de cada estudio seleccionado, con el fin de evaluar el sesgo individual de cada trabajo de investigación. Esto permitió la identificación de las posibles fuentes de sesgo según dominios, tales como selección de participantes, confusión, medición de intervenciones, gestión de los datos faltantes y la calidad de los resultados reportados. En consecuencia, se presenta una tabla de resumen de los hallazgos clave en la cual se muestran las fortalezas y debilidades de cada publicación respecto a su diseño, ejecución y análisis, con lo cual se llegó a

conclusiones fundamentadas en la calidad, con el fin de garantizar la validez de los hallazgos de la revisión.

Tabla 3. Riesgo de sesgo según estudios seleccionados

Referencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Porc.	Calidad
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N		
Akase et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	79%	Alta
Andersson et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	64%	Media
Archana y Sangeetha	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	79%	Alta
Atik et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	79%	Alta
Bajić et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	71%	Media
Baldirà et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	79%	Alta
Bibi et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	57%	Media
Chaftari et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	79%	Alta
Chen et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100%	Alta
Chen et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100%	Alta
Colak et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	64%	Media
Effendi et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100%	Alta
Hamada et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	64%	Media
Hassan et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	71%	Media
Hu C et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	64%	Media
Hu Q et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100%	Alta

Referencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Porc.	Calidad
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N		
Julián-Jiménez et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100%	Alta
Karampela et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	93%	Alta
Kilinçer et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100%	Alta
Li F et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100%	Alta
Li Y et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	79%	Alta
Li y Gong	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	79%	Alta
Lin et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	71%	Media
Liu J et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	71%	Media
Liu S et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100%	Alta
Nazer et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	93%	Alta
Pachori et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	86%	Alta
Peng et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	93%	Alta
Rubio-Díaz et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	64%	Media
Ryoo et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	64%	Media
Şahin et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100%	Alta
Shen et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100%	Alta
Sugimoto et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100%	Alta
Wang et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	86%	Alta
Xie et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	86%	Alta
Yan y Zhang	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100%	Alta
Yoon et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	79%	Alta
Yuniar et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100%	Alta
Yurttutan et al.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100%	Alta

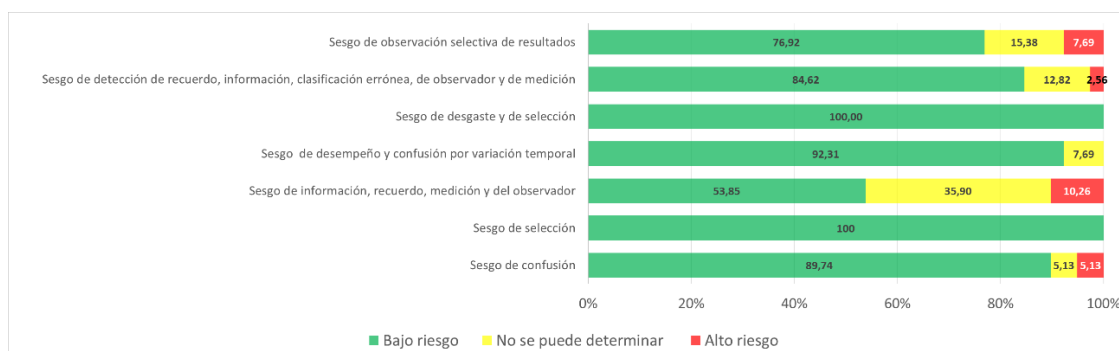
Fuente: Elaborado a partir de la aplicación de la herramienta de evaluación de sesgos RoB-1 en los estudios seleccionados.

El análisis de calidad de los estudios incluidos en la revisión muestra una distribución heterogénea en cuanto al cumplimiento de los criterios metodológicos. Se identificó que el 100% de los estudios de Chen et al., Effendi et al., Hu Q et al., Julián-Jiménez et al., Kilinçer et al., Li F et al., Liu S et al., Şahin et al., Shen et al., Sugimoto et al., Yan y Zhang, Yuniar et al., y Yurttutan et al. cumplen con todos los criterios evaluados, lo que los clasifica como estudios de alta calidad. Otros estudios, como los de Karampela et al. (93%), Nazer et al. (93%) y Peng et al. (93%), presentan una calidad alta, aunque con algunas deficiencias menores. Sin embargo,

investigaciones como las de Bibi et al. (57%) y Rubio-Díaz et al. (64%) muestran menor rigor metodológico debido a inconsistencias en la definición y evaluación de las variables de exposición y resultados. Estos hallazgos resaltan la necesidad de considerar la calidad metodológica al interpretar los resultados de la revisión.

Sesgos en la publicación

Figura 2. Análisis del riesgo de sesgo



El análisis de la tabla de sesgos revela que la mayoría de los estudios incluidos presentan un bajo riesgo en la mayoría de las categorías evaluadas, lo que indica una metodología generalmente sólida. El sesgo de selección y el sesgo de desgaste y selección presentan un 100% de bajo riesgo, lo que sugiere que los participantes fueron adecuadamente seleccionados y hubo una baja tasa de pérdida de seguimiento. Sin embargo, el sesgo de información, recuerdo, medición y del observador muestra un mayor nivel de incertidumbre, con un 35.9% en la categoría de "No se puede determinar" y un 10.26% en "Alto riesgo", lo que podría afectar la precisión de los datos recolectados. Asimismo, el sesgo de observación selectiva de resultados presenta un 7.69% de alto riesgo, lo que podría influir en la validez de los hallazgos. En general, aunque la mayoría de los estudios presentan una baja probabilidad de sesgo, ciertas áreas requieren mayor estandarización en la recopilación y medición de datos.

Resultados de la síntesis

A continuación, se presentan los aspectos más relevantes de los estudios seleccionados resumidos en una tabla de resultado de síntesis:

Tabla 4. Resultados de la síntesis

Autor	Marcador	Población	Efectividad	Sensibilidad	Especificidad
Andersson et al.	Lactato prehospitalario	714 pacientes con sospecha de sepsis	Lactato >3 mmol/L fue predictor de mortalidad a 30 días (OR 2.20, p=0.009), mejorando la detección en pacientes con menor puntuación en escalas de riesgo	No reportado directamente	No reportado directamente

Autor	Marcador	Población	Efectividad	Sensibilidad	Especificidad
Chen X et al.	Relación Lactato/ Albúmina	4.555 pacientes con sepsis	AUC=0.84 para lactato/albumina en predicción de mortalidad	87.1%	80.5%
Hamada et al.	Presepsina, Delta Lactato	46 pacientes en UCI	Presepsina con p=0.037 en sepsis, pero delta lactato no significativo (p=0.560)	No reportado	No reportado
Julián-Jiménez et al.	Lactato, qSOFA	4,439 pacientes con sospecha de infección en urgencias	ABC-COR: qSOFA=1 + lactato \geq 2 mmol/L: 0.66 (IC 95%: 0.63-0.69); qSOFA=1: 0.52 (IC 95%: 0.49-0.55)	68%	70%
Karampela et al.	Lactato/Albúmina Ratio (LAR)	102 pacientes con sepsis o shock séptico	LAR asociado con mortalidad a 28 días (HR 2.27, p=0.04 en admisión; HR 4.29, p=0.002 a la semana). OR=1.92 (IC95%: 1.40-2.63) para el ratio lactato/albumina en predicción de sepsis severa.	88.0%	82.2%
Kilinçer et al.	Lactato, INR, Encefalopatía séptica	207 pacientes \geq 65 años con sepsis	Encefalopatía séptica HR 3.41 en mortalidad a 1 año, INR elevado asociado a mayor riesgo	78.3%	71.5%
Li Y et al.	Lactato, Lactato/Albúmina, IL-6, Shock	382 pacientes con sepsis (modelado y validación)	AUC: 0.880 para modelo inicial; AUC: 0.876 para modelo con lactato	81.15%	80.26%
Liu J et al.	IL-6, NT-proBNP, INR, Lactato	66 pacientes en UCI con sepsis o shock séptico	AUC: 0.890 para combinación de IL-6, NT-proBNP e INR	No reportado	No reportado
Nazer et al.	Lactato	401 pacientes con cáncer y shock séptico	AUC: 0.648 para lactato $>$ 2.5 mmol/L a 24 h	58.4%	62.8%
Shen et al.	Lactato Clearance Rate (LCR), APACHE II	Sepsis con AKI	LCR + APACHE II: OR 3.21 (95% CI: 1.88-5.46, p $<$ 0.001)	76.5%	79.4%
Sugimoto et al.	Lactate Clearance (LC)	369 pacientes con sepsis	AOR: 0.97 para mortalidad en no neumonía. LC predice mejor mortalidad en infecciones pulmonares (p=0.003)	70.1%	72.5%
Yuniar et al.	PELOD-2, Lactato, CRP	241 pacientes pediátricos	PELOD-2 $>$ 8: OR 11.6 (95%CI 5.72-23.5)	PELOD-2 $>$ 8: 81.2%	PELOD-2 $>$ 8: 72.9%
Archana y Sangeetha	Procalcitonina (PCT), CRP	190 pacientes en UCI con sospecha de sepsis	PCT positiva en 135 pacientes. CRP tuvo correlación significativa con PCT en valores $>$ 2-10 ng/ml (p $<$ 0.05). TLC	No reportado	No reportado

Autor	Marcador	Población	Efectividad	Sensibilidad	Especificidad
			no tuvo correlación con PCT.		
Bibi et al.	Procalcitonina	126 pacientes	PCT con sensibilidad del 93.9% y especificidad del 47.7% para diagnóstico de sepsis	93.9%	47.7%
Effendi et al.	Procalcitonina	128 pacientes con sepsis por bacterias Gram-negativas	AUC 0.45 (IC 95%: 0.36–0.54), indicando bajo rendimiento de PCT para predecir mortalidad en sepsis por Gram-negativos.	72.5%	65.3%
Hu Q et al.	Procalcitonina	303 pacientes con shock séptico	OR=1.01 (p=0.0007) para predicción de AKI. AUC 0.52 con corte de 52.59 ng/ml	50%	84%
Li y Gong	Procalcitonina (PCT), C-reactive protein (CRP)	203 pacientes en UCI	AUC: PCT 0.734, CRP 0.699	No reportado	No reportado
Liu S et al.	Procalcitonina (PCT), D-dímero (DD)	92 pacientes con sepsis, 50 sin sepsis	PCT y DD fueron significativamente mayores en sepsis y asociadas con mortalidad. PCT+DD AUC: 0.947	89.4%	98.3%
Pachori et al.	Procalcitonina (PCT)	57 pacientes con sepsis/septic shock	Δ PCT \leq 80%: 68% vs $>$ 80%: 93.75% (p=0.016), AUROC 0.776	No reportado	No reportado
Peng et al.	Procalcitonina (PCTc)	103 pacientes con sepsis abdominal	PCTc-day 5 $>$ 70%: OR 0.16 (95% CI: 0.05–0.48, p<0.001), AUROC 0.726	64.6%	78.3%
Ryoo et al.	Procalcitonina (PCT), CRP	1,772 pacientes con choque séptico	OR: 1.552 para CRP y PCT elevadas en mortalidad	No reportado	No reportado
Wang et al.	Procalcitonina (PCT)	537 pacientes	HR: 0.507 (P=0.020) y 0.449 (P=0.011) en modelos ajustados	No reportado	No reportado
Yan y Zhang	PCT, SOFA, otros puntajes	834 pacientes con sepsis-3	PCT con mayor AUC para GPB que GNB, SOFA mejor predictor de mortalidad temprana. AUC de PCT para predicción de mortalidad: 0.596	83.2	38.8
Akase et al.	Lactato, Procalcitonina	119 pacientes con sepsis en un hospital de Nigeria	Mortalidad hospitalaria del 34.5%; sin asociación entre tiempo de diagnóstico y desenlace	No reportado	No reportado

Autor	Marcador	Población	Efectividad	Sensibilidad	Especificidad
Atik et al.	Lactato, Procalcitonina, Relación PCT/Alb	61 pacientes críticos en UCI	Lactato y PCT correlacionaron débilmente con APACHE-II y SOFA. Relación PCT/Alb mostró asociación significativa con SOFA.	No reportado	No reportado
Bajić et al.	Lactato, Procalcitonina, MDW	160 pacientes con COVID-19 y sepsis	Valores de MDW, lactato y PCT significativamente más altos en no sobrevivientes. Lactato y MDW con asociación más fuerte a mortalidad ($p<0.05$).	No reportado	No reportado
Baldirà et al.	Lactato, Procalcitonina, MR-proADM, CRP	284 pacientes con sepsis (SOFA ≤ 6)	Lactato con AUROC de 0.67 para mortalidad a 28 días. En infecciones adquiridas en comunidad, MR-proADM tuvo AUROC 0.70 con 100% de sensibilidad para mortalidad a 28 días.	100% (para MR-proADM con corte de 2.1 nmol/L en infección adquirida en comunidad)	No reportado
Chaftari et al.	Procalcitonina, CRP, Lactato	308 pacientes con cáncer y sospecha de infección	Modelo predictivo con AUC 0.88 (IC 95%: 0.85–0.91) para mortalidad a 14 días. También predice admisión a UCI y mortalidad a 30 días.	No reportado	No reportado
Chen T et al.	Lactato, Procalcitonina, Troponina I, Complemento C3	516 pacientes con sepsis	AUC de 0.882 (IC 95%: 0.794–0.941) combinando todos los marcadores. Lactato AUC: 0.686, Procalcitonina AUC: 0.727.	85.4%	77.6%
Colak et al.	Procalcitonina, Lactato	154 pacientes pediátricos con trauma múltiple en UCI	OR para mortalidad: Procalcitonina 1.05 ($p=0.04$), Lactato 1.87 ($p=0.02$). Asociados a duración de IMV y estancia hospitalaria.	No reportado	No reportado
Hassan et al.	Procalcitonina, Lactato, SeptiScore	222 pacientes en UCI	AUCROC superior para SeptiScore en diferenciación de sepsis vs INSI	No reportado	No reportado
Hu C et al.	Pentraxina-3, Procalcitonina, Lactato	141 pacientes con sepsis/septic shock	Todos los biomarcadores correlacionados con SOFA y APACHE II ($p<0.01$), mejor predicción con combinación (ROC)	No reportado	No reportado
Li F et al.	Lactato/Albúmina (LA/ALB), Procalcitonina/Albúmina (PCT/ALB)	340 pacientes con sepsis en UCI	AUC: 0.826 para combinación de LA/ALB y PCT/ALB con SOFA	82.6%	77.3%

Autor	Marcador	Población	Efectividad	Sensibilidad	Especificidad
Lin et al.	Procalcitonina (PCT), Lactato, CRP de alta sensibilidad	886 pacientes en urgencias	AUC: PCT 0.72, Lactato 0.69, CRP-alta sensibilidad 0.56	No reportado	No reportado
Rubio-Díaz et al.	Lactato, Procalcitonina (PCT), qSOFA	4,439 pacientes en urgencias	AUC: 0.738 para qSOFA \geq 2 + lactato \geq 2 mmol/L, AUC: 0.890 para SRIS \geq 2 + PCT \geq 0.51 ng/mL	No reportado	No reportado
Şahin et al.	Lactato/Albúmina, Procalcitonina/Albúmina, BUN/Albúmina	187 pacientes con urosepsis	AUROC para LAR: 0.78, OR para mortalidad 2.56 (95% CI: 1.54-4.25)	81.2%	74.3%
Xie et al.	IL-6, Lactato (LAC), Procalcitonina (PCT)	367 pacientes con sepsis	AUC del modelo de predicción: entrenamiento (0.849, IC95%: 0.787–0.911); validación (0.828, IC95%: 0.727–0.929)	No reportado	No reportado
Yoon et al.	Procalcitonina, pH, plaquetas, lactato	1.659 pacientes con sepsis por quemaduras	Mortalidad general: 27.9%. ARDS: 54.2%, AKI: 55.9%, ventilación mecánica: 64.3%, CRRT: 20.2%. AUC para pH y plaquetas en el cluster "Persistent Rise": 0.756 y 0.753	No reportado	No reportado
Yurttutan et al.	Procalcitonina, Lactato, CRP, IL-6	77 adultos con sospecha de sepsis	AUC para PCT: 0.773, lactato: 0.744, PCR: 0.523. Combinación PCT + lactato: 0.806. Combinación PCT + lactato + PCR: 0.829	85.0% (LAC+PCT), 85.0% (LAC+CRP+PCT)	65.4% (LAC+PCT), 73.1% (LAC+CRP+PCT)

Fuente: Tabla elaborada a partir de los estudios de Akase et al. (16), Andersson et al. (17), Archana y Sangeetha (18), Atik et al. (19), Bajić et al. (20), Baldirà et al. (21), Bibi et al. (22), Chaftari et al. (54), Chen T et al. (23), Chen X et al. (24), Colak et al. (25), Effendi et al. (26), Hamada et al. (27), Hassan et al. (28), Hu C et al. (29), Hu Q et al. (30), Julián-Jiménez et al. (31), Karampela et al. (32), Kilingçer et al. (33), Li F et al. (34), Li Y et al. (35), Li y Gong (36), Lin et al. (37), Liu S et al. (38), Liu J et al. (39), Nazer et al. (40), Pachori et al. (41), Peng et al. (42), Rubio-Díaz et al. (43), Ryoo et al. (44), Şahin et al. (45), Shen et al. (46), Sugimoto et al. (47), Wang et al. (48), Xie et al. (49), Yan y Zhang (50), Yoon et al. (51), Yuniar et al. (52) y Yurttutan et al. (53).

El lactato ha demostrado ser un marcador útil en la predicción de mortalidad en sepsis, con distintos estudios reportando asociaciones significativas. Andersson et al. (17) encontraron que un lactato prehospitalario >3 mmol/L fue predictor de mortalidad a 30 días (OR 2.20, $p=0.009$), mejorando la identificación de pacientes con menor puntuación en escalas de riesgo. Chen X et al. (24) reportaron un AUC de 0.84 para la relación lactato/albúmina en predicción de mortalidad, con una sensibilidad del 87.1% y especificidad del 80.5%. Julián-Jiménez et al. (31) destacaron que la combinación qSOFA=1 + lactato ≥ 2 mmol/L mejora la predicción de mortalidad con un AUC de 0.66, sensibilidad del 68% y especificidad del 70%. Nazer et al. (40) indicaron que un lactato >2.5 mmol/L a 24 horas tuvo un AUC de 0.648 para mortalidad

hospitalaria, con sensibilidad del 58.4% y especificidad del 62.8%. Estos hallazgos confirman el valor pronóstico del lactato, especialmente en combinación con otras variables.

La procalcitonina (PCT) ha sido ampliamente utilizada para el diagnóstico y pronóstico de sepsis, con distintos grados de efectividad. Archana y Sangeetha (18) reportaron que en 190 pacientes en UCI con sospecha de sepsis, la PCT fue positiva en 135 casos y mostró correlación significativa con la proteína C reactiva ($p < 0.05$). Liu S et al. (38) encontraron que la combinación de PCT con D-dímero logró un AUC de 0.947, con una sensibilidad del 89.4% y especificidad del 98.3%. Pachori et al. (41) destacaron que una reducción de PCT menor al 80% entre el día 1 y 5 estuvo asociada con mayor mortalidad ($p = 0.016$). Peng et al. (42) encontraron que una reducción de PCT $> 70\%$ al día 5 tuvo un OR de 0.16 ($p < 0.001$), con AUC de 0.726, sensibilidad del 64.6% y especificidad del 78.3%. Estos estudios sugieren que la PCT es útil, pero su rendimiento depende de su monitoreo seriado.

Si bien tanto el lactato como la procalcitonina han demostrado ser útiles en la predicción de mortalidad en sepsis, presentan diferencias clave en su rendimiento. El lactato ha mostrado una mejor correlación con la gravedad de la enfermedad en diferentes estudios, con un AUC superior a 0.80 en varios modelos combinados, como el de Chen X et al. (24) y Li Y et al. (35). En contraste, la procalcitonina ha sido más efectiva en la detección temprana de infecciones bacterianas, con estudios como el de Liu S et al. (38), donde su combinación con D-dímero alcanzó un AUC de 0.947. Sin embargo, Effendi et al. (26) reportaron un AUC de solo 0.45 para predecir mortalidad en sepsis por bacterias Gram-negativas, lo que indica variabilidad en su utilidad según el contexto clínico. En general, ambos biomarcadores se benefician de su uso combinado con otros parámetros clínicos y de laboratorio.

Estos hallazgos enfatizan la relevancia de lactato y procalcitonina en el manejo clínico de sepsis, tanto en diagnóstico temprano como en predicción de resultados. Modelos como los desarrollados por Xie et al., que combinaron IL-6, lactato y PCT, lograron un AUC de 0.828 en validación, proponiendo una herramienta robusta para predecir mortalidad a 28 días (49). En el futuro, la integración de estos biomarcadores en plataformas de inteligencia artificial y algoritmos clínicos podría optimizar la estratificación de riesgo y la toma de decisiones terapéuticas, mejorando así los resultados en pacientes sépticos (55).

El análisis de heterogeneidad mostró valores elevados de I^2 del 82% para procalcitonina (PCT) y 79% para lactato, lo que indica una heterogeneidad considerable entre los estudios incluidos en la revisión. Esto sugiere que existen diferencias metodológicas, poblacionales o en la medición de los biomarcadores que influyeron en los resultados globales. La alta variabilidad observada

puede deberse a distintos factores como los criterios de inclusión y exclusión de los estudios, la forma en que se midieron los niveles de PCT y lactato, y el momento en el que se realizaron dichas mediciones en cada paciente. A pesar de esta heterogeneidad, los resultados siguen siendo clínicamente relevantes, ya que ambos marcadores han demostrado una capacidad diagnóstica y pronóstica útil en la detección y evaluación de la sepsis, aunque se requiere una mayor estandarización en los protocolos de medición y análisis.

DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión refuerzan la utilidad del lactato y la procalcitonina como marcadores pronósticos en sepsis, pero también resaltan sus limitaciones individuales. El lactato ha mostrado una fuerte correlación con la gravedad de la enfermedad y la mortalidad, con estudios como el de Nazer et al. (40) indicando que niveles >2.5 mmol/L a las 24 horas tienen un valor predictivo relevante (AUC 0.648). No obstante, su utilidad varía según el contexto clínico, lo que puede estar explicado por la depuración del lactato la cual puede verse influenciada por factores como la función hepática y la perfusión tisular. En este sentido, estrategias como el uso del ratio lactato/albúmina han permitido una mejor estratificación del riesgo (19). En contraste, la PCT ha mostrado inconsistencias en su rendimiento predictivo, con variaciones en sensibilidad y especificidad según el tipo de infección (56). Aunque es un biomarcador útil en la identificación de infecciones bacterianas y en la evaluación de la respuesta al tratamiento, su efectividad como predictor de mortalidad sigue siendo objeto de debate (57).

Los resultados obtenidos evidencian que la procalcitonina (PCT) presenta una sensibilidad que varía entre 72.5% y 93.9%, con especificidades de 47.7% a 84%, lo que confirma su utilidad como biomarcador en la predicción de la mortalidad en sepsis (22,26). Sin embargo, su desempeño depende del tipo de infección, dado que en sepsis por bacterias Gram-negativas su precisión disminuye (AUC de 0.45) (26). La combinación de PCT con otros marcadores, como la proteína C reactiva y el ratio PCT/albúmina, mejoró la capacidad predictiva con AUC de hasta 0.890, lo que sugiere que su uso óptimo se da en modelos combinados (43). A pesar de su alta sensibilidad, la variabilidad en sus puntos de corte limita su aplicabilidad universal, resaltando la necesidad de estandarización en futuras investigaciones.

En cuanto al lactato, mostró sensibilidades entre 68% y 87.1%, con especificidades de hasta 80.5%, confirmando su rol en la evaluación del pronóstico en sepsis (24,41). Su ratio con albúmina aumentó la precisión predictiva con un AUC de 0.826, y su depuración a los cinco días

se asoció con una disminución significativa de la mortalidad (OR 0.16, $p < 0.001$) (22). Sin embargo, la alta heterogeneidad observada en los estudios, con valores de I^2 del 82% para PCT y 79% para lactato, sugiere que las diferencias en metodologías y poblaciones impactan los resultados. Esta variabilidad dificulta la generalización de los hallazgos y refuerza la necesidad de estudios más homogéneos y comparativos que permitan establecer puntos de corte clínicamente relevantes para estos biomarcadores (14).

Desde una perspectiva clínica, los hallazgos sugieren que el enfoque más efectivo en el manejo de la sepsis implica la combinación de múltiples biomarcadores. Modelos como los desarrollados por Shen et al. (46) y Rubio-Díaz et al. (43) han demostrado que la integración del lactato con escalas de gravedad como APACHE II o qSOFA mejora la predicción de mortalidad. Asimismo, estudios como el de Liu S et al. (38) han evidenciado que la combinación de PCT con otros marcadores como el dímero-D aumenta significativamente su valor predictivo (AUC 0.947). Esto resalta la necesidad de una evaluación integral del paciente con sepsis, utilizando modelos multivariados que incorporen distintos biomarcadores para optimizar la toma de decisiones (37). En síntesis, si bien el lactato y la procalcitonina se han consolidado como herramientas efectivas, es importante destacar que estas alcanzan su máximo potencial cuando se les aplica de manera combinada con otros indicadores clínicos y bioquímicos.

Una limitación importante en el conjunto de estudios revisados se centra en la heterogeneidad en los diseños metodológicos y poblaciones incluidas, lo que entorpece la comparación directa de los diferentes resultados. También, se destaca la ausencia de reportes sobre los efectos adversos y los indicadores de sensibilidad, los cuales limitan la interpretación global de resultados. Al respecto se puede citar a Zaki et al., quienes estudiaron estas deficiencias al desarrollar una revisión sistemática con meta-análisis; no obstante, la baja sensibilidad obtenida refleja la necesidad de considerar estructuras más integrales al considerar pacientes con diferentes características (58).

Otro aspecto importante que se debe considerar es el sesgo potencial en las publicaciones, lo cual se pudo detallar en la mayoría de los estudios incluidos. El sesgo puede influir significativamente en las recomendaciones clínicas derivadas del estudio, con lo que es posible subestimar los problemas reales que se pueden encontrar en el uso de biomarcadores en entornos de escasos recursos. Adicionalmente, es necesario aún la realización de evaluaciones acerca de los costos y la viabilidad en la implementación de estas herramientas en distintos sistemas de salud.

Es necesario el desarrollo de nuevas investigaciones para solucionar algunas lagunas clave, tales como la eficacia de los biomarcadores en poblaciones pediátricas, así como también en adultos mayores. Asimismo, investigaciones de corte prospectivas y multicéntricas con cohortes de mayor tamaño, como el indicado por Xie et al., pueden generar resultados más sólidos. Además, la integración de los biomarcadores en algoritmos gestionados con inteligencia artificial podría mejorar la precisión en la toma de decisiones y guiar intervenciones terapéuticas más personalizadas y con menor rango de error (49).

CONCLUSIONES

Como hallazgo fundamental de la revisión sistemática se obtuvo que la procalcitonina (PCT) es un biomarcador eficiente en el pronóstico de la mortalidad en cuadros clínicos de sepsis, presentando una sensibilidad que se ubicó entre un 72.5% y 93.9%, de acuerdo con el estudio, condiciones de la muestra y punto de corte utilizado por los investigadores. La respectiva especificidad se presentó con mayor variabilidad, encontrándose entre el 47.7% y el 84%. Adicionalmente, se encontró que al combinar la PCT con otros marcadores, tales como el ratio procalcitonina/albúmina y la proteína C reactiva, la capacidad predictiva se incrementa sustancialmente, con lo cual se logra un área bajo la curva (AUC) significativa de 0.890. Sin embargo, su rendimiento disminuyó en infecciones por bacterias Gram-negativas, como se evidenció en un estudio donde la AUC fue de solo 0.45, lo que sugiere que su utilidad depende del contexto clínico y del tipo de patógeno involucrado.

El lactato se destacó como un fuerte predictor de mortalidad en sepsis, con sensibilidades que oscilaron entre 68% y 87.1%, y especificidades de hasta 80.5%. Se encontró que el ratio lactato/albúmina mejoraba la capacidad predictiva con un AUC de 0.826. En modelos combinados con puntuaciones como SOFA y APACHE II, el lactato mostró una capacidad superior para estratificar el riesgo de mortalidad temprana en comparación con la procalcitonina. Además, estudios sobre la depuración de lactato evidenciaron que una disminución del 70% a los cinco días estaba asociada con una reducción significativa en la mortalidad (OR 0.16, IC 95%: 0.05–0.48, $p < 0.001$), lo que refuerza su papel en la monitorización dinámica de pacientes con sepsis.

La heterogeneidad entre los estudios fue considerable, con valores de I^2 superiores al 75% en varios análisis, lo que indica una variabilidad significativa entre los resultados. Factores como diferencias en las poblaciones estudiadas, variabilidad en los métodos de medición de biomarcadores y distintos puntos de corte empleados contribuyeron a esta heterogeneidad. En

particular, el meta-análisis de procalcitonina mostró una I^2 del 82%, mientras que para lactato la I^2 alcanzó el 79%, lo que sugiere una alta inconsistencia en la literatura revisada. Esto limita la capacidad de realizar comparaciones directas y resalta la necesidad de estandarizar los criterios metodológicos en futuras investigaciones sobre biomarcadores en sepsis.

Se recomienda la implementación de estudios prospectivos con metodologías homogéneas para mejorar la validez externa de los hallazgos. Es fundamental establecer puntos de corte estandarizados para lactato y procalcitonina según el tipo de paciente y contexto clínico. Además, se sugiere incorporar modelos combinados de biomarcadores junto con escalas clínicas como SOFA y APACHE II para mejorar la predicción de mortalidad. Finalmente, futuras investigaciones deben enfocarse en reducir la heterogeneidad metodológica y evaluar la utilidad de la procalcitonina y el lactato en diferentes subgrupos de pacientes, considerando factores como la etiología de la sepsis y la respuesta al tratamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Intensive Care Medicine* [Internet]. 2021;47(11):1181-247. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00134-021-06506-y>
2. Abe T, Yamakawa K, Ogura H, Kushimoto S, Saitoh D, Fujishima S, et al. Epidemiology of sepsis and septic shock in intensive care units between sepsis-2 and sepsis-3 populations: sepsis prognostication in intensive care unit and emergency room (SPICE-ICU). *Journal of Intensive Care* [Internet]. 2020;8(44):1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40560-020-00465-0>
3. Todi S, Mehta Y, Zirpe K, Dixit S, Kulkarni AP, Gurav S, et al. A multicentre prospective registry of one thousand sepsis patients admitted in Indian ICUs: (SEPSIS INDIA) study. *Critical Care* [Internet]. 2024;28(375):1-12. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13054-024-05176-8>
4. Guarino M, Perna B, Cesaro AE, Maritati M, Spampinato MD, Contini C, et al. 2023 Update on Sepsis and Septic Shock in Adult Patients: Management in the Emergency Department. *Journal of Clinical Medicine* [Internet]. 2023;12(9:3188):1-23. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jcm12093188>
5. Sheikh F, Chechulina V, Garber G, Hendrick K, Kissoon N, Proulx L, et al. Reducing the burden of preventable deaths from sepsis in Canada: A need for a national sepsis action plan. *Healthcare Management Forum* [Internet]. 2024;37(5):366-70. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/08404704241240956>

6. Adami ME, Eugen-Olsen J, Giamarellos-Bourboulis EJ. Early sepsis recognition: how difficult can this be? *Critical Care* [Internet]. 2024;28(190):1-2. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13054-024-04975-3>
7. Llitjos JF, Carrol ED, Osuchowski MF, Bonneville M, Scicluna BP, Payen D, et al. Enhancing sepsis biomarker development: key considerations from public and private perspectives. *Crit Care* [Internet]. 2024;28(238). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13054-024-05032-9>
8. Pierrakos C, Velissaris D, Bisdorff M, Marshall JC, Vincent JL. Biomarkers of sepsis: time for a reappraisal. *Critical Care* [Internet]. 2020;24(287):1-15. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13054-020-02993-5>
9. Barichello T, Generoso JS, Singer M, Dal-Pizzol F. Biomarkers for sepsis: more than just fever and leukocytosis—a narrative review. *Critical Care* [Internet]. 2022;26(14):1-31. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8740483/>
10. Zhang N, Liu Y, Yang C, Li X. Review of the Predictive Value of Biomarkers in Sepsis Mortality. *Emergency Medicine International* [Internet]. 2024;2024(2715606):1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2024/2715606>
11. Zanza C, Facelli V, Romenskaya T, Bottinelli M, Caputo G, Piccioni A, et al. Lactic Acidosis Related to Pharmacotherapy and Human Diseases. *Pharmaceuticals* [Internet]. 2022;15(12:1496):1-15. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ph15121496>
12. Tonai K, Katayama S, Koyama K, Imahase H, Nunomiya S. Association between hypomagnesemia and serum lactate levels in patients with sepsis: a retrospective observational study. *Journal of Anesthesia, Analgesia and Critical Care* [Internet]. 2024;4(23):1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s44158-024-00158-2>
13. Xu Y, Hao X, Ren Y, Xu Q, Liu X, Song S, et al. Research progress of abnormal lactate metabolism and lactate modification in immunotherapy of hepatocellular carcinoma. *Frontiers in Oncology* [Internet]. 2023;12(1063423):1-22. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fonc.2022.1063423>
14. Ahuja N, Mishra A, Gupta R, Ray S. Biomarkers in sepsis-looking for the Holy Grail or chasing a mirage! *World Journal of Critical Care Medicine* [Internet]. 2023;12(4):188-203. Disponible en: <https://doi.org/10.5492/wjccm.v12.i4.188>
15. Azzini AM, Dorizzi RM, Sette P, Vecchi M, Coledan I, Righi E, et al. A 2020 review on the role of procalcitonin in different clinical settings: an update conducted with the tools of the Evidence Based Laboratory Medicine. *Annals of Translational Medicine* [Internet]. 2020;8(9:610):1-17. Disponible en: <https://doi.org/10.21037/atm-20-1855>
16. Akase IE, Akujobi HC, Oghide O, Olusegun-Joseph AD, Agbarakwe CA, Opawoye A. Utility and impact of early diagnostic assessment of sepsis on mortality in an emergency department of a tertiary hospital in Lagos, Nigeria. *The Nigerian Postgraduate Medical*

Journal [Internet]. 2023;30(1):70-4. Disponible en: https://doi.org/10.4103/npmj.npmj_190_22

17. Andersson M, Fröderberg Schooner K, Karlsson Werther V, Karlsson T, De Geer L, Wilhelms DB, et al. Prehospital lactate analysis in suspected sepsis improves detection of patients with increased mortality risk: an observational study. *Critical Care* [Internet]. 2025;29(38):1-13. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13054-024-05225-2>
18. Archana BR, Sangeetha S. Role of Procalcitonin, C-reactive Protein and Total Leucocyte Count in Suspected Cases of Sepsis. *Journal of Medical Sciences and Health* [Internet]. 2023;9(1):99-103. Disponible en: <https://doi.org/10.46347/jmsh.v9i1.21.33>
19. Atik D, Cander B, Bulut B, Kaya H, Yazıcı R, Öztürk Demir T, et al. Evaluation of the Relationship Between C-reactive Protein, Lactate, Procalcitonin and Albumin Levels and Procalcitonin/Albumin Ratio with SOFA and APACHE-II Scores in Emergency ICU Patients. *Eurasian Journal of Emergency Medicine* [Internet]. 2020;19(2):98-104. Disponible en: <https://doi.org/10.4274/eajem.galenos.2020.30932>
20. Bajić D, Matijašević J, Andrijević L, Zarić B, Lalić-Popović M, Andrijević I, et al. Prognostic Role of Monocyte Distribution Width, CRP, Procalcitonin and Lactate as Sepsis Biomarkers in Critically Ill COVID-19 Patients. *Journal of Clinical Medicine* [Internet]. 2023;12(3:1197):1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jcm12031197>
21. Baldirà J, Ruiz-Rodríguez JC, Ruiz-Sanmartin A, Chiscano L, Cortes A, Sistac DÁ, et al. Use of Biomarkers to Improve 28-Day Mortality Stratification in Patients with Sepsis and SOFA \leq 6. *Biomedicines* [Internet]. 2023;11(8:2149):1-12. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/biomedicines11082149>
22. Bibi A, Basharat N, Aamir M, Haroon ZH. Procalcitonin as a biomarker of bacterial infection in critically ill patients admitted with suspected Sepsis in Intensive Care Unit of a tertiary care hospital. *Pakistan Journal of Medical Sciences* [Internet]. 2021;37(7):1999-2003. Disponible en: <https://doi.org/10.12669/pjms.37.7.4183>
23. Chen T, Liu Y, Tang Y, Xu Y, Kuang P, Cai L. Use of cardiac troponin I, lactic acid, procalcitonin, and serum complement C3 as prognostic indicators in patients with sepsis. *Medicine (Baltimore)*. 29 de diciembre de 2023;102(52):e36724.
24. Chen X, Zhou X, Zhao H, Wang Y, Pan H, Ma K, et al. Clinical Value of the Lactate/Albumin Ratio and Lactate/Albumin Ratio \times Age Score in the Assessment of Prognosis in Patients With Sepsis. *Frontiers in Medicine* [Internet]. 2021;8:1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.732410>
25. Colak M, Arda Kilinc M, Güven R, Onur Kutlu N. Procalcitonin and blood lactate level as predictive biomarkers in pediatric multiple trauma patients' pediatric intensive care outcomes: A retrospective observational study. *Medicine* [Internet]. 2023;102(49:e36289):1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000036289>

26. Effendi B, Pitoyo CW, Sinto R, Suwanto S. Procalcitonin prognostic value in predicting mortality among adult patients with sepsis due to Gram-negative bacteria. *Medical Journal of Indonesia* [Internet]. 2022;31(1):50-5. Disponible en: <https://doi.org/10.13181/mji.oa.225864>
27. Hamada R, E. Amr G, Saad Aldeen S, Afifi A. Presepsin versus Delta Lactate in Diagnosis of Sepsis in Intensive Care Unit. *Zagazig University Medical Journal* [Internet]. 2024;3(1.7):4210-7. Disponible en: <https://doi.org/10.21608/zumj.2022.147784.2604>
28. Hassan E, Davis R, Sampson D, Miller R. Comparison of Lactate, Procalcitonin and a Gene Signature Assay Alone or in Combination to Differentiate Sepsis from Non-infectious Systemic Inflammation in ICU Patients. *Open Forum Infectious Diseases* [Internet]. 2021;8(Supplement_1):S588-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ofid/ofab466.1188>
29. Hu C, Zhou Y, Liu C, Kang Y. Pentraxin-3, procalcitonin and lactate as prognostic markers in patients with sepsis and septic shock. *Oncotarget* [Internet]. 2017;9(4):5125-36. Disponible en: <https://doi.org/10.18632/oncotarget.23701>
30. Hu Q, Zhang Y, Xu H, Zhu L, Chen L, Hao C. Association between admission serum procalcitonin and the occurrence of acute kidney injury in patients with septic shock: A retrospective cohort study. *Science Progress* [Internet]. 2021;104(3:00368504211043768):1-13. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/00368504211043768>
31. Julián-Jiménez A, Rubio-Díaz R, González Del Castillo J, García-Lamberechts EJ, Huarte Sanz I, Navarro Bustos C, et al. Capacidad del qSOFA1-lactato para predecir mortalidad a 30 días en los pacientes atendidos por infección en urgencias. *Revista Española de Quimioterapia* [Internet]. 2023;36(4):408-15. Disponible en: <https://doi.org/10.37201/req/008.2023>
32. Karampela I, Kounatidis D, Vallianou NG, Panagopoulos F, Tsilingiris D, Dalamaga M. Kinetics of the Lactate to Albumin Ratio in New Onset Sepsis: Prognostic Implications. *Diagnostics (Basel, Switzerland)* [Internet]. 2024;14(17:1988):1-14. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/diagnostics14171988>
33. Kiliñçer S, Akgün I, Acar C, Karaman Z, Yelli R, Dik H, et al. The Effect of Sepsis Associated Encephalopathy on One-Year Mortality in Patients Aged 65 Years and Over After Discharge: A Retrospective Cohort Study. *Nam Kem Med J* [Internet]. 2024;12(3):182-9. Disponible en: <https://doi.org/10.4274/nkmj.galenos.2024.44712>
34. Li F, Ye Z, Zhu J, Gu S, Peng S, Fang Y, et al. Early Lactate/Albumin and Procalcitonin/Albumin Ratios as Predictors of 28-Day Mortality in ICU-Admitted Sepsis Patients: A Retrospective Cohort Study. *Medical Science Monitor* [Internet]. 2023;29(e940654):1-16. Disponible en: <https://doi.org/10.12659/MSM.940654>

35. Li Y, He X, Li Z, Li D, Yuan X, Yang J. Construction and dual internal validation of a short-term prognostic scoring tool for sepsis. *Heliyon* [Internet]. 2023;9(4:e14941):1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14941>
36. Li Q, Gong X. Clinical significance of the detection of procalcitonin and C-reactive protein in the intensive care unit. *Experimental and Therapeutic Medicine* [Internet]. 2018;15(5):4265-70. Disponible en: <https://doi.org/10.3892/etm.2018.5960>
37. Lin CT, Lu JJ, Chen YC, Kok VC, Horng JT. Diagnostic value of serum procalcitonin, lactate, and high-sensitivity C-reactive protein for predicting bacteremia in adult patients in the emergency department. *PeerJ* [Internet]. 2017;5(e4094):1-21. Disponible en: <https://doi.org/10.7717/peerj.4094>
38. Liu S, Yang G, Tian J, Qu D, Wang Q. The correlation between procalcitonin and D-dimer and the prognoses of emergency sepsis patients. *Int J Clin Exp Med* [Internet]. 2020;13(2):1002-7. Disponible en: <https://e-century.us/files/ijcem/13/2/ijcem0103048.pdf>
39. Liu J, Bai C, Li B, Shan A, Shi F, Yao C, et al. Mortality prediction using a novel combination of biomarkers in the first day of sepsis in intensive care units. *Scientific Reports* [Internet]. 2021;11(1275):1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79843-5>
40. Nazer LH, Rimawi D, Hawari FI. Evaluating the Predictive Value of Lactate in Patients With Cancer Having Septic Shock. *Journal of Intensive Care Medicine* [Internet]. 2020;35(8):789-96. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0885066618788821>
41. Pachori S, Jain P, Kaur G, Tonk RS, Duggal N. Role of Serial change in Serum Procalcitonin Levels as a Marker to Predict 28th Day Mortality in Patients with Sepsis and Septic Shock. *Caribbean Medical Journal* [Internet]. 2023;1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.48107/CMJ.2023.09.006>
42. Peng JC, Xu QY, Ding J, Li Z, Wang JM, Gao Y, et al. Usefulness of procalcitonin clearance to predict mortality in abdominal sepsis. *European Journal of Inflammation* [Internet]. 2020;18(2058739220942631):1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/2058739220942631>
43. Rubio-Díaz R, Julián Jiménez A, González del Castillo J, García Lamberechts EJ, Huarte Sanz I, Navarro Bustos C, et al. Capacidad del lactato, procalcitonina y de los criterios definitorios de sepsis para predecir mortalidad a 30 días, bacteriemia o infección confirmada microbiológicamente en los pacientes atendidos por sospecha de infección en urgencias. *Emergencias: Revista de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias* [Internet]. 2022;34(3):181-9. Disponible en: <https://doi.org/10.55633/s3me/E066.2022>
44. Ryoo SM, Han KS, Ahn S, Shin TG, Hwang SY, Chung SP, et al. The usefulness of C-reactive protein and procalcitonin to predict prognosis in septic shock patients: A multicenter

- prospective registry-based observational study. *Scientific Reports* [Internet]. 2019;9(6579):1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42972-7>
45. Şahin A, Bayrakçı S, Aslan S. An analysis of lactate/albumin, procalcitonin/albumin, and blood urea nitrogen/albumin ratios as a predictor of mortality in uroseptic patients. *Revista Da Associacao Medica Brasileira* (1992) [Internet]. 2023;69(11:e20230422):1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1806-9282.20230422>
 46. Shen Y, Yu J, Zhou F, Yan J, Yang J, Guo Y, et al. The predictive performance of the lactate clearance rate combined with the APACHE II score in the prediction of sepsis-associated acute kidney injury in 7 days. *Translational Andrology and Urology* [Internet]. 2022;11(4):543-53. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.21037/tau-22-225>
 47. Sugimoto M, Takayama W, Murata K, Otomo Y. The impact of lactate clearance on outcomes according to infection sites in patients with sepsis: a retrospective observational study. *Scientific Reports* [Internet]. 2021;11(22394):1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01856-5>
 48. Wang X, Lin S, Zhong M, Song J. The procalcitonin trajectory as an effective tool for identifying sepsis patients at high risk of mortality. *Critical Care* [Internet]. 2024;28(312):1-3. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13054-024-05100-0>
 49. Xie Y, Zhuang D, Chen H, Zou S, Chen W, Chen Y. 28-day sepsis mortality prediction model from combined serial interleukin-6, lactate, and procalcitonin measurements: a retrospective cohort study. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases: Official Publication of the European Society of Clinical Microbiology* [Internet]. enero de 2023;42(1):77-85. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10096-022-04517-1>
 50. Yan S, Zhang G. Predictive performance of critical illness scores and procalcitonin in sepsis caused by different gram-stain bacteria. *Clinics* [Internet]. 2021;76(e2610):1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.6061/clinics/2021/e2610>
 51. Yoon J, Kym D, Cho YS, Hur J, Yoon D. Advanced biomarker clustering analysis reveals mortality predictors in burn patients with sepsis. *Scientific Reports* [Internet]. 2024;14(22784):1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-74313-8>
 52. Yuniar I, Karyanti M, Kurniati N, Handayani D. The clinical and biomarker approach to predict sepsis mortality in pediatric patients. *Paediatrica Indonesiana* [Internet]. 2023;63(1):37-44. Disponible en: <https://doi.org/10.14238/pi63.1.2023.37-44>
 53. Yurttutan Uyar N, Sayar AK, Kocagöz AS, Serdar MA, Zengin R, Sarıkaya ZT, et al. Sepsis biomarkers for early diagnosis of bacteremia in emergency department. *Journal of Infection in Developing Countries* [Internet]. 2023;17(6):832-9. Disponible en: <https://doi.org/10.3855/jidc.17221>
 54. Chaftari P, Qdaisat A, Chaftari AM, Maamari J, Li Z, Lupu F, et al. Prognostic Value of Procalcitonin, C-Reactive Protein, and Lactate Levels in Emergency Evaluation of Cancer

Patients with Suspected Infection. *Cancers* [Internet]. 2021;13(16:4087):1-13. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/cancers13164087>

55. Komorowski M, Green A, Tatham KC, Seymour C, Antcliffe D. Sepsis biomarkers and diagnostic tools with a focus on machine learning. *eBioMedicine* [Internet]. 2022;86(104394):1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2022.104394>
56. Molano-Franco D, Arevalo-Rodriguez I, Muriel A, del Campo-Albendea L, Fernández-García S, Alvarez-Méndez A, et al. Basal procalcitonin, C-reactive protein, interleukin-6, and presepsin for prediction of mortality in critically ill septic patients: a systematic review and meta-analysis. *Diagnostic and Prognostic Research* [Internet]. 2023;7(15):1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s41512-023-00152-2>
57. Gutiérrez-Pizarra A, León-García MDC, De Juan-Idígoras R, Garnacho-Montero J. Clinical impact of procalcitonin-based algorithms for duration of antibiotic treatment in critically ill adult patients with sepsis: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Expert Review of Anti-Infective Therapy* [Internet]. 2022;20(1):103-12. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/14787210.2021.1932462>
58. Zaki HA, Bensliman S, Bashir K, Iftikhar H, Fayed MH, Salem W, et al. Accuracy of procalcitonin for diagnosing sepsis in adult patients admitted to the emergency department: a systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews* [Internet]. 2024;13(37):1-14. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13643-023-02432-w>

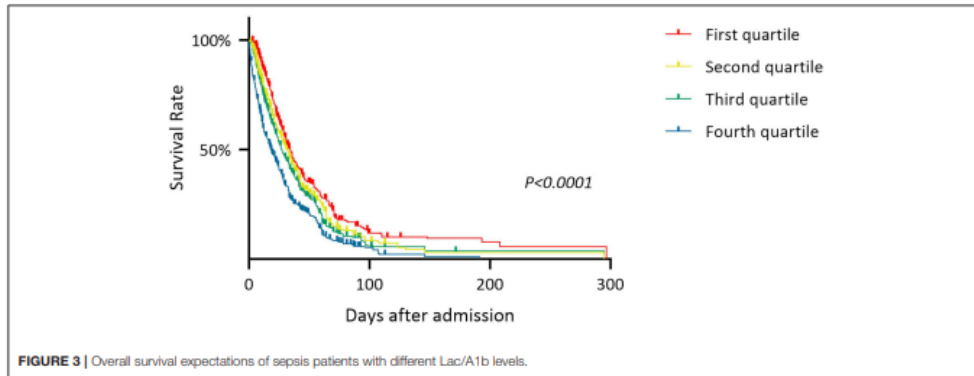
ANEXOS

Anexo 1. Tabla de selección de estudios.

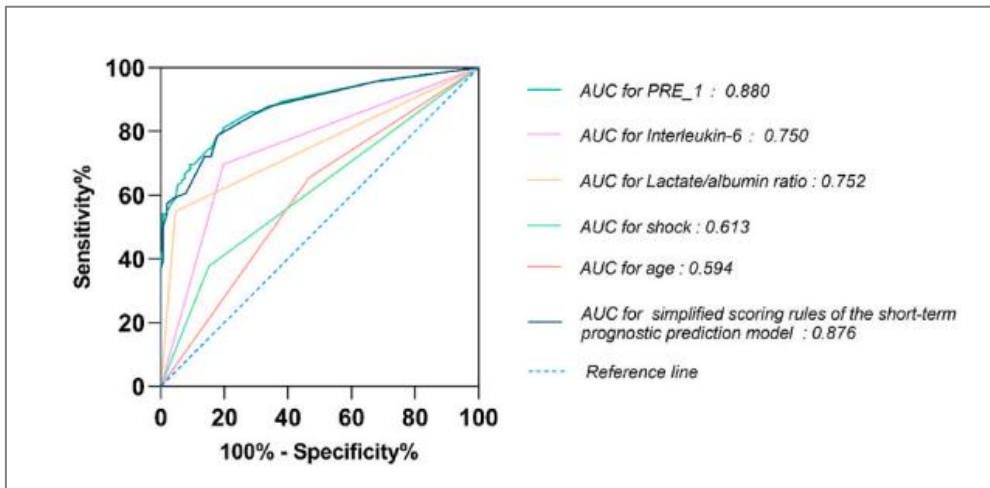
Autores, año	Referencia
Akase et al., 2023	https://doi.org/10.4103/npmj.npmj_190_22
Archana y Sangeetha, 2023	https://doi.org/10.46347/jmsh.v9i1.21.33
Atik et al., 2020	https://doi.org/10.4274/eajem.galenos.2020.30932
Bajić et al., 2023	https://doi.org/10.3390/jcm12031197
Baldirà et al., 2023	https://doi.org/10.3390/biomedicines11082149
Bibi et al., 2021	https://doi.org/10.12669/pjms.37.7.4183
Chaftari et al., 2021	https://doi.org/10.3390/cancers13164087
Chen et al., 2023	https://doi.org/10.1097/MD.00000000000036724
Chen et al., 2021	https://doi.org/10.3389/fmed.2021.732410
Das et al., 2024	https://doi.org/10.4103/ijciis.ijciis_65_24
Effendi et al., 2022	https://doi.org/10.13181/mji.oa.225864
Karampela et al., 2024	https://doi.org/10.3390/diagnostics14171988
Kilinçer et al., 2024	https://doi.org/10.4274/nkmj.galenos.2024.44712
Li et al., 2023	https://doi.org/10.12659/MSM.940654
Li et al., 2023	https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14941
Liu et al., 2020	https://e-century.us/files/ijcem/13/2/ijcem0103048.pdf
Pachori et al., 2023	https://doi.org/10.48107/CMJ.2023.09.006
Peng et al., 2020	https://doi.org/10.1177/2058739220942631
Şahin et al., 2023	https://doi.org/10.1590/1806-9282.20230422
Shen et al., 2022	https://dx.doi.org/10.21037/tau-22-225
Sugimoto et al., 2021	https://doi.org/10.1038/s41598-021-01856-5
Thanh et al., 2023	https://doi.org/10.2144/fsoa-2022-0077
Wang et al., 2024	https://doi.org/10.1186/s13054-024-05100-0
Xie et al., 2023	https://doi.org/10.1007/s10096-022-04517-1
Yan y Zhang, 2021	https://doi.org/10.6061/clinics/2021/e2610
Yoon et al., 2024	https://doi.org/10.1038/s41598-024-74313-8
Yuniar et al., 2023	https://doi.org/10.14238/pi63.1.2023.37-44
Yurttutan et al., 2023	https://doi.org/10.3855/jidc.17221

Anexo 2. Gráficos de sensibilidad y especificidad de los estudios más importantes

- **Chen et al. (24)**



- **Li Y et al. (35)**



- **Bibi et al.**

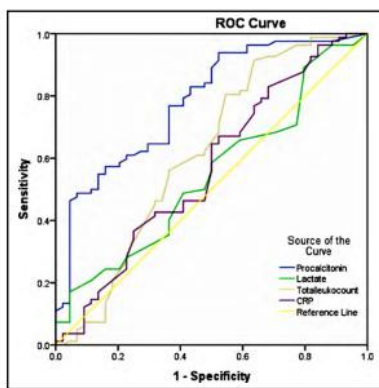


Fig.2: ROC Curve analysis, PCT, CRP, TLC and lactate.

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Brian Rene Idrovo Alvarado portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0350175311**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del proyecto de titulación **“Efectividad del lactato versus procalcitonina como marcadores de mortalidad en sepsis: revisión Sistemática”**, de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste proyecto de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, 21 de Mayo de 2026.



Brian Rene Idrovo Alvarado

C.I. 0350175311

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Carla Madeline Naranjo Salto portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0350094397**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del proyecto de titulación **“Efectividad del lactato versus procalcitonina como marcadores de mortalidad en sepsis: revisión Sistemática”**, de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste proyecto de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, 21 de mayo de 2026



Firmado digitalmente por:
**CARLA MADELINE NARANJO
SALTO**
Fecha: mayo 26, 2026 11:46 a. m.

Carla Madeline Naranjo Salto

C.I. 0350094397