

# ISUB

JULIO - DICIEMBRE DE 2022  
VOL. 9 NRO. 2

La Revista Investigación en Salud Universidad de Boyacá, está indizada en:



latindex

biblat  
Bibliografía Latinoamericana

BASE



REDIB  
Red Iberoamericana  
de Innovación y Conocimiento Científico

MIAR  
Matriz de Información para el  
Análisis de Revistas

Dialnet

IMBIOMED

Mirabel  
“(RE) CUEILLIR  
LES SAVOIRS”

PERIÓDICA  
Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias

Google  
Scholar



Revista Investigación en Salud Universidad de Boyacá, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Boyacá  
Vol. 9 Nro. 2 Julio - Diciembre 2022 - Tunja, Colombia

ISSN: 2389-7325

ISSN: 2539-2018 (En línea)

Periodicidad Semestral - Ediciones Universidad de Boyacá

### **POLÍTICA EDITORIAL**

La Revista Investigación en Salud de la Universidad de Boyacá (ISUB), es una revista científica de publicación semestral arbitrada (modalidad doble ciego), la cual se encarga de publicar artículos científicos derivados de trabajos de investigación y/o académicos Nacionales e Internacionales con el fin de contribuir a aportar conocimientos del área de la salud, para la formación y actualización científica de sus lectores.

### **PÚBLICO OBJETIVO**

La Revista está dirigida a profesionales, investigadores, docentes y estudiantes de Ciencias de la Salud.

### **PROPIEDAD INTELECTUAL**

Los autores ceden a la Revista Investigación en Salud de la Universidad de Boyacá, los derechos de autor y propiedad intelectual, derechos de copia en todas las formas y medios conocidos. En caso de no ser publicado el artículo, la Universidad de Boyacá accede a retornar los derechos enunciados a los autores. La evidencia científica, el conflicto de intereses y el contenido de los documentos son de responsabilidad exclusiva y única de los autores.

### **DIRECTIVOS UNIVERSIDAD DE BOYACÁ**

#### **Presidente Emérito**

Dr. Osmar Correal Cabral

#### **Presidenta**

Dra. Rosita Cuervo Payeras

#### **Rector**

Ing. MSc. Andrés Correal Cuervo

#### **Vicerrector Académico**

Ing. MSc. Rodrigo Correal Cuervo

#### **Vicerrector Desarrollo Institucional**

C.S. Mg. Ethna Yanira Romero Garzón

#### **Vicerrectora Investigación, Ciencia y Tecnología**

Ing. Mg. Claudia Patricia Quevedo Vargas

#### **Vicerrector Administrativo y de Infraestructura**

Dr. Camilo Correal C.

#### **Editora**

Bac. Ph. Sandra Helena Suescún Carrero

### **SOLICITUD DE CANJE**

Politeca - Universidad de Boyacá  
Carrera 2a. Este Nro. 64 - 169  
Teléfono: +57 8 7 45 0000 Ext. 7300  
Correo: politeca@uniboyaca.edu.co  
Tunja, Boyacá - Colombia

### **INFORMACIÓN Y CORRESPONDENCIA**

Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad de Boyacá  
Correo: revcis@uniboyaca.edu.co  
Teléfono: +57 8 7 45 0000 Ext. 1107  
<http://revistasdigitales.uniboyaca.edu.co/index.php/rs/issue/archive>



Carrera 2a. Este Nro. 64 - 169  
Teléfono: (608) 7 45 2742 Ext. 15405  
Correo: publicaciones@uniboyaca.edu.co  
Tunja, Boyacá - Colombia.

**Diseño y Diagramación**  
División de Publicaciones

**Director División de Publicaciones**  
Ing. D.G. Mg. Johan Camilo Agudelo Solano

**Diseño y Diagramación**  
D.G. Rafael Alberto Cárdenas Estupiñan

#### COMITÉ EDITORIAL / CIENTÍFICO

MD. MSc. Rubén Darío Restrepo  
Universidad de Texas, USA

F.T. Ph.D. Andrea Vásquez Morales  
Universidad Manuela Beltrán, Colombia

MD. Gloria Eugenia Camargo Villalba  
Universidad de Boyacá, Colombia

Bact. MSc. Luis Eduardo Traviezo Valles  
UCLA, Venezuela

MD. Ph.D. Nicolás Ottone  
Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

Biol. Ph.D. Orlando Torres  
Instituto Nacional de Salud, Colombia

Biol. Ph.D. Jorge Eduardo Duque  
Universidad de Caldas, Colombia

MD. Msc. Luis Ernesto Ballesteros Acuña  
Universidad Industrial de Santander, Colombia

MD. Ph.D. Héctor Pons  
Universidad del Zulia, Venezuela

Biol. Ph.D. Jazmir Quiroz  
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas IVI,  
Venezuela

OD. Mg. Martha Inés Bernal García  
Universidad de Boyacá, Colombia

Enf. Ph.D. Sonia Patricia Carreño Moreno  
Universidad Nacional, Colombia

Enf. Ph.D. Lina María Vargas  
Universidad Nacional, Colombia

Enf. Ph.D. Olivia Lorena Chaparro Díaz  
Universidad Nacional, Colombia

Biol. MSc. Atilio Junior Ferrebuz Cardozo  
Universidad de Boyacá, Colombia

MD. Ph.D. Mariano Guillermo del Sol  
Universidad de Temuco Chile

MD. Ph.D. Gustavo Otegui  
Universidad de Buenos Aires, Argentina

Biol. Ph.D. Cristiane Angélica Ottoni  
Universidad estadual paulista "Julio de Mesquita Fillio",  
Brasil

Biol. Ph.D. Patricia Locosque  
Fundación Parque Zoológico de Sao Paulo, Brasil

ND. Dra. HC. Yolanda Torres de Galvis  
Universidad CES-Universidad el Rosario, Colombia

MD. PHD. Julio César Carrero  
Universidad Nacional Autónoma de México

Mic. Ph. D. Nuri Andrea Merchán  
Universidad del Bosque, Colombia

Bac. Ph.D. Nadia Catalina Alfonso Vargas  
Universidad de Boyacá, Colombia

FT. Ph.D. Dernival Bertoncello  
Universidad Federal do Triângulo Mineiro

MD. Ph.D. María Isabel Miguel Pérez  
Universidad de Barcelona

Corrección de texto y estilo  
ed. lit. Ella Suárez Pérez

Traducción al Inglés  
Trad. Harry Fox

Traducción al Portugués  
Bac. Ph.D Nadia Catalina Alfonso Vargas

Diseño y Diagramación  
División de Publicaciones



#### **COLABORADORES**

Enf. Ph.D. Consuelo Vélez  
Universidad de Caldas

Lic. Ph.D. Paulina Beverido Sustaeta  
Universidad Veracruzana. México

Lic. Ph.D. María Cristina Ortiz León  
Universidad Veracruzana. México

MD. MSc. Antonio José Sánchez Serrano  
Centro de investigaciones oncológicas San Diego

Psic. Ph.D. Jaime Andrés Torres Ortiz  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

OD. Msc. Diana Georgina García Lozada  
Universidad del Bosque

Bact. Ph.D. Dabeiba Adriana García Robayo  
Pontificia Universidad Javeriana

Enf. Ph.D. Doris Rodríguez Leal  
Universidad del Tolima  
Ph.D. Juan Guillermo Díaz Bernal  
Universidade Federal de Uberlândia

FT. Mg. Javier Martínez Torres  
Universidad Santo Tomás, Colombia

FT. Mg. Diana Milena Díaz Vidal  
Universidad San Buenaventura de Cartagena

MV. Ph.D. Roy José Andrade Becerra  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

MD. Ph.D. Bruno Lamonte  
Universidad de Costa Rica

MD. Esp. José Luis Bustos Sánchez  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

MV. MSc. Diego José García Corredor  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

FT. MV. MSc. Germán Augusto Baquero Sastre  
Universidad Manuela Beltrán

FT. Mg. Margareth Alfonso  
Universidad de la Sabana

Enf. Ph.D. Gloria Carvajal Carrascal  
Universidad de la Sabana

Biol. Mg. Diana di Filippo Villa  
Universidad de Antioquia

Bact. Mg. Alexandra Porras  
Universidad El Bosque

Enf. Mg. Guillermo Adrián Rivera Cardona  
Pontificia Universidad Javeriana, Sede Cali

MD. Mg. Norton Pérez Gutiérrez  
Universidad Cooperativa de Colombia

MD. Mg. Lu An González Santiago  
Universidad Distrital, Colombia  
MD. MSc. Kristian Andrés Espinosa Garnica  
Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud (IETS),  
Colombia

Enf. Mg. Anyela Mancilla Lucumí  
Hospital Universitario de la Samaritana, Colombia

IQ. Ph.D. (c) Anderson Rocha-Buelvas  
Centro de Estudios en Salud de Universidad de  
Nariño (CESUN), Colombia

FT. Mg. Alexandra López López  
Universidad Autónoma de Manizales, Colombia

TR. MSc. Angela Mayerly Cubides Munévar  
Universidad del Valle - Universidad Libre -  
Fundación Universitaria San Martín, Colombia

TR. Ph.D. Giovane Mendieta Izquierdo  
Universidad Militar, Colombia

FT. MSc. Edgar Drebay Hernández Álvarez  
Universidad Nacional de Colombia, Colombia

FT. Ph. D. Jorge Enrique Correa Bautista  
Universidad del Rosario, Colombia

FT. Mg. Adriana Lucía Castellanos Garrido  
Universidad de la Sabana, Colombia

FT. Esp. Esther Cecilia Wilches Luna  
Universidad del Valle, Colombia

Bact. MSc Marín Alonso Beyond Rojas  
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales  
U.D.C.A, Colombia

Bact. Ph. D. Linda Patricia Rocha Muñoz  
Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga,  
Colombia

Bact. Ph. D. Martha Lucía Díaz Galvis  
Universidad Industrial de Santander, Colombia

## CONTENIDO/CONTENT/CONTEÚDO

**PRESENTACIÓN** ..... 11

### EDITORIAL

Edith Mariela Burbano Rosero

Universidad de Nariño ..... 13

### ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES / ARTIGOS DE PESQUISA

Accesibilidad al consumo de marihuana en escolarizados colombianos

Marijuana Accessibility Among Colombian School children

Acessibilidade do uso da maconha entre os estudantes colombianos

Laura Melissa González Zipa, Daniela Andrea Pérez Espitia, Paula Andrea Reyes Fernández2,

Marcela América Roa Cubaque, Javier Martínez Torres .....27

Physical-Chemical and Microbiological Characterization of the Water in a Municipality of the Department of Boyacá-Colombia

Caracterización físico-química y microbiológica del agua de un municipio del departamento de Boyacá (Colombia)

Caracterização físico-química e microbiológica da água de um município do departamento de Boyacá (Colômbia)

Liliana Dorado-González, Mery Dueñas-Celis, Sandra Helena Suescún-Carrero ..... 44

Factores asociados con mortalidad intrahospitalaria en falla cardíaca aguda: un estudio de cohorte retrospectiva

Factors Associated with in-hospital Mortality in Acute Heart Failure: A Retrospective Cohort Study

Fatores associados à mortalidade intra-hospitalar na insuficiência cardíaca aguda: estudo retrospectivo

Lina Estefany López Morales, Mariana Rada Rada, John Alexander Conta López,  
Juliana Marcela Suárez Casas, Ledmar Jovanny Vargas Rodríguez ..... 62

Use of bedside ultrasound in the evaluation of acute dyspnea: a comprehensive review of evidence on diagnostic usefulness

Uso de ecografía a pie de cama en la evaluación de la disnea aguda: una revisión exhaustiva de la evidencia sobre su utilidad diagnóstica

Uso de ultrassom à beira do leito na avaliação da dispneia aguda: uma revisão abrangente das evidencias sobre sua utilidade diagnóstica

Iván David Lozada Martínez, Isabela Zenilma Daza Patiño, Gerardo Jesús Farley Reina González,  
Sebastián Rojas Pava, Ailyn Zenith Angulo Lara, María Paola Carmona Rodiño, Olga Gissela Sarmiento Najjar, Jhon Mike Romero Madera, Yesid Alonso Ángel Hernández ..... 82

Impacto ambiental y riesgos potenciales generados en los rellenos sanitarios: revisión narrativa de la literatura

Environmental Impact and Potential Risks Generated in Sanitary Landfills - Narrative literature review

Impactos ambientais e riscos potenciais dos aterros sanitários: Revisão narrativa da literatura

Rocío del Pilar Cárdenas Valbuena, Germán Alberto López Quemba, Deisy Talero Moreno, Andrea Paola Cely Grijalba, Liz Marivel Murillo Naranjo, Grised Andrea Velasco Quiroga, Fabiola Contreras Pacheco .....100

Artritis séptica. Revisión descriptiva

Septic Arthritis. Descriptive Review

Artrite séptica. Revisão descritiva

Andrés Eduardo Araque-Melo ..... 118

Efectos de la pandemia por COVID-19 en la salud mental de los trabajadores de la salud. Revisión de la literatura

Effects of the COVID-19 pandemic on the mental health of health workers. Literature review

Efeitos da pandemia COVID-19 sobre a saúde mental dos trabalhadores do setor de saúde. Revisão literária.

Angie Carolina Beltrán Ruiz, Lyna Melissa Jiménez Peña, Clara Lizeth Palencia Mojica ..... 136

Estrategias y herramientas de capacitación en seguridad y salud en el trabajo, en el sector construcción

Strategies and Tools for Occupational Health and Safety Training in the Construction Sector

Estratégias e ferramentas para treinamento em segurança e saúde ocupacional no setor de construção

Laura Yaneth Gil Alvarado, Sebastián Gil Bonilla, Briyith Tatiana Gómez Vergara, Jairo Camilo Rojas Patiño1, Yusselky Márquez Benítez ..... 153

Evaluación de pruebas diagnósticas para especialistas en  
rehabilitación cardiopulmonar

Evaluation of Diagnostic Tests for Professionals who Perform  
Cardiopulmonary Rehabilitation

Avaliação de testes de diagnóstico para especialistas em reabilitação  
cardiopulmonar

Víctor Z. Rizo-Tello, Ana M. Londoño-Espinel, Carlos D. Páez Mora ..... 173

Estrategias para la evaluación de extractos de polifenoles en modelos in  
vitro de cáncer de vías digestivas

Strategies for Evaluation of Polyphenol Extracts on in vitro Models of Digestive Tract Cancer

Estratégias para a avaliação de extratos de polifenóis em modelos in vitro de  
câncer do sistema digestivo

Atilio Junior Ferrebuz-Cardozo, Zilpa Adriana Sánchez-Quitian, Ruby Alba Elizabeth Márquez-Salcedo, Lady Johanna Carreño-Saltarén ..... 194

## **ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLES/ ARTIGOS DE REVISÃO**

## **ARTÍCULOS DE REFLEXIÓN / REFLECTION ARTICLES/ ARTIGOS DE REFLEXÃO**

### **INDICACIONES PARA LOS AUTORES**

**INDICATIONS TO AUTHORS**

**INSTRUÇÕES AOS AUTORES**

### **ÍNDICE DE ARTÍCULOS PUBLICADOS (2014-2021/1)**

**INDEX OF ARTICLES PUBLISHED (2014-2021/1)**

**ÍNDICE DE ARTIGOS POSTADOS (2014-2021/1)**

The logo features the text "ISUB" in a serif font, centered within a white circle. This circle is set against a horizontal grey band that spans the width of the image. The grey band is composed of two parallel lines, creating a central channel where the circle is placed.

ISUB

## PRESENTACIÓN

La salud, como establece la Organización Mundial de la Salud, es un “estado completo” que comprende el bienestar del individuo a nivel físico, mental y social. De manera tal que, es inconcebible el desarrollo de la sociedad sin que se garantice el bienestar de las personas, especialmente aquellas en condiciones de vulnerabilidad. Así lo reflejan apuestas como la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, dentro de la cual la salud representa un pilar fundamental para el avance de la sociedad.

Constitucionalmente, la salud es un derecho fundamental, en cuya garantía convergen todos los estamentos de la sociedad, tanto más la academia. La Revista Investigación en Salud de la Universidad de Boyacá (ISUB) explora en esta oportunidad algunas asuntos que se consolidan hoy como problemáticas de la salud pública. Tal es el caso del consumo de marihuana en menores, el acceso a agua potable, el manejo, tratamiento y disposición de residuos, y sin lugar a duda, las enfermedades de salud mental, particularmente visibilizadas tras la pandemia por Covid-19.

Así mismo, esta edición presenta los resultados de ejercicios de investigación y de revisión de la literatura en torno al diagnóstico, prevención, tratamiento y evaluación de enfermedades, condiciones ambientales y circunstancias que, ponen en riesgo la salud del individuo en cualquiera de sus dimensiones y en los diferentes escenarios en los que se desenvuelve día a día. Entre estas temáticas se destacan la utilidad de la ecografía a pie de cama, la enfermedad de falla cardiaca, atención de artritis séptica, capacitación en seguridad y salud en el trabajo, diagnóstico en rehabilitación cardiopulmonar, así como el potencial de los polifenoles en la prevención y tratamiento de cáncer.

La Universidad de Boyacá extiende un saludo de reconocimiento a los autores, exaltando el aporte de sus trabajos para la comunidad académica, el Estado y la sociedad en general. Las experiencias y las reflexiones producto de estos ejercicios no sólo representan contribuciones al avance del estado del conocimiento, sino que también proveen al lector orientaciones prácticas para su entendimiento. Lo anterior, comprendiendo que la promoción de la salud no se limita a los espacios de los centros de salud, sino que comienza en los hogares, las aulas de clase y atraviesa, sin duda, los espacios de construcción de política pública.

**Andrés Correal Cuervo**

RECTOR

Universidad de Boyacá

## EDITORIAL

**Edith Mariela Burbano Rosero** 

Bióloga con énfasis en microbiología industrial-Universidad de Nariño

Magistra en Microbiología-Pontificia Universidad Javeriana

Doctora en Ciencias-Universidade de São Paulo

### **Colifagos, indicadores virales de riesgo en la gestión del agua, el saneamiento y la seguridad**

El agua es un recurso natural, limitado e insustituible, que, si es bien gestionado, funciona como recurso renovable. En la actualidad, debido a la reciente pandemia, se colocó de manifiesto la importancia vital del saneamiento, de la higiene y del acceso adecuado al agua limpia. Desde este punto de vista se aprecia lo inmensurable de este elemento, imprescindible para la preservación de la vida, los ecosistemas, la diversidad del planeta y para el bienestar y la salud de la población (1,2).

Si bien es cierto que se ha progresado de manera sustancial en la ampliación del acceso a agua potable y saneamiento, existen miles de millones de personas (principalmente en áreas rurales) que aún carecen de estos servicios básicos. En todo el mundo, según datos preocupantes publicados por la ONU en su página web (3), una de cada tres personas no tiene acceso a agua potable salubre, dos de cada cinco personas no disponen de una instalación básica. Aproximadamente, 1700 millones de personas viven en cuencas fluviales en las que el consumo de agua supera la recarga, más de 892 millones de personas defecan al aire libre o en efluentes hídricos, cerca del 80% de las aguas residuales resultantes de actividades humanas se vierten en los ríos o el mar sin ningún tratamiento, lo que provoca su contaminación. Adicionalmente, se estima que alrededor del 70% de todas las aguas extraídas de los ríos, lagos y acuíferos se utilizan para el riego y cada día, en promedio, 1000 niños mueren debido a enfermedades diarreicas asociadas a la falta de higiene.

También es conocido que, en el último siglo, la demanda de agua a nivel mundial ha aumentado debido a la alta tasa de crecimiento demográfico, al cambio climático y a los fenómenos meteorológicos extremos, como sequías e inundaciones que cada vez son originados con más frecuencia (4). Se espera que para el 2030, 700 millones de personas sean desplazadas por una escasez intensa de agua.

Además, la contaminación del agua prolifera cada día, consecuencia directa de las aguas residuales industriales, de las prácticas agrícolas y de la inadecuada eliminación de desechos humanos. Según el Banco Mundial, el mundo enfrenta una crisis en la calidad del agua que disminuye en un tercio el potencial de crecimiento económico en zonas altamente contaminadas y pone en peligro el bienestar humano y ambiental (4).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, la ONU resalta la importancia del recurso hídrico, por ello propuso un objetivo global: "Asegurar agua para todos de forma sostenible" (5). El agua puede suponer un serio desafío para el desarrollo sostenible, pero, gestionada de manera eficiente y equitativa, el agua puede jugar un papel facilitador clave en el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas sociales, económicos y ambientales a la luz de unos cambios rápidos e imprevisibles (6).

En el año 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció que el acceso al agua potable y al saneamiento es un derecho humano, además pidió que se realizarán esfuerzos internacionales para ayudar a los países a proporcionar agua potable e instalaciones de saneamiento salubres, limpias y accesibles. De la misma manera es muy importante conocer el grado de riesgo actual al cual está expuesta la población y así empezar a trabajar en acciones sobre la base del conocimiento generado.

Una de las mayores atenciones es conocer sobre las enfermedades transmitidas o relacionadas con el agua, las cuales se adquieren a través de la exposición directa o indirecta al agua contaminada con agentes patógenos. Principalmente sucede cuando se utiliza el agua en la preparación de alimentos, el riego a los cultivos o la salpicadura en el uso recreativo. Muy a menudo la vía de transmisión es fecal-oral y las principales consecuencias inmediatas se relacionan con la diarrea, que implica deposiciones excesivas, las cuales pueden resultar en la deshidratación y posiblemente la muerte (7).

Según Forstinus et al. (2016) (8), la contaminación fecal del agua potable puede ser esporádica y el grado de contaminación puede ser bajo o fluctuar ampliamente. En comunidades donde los niveles de contaminación son bajos, los suministros pueden no conllevar riesgos mortales. Sin embargo, cuando los niveles de contaminación son altos, los consumidores (especialmente los visitantes, niños, ancianos y los que padecen enfermedades relacionadas con la inmunodeficiencia) pueden correr un riesgo significativo de infección. Las enfermedades transmitidas por el agua pueden ser causadas por bacterias, virus, protozoos y parásitos intestinales. Algunos de los organismos más comunes en

el brote de enfermedades transmitidas por el agua incluyen cólera, disentería amebiana, disentería bacilar (shigelosis), criptosporidiosis, fiebre tifoidea, salmonelosis, enteritis por campilobacterias, diarrea por hepatitis, diarrea por *E. coli*, leptospirosis y poliomiелitis, entre otras.

Todos los seres vivos necesitan agua a una calidad adecuada para su supervivencia, por esta razón debe ser preocupación general de las personas y especialmente de las entidades ambientales y de salud, el seguimiento y buen mantenimiento de los recursos hídricos. La calidad del agua es un modo de definir la riqueza biológica y el valor ambiental de las comunidades de seres vivos asociados al ecosistema, por consiguiente, determinar el tipo de microorganismos presentes en el agua, su concentración y sus características proporciona herramientas indispensables para conocer la calidad de la misma y para la toma de decisiones con relación al control de vertimientos, tratamiento y conservación de ecosistemas, evitando así el riesgo de contaminación de las personas y el ambiente (9,10).

Según la Organización Mundial de la Salud (2022) (11), el desconocimiento del riesgo de fuentes hídricas contaminadas, los servicios de agua y saneamiento inexistentes, insuficientes o gestionados de forma inapropiada, exponen a la población a riesgos que pueden ser prevenibles para su salud.

Existe una gran dificultad para determinar la presencia de todos los microorganismos patógenos involucrados en los procesos de contaminación ambiental. Dicha determinación implica costos elevados, tiempo y laboratorios especializados. Frente a estas dificultades y a la necesidad de hacer una evaluación rápida y fiable de la presencia de patógenos en el agua, se ha planteado la necesidad de trabajar con determinados grupos indicadores. Uno de estos grupos que están en mayor frecuencia en el agua son las bacterias, dentro de los más usados por las entidades ambientales están los microorganismos coliformes debido a su detección rápida y sencilla; estos son contaminantes comunes del trato gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente. Todos pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae*, son bacilos Gram negativos, anaerobios facultativos, no esporulantes, fermentadores de lactosa con producción de gas; constituyen aproximadamente el 10 % de los microorganismos intestinales de los seres humanos y de otros animales (9). La detección de coliformes en el agua indica la contaminación bacteriana reciente y constituye un indicador de degradación de los cuerpos de agua. Sin embargo, diversos estudios demuestran limitaciones asociadas con la aplicación de estas bacterias como indicadores, como es su escasa supervivencia en cuerpos de agua y fuentes no fecales, su habilidad para multiplicarse después de su liberación en una columna

de agua y debilidad frente a los procesos de desinfección, entre otras. Por esta razón entran en juego bioindicadores alternativos como los virus bacterianos (bacteriófagos) (9, 10, 12).

Las entidades ambientales ocasionalmente realizan pruebas rutinarias de análisis para hacer control sobre la calidad de agua. Estas básicamente consisten en evaluar la presencia/ausencia de coliformes y coliformes termo-tolerantes (*E. coli* principalmente). Sin embargo, se requieren análisis más detallados sobre los bioindicadores, de modo que se pueda conocer el grado de amenaza real y adicionalmente evaluar otros indicadores estables e importantes, tales como los colifagos que tienen un marcado efecto sobre la dinámica de las bacterias patógenas (13).

Basado en el contexto del problema de carencia de aplicación de bioindicadores eficientes, recientemente, se han incluido dos grupos de colifagos en diferentes políticas de gestión del agua como indicadores de contaminación fecal viral en agua y alimentos: los colifagos somáticos (CS), que infectan a *E. coli* a través de los receptores de la pared celular, y los colifagos F-específicos (CF-específicos), que infectan a la bacteria a través del pili sexual. Los CS son más abundantes en aguas contaminadas con heces, excepto en aguas recuperadas, aquellas desinfectadas por radiación ultravioleta y algunas muestras de aguas subterráneas que muestran un nivel más alto de CF-específicos. Los CS son morfológicamente similares a los virus entéricos de ADN, mientras que los CF-específicos son similares a los virus de ARN como el norovirus y los virus de la hepatitis A, que son los patógenos virales de interés en las aguas residuales. Para el recuento de colifagos totales se ha propuesto el uso de cepas sensibles a ambos tipos de fagos, evitando así el doble análisis. Los métodos estandarizados disponibles para la detección de colifagos son robustos y rentables, pero la introducción de métodos listos para usar facilitaría la implementación de rutina en los laboratorios. La herramienta disponible más rápida para la enumeración de CS es el *Bluephage* desarrollado en el año 2020, el cual utiliza una cepa de *E. coli* modificada que sobreexpresa  $\beta$ -glucuronido incapaz de absorber el sustrato de glucuronido. La enzima sobreexpresada se acumula dentro de las células bacterianas hasta que se libera por lisis celular inducida por fagos, momento en el que encuentra su sustrato y el medio cambia de amarillo a azul (14).

Los métodos de detección uso frecuente utilizan bacterias indicadoras fecales (BIF) para evaluar la contaminación fecal en aguas recreativas. Sin embargo, se ha demostrado que los virus entéricos son más persistentes en el medio ambiente y resistentes al tratamiento de aguas residuales que las bacterias.

Recientemente, la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. ha propuesto el uso de CS como indicadores virales para proteger mejor contra los brotes virales transmitidos por el agua. Un estudio realizado por Cooksey y colaboradores en el año 2019 (15) tuvo como objetivo detectar y determinar la correlación entre BIF, enterococos, coliformes y virus entéricos humanos (adenovirus humano) en un lago de estuario salobre subtropical. Se recolectaron muestras de agua de 9 sitios recreativos estuarinos en el lago Pontchartrain en el sureste de Luisiana. Las muestras de agua ( $n = 222$ , recolectadas semanalmente) se analizaron en busca de colifagos y BIF mediante métodos basados en cultivos. Las muestras de agua ( $n = 54$ , recolectadas mensualmente) se analizaron en busca de adenovirus humano mediante PCR cuantitativa. Los CS y CF-específicos se encontraron en el 93,7 y el 65,2 % de las muestras con concentraciones medias geométricas de 30 y 3 unidades formadoras de placas (UFP) por 100 ml, respectivamente. Se encontraron enterococos, coliformes fecales y adenovirus en todas las muestras con concentraciones medias geométricas de 27 número más probable (MPN), 77 MPN y  $3,0 \times 10^4$  copias de genes por 100 ml, respectivamente. Las cuencas hidrográficas en áreas suburbanas exhibieron concentraciones significativamente más altas de colifagos y BIF, lo que indica una posible contaminación fecal de los sistemas sépticos. No se observó correlación significativa ( $p > 0,05$ ) entre la presencia de adenovirus y BIF. La presencia de adenovirus humanos en el lago Pontchartrain plantea un importante problema de salud pública tanto para el uso recreativo como para la recolección de productos del mar, ya que aumenta los riesgos de exposición. Este estudio demostró la falta de relación entre las BIF y los patógenos virales humanos en el lago Pontchartrain, lo que respalda un sistema alternativo de vigilancia microbiana, como la detección directa de patógenos y el uso de bioindicadores como los colifagos.

Para Colombia, la legislación aún no incluye el uso de colifagos en el análisis de la calidad de agua. La regulación existente está dada conjuntamente por el Ministerio de Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial a través de la resolución 2115 de 2007, donde se señalan las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad de agua. El análisis se enfoca en la determinación de las características físicas, químicas y microbiológicas, dentro de estas últimas los indicadores incluidos son: coliformes y *E. coli* (0 UFC/100 mL), adicionalmente se incluye a *Giardia* y a *Cryptosporidium*. En otros países, para el análisis de colifagos varios estudios utilizan los protocolos de *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA) debido a su amplia aplicabilidad, reproducibilidad y su uso en normativas internacionales.

En 2014 el Gobierno de Colombia a través del decreto 1287 introduce el análisis de CS únicamente para biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales como una alternativa al indicador de virus entéricos, en este sentido, se establece que el valor de CS para biosólidos categoría A deberá ser menor a 5.00 E (+4) UFC por gramo de biosólido (base seca).

La investigación realizada por Cooksey y colaboradores en el año 2019 (16), constata que los indicadores bacterianos convencionales presentan serios inconvenientes para dar información sobre la persistencia de patógenos virales durante los tratamientos de higienización. Esto exige la búsqueda de indicadores virales alternativos. En este estudio, la capacidad de los CS para actuar como sustitutos de los enterovirus se evaluó en 47 muestras de lodo sometidas a nuevos procesos de tratamiento. Se monitorearon CS, enterovirus infecciosos y copias del genoma de enterovirus. Solo los CS, estuvieron presentes en el lodo en concentraciones que permitieron evaluar el desempeño del tratamiento. Se encontró una relación indicador/patógeno de 4 log<sub>10</sub> (UFP/g) entre CS y enterovirus infecciosos y se evaluó su precisión de detección. Los resultados obtenidos y la existencia de métodos rápidos y estandarizados favorecen la inclusión de la cuantificación de CS en futuros lineamientos para su detección.

Los CS y CF-específicos están ganando terreno como indicadores de contaminación fecal/viral. Las guías y regulaciones a nivel mundial para monitorear agua, biosólidos y alimentos los están incluyendo como parámetros para evaluar la calidad y la eficiencia del tratamiento. Organismos como la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (USEPA) han lanzado métodos sólidos para detectar y cuantificar ambos grupos de fagos en muestras de agua. Aunque estos métodos han demostrado ser fácilmente implementables en los laboratorios de microbiología de rutina, los protocolos más rápidos y fáciles de usar serán muy bienvenidos si la detección de colifagos se vuelve rutinaria en el análisis de la calidad del agua.

A nivel internacional existen protocolos estandarizados para la detección de CS, como las normas: 9211 D APHA (1995), 9224 C y 9224 E APHA (2005), 1601 y 1602 US EPA (2001) y el método ISO 10705-2 (1999). Sobre la base de estos protocolos, algunos países en el mundo han relacionado investigaciones de CS en Guías para calidad de aguas recreacionales y aguas recuperadas. Canadá (2012) *Guidelines for Canadian Recreational Water Quality (Third edition 2012)*, incluye datos de estudios sobre la relación de los niveles del indicador CS con enfermedades gastrointestinales, el valor propuesto a partir del cual se encuentra relación es de 10 UFP/100 mL. Austria (2008) *Guidelines for Ma-*

*naging Risks in Recreational Water (Emerging interest)*, estipula que la concentración de organismos indicadores en aguas residuales sin tratar es de  $10^5 - 10^7$  UFP/100 mL de CS; Estados Unidos (2015), en la guía de *Coliphages as possible indicators of fecal contamination for ambient water quality*, EPA 820-R-15-098 de aguas recreacionales, relacionan que niveles entre 10 y 150 UFP/ 100 mL no producen efectos adversos en la salud (*NOAEL, no observed adverse effect level*), para aguas residuales recuperadas se puntualiza como máximo permisible la media geométrica mensual de CS menor o igual a 5 UFP/100 mL y un nivel máximo diario de CS de 25 UFP/100 mL.

Se ha demostrado a través de diversas investigaciones la importancia de los colifagos como bioindicadores, existe una variedad de mecanismos mediante los cuales estos virus pueden modificar los ecosistemas, la mayoría de estos mecanismos están mediados por la infección a las bacterias. Los colifagos contribuyen al incremento de la diversidad bacteriana ya que pueden mediar el intercambio genético entre bacterias en ambientes acuáticos a través de transducción o liberación de ADN (ácido desoxirribonucleico). En este intercambio genético muy probablemente se puede generar la incorporación de genes asociados a islas de patogenicidad que terminarán facilitando la contaminación de los seres humanos y diversas especies animales, provocando infecciones severas (17, 18, 19, 20, 21).

Blanch y colaboradores (2020) (22), proporcionan en su trabajo una descripción general de los nuevos enfoques que buscan facilitar la detección de colifagos infecciosos incluidos en las pautas y regulaciones. Las mejoras logradas sugieren que en un futuro cercano estarán disponibles kits optimizados capaces de proporcionar resultados en unas pocas horas a costos muy razonables. También se analiza brevemente el potencial de los procedimientos y métodos moleculares basados en sensores microelectrónicos.

Las pautas y regulaciones emergentes sobre la calidad del agua requieren la ausencia de CS en 100 ml de agua, pero la eficiencia de los métodos estandarizados para analizar este volumen de muestra es cuestionable. La metodología de *Bluephage*, que utiliza una cepa hospedera de *E. coli* modificada, supera algunas de las limitaciones metodológicas de los métodos estandarizados. En un máximo de 6,5 horas (2,5 horas para el precultivo de la cepa hospedera y 4 horas para la prueba de presencia/ ausencia), se permite la detección directa de una unidad formadora de placa (UFP) en una muestra de agua de 100 ml. La prueba muestra altos niveles de especificidad para los CS y una precisión comparable con los métodos estandarizados (14).

Se resalta también que este método utiliza la cepa CB12 de *E. coli*, sensible a CS y CF-específicos. El enfoque de Bluephage es una estrategia se puede aplicar para obtener resultados cualitativos y cuantitativos y es aplicable tanto a microplacas como a grandes volúmenes de muestra (100 ml). Además, puede proporcionar monitoreo de masas de agua en tiempo real, como por ejemplo para el monitoreo ambiental de playas recreativas o cuerpos hídricos de importancia turística y de sustento productivo (23).

En la última década, los colifagos se han incluido en muchas normas de calidad del agua como indicadores fecales virales. Sin embargo, los métodos estandarizados utilizados para detectar y cuantificar colifagos difieren en las cepas bacterianas hospederas, los medios de cultivo y las técnicas. En un estudio comparativo realizado por Pascual-Benito (2022), se analizaron muestras de 100 ml de agua mineral potable, agua de río y aguas residuales con los métodos estándar de la Organización Internacional de Normalización (ISO), con métodos basados en la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (U.S. EPA), así como con kits comerciales que combinan un ensayo de una sola capa de agar (SAL) con cepas hospederas bacterianas ISO. Los tres métodos dieron recuentos similares (valor  $p > 0,05$ ) para CS y totales en las matrices con menos de 100 UFP/100 ml, mientras que para los CF-específicos, el método de la EPA de EE. UU. proporcionó números más bajos estadísticamente significativos (valor  $p < 0,05$ ) que los otros dos protocolos, posiblemente porque utiliza una cepa hospedera diferente (*Escherichia coli* HS (*pFamp*) R frente a la cepa ISO *Salmonella enterica serovar Typhimurium* WG49). En muestras con más de 100 UFP/100 ml, el método ISO arrojó recuentos de CS más altos que los otros dos protocolos (valor  $p < 0,05$ ). Dado que los tres métodos proporcionaron resultados similares en agua limpia, el enfoque que combina un ensayo SAL con la cepa hospedera bacteriana ISO podría ser una opción útil para el análisis de colifagos en este tipo de muestra, ya que no requiere un paso de concentración (24).

Por otro lado, es importante resaltar que se están realizando estudios para observar la pertinencia del uso de los colifagos como indicadores de posible presencia del virus SARS-Cov2. Esto basándose en que en los dos últimos años se han descrito altas concentraciones de SARS-CoV-2 en aguas residuales y lodos, ejemplo de esto es una investigación realizada por Varbanov y colaboradores (2021) (25), donde compararon la resistencia del SARS-CoV-2 y CS a los principales factores de inactivación en los tratamientos de lodos (pH y temperatura). Los efectos del tratamiento térmico y el pH en la supervivencia del SARS-CoV-2 y los CS se investigaron en medios simples. El valor T90 (tiempo necesario para

una reducción del 90 % del virus o una disminución de  $1 \times \log_{10}$  a 50 °C fue de unos 4 min para el SARS-CoV-2 infeccioso y de unos 133 min para los CS infecciosos. Para el SARS-CoV-2 infeccioso, se observó una ligera disminución ( $<1 \log_{10}$  unidad) a pH 9 o 10 durante 10 min; la disminución fue de más de 5 unidades  $\log_{10}$  a pH 11. Sin embargo, tanto el genoma del SARS-CoV-2 como de los CS infecciosos disminuyeron menos de 1 unidad  $\log_{10}$  a pH 12. Todos los tratamientos térmicos o basados en el pH que pueden eliminar o reducir significativamente los CS ( $>4 \log_{10}$ ) pueden considerarse tratamientos eficaces para el SARS-CoV-2 infeccioso. Se concluyó que los CS pueden considerarse indicadores altamente conservadores y fáciles de usar en la inactivación del SARS-CoV-2 durante tratamientos basados en calor y pH alcalino.

En una revisión realizada por Singh y Hassard (2022) (26), se evaluaron los tipos y fuentes de colifagos y su destino y comportamiento en las fuentes de agua y en los sistemas de tratamiento. Los CS y CF-específicos abundan en las fuentes de agua potable y se utilizan como indicadores de contaminación fecal. La abundancia de colifagos no se correlaciona consistentemente con la abundancia de virus entéricos humanos, pero refleja adecuadamente los riesgos de exposición a los virus entéricos humanos. Los colifagos tienen características superficiales muy variables con respecto a la morfología, el tamaño, la carga, el punto isoeléctrico y la hidrofobicidad, que en conjunto interactúan para regular las características de partición y eliminación durante el tratamiento del agua. Los grupos de CS y F-específicos son valiosos para investigar la eliminación del virus durante los pasos del tratamiento del agua y como indicadores para la evaluación de la calidad del agua viral. Los análisis de nivel de cepa brindan más información sobre fuentes específicas de contaminación viral, pero no son prácticos para el monitoreo de rutina. Aún no se han establecido vínculos consistentes entre las herramientas de monitoreo rápido en línea (p. ej., turbidez, contadores de partículas y citometría de flujo) y los fagos en el agua potable, pero se recomiendan como un área futura de actividad de investigación. Esto podría permitir el monitoreo en tiempo real de virus y mejorar la comprensión del proceso durante eventos operativos transitorios. También se analizan las emocionantes perspectivas futuras (27) para el uso de colifagos en la microbiología acuática en función de la evidencia científica actual y las necesidades prácticas.

Finalmente, es conveniente mencionar que existen poblaciones rurales que hacen uso de pozos para surtir la necesidad de agua. No obstante, estas fuentes no tienen un seguimiento continuo y permanente por parte de las entidades gubernamentales y de salud pública. En un estudio sobre la calidad

de agua de los pozos publicado en el año 2021 por Stallard y colaboradores (28), en Estados Unidos, se caracterizó la aparición de CS y CF-específicos, junto con BIF. Si bien las ocurrencias de *E. coli* fueron raras y la frecuencia de coliformes fue generalmente baja (~20 %), los CS y CF-específicos fueron detectables en el 66 % y el 54 % de las muestras, respectivamente. Las concentraciones de CF-específicos fueron mensualmente más altas que las de CS en cada condado. Las lluvias parecen estar influyendo en parte en las concentraciones más altas de colifagos en diciembre, enero y febrero. Esta investigación subraya la necesidad de una mayor vigilancia en los pozos y la consideración del uso de colifagos para caracterizar mejor la ocurrencia de contaminación fecal en el momento del muestreo, especialmente durante los meses más lluviosos.

Lo anteriormente expuesto, soporta el uso de los colifagos como indicadores de contaminación de las fuentes hídricas, de la misma manera se presenta el panorama de preocupación mundial por la afectación que estos cuerpos están sufriendo por causa de las diferentes intervenciones antropogénicas en sus diferentes manifestaciones (29, 30), ocasionando de forma directa enfermedades de vinculación hídrica, desbalance de los ecosistemas y escasez de agua en diferentes poblaciones.

## Referencias

1. López Martínez ML, Madroñero Palacios SM. Estado trófico de un lago tropical de alta montaña: Caso Laguna de la Cocha. Cienc Ing Neogranadina [Internet]. 2015;25(2):21. Available from: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1430>
2. Edmondson WT. MARGALEF, R. 1983. Limnología. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 1010 p. Limnol Oceanogr [Internet]. 1984;29(6):1349–1349. Available from: <http://dx.doi.org/10.4319/lo.1984.29.6.1349b>
3. Wwww.un.org. [cited 2023 Apr 25]. Available from: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
4. Wwww.un.org. [cited 2023 Apr 25]. Available from: <https://www.un.org/es/climate-change/science/climate-issues/water>
5. ODS 6 Agua limpia y saneamiento [Internet]. Pacto Mundial. 2021 [cited 2023 Apr 25]. Available from: <https://www.pactomundial.org/ods/6-agua-limpia-y-saneamiento/>

6. Decenio Internacional para la Acción “El agua, fuente de vida” 2005-2015. Área temática: Agua y desarrollo sostenible. [cited 2023 Apr 25]; Available from: [https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water\\_and\\_sustainable\\_development.shtml](https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml)
7. Leclerc H, Schwartzbrod L, Dei-Cas E. Microbial agents associated with waterborne diseases. *Crit Rev Microbiol* [Internet]. 2002;28(4):371–409. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/1040-840291046768>
8. Forstinus N, Ikechukwu N, Emenike M, Christiana A. Water and waterborne diseases: A review. *Int J Trop Dis Health* [Internet]. 2016;12(4):1–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.9734/ijtdh/2016/21895>
9. Arcos Pulido MDP, Ávila de Navia MSC SL, Estupiñán Torres MSC SM, Gómez Prieto AC. Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *Nova* [Internet]. 2005;3(4):69. Available from: <http://dx.doi.org/10.22490/24629448.338>
10. Larrea JA, Rojas MM, Romeu B, Rojas M, Heydrich M. Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC : Ciencias Biológicas*. 2013;44(3):24–34.
11. Agua para consumo humano [Internet]. Who.int. [cited 2023 Apr 25]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
12. Osmani M, Mali S, Hoxha B, Bekteshi L, Karamelo P, Gega N. Drinking water quality determination through the water pollution indicators, Elbasan district. University of Salento; 2019.
13. Uribe JP, Ministro R, Darío I, Ortiz G, Estrada A, Subdirectora De Salud E, et al. INFORME NACIONAL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO – INCA 2017 [Internet]. Gov.co. [cited 2023 Apr 25]. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/calidad-del-agua-inca-2017.pdf>

14. Méndez J, Toribio-Avedillo D, Mangas-Casas R, Martínez-González J. Bluephage, a method for efficient detection of somatic coliphages in one hundred milliliter water samples. *Sci Rep* [Internet]. 2020;10(1):2977. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-60071-w>
15. Cooksey EM, Singh G, Scott LC, Aw TG. Detection of coliphages and human adenoviruses in a subtropical estuarine lake. *Sci Total Environ* [Internet]. 2019;649:1514–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.322>
16. Martín-Díaz J, Casas-Mangas R, García-Aljaro C, Blanch AR, Lucena F. Somatic coliphages as surrogates for enteroviruses in sludge hygienization treatments. *Water Sci Technol* [Internet]. 2016;73(9):2182–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2016.066>
17. Abedon ST. Bacteriophage ecology: Population growth, evolution, and impact of bacterial viruses. Cambridge, England: Cambridge University Press; 2008.
18. Brezina SS, Baldini MD. Detection of somatic coliphages as indicators of faecal contamination in estuarine waters. *Rev Argent Microbiol*. 2008;40(1):72–4.
19. Campos C, Méndez J, Venegas C, Riaño LF, Castaño P, Leiton N, et al. Aptness of *Escherichia coli* host strain CB390 to detect total coliphages in Colombia. *Sci Rep* [Internet]. 2019;9(1):9246. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-45775-y>
20. Jackson EF, Jackson CR. Viruses in wetland ecosystems. *Freshw Biol* [Internet]. 2008;53(6):1214–27. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01929.x>
21. McMinn BR, Huff EM, Rhodes ER, Korajkic A. Concentration and quantification of somatic and F+ coliphages from recreational waters. *J Virol Methods* [Internet]. 2017;249:58–65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jviromet.2017.08.006>

22. Blanch AR, Lucena F, Muniesa M, Jofre J. Fast and easy methods for the detection of coliphages. *J Microbiol Methods* [Internet]. 2020;173(105940):105940. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mimet.2020.105940>
23. Toribio-Avedillo D, Martín-Díaz J, Jofre J, Blanch AR, Muniesa M. New approach for the simultaneous detection of somatic coliphages and F-specific RNA coliphages as indicators of fecal pollution. *Sci Total Environ* [Internet]. 2019;655:263–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.198>
24. Pascual-Benito M, Jorba-Plassa A, Casas-Mangas R, Blanch AR, Martín-Díaz J. Comparison of methods for the enumeration of coliphages in 100 mL water samples. *Sci Total Environ* [Internet]. 2022;838(Pt 3):156381. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156381>
25. Varbanov M, Bertrand I, Philippot S, Retourney C, Gardette M, Hartard C, et al. Somatic coliphages are conservative indicators of SARS-CoV-2 inactivation during heat and alkaline pH treatments. *Sci Total Environ* [Internet]. 2021;797(149112):149112. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149112>
26. Singh S, Pitchers R, Hassard F. Coliphages as viral indicators of sanitary significance for drinking water. *Front Microbiol* [Internet]. 2022;13:941532. Available from: <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2022.941532>
27. McCallin S, Sacher JC, Zheng J, Chan BK. Current state of compassionate phage therapy. *Viruses* [Internet]. 2019;11(4):343. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/v11040343>
28. Stallard MA, Mulhern R, Greenwood E, Franklin T, Engel LS, Fisher MB, et al. Occurrence of male-specific and somatic coliphages and relationship with rainfall in privately-owned wells from periurban and rural households. *Water Res X* [Internet]. 2021;12(100102):100102. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wroa.2021.100102>

29. Burbano-Rosero EM, Ueda-Ito M, Kisielius JJ, Nagasse-Sugahara TK, Almeida BC, Souza CP, et al. Diversity of somatic coliphages in coastal regions with different levels of anthropogenic activity in São Paulo State, Brazil. *Appl Environ Microbiol* [Internet]. 2011;77(12):4208–16. Available from: <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.02780-10>
  
30. Oneill J, Davies S, Rex J, White L, Murray R. Review on antimicrobial resistance. Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations. London: Wellcome Trust and UK Government. 2016.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons  
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

# Accesibilidad al consumo de marihuana en escolarizados colombianos

Laura Melissa González Zipa<sup>1</sup> , Daniela Andrea Pérez Espitia<sup>1</sup> , Paula Andrea Reyes Fernández<sup>2</sup>,   
Marcela América Roa Cubaque<sup>1</sup> , Javier Martínez Torres<sup>3</sup> 

## Resumen

**Introducción:** El consumo de marihuana es una problemática de salud pública y cobra relevancia en la población escolar.

**Objetivo:** Describir la accesibilidad de consumo de marihuana por características sociodemográficas, relaciones familiares y de consumo en escolarizados colombianos 2016.

**Material y métodos:** Estudio descriptivo, transversal, secundario del Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Población Escolar Colombia 2016, con una muestra de 80 018 estudiantes, mediante análisis univariado y bivariado.

**Resultados:** A partir del análisis de la muestra de escolares, el promedio de edad de consumo de marihuana es de 15,55 años; el 51,9% eran mujeres. La mayoría de los escolares estudian en colegios mixtos (96,11%); un 37,3% considera que le sería fácil conseguir marihuana; aquellos que manifestaron ser consumidores actuales de marihuana, los que manifiestan que todos sus amigos son consumidores y aquellos que conviven con un consumidor mostraron ser los que percibían muy fácil acceder a la marihuana (88,0%, 80,1% y 71,6%, respectivamente).

**Conclusiones:** Existe una alta proporción de adolescentes que perciben un acceso muy fácil a la marihuana, y los consumidores o aquellos que se relacionan con consumidores fueron quienes percibían en mayor proporción un fácil acceso a la marihuana. Se sugieren intervenciones que puedan contrarrestar este fenómeno.

**Palabras clave:** estudiantes; factores de riesgo. abuso de marihuana; adolescente.

<sup>1</sup> Universidad de Boyacá (Tunja, Colombia).

<sup>2</sup> Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja, Colombia).

<sup>3</sup> Universidad de Pamplona (Pamplona, Colombia).

**Autora de correspondencia:** Marcela América Roa Cubaque. Correo electrónico: maroa@uniboyaca.edu.co

### Citar este artículo así:

González Zipa LM, Pérez Espitia DA, Reyes Fernández PA, Roa Cubaque MA, Martínez Torres J. Accesibilidad al consumo de marihuana en escolarizados colombianos. Rev Investig Salud Univ Boyacá. 2022;9(2): 27-43. <https://doi.org/10.24267/23897325.752>

## Marijuana Accessibility Among Colombian School children

### Abstract

**Introduction:** Marijuana use is a public health problem and becomes relevant in the school population.

**Objective:** To describe the accessibility of marijuana use by sociodemographic characteristics, family relationships and consumption in Colombian schoolchildren in 2016.

**Material and methods:** Descriptive, cross-sectional, secondary study of the National Study of Psychoactive Substance Consumption in Colombia School Population – 2016, with a sample of 80,018 students, through univariate and bivariate analysis.

**Results:** After analyzing the sample, the average age of marijuana use is 15.55 years; 51.9% were women. Most of the schoolchildren study in mixed schools (96.11%); 37.3% consider that it would be easy for them to obtain marijuana. Those who stated that they were current users of marijuana, those who stated that all their friends were users, and those who lived with a consumer were the ones who perceived it to be very easy to access marijuana (88.0%, 80.1%, and 71.6%, respectively).

**Conclusions:** There is a high proportion of adolescents who perceive a very easy access to marijuana, consumers or those who are related to consumers were the ones who perceived a greater proportion of easy access to marijuana. Interventions that can counteract this phenomenon are suggested.

**Keywords:** students; risk factors. marijuana abuse; adolescent.

## Acessibilidade do uso da maconha entre os estudantes colombianos

### RESUMO

**Introdução:** O uso de maconha é uma questão de saúde pública e é relevante para a população escolar.

**Objetivo:** Descrever a acessibilidade do uso da maconha por características sociodemográficas, relações familiares e consumo nas crianças colombianas em idade escolar em 2016.

**Materiais e métodos:** estudo descritivo, transversal, secundário do Estudo Nacional do Uso de Substâncias Psicoativas na População Escolar Colombiana 2016, com uma amostra de 80 018 alunos, utilizando análise univariada e bivariada.

**Resultados:** Da análise da amostra Da escola, a idade média de uso da maconha foi de 15,55 anos; 51,9% eram mulheres. A maioria das crianças em idade escolar estudam em escolas coeducacionais (96,11%); 37,3% consideram que seria fácil para elas obter maconha; aqueles que relataram ser usuários atuais de maconha, aqueles que relataram que todos os seus amigos são usuários e aqueles que vivem com um usuário foram aqueles que perceberam ser muito fácil o acesso à maconha (88,0%, 80,1% e 71,6%, respectivamente).

**Conclusões:** Há uma elevada proporção de adolescentes que percebem um acesso muito fácil à maconha, e os usuários ou aqueles que se associam aos usuários foram os mais propensos a perceber um acesso fácil à maconha. São sugeridas intervenções que podem contrariar este fenômeno.

**Palavras-chave:** estudantes; fatores de risco; abuso de maconha; adolescente.

## INTRODUCCIÓN

Las sustancias psicoactivas (SPA) son sustancias químicas de origen natural o sintético que alteran el sistema nervioso central y afectan el estado de ánimo y las funciones mentales superiores; pueden ser legales o ilegales (1,2). El consumo de SPA es un problema de salud pública mundial, y la marihuana es la droga ilícita más consumida en todo el mundo. En Colombia, el 8,3% de la población la ha consumido al menos una vez en la vida (2). Según la Encuesta Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas, se estima que el 4,3% de la población entre 12 y 17 años ha consumido, al menos, una vez en la vida SPA ilegales (2,3).

Ello cobra relevancia en la etapa escolar, dado que es cuando se dan los primeros acercamientos y cuando es menor su percepción de riesgo, lo que genera una mayor predisposición de adicción o dependencia psicológica o física. La Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud han calculado un riesgo de dependencia del 16% en las personas que inician el consumo en la adolescencia, además de consecuencias negativas tanto para la salud física como para la salud mental, a mediano y largo plazo (4,5). Este comportamiento responde a factores individuales y del contexto en el que se desenvuelven las personas, como son factores sociales, culturales, económicos y políticos (3).

Según la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, para el 2019 Colombia era el cuarto país de Latinoamérica con mayor uso de marihuana (6). La prevalencia es mayor en hombres que en mujeres, en un rango de edad de los 12 a los 34 años (7). En países como Canadá, Estados Unidos y Uruguay, el consumo de marihuana es mayor en la población que se encuentra en edades entre los 12 y los 17 años (8). Así mismo, un estudio de México demostró un crecimiento acelerado del consumo de marihuana, principalmente en los hombres (9). Por otra parte, el 50% de la población considera que es fácil conseguir marihuana (7). Desde el 2016, en el país está aprobada la dosis personal del consumo de marihuana, el cultivo y uso del cannabis como producto medicinal (10).

La adolescencia es una etapa del ciclo vital de cambios psicológicos y físicos determinados por el medio social, los cuales se pueden convertir en factores protectores o de riesgo (5,11,12). El mayor factor protector lo constituye una adecuada dinámica familiar; mientras que los factores de riesgo más influyentes son ausencia de disciplina y crianza, consumo por parte de padres o pares y mayor disponibilidad y acceso a las drogas (4,13-15). La curiosidad que tienen los adolescentes por experimentar sensaciones novedosas y estímulos gratificantes es un factor de riesgo de importancia para el inicio del consumo de SPA. Las redes sociales también extienden la presión que ejercen los

pares para iniciar el consumo, donde la exposición constante a estas puede contribuir a que la problemática se intensifique (16).

El consumo de SPA, en especial la marihuana, en contextos escolares es relevante, dado que la influencia de los factores de riesgo hace que a través del tiempo se considere su aceptación en etapas más tempranas de vida del ser humano (17). El consumo de drogas es un fenómeno complejo, heterogéneo y dinámico a través del tiempo, donde no han sido eficaces las políticas existentes para disminuir y atacar el problema creciente de las drogas, al punto que se ha replanteado el enfoque a la población más susceptible, como lo son los adolescentes (18).

Se ha documentado que en la motivación de consumo influye, en gran medida, la facilidad de acceso. No obstante, en el caso de la marihuana, los estudios son muy limitados, tal vez, por ser una droga ilegal, y la evidencia no se ha estudiado con tanta profundidad. Por ende, es necesario llevar a cabo estudios que permitan diagnosticar cómo se percibe la accesibilidad para generar estrategias en políticas públicas en ámbitos escolares que aborden las acciones de control de oferta. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es describir la accesibilidad al consumo de marihuana por características sociodemográficas, relaciones familiares y de consumo en escolarizados colombianos, en el 2016.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Tipo de estudio.* Este fue un estudio descriptivo transversal. Se realizó un análisis secundario al Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Población Escolar Colombia 2016 (1).

*Población y muestra.* La población estuvo compuesta por 3 243 377 estudiantes de los grados séptimo a once, con edades comprendidas entre los 12 y los 18 años, pertenecientes a 13 282 sedes educativas de 10 969 instituciones tanto públicas como privadas (femeninos, masculinos y mixtos), de jornada diurna (mañana y tarde), de todos los calendarios, en 991 municipios de todos los departamentos y zonas (rural y urbana) del país. La muestra estuvo comprendida por 82 761 estudiantes que pertenecían a 1 189 sedes educativas con educación secundaria, de las cuales se recolectó información de 10 97 con un ajuste a 80 018 encuestados. El diseño es probabilístico, multietápico, estratificado y por conglomerados. Para más detalles sobre el diseño muestral, se recomienda revisar el Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Población Escolar Colombia (1).

*Procedimientos.* La recolección de los datos fue llevada a cabo por un grupo de 153 expertos en aplicación de encuestas a menores de edad, conformado por un director, cinco coordinadores, 122 facilitadores y 25 supervisores, quienes se

encargaron de verificar la correcta selección de grados, la aplicación de la encuesta, así como las condiciones de presentación, identificación y logística determinada. Para el presente análisis las variables utilizadas fueron:

- a. Edad.
- b. Sexo: hombre y mujer.
- c. Tipo de colegio según género: masculino, femenino y mixto.
- d. Relación con la madre: excelente, buena, regular, mala, nunca la ves-indiferente, no la conoces, no sabe/no responde.
- e. Relación con el padre: excelente, buena, regular, mala, nunca lo ves-indiferente, no lo conoces, no sabe/no responde.
- f. ¿Ha consumido alguna vez marihuana?: sí, no, no sabe/no responde.
- g. Accesibilidad para conseguir marihuana: me sería fácil, me sería difícil, no podría conseguir, no sé/no responde.
- h. Consumo de marihuana en los últimos 30 días: sí no, no sabe/no responde.

i. ¿Alguna de las personas que conviven en la casa u hogar consume marihuana?: sí, no, no sabe/no responde.

j. De los amigos cercanos, ¿qué tantos consumen marihuana?: no sé, ninguno, menos de la mitad, la mitad, más de la mitad, todos, no sabe/no responde.

### **Análisis estadístico**

En la primera fase se realizó un análisis univariado, para la variable cuantitativa con medidas de tendencia central (promedio y mediana) y medidas de dispersión (desviación estándar y rango) de acuerdo con la simetría de las variables. En tanto que para las variables cualitativas se generaron indicadores de proporción (frecuencia porcentual y absoluta).

### **Consideraciones éticas**

Esta investigación se ciñe a la normatividad descrita en la Resolución 8430 de 1993, promulgada por el Ministerio de Salud de Colombia. El Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Población Escolar Colombiana 2016 (2) tuvo un Comité de Ética, que avaló cada uno de los procedimientos. Adicionalmente, ese análisis secundario se adhiere a los puntos establecidos en la declaración GATHER y todos los componentes éticos necesarios para desarrollar investigación en general.

## RESULTADOS

La muestra estuvo compuesta por 80018 escolares, de los cuales el 51,9% eran mujeres. Las edades en general oscilaron entre 12 y 18 años, con una edad promedio de 15,1 años (DE: 1,6). El 96,11% de los encuestados pertenece a colegio mixto, el 4,28% eran consumidores actuales de marihuana, un 4,66% convivía con un consumidor y un 40,27% no tiene amigos consumidores.

De acuerdo con la facilidad para acceder a la marihuana, el 37,33% considera que le sería fácil, la mayoría de la población (54,66%) manifiesta tener una excelente relación con su madre; mientras que el 33,91% manifiesta tener buena relación con su padre. Los demás datos de las características sociodemográficas se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Distribución de características sociodemográficas, relaciones familiares y relacionadas con el consumo y accesibilidad de marihuana según sexo en escolarizados colombianos

	Hombre	Mujer	Ns/Nr	Total
<b>Edad [DS]</b>	15,18 [1,643]	15,10 [1,640]	14,99 [1,591]	15,14 [1,642]
<b>Tipo de colegio según género [n (%)]</b>				
Masculino	243 (1,27)	0 (0)	0 (0)	243 (0,59)
Femenino	0 (0)	3241 (6,33)	0 (0)	3241 (3,29)
Mixto	36787 (98,73)	38875 (93,66)	872 (100)	76534 (96,11)
<b>Relación con la madre [n (%)]</b>				
Excelente	21225 (57,57)	21728 (52,17)	425 (47,8)	43378 (54,66)
Buena	9813 (26,64)	12227 (28,77)	225 (27,53)	22265 (27,76)
Regular	2884 (7,15)	5146 (11,79)	86 (8,97)	8116 (9,58)
Mala	452 (1,12)	756 (1,77)	17 (1,34)	1225 (1,46)
Nunca la ves-indiferente	171 (0,45)	235 (0,54)	3 (0,12)	409 (0,49)
No la conoces	118 (0,32)	132 (0,33)	3 (0,61)	253 (0,33)
Ns/Nr	2367 (6,73)	1892 (4,61)	113 (13,61)	4372 (5,71)
<b>Relación con el padre n (%)</b>				
Excelente	14067 (38,82)	11998 (29,55)	264 (30,32)	26329 (33,91)
Buena	9498 (25,61)	11593 (27,18)	193 (21,25)	21284 (26,38)

<b>Relación con el padre n (%)</b>				
Regular	5152 (13,29)	7941 (18,03)	129 (15,57)	13222 (15,78)
Mala	1215 (2,99)	2177 (4,89)	33 (3,69)	3425 (3,99)
Nunca lo ves-indiferente	863 (2,17)	1381 (3,16)	15 (1,35)	2259 (2,68)
No lo conoces	858 (2,13)	1034 (2,51)	18 (1,81)	1910 (2,32)
Ns/Nr	5377 (14,98)	5992 (14,66)	220 (25,99)	11589 (14,94)
<b>Accesibilidad para conseguir marihuana [n (%)]</b>				
Me sería fácil	14574 (37,09)	16530 (37,64)	314 (37,33)	31418 (37,33)
Me sería difícil	2035 (5,79)	1835 (4,70)	42 (5,22)	3912 (5,22)
No podría conseguir	2399 (7,09)	2313 (5,59)	54 (6,30)	4766 (6,30)
No se	17194 (47,39)	20742 (50,02)	415 (48,78)	38351 (48,78)
No responde	88 (2,63)	696 (2,03)	47 (2,35)	1571 (2,35)
<b>Consumo de marihuana en los últimos 30 días [n (%)]</b>				
Sí	1949 (5,18)	1504 (3,48)	40 (4,01)	3493 (4,28)
No	35081 (94,81)	40612 (96,52)	832 (95,99)	76525 (95,71)
<b>¿Alguna de las personas que conviven en la casa u hogar consume marihuana? [n (%)]</b>				
Sí	1580 (4,14)	2321 (5,18)	37 (2,39)	3938 (4,66)
No	31886 (85,65)	36641 (86,69)	720 (80,87)	69247 (86,14)
No sé	1881 (5,28)	1713 (4,41)	36 (3,89)	3630 (4,81)
No responde	1683 (4,91)	1441 (3,71)	79 (12,84)	3203 (4,38)
<b>De los amigos cercanos, ¿qué tantos consumen marihuana? [n (%)]</b>				
Todos	463 (1,33)	467 (0,94)	7 (0,44)	937 (1,12)
Más de la mitad	1031 (2,59)	1379 (3,29)	31 (2,59)	2441 (2,95)
La mitad	1477 (3,84)	1851 (4,46)	33 (4,93)	3361 (4,17)
Menos de la mitad	5982 (15,16)	6893 (15,55)	117 (10,97)	12992 (15,32)
Ninguno	14493 (39,22)	17398 (41,35)	326 (34,05)	32217 (40,27)
No se	11986 (33,11)	12839 (31,12)	282 (33,11)	25107 (32,08)
Ns/Nr	1598 (4,72)	1289 (3,27)	76 (13,9)	2963 (4,08)

n: frecuencia absoluta; %: porcentaje; promedio; DS: desviación estándar; Ns/Nr: no sabe/no responde.

De acuerdo con la accesibilidad a la marihuana, el 37,33 %, que corresponde al rango de edad de 15,55 [1,516], considera que le sería fácil acceder a la marihuana. Con respecto a la población que manifiesta que todos sus amigos son consumidores y aquellos que conviven con un consumidor, mostraron en mayor proporción ser los que percibían muy fácil acceder a la marihuana (80,15 %

y 71,56 %, respectivamente). Los hombres y los que no tienen amigos consumidores mostraron ser los que percibían en mayor proporción muy difícil acceder a la marihuana (5,79 % y 6,081 %, respectivamente). Los demás datos sobre la distribución de la facilidad al acceso a la marihuana se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Distribución de la accesibilidad a la marihuana por características sociodemográficas, relaciones familiares y relacionadas con el consumo en escolarizados colombianos

	Me sería fácil	Me sería difícil	No podría conseguir	No sé	No responde
<b>Edad [DS]</b>	15,55 [1,516]	14,95 [1,631]	14,61 [1,684]	14,89 [1,659]	14,88 [1,697]
<b>Total</b>	31 418 (37,33)	3912 (5,22)	4766 (6,30)	38 351 (48,77)	1571 (2,32)
<b>Sexo [n (%)]</b>					
Hombre	14574 (37,09)	2035 (5,79)	2399 (7,09)	17 194 (47,39)	828 (2,63)
Mujer	16530 (37,64)	1835 (4,70)	2313 (5,59)	20 742 (50,02)	696 (2,03)
Ns/Nr	314 (33,34)	42 (5,50)	54 (6,28)	415 (49)	47 (5,87)
<b>Tipo de colegio según género [n (%)]</b>					
Masculino	94 (46,03)	14 (4,78)	19 (6,26)	110 (41,3)	6 (1,62)
Femenino	1260 (37,45)	170 (5,02)	224 (5,65)	1559 (51,04)	28 (0,82)
Mixto	30 064 (37,27)	3728 (5,23)	4523 (6,32)	36 682 (48,75)	1537 (2,41)
<b>Relación con la madre [n (%)]</b>					
Excelente	15242 (33,3)	2105 (5,23)	2865 (6,93)	22 387 (52,4)	779 (2,11)
Buena	9538 (40,77)	1175 (5,48)	1167 (5,39)	10052 (46,38)	333 (1,96)
Regular	4125 (49,67)	368 (5,03)	351 (4,95)	3159 (38,81)	113 (1,54)
Mala	736 (60,59)	41 (5,36)	40 (2,88)	391 (29,46)	17 (1,70)
Nunca la ves-indiferente	204 (47,59)	28 (5,68)	21 (5,53)	143 (36,03)	13 (5,16)
No la conoces	107 (41,96)	16 (6,29)	9 (3,96)	112 (42,94)	9 (4,83)
Ns/Nr	1466 (31,40)	179 (4,03)	313 (8,09)	2107 (48,67)	307 (7,81)

	<b>Me sería fácil</b>	<b>Me sería difícil</b>	<b>No podría conseguir</b>	<b>No sé</b>	<b>No responde</b>
<b>Relación con el padre [n (%)]</b>					
Excelente	8536 (30,62)	1268 (5,24)	1842 (7,32)	14 183 (54,77)	500 (2,04)
Buena	8446 (38,14)	1218 (5,63)	1226 (6,09)	10 144 (48,65)	250 (1,47)
Regular	6172 (44,73)	614 (5,38)	660 (5,35)	5583 (42,79)	193 (1,74)
Mala	1827 (51,95)	141 (5,63)	160 (5,23)	1251 (36,01)	46 (1,17)
Nunca lo ves-indiferente	1167 (52,57)	107 (5,57)	88 (3,88)	883 (36,68)	14 (1,28)
No lo conoces	883 (47,13)	106 (5,82)	78 (3,23)	816 (42,38)	27 (1,42)
Ns/Nr	4387 (35,14)	458 (4,01)	712 (6,58)	5491 (38,31)	541 (5,94)
<b>Consumo de marihuana en los últimos 30 días [n (%)]</b>					
Sí	3083 (88,03)	104 (3,02)	35 (1,29)	233 (6,97)	38 (0,67)
No	28 335 (35,06)	3808 (5,32)	4731 (6,53)	38 118 (50,65)	1533 (2,43)
<b>¿Alguna de las personas que conviven en la casa u hogar consume marihuana? [n (%)]</b>					
Sí	2879 (71,56)	161 (4,45)	102 (3,08)	755 (19,47)	41 (1,43)
No	25 882 (35,59)	3465 (5,3)	4342 (6,68)	34 501 (50,64)	1057 (1,78)
No sé	1536 (39,6)	150 (5,17)	132 (3,78)	1745 (49,14)	67 (2,29)
No responde	1121 (32,66)	136 (4,64)	190 (5,1)	1350 (42,96)	406 (14,64)
<b>De los amigos cercanos, ¿qué tantos consumen marihuana? [n (%)]</b>					
Todos	743 (80,15)	24 (3,33)	11 (1,20)	151 (14,65)	8 (0,65)
Más de la mitad	2104 (84,02)	58 (2,9)	26 (0,93)	230 (10,92)	23 (1,22)
La mitad	2693 (79,2)	119 (3,71)	56 (1,60)	457 (13,95)	36 (1,53)
Menos de la mitad	9034 (69,08)	676 (5,49)	332 (2,36)	2853 (22,24)	97 (0,81)
Ninguno	8353 (24,27)	1765 (6,08)	2923 (9,55)	18 618 (58,11)	558 (1,99)
No sé	7533 (28,35)	1148 (4,58)	1242 (5,46)	14 763 (59,62)	421 (1,98)
Ns/Nr	958 (29,18)	122 (4,57)	176 (5,78)	1279 (43,58)	428 (16,88)
n: frecuencia absoluta; %: porcentaje; promedio; DE: desviación estándar; Ns/Nr: no sabe/no responde.					

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se observó que la edad de la población evaluada en hombres fue de 15,18 años (DE: 1,6), y de las mujeres, de 15,10 años (DEL: 1,6). En el estudio de Martínez-Torres et al. (11), un análisis secundario del estudio Emtamplona-Emtajoven Pamplona con una población de 814 estudiantes, se concluyó que la edad de los incluidos fue de 13,92 años (DE: 1,90), que es menor a la observada en el presente estudio. De acuerdo con el estudio de Aguirre Guiza et al. (19), donde abordaron a 173 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la Institución Educativa Técnica San Luis Gonzaga, del corregimiento de Chicoral (Colombia), del total de los encuestados, el 54,6% eran hombres y el 45,4% eran mujeres con edades entre los 14 y los 19 años.

Con respecto al consumo de marihuana, y de acuerdo con lo establecido en el *Informe sobre consumo de drogas en las Américas* de 2019 (7), se estableció que el consumo de marihuana es más frecuente entre la población adolescente y adulta joven, en un rango de edad entre los 18 y los 34 años; el grupo de 12 a 17 años es el segundo con mayor consumo. En el Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Población Escolar Colombia del 2011, los datos reportados frente a la edad de escolares y prevalencia de consumo de marihuana en los últimos 12 meses en el grupo de 11 a 12 años es

del 1,2%, que aumenta al 5,4% entre los escolares de 13 a 15 años, y a un 10,1% en el grupo de 16 a 18 años (20). Según lo evidenciado en el presente estudio el consumo de marihuana en las edades entre 12 y 18 años, es mínimo comparado con los reportes de otros países.

El *Informe sobre consumo de drogas en las Américas* del 2019 menciona que el consumo entre los hombres pasó del 6,4% en 1994 al 18,4% en el 2016, y el de las mujeres, del 1,9% al 10,6% en el mismo periodo, lo que muestra un aumento (7). En el Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Población Escolar Colombia del 2011 se encontró que del 7% de los escolares de Colombia que declararon haber fumado marihuana alguna vez en su vida, el 8,6% son hombres y el 5,5% son mujeres (20). Villatoro et al. (9) mencionan en su estudio que de 52 171 estudiantes de primaria y 114 364 de bachillerato, el 18,6% de los hombres y el 15,9% de las mujeres han consumido alguna vez drogas; de estos el 7,6% consumió marihuana en el último año (9,2% en hombres y 6,1% en mujeres). De acuerdo con los resultados del presente estudio, estos son similares en lo relacionado con el consumo de marihuana por sexo.

En cuanto a la relación con los padres, en el estudio de Aguirre-Guiza et al. (19) se destaca que en los estudiantes que han presentado consumo de SPA los porcentajes más altos se dan en los

pertenecientes a la familia nuclear; el 25,6% de los consumidores pertenecen a la familia monoparental y el 9,8% corresponden a la familia extensa. Álvarez-López et al. (15), en su estudio a 235 estudiantes de un colegio público de Pereira (Colombia), entre 10 y 19 años de edad, encontraron que la adecuada supervisión de los padres es un factor protector frente al consumo de SPA ( $p < 0,05$ ;  $OR < 1$ ). Así, al comparar con otros estudios, se encontró que González Trujillo et al. (12) dan gran importancia a los factores sociales de riesgo, donde solamente el 36% de los adolescentes pertenecía a familias disfuncionales, con padres consumidores (19%) de SPA legales (alcohol o tabaco). En los resultados del presente estudio se identificó que un amplio porcentaje de escolares manifiestan tener una excelente relación con los padres.

En esta investigación se analizó si alguna de las personas que conviven en el hogar consume marihuana, donde el 86,14% de los escolares no conviven con alguna persona consumidora de esta sustancia, y para quienes sí conviven con una persona consumidora, al 71,56% les sería fácil conseguirla. Al comparar con los resultados del estudio de Álvarez-López et al. (15), se encontró que los adolescentes con familiares consumidores tienen 2,2 veces más posibilidades de probar estas sustancias; entre tanto, en el estudio de Bautista et al. (14), donde se evaluaron 268 estudiantes de séptimo a noveno grado en cinco

centros educativos, se encontró que uno de los factores de riesgo para el consumo es convivir con personas consumidoras o si la familia ignora si el adolescente presenta algún problema, al igual que el control que ejercen los padres en la vida sentimental.

Ante el consumo de marihuana en los últimos 30 días, el presente estudio encontró que el 95,71% de los encuestados respondió de manera negativa; sin embargo, del total de escolares que respondieron de manera afirmativa, el consumo en los últimos 30 días de marihuana se presenta en un 3,48% para mujeres y en un 5,18% para hombres, similar al estudio realizado a una muestra de 268 estudiantes de grado noveno a undécimo de un colegio público de la ciudad de Bogotá (18), en el cual el 10,8% de los estudiantes presentaron consumo en los últimos 30 días (10,5% los hombres y 11,2% las mujeres).

El estudio de Bautista et al. (14) evidenció una prevalencia del 5% de consumo de marihuana en los últimos 30 días, lo cual es un resultado alto, comparado con las prevalencias de consumo reportadas en años anteriores en la población escolar de ese país. Tales porcentajes son similares a los de un estudio realizado en Lima (Perú), por Bueno et al. (5), donde se afirmó que de 306 (7,4%) adolescentes que consumieron marihuana en los últimos 12 meses, el 5,9% indicó haber consumido en los últimos 30 días.

En el presente análisis se identificó que el 84,02 % de los escolares con más amigos cercanos consumidores de marihuana creen fácil el acceso a SPA; mientras que el 40,27% de los escolares manifestaron no tener amigos consumidores y no conocen el acceso a ella, variable que se relaciona como factor de riesgo para el acceso y para el consumo, como se observa en el estudio realizado por Álvarez-López et al. (15), donde se encontró que los escolares tienen 6,5 veces más posibilidades de consumir cuando se relacionan con amigos que consumen.

Se identificó que el 37,33% de los escolares consumidores de marihuana considera fácil el acceso, donde el 37,09% son de sexo masculino y el 37,64% de sexo femenino. Así mismo, se evidenció en el Estudio de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Colombia 2019, donde el 54,9% de la población piensa que es fácil conseguir marihuana, siendo esta percepción mayor entre hombres (21). En el estudio de González Trujillo et al. (12) se afirma que el 68% de los estudiantes cree que es fácil conseguir marihuana, en relación con el 82,3% para alcohol, el 25,6% para inhalables, el 17% para basuco y el 4,3%-4,5% para heroína, LSD y éxtasis.

Según el *Informe sobre consumo de drogas en las Américas 2019* (7), el uso de marihuana se incrementó en relación con los años anteriores. La mayor percepción de facilidad de acceso para

obtenerla se observó en Costa Rica y Jamaica: en ambos países, cerca del 70% de la población considera fácil obtener esa droga; les siguen Chile, Colombia, El Salvador y Uruguay, donde entre el 50% y 60% de la población considera que es fácil conseguirla. En Bolivia y Panamá, en cambio, menos de un tercio de la población considera que es fácil obtenerla. En un estudio realizado en Chile, por Nitsche Royo et al. (22), en el cual revelan los estudios del Servicio Nacional para la Prevención y Rehabilitación del Consumo de Drogas y Alcohol, los autores registraron un aumento significativo del 2,9% en la percepción de facilidad al acceso de marihuana, posterior a la legalización médica del cannabis.

La marihuana se considera la droga ilícita más consumida en el mundo. La Encuesta Nacional de Consumo de Sustancia Psicoactivas de 2019 (2) indica que su prevalencia ha aumentado y con mayor impacto en la población adolescente. El estudio demuestra que está relacionado con una mayor facilidad en su acceso, siendo este más percibido en escolares con factores de riesgo como una deficiente relación con los padres, relacionarse con amigos consumidores, convivir con algún consumidor o haber consumido en los últimos 30 días. Hallazgos similares se encuentran en múltiples estudios hechos en población escolar en otros países como América Latina.

Se encontró una gran proporción de adolescentes que consideraron que conseguir marihuana les sería muy fácil. Esto se convierte en un problema, debido a que si se tiene un fácil acceso, el consumo es mayor; por eso, se recomienda implementar intervenciones dirigidas a los grupos escolares y sus familias. Se deben hacer programas priorizados en grupo poblaciones en los cuales la facilidad del acceso se perciba con mayor magnitud.

### **LIMITACIONES**

Al ser un estudio transversal, no permitió establecer una relación de causalidad. Son importantes los estudios donde se evidencié el comportamiento de la accesibilidad y el consumo de marihuana en la población escolar con datos longitudinales.

### **AGRADECIMIENTOS**

A la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Boyacá (Colombia), que con pertinencia y coherencia en su misión orienta de manera estratégica la formación integral, construcción del ser y el modelo dinámico, académico e investigativo con el soporte de los docentes de la Especialización de Epidemiología.

### **FINANCIACIÓN**

El estudio primario fue desarrollado por el Ministerio de Justicia y del Derecho, Ministerio de Educación Nacional, Ministerio de Salud y de Protección Social; OEA-CICAD, quienes autorizaron su uso para procesos de investigación o formación; adicionalmente, la Universidad de Boyacá y la Universidad de Pamplona.

### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores firmantes del manuscrito de referencia declaran que no existe ningún potencial conflicto de intereses relacionado con el artículo.

### **REFERENCIAS**

1. Ministerio de Justicia y del Derecho, Observatorio de Drogas de Colombia, Ministerio de Educación Nacional, Ministerio de Salud y Protección Social. Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Población Escolar Colombia [internet]. 2016. Disponible en: [http://www.odc.gov.co/Portals/1/publicaciones/pdf/consumo/estudios/nacionales/CO03142016\\_estudio\\_consumo\\_escolares\\_2016.pdf](http://www.odc.gov.co/Portals/1/publicaciones/pdf/consumo/estudios/nacionales/CO03142016_estudio_consumo_escolares_2016.pdf)
2. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Ministerio de Justicia. Boletín Técnico Encuesta Nacional de Consumo de

- Sustancias Psicoactivas (ENCSPA) [internet]. Bogotá; 2020. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/encspa/bt-encspa-2019.pdf>
3. Campo-Arias A, Suárez-Colorado Y, Caballero-Domínguez C. Asociación entre el consumo de cannabis y el riesgo de suicidio en adolescentes escolarizados de Santa Marta, Colombia. *Biomédica*. 2020;40:569-77. <https://doi.org/10.7705/biomedica.4988>
  4. Organización Panamericana de la Salud. Efectos sociales y para la salud del consumo de cannabis sin fines médicos [internet]. Washington, D. C.; 2018. Disponible en: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34944/9789275319925\\_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34944/9789275319925_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  5. Bueno L, Guerrero J, Pedrajas R, Tam E. Prevalencia de consumo de marihuana en estudiantes de secundaria de instituciones educativas estatales de Ventanilla. *Rev Enferm Hered*. 2015;8(1):17-23. <https://doi.org/10.20453/renh.v8i1.2537>
  6. United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). Booklet 3. Drug market trends: cannabis, opioids. En: *World drug report 2021* [internet]. 2021. p. 1-125. Disponible en: [https://www.unodc.org/res/wdr2021/field/WDR21\\_Booklet\\_3.pdf](https://www.unodc.org/res/wdr2021/field/WDR21_Booklet_3.pdf)
  7. Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD), Secretaría de Seguridad Multidimensional (SSM), Organización de los Estados Americanos (OEA). Informe sobre el consumo de drogas en las Américas 2019 [internet]. Washington, D.C.; 2019. Disponible en: <http://cicad.oas.org/Main/ssMain/HTML%20REPORT%20DRUG%202019/mobile/index.html>
  8. Enríquez-Guerrero CL, Barreto-Zorza YM, Lozano-Vélez L, Ocampo-Gómez MA. Percepción de adolescentes sobre consumo de sustancias psicoactivas en entornos escolares: estudio cualitativo. *MedUNAB*. 2021;24(1):41-50. <https://doi.org/10.29375/01237047.3959>
  9. Villatoro J, Medina-Mora M, del Campo R, Fregoso D, Bustos M, Resendiz E, et al. El consumo de drogas en estudiantes de México: tendencias y magnitud del problema. *Salud Ment*. 2016;39(4):193-203. <https://doi.org/10.17711/SM.0185-3325.2016.023>
  10. Rodríguez-Ríos L, Cabiya-Morales JJ, Sánchez-Cardona I, Cruz-Santos AA. Consumo de marihuana en adolescentes puertorriqueños: factores protectores frente a una mayor accesibilidad. *Rev Caribeña Psicol*. 2020;4(1):45-54. <https://doi.org/10.37226/rcp.v4i1.1709>

11. Martínez-Torres J, Rangel-Navia H, Rivera-Capacho E. Prevalencia de vida y factores asociados al consumo de marihuana en estudiantes escolarizados de Pamplona-Colombia, durante el primer periodo de 2015: estudio Emtamplona. *Rev Med Chile*. 2018;146(9):1016-23. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872018000901016>
12. González Trujillo K, Londoño Pérez C. Factores personales, sociales, ambientales y culturales de riesgo de consumo de marihuana en adolescentes. *Psicol y Salud [internet]*. 2017;27(2):141-53. Disponible en: <https://psicologiaysalud.uv.mx/index.php/psicysalud/article/view/2530/4412>
13. Saravia J, Gutiérrez C, Frech H. Factores asociados al inicio de consumo de drogas ilícitas en adolescentes de educación secundaria. *Rev Peru Epidemiol [internet]*. 2014;18(1):1-7. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203131355003>
14. Bautista F. Factores de riesgo y de protección asociados al consumo de alcohol, tabaco y marihuana en estudiantes de séptimo a noveno grado en cinco centros educativos de la ciudad de San Salvador. *Crea Cienc Rev Científica*. 2019;32-48. <https://doi.org/10.5377/creaciencia.v12i1.8069>
15. Álvarez-López ÁM, Carmona-Valencia NJ, Pérez-Rendón ÁL, Jaramillo-Roa A. Factores psicosociales asociados al consumo de sustancias psicoactivas en adolescentes de Pereira, Colombia. *Univ Salud*. 2020;22(3):213-22. <https://doi.org/10.22267/rus.202203.193>
16. Montero-Domínguez F, Cruz-Juárez A, Tiburcio-Sainz M, García-González J. Percepción de estudiantes de bachillerato sobre contenidos relacionados con el consumo de alcohol y marihuana en las redes sociales. *CienciaUAT*. 2018;13(1):1-15. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i1.870>
17. Núñez O, Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista J. Etapas de cambio comportamental frente al consumo de sustancias psicoactivas en escolares de 9 a 17 años de Bogotá D.C., Colombia. *Rev Fac Med*. 2019;67(1):29-35. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v67n1.65501>
18. Reyes Rodríguez MF, Khenti A. Percepción de daños y beneficios de la marihuana y su relación con la intención de uso y consumo en adolescentes colombianos. *Texto Context Enferm*. 2019;28(special issue):1-13. <https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-CICAD-15-8>
19. Aguirre-Guiza N, Aldana-Pinzón O, Bonilla-Ibáñez C. Factores familiares de riesgo de consumo de sustancias psicoactivas en es-

tudiantes de una institución de educación media técnica de Colombia. Rev Salud Pública. 2017;19(1):3-9. <https://doi.org/10.15446/rsap.v19n1.41785>

20. Ministerio de Justicia y del Derecho, Ministerio de Educación Nacional, Ministerio de Salud y Protección Social. Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Población Escolar Colombia-2011 [internet]. 2013. Disponible en: [https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwirnNSWmY37AhXYmYQIHAY5DQsQFnoECBQ-QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.unodc.org%2Fdocuments%2Fcolombia%2Fdocumentostecnicos%2FEstudio\\_Consumo\\_Escolares.pdf&usq=AOvVaw0hxtRH4M5sv7j-58WcCX9f](https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwirnNSWmY37AhXYmYQIHAY5DQsQFnoECBQ-QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.unodc.org%2Fdocuments%2Fcolombia%2Fdocumentostecnicos%2FEstudio_Consumo_Escolares.pdf&usq=AOvVaw0hxtRH4M5sv7j-58WcCX9f)
21. Ministerio de Justicia y del Derecho y Ministerio de Salud y Protección Social. Estudio Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas en Colombia 2013 [internet]. 2014. Disponible en: [https://www.unodc.org/documents/colombia/2014/Julio/Estudio\\_de\\_Consumo\\_UNODC.pdf](https://www.unodc.org/documents/colombia/2014/Julio/Estudio_de_Consumo_UNODC.pdf)
22. Nitsche Royo MP, Fischman A, Trebilcock JJ, Zamorano N. Potenciales riesgos y beneficios de la marihuana y su legislación. ARS Med. 2018;43(3):77-84. <https://doi.org/10.11565/arsmed.v43i3.1496>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

# Physical-Chemical and Microbiological Characterization of the Water in a Municipality of the Department of Boyacá-Colombia

Liliana Dorado-González<sup>1</sup> , Mery Dueñas-Celis<sup>1</sup> , Sandra Helena Suescún-Carrero<sup>1</sup> 

## ABSTRACT

**Introduction:** Having easy access to water that is safe to drink is fundamental for public health, whether it is used for drinking, domestic use, food production, or recreational purposes. Contaminated water and poor sanitation are linked to disease transmission.

**Objective:** To evaluate the physical-chemical and microbiological characteristics of the distribution network of the urban aqueduct of a municipality of Boyacá.

**Materials and methods:** Cross-sectional descriptive quantitative study. Water samples were taken at thirteen points; seven points agreed and materialized from the distribution network, one from the water intake of the plant, two from wells, and three from springs, which supply the population. Physical-chemical and microbiological analyzes were conducted.

**Results:** The untreated samples showed high levels of cobalt and platinum units and turbidity. The free residual chlorine in two treated water samples was below the established limits. Heterotrophic and Coliform microorganisms were detected in water samples obtained from supply sources. *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts were found in two of the points. Of the thirteen samples studied, three showed a Risk Index due to unsanitary water quality.

**Conclusions:** It is clear that the water is at a risk level that is unfeasibly sanitary, which proves that the treatment system is not sufficient to ensure a water supply that is suitable for human consumption.

**Keywords:** water quality; water quality control; coliforms; *Giardia*; *Cryptosporidium*.

<sup>1</sup> Grupo de Investigación del Laboratorio de Salud Pública de Boyacá, Secretaría de Salud de Boyacá (Tunja, Colombia).

**Correspondence Author:** Sandra Helena Suescún Carrero. E-mail: [sandrahsc@yahoo.com](mailto:sandrahsc@yahoo.com)

### Cite the article as follows:

Dorado-González L, Dueñas-Celis M, Suescún-Carrero SH. Physical-Chemical and Microbiological Characterization of the Water in a Municipality of the Department of Boyacá-Colombia. Rev Investig Salud Univ Boyacá. 2022;9(2): 44-61. <https://doi.org/10.24267/23897325.825>

## Caracterización físico-química y microbiológica del agua de un municipio del departamento de Boyacá (Colombia)

### RESUMEN

**Introducción:** El agua salubre y fácilmente accesible es importante para la salud pública, si se utiliza para beber, uso doméstico, producir alimentos o fines recreativos. El agua contaminada y el saneamiento deficiente están relacionados con la transmisión de enfermedades.

**Objetivo:** Evaluar las características físico-químicas y microbiológicas de la red de distribución del acueducto urbano de un municipio de Boyacá.

**Materiales y métodos:** Estudio cuantitativo descriptivo transversal. Se tomaron muestras de agua en 13 puntos, 7 concertados y materializados de la red de distribución, uno en la bocatoma de entrada de la planta, dos pozos y tres nacimientos, de donde se abastece la población. Se realizaron análisis físicos, químicos y microbiológicos de cada una de las muestras.

**Resultados:** En las muestras sin tratamiento hubo concentraciones altas de unidades platino, cobalto y turbiedad. El cloro residual libre en dos muestras de agua tratada estaba por debajo de los límites establecidos. Se detectaron microorganismos heterótrofos y coliformes en las muestras de agua obtenidas de fuentes de abastecimiento. En dos puntos se encontraron quistes de *Giardia* y ooquistes de *Cryptosporidium*. De las 13 muestras estudiadas, tres arrojaron un índice de riesgo por calidad del agua inviable sanitariamente.

**Conclusiones:** Se evidenció que el agua se encuentra en un nivel de riesgo inviable sanitariamente, lo cual demuestra que el sistema de tratamiento es insuficiente para garantizar el suministro de agua apta para el consumo humano.

**Palabras clave:** calidad del agua; control de calidad del agua; coliformes; *Giardia*; *Cryptosporidium*.

## Caracterização físico-química e microbiológica da água de um município do departamento de Boyacá (Colômbia)

### RESUMO

**Introdução:** Água segura e de fácil acesso é importante para a saúde pública, seja ela usada para beber, uso doméstico, produção de alimentos ou para fins recreativos. A água contaminada e o saneamento precário estão ligados à transmissão de doenças.

**Objetivos:** Avaliar as características físico-químicas e microbiológicas da rede de distribuição do aqueduto urbano de um município de Boyacá.

**Materiais e métodos:** Estudo quantitativo descritivo transversal. Foram coletadas amostras de água em 13 pontos, 7 concertados e materializados da rede de distribuição, um na entrada da planta, dois poços e três nascentes, dos quais a população é abastecida. Foram realizadas análises físicas, químicas e microbiológicas em cada uma das amostras.

**Resultados:** Nas amostras não tratadas havia concentrações altas de unidades platina, cobalto e turbidez. O cloro residual livre em duas amostras de água tratada estava abaixo dos limites estabelecidos. Microrganismos heterótrofos e coliformes foram detectados em amostras de água obtidas de fontes de abastecimento. Os cistos de *Giardia* e os oocistos de *Cryptosporidium* foram encontrados em dois pontos. Das 13 amostras estudadas, três apresentaram um índice de risco para a qualidade não higiênica da água.

**Conclusões:** Ficou evidente que a água está em um nível de risco sanitário inviável, o que mostra que o sistema de tratamento é insuficiente para garantir o abastecimento da água adequada para o consumo humano.

**Palavras-chave:** Qualidade da água; controle de qualidade da água; coliformes; *Giardia*; *Cryptosporidium*.

## INTRODUCTION

Having easy access to water that is safe to drink is fundamental for public health, whether it is used for drinking, domestic use, food production, or recreational purposes. Improving the water supply, sanitation, and water resource management is an important factor for the economic growth of countries, and it contributes significantly to reducing poverty. Contaminated water and poor sanitation are related to the transmission of diseases such as cholera, other diarrheal diseases, dysentery, hepatitis A, typhoid fever, and poliomyelitis. If there are no water and sanitation services, or if they are insufficient or poorly managed, the population will be exposed to preventable health risks. The World Health Organization estimates that about 829,000 people die each year from diarrhea caused by unsafe water, inadequate sanitation, or poor hygiene (1).

Water is an essential natural element for the development of life and human activities. The assessment of water quality can be understood as the evaluation of its chemical, physical, and biological nature in relation to its natural quality, human effects, and possible use (2).

The total demand for water in Colombia has grown rapidly in recent decades while the extraction of water for human use and consumption has increased considerably. In Colombia, 16 billion

cubic meters of water are used annually by the agricultural sector; more than 20% of the water in the country's departments is used for agricultural purposes; and other fields with high demand for water are: electricity, livestock, and domestic use (3).

Some studies in different municipalities of Colombia have assessed their water quality, such as in Bogotá and Soacha, where conductivity, color, and nitrates had permissible values; pH and turbidity had a slight trend towards high concentrations, and there were low amounts of residual chlorine. In addition, the risk level was medium in 11.5% of the households, low in 61.5% of them, and there was no risk in 27% (4).

Another study carried out in two municipalities of the department of Cesar analyzed the microbiological and physical-chemical properties of the water. *Pseudomonas aeruginosa* was found in 84.94%, *Giardia spp.* in 46.1%, and *Cryptosporidium spp.* in 22.18%. As for the physical-chemical results, they showed that only 4.3% of the sampled tanks contained water that was suitable for irrigation without posing any health risks (5). In the municipality of Puente Nacional (department of Santander), water quality was determined through a physical-chemical analysis that reported high quantity of iron and inadequate turbidity levels, which could affect the taste and appearance of the water. The total coliform count

was higher than 300 colony-forming units per 100 ml, with the identification of *Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Enterococcus*, which indicates that the water is not suitable for human consumption (6).

In Colombia, health authorities monitored water quality in 29 departments and in Bogotá city. However, there were no reports on water quality in the departments of Amazonas, Guaviare, and Chocó due to political-administrative and telecommunications difficulties in these regions.

Based on the Water Quality Risk Index (*IRCA in Spanish*), the result of the water quality monitoring in 2015 showed that 10%, which corresponds to three departments (Quindío, Arauca, and San Andrés and Providencia), is classified as having no risk, with a range of 0.0-5.0.

26.6% of Colombia's regions, including seven departments and Bogotá D.C. (Antioquia, Atlántico, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Risaralda, and Santander), is classified as low-risk, which corresponds to a range of 5.1 to 14.0.

46.7% of the country's regions, which corresponds to 14 departments (Bolívar, Boyacá, Caquetá, Cauca, Casanare, Guainía, Guajira, Magdalena, Meta, Norte de Santander, Sucre, Vaupés, Valle del Cauca, and Vichada), fall under the medium-risk category (14.1-35.0).

Lastly, 16.7%, which corresponds to five departments (Caldas, Huila, Nariño, Tolima, and Putumayo), is classified as high-risk (35.1-80.0) (7).

The Ministry of Health and Social Protection, the Ministry of Housing, and the Ministry of Environment and Sustainable Development have issued regulations that define the responsibilities of different actors to carry out water quality monitoring activities through systematic and permanent processes of data collection, organization, analysis, interpretation, updating, and dissemination of specific health-related data and its determinants in order to use them in planning, implementing, and evaluating public health practices. In Boyacá, the government has implemented inspection, surveillance, and monitoring actions based on the competencies granted by Law 715 of 2001 (8) to ensure the quality of water for human consumption.

According to the different municipal categories, health authorities are assigned responsibilities by surveillance levels, as described in Decree 1575 of 2007 (9) and Resolution 2115 of that same year (10), which regulate the permissible levels of organoleptic, physical, chemical, and microbiological characteristics of water for human consumption.

The Public Health Laboratory of the Department of Boyacá (*Laboratorio Departamental de Salud Pública de Boyacá - LDSP*) supports surveillance

by conducting organoleptic, physical, chemical, and microbiological analyses of water samples taken from the distribution networks of water service providers (EPSA), complying with Resolution 811 of 2008 (11), to ensure the quality and reliability of the results. These analyses are carried out according to the standards and guidelines established by the Colombian National Institute of Health, which serves as a reference for the laboratory network for water quality control and surveillance. Health authorities must ensure compliance with the regulatory requirements. Therefore, it is important to join efforts and establish strategies to implement actions that allow the population to have good quality water. In light of the above, the purpose of this study was to evaluate the physical-chemical and microbiological characteristics of the urban water distribution network in a municipality of Boyacá.

## MATERIALS & METHODS

### Type and Field of Study

This was a cross-sectional quantitative-descriptive study. Water samples were taken from thirteen points in a municipality of Boyacá. Seven of the points corresponded to eight of the representative points of the entire distribution network agreed upon and materialized by the EPSA network, and they comply with what was established for routine surveillance of water quality.

According to Resolution 811 of 2008 (11), it was not possible to take a sample at one of the points. Supply sources were included: the water inlet of the treatment plant, three springs, and two wells (a deep well of the southern treatment plant and its outlet), which supply the population due to the scarcity of water sources in the municipality. (Table 1).

**Table 1.** Samplings points and analyses with their corresponding coordinates

Sample	Sampling Site	Coordinates
1.	Water inlet at the entrance of the water treatment plant of the municipality being studied. Untreated water	N 5°37'26,5" W 73°47'60,9"
2.	Final point (code 0001 located at calle 7 # 12-43). Treated water	N 5°36'87" W 73°49'44"
3.	Mid-point (code 0002 located at calle 2 # 9-39 in front of house B27). Treated water	N 5°36'54" W 73°49'52"
4.	Final point (code 0003 located at carrera 9 # 4-65). Treated water	N 5°36'28" W 73°49'80"
5.	Initial point (code 0005 located at calle 21 # 4-48). Treated water	N 5°36'93" W 73°48'66"
6.	Final point (code 0006 located at carrera 7 # 30-39). Treated water	N 5°36'47" W 73°48'44"
7.	Mid-point (code 0007 located at carrera 13 # 18-60). Treated water	N 5°37'03" W 73°49'30"
8.	Final point (code 0008 located at carrera 21 # 30-39). Treated water	N 5°36'54" W 73°49'52"

Sample	Sampling Site	Coordinates
9.	Spring Pilitas. Untreated water	N 5°37'22,3" W 73°48'44,8"
10.	Spring Veranitas. Untreated water	N 5°36'23,2" W 73°48'19,7"
11.	Deep well # 3 sur. Untreated water	N 5°36'16,4" W 73°49'55,1"
12.	Outlet of Deep well # 3 sur. Untreated water	N 5°36'16,4" W 73°49'55,1"
13.	Carrera 10 vía Caldas. Untreated water	N 5°36'29,6" W 73°50'06,9"

## Sample Collection

Sample collection was carried out by environmental sanitation technicians, in accordance with the technical guidelines of the LDSP (12).

## Sample processing

Residual free chlorine, pH, and conductivity parameters were determined on the field. The samples were transported to the LDSP for the corresponding analysis, and the custody chain was guaranteed. Physical (color, turbidity, pH, and conductivity) and chemical (total alkalinity, aluminum, calcium, chlorides, residual free chlorine, copper, total hardness, fluorides, phosphates, total iron, magnesium, nitrites, and sulfates) analyses were performed using nephelometric, spectrophotometric, potentiometric, and gravimetric techniques.

Bacteriological analyses (heterotrophs, total coliforms, and *Escherichia coli*) were also made using the defined substrate technique described in the *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*; heterotrophic microorganism counts were made using the 9215B technique of the *Standard Methods* (13) in all the sites analyzed, and parasitological analyses (*Giardia* and *Cryptosporidium*) were made in two points using method 1623.1 of the Environmental Protection Agency: one at the water inlet and one in the distribution network (14).

## Statistical analysis

The data obtained from the analytical tests of each of the samples were tabulated in the Microsoft Excel® software, recorded in the Information System of Water Quality Surveillance for Human Consumption, and Water Quality Risk Index calculation was made to determine the risk at each of the points studied.

## Ethical considerations

According to Resolution 8430 of 1993 issued by the Colombian Ministry of Health and Social Protection, this research is classified as minimal risk. Samples and data collection complied with the ethical standards to guarantee confidentiality.

**Table 2.** Microbiological analysis of the samples studied

Parameters	Heterotrophs (CFU/ml)	Total coliforms (MPN/100 ml)	Escherichia coli (NMP/100 ml)	Giardia (cysts/l)	Cryptosporidium (oocysts/l)
1	11300	2420	66	12,4	8,7
2	<10	0	0	ND	ND
3	<10	0	0	ND	ND
4	<10	0	0	ND	ND
5	<10	0	0	ND	ND
6	<10	0	0	ND	ND
7	<10	0	0	196,4	25,2
8	<10	0	0	ND	ND
9	350	27	0	ND	ND
10	4290	2420	435	ND	ND
11	4380	2420	0	ND	ND
12	<10	0	0	ND	ND
13	<10	2420	1414	ND	ND
Accepted values	<100	0	0	0	0

CFU: Colony Forming Units; MPN: most probable number; ND: no data.

## RESULTS

According to Table 2, no heterotrophic microorganisms, total coliforms, or *E. coli* were found in the microbiological analysis of samples from the agreed and materialized points that correspond to the distribution network and the outlet of deep well 3. Heterotrophic microorganisms and total coliforms were detected in samples taken from supply sources. *E. coli* was found in three of the five sampled sources, indicating fecal contamination.

Parasites were found at the two points where *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts were detected. Lower counts were found at the water inlet than in point 3 of the distribution network (Table 2).

The physical parameters analyzed showed that, for apparent color, untreated samples presented high platinum-cobalt units (PCU), as well as for the turbidity parameter considering the permissible limits in the regulation. As for the pH parameter, the sample from the intake was the only one that had units below the standard established. The conductivity parameter was within the permissible limits in all the samples, (Table 3).

**Table 3. Physical analysis of the samples studied**

Parameter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Accepted values
Apparent color (PCU)	500,0	45	40,0	40,0	30,0	30,0	30,0	15,0	5,0	5,0	200,0	10,0	30,0	≤15
Turbidity (NTU)	102,6	6,08	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	1,87	0,02	0,02	357,8	0,40	13,72	≤2,0
pH (units)	5,21	8,2	7,34	7,67	6,57	6,55	6,60	7,0	7,63	6,66	7,62	7,99	7,4	≥6,5 and ≤9,0
Conductivity (μS/cm)	419	772	771	750	731	726	728	759	640	99,1	541	554	381	≤ 1000

1: Water inlet; 2: final point (code 0001); 3: mid-point (code 0002); 4: final point (code 0003); 5: initial point (code 0005); 6: final point (code 0006); 7: mid-point (code 0007); 8: final point (code 0008); 9: spring pila 3 de Julio; 10: spring Veranitas; 11: deep well 3 south; 12: outlet of deep well 3 south; 13: carrera 10 vía Caldas.

PCU: platinum-cobalt units; NTU: nephelometrics turbidity units

**Table 4. Chemical analysis of the samples studied**

Parameter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Accepted values
Residual free chlorine (mg of Cl <sub>2</sub> /l)	0,0	0,2	1,0	0,2	1,5	1,2	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	≥0,3 and ≤2,0
Total alkalinity (mg of CaCO <sub>3</sub> /l)	4,27	218,7	54,17	44,18	237,04	236,59	241,49	19,73	247,61	4,86	257,39	213,38	ND	≤200
Calcium (mg OF Ca/l)	58,4	44,9	36,6	40,2	34,6	34,3	37,0	61,4	112,5	12,2	67,8	45,1	88,6	≤60
Phosphates (mg of PO <sub>4</sub> /l)	0,31	0,016	0,003	0,012	0,007	0,012	0,013	0,006	0,292	0,084	1,155	0,038	0,179	≤0,5
Magnesium (mg of Mg/l)	7,4	20,4	13,6	7,3	11,4	11,7	13,2	1,0	3,5	10,8	13,7	11,5	ND	≤36
Total hardness (mg of CaCO <sub>3</sub> /l)	176,4	196,0	147,0	130,6	133,4	133,6	146,6	157,4	295,0	75,0	225,4	160	ND	≤300

Parameter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Accepted values
Sulphates(mg of SO <sub>4</sub> /l)	5,0	SD	192,8	57,1	176,3	186,5	178,7	192,5	190,5	103,2	46,8	41	ND	≤250
Total iron (mg of Fe/l)	0,717	0,024	0,019	0,022	0,008	0,015	0,010	0,013	0,02	0,020	0,750	0,275	1,335	≤0,3
Chlorides (mg of Cl/l)	36,8	75,4	64,7	13,7	71,2	70,9	71,4	58,1	65,6	44,3	24,5	64,3	15,2	≤250
Nitrites (mg of NO <sub>3</sub> /l)	0,542	0,202	0,077	0,05	0,037	0,038	0,041	0,032	0,027	0,034	0,531	0,112	ND	≤0,1
Aluminum (mg of Al <sup>3</sup> /L)	0,200	2,02	0,088	0,07	0,116	0,086	0,194	0,198	0,003	0,116	0,006	0,039	ND	≤0,2
Fluorides (mg of F/l)	0,36	0,51	0,17	0,11	0,33	0,37	0,35	0,45	0,27	0,31	0,34	0,21	0,07	≤1
Copper (mg/l Cu)	0,92	0,04	0,03	0,20	0,07	0,04	0,05	0,05	0,55	0,04	3,2	0,03	0,03	≤1,0

1: Water inlet; 2: final point (code 0001); 3: mid-point (code 0002); 4: final point (code 0003); 5: initial point (code 0005); 6: final point (code 0006); 7: mid-point (code 0007); 8: final point (code 0008); 9: spring pila 3 de Julio; 10: spring Veranitas; 11: deep well 3 south; 12: outlet of deep well 3 south; 13: carrera 10 vía Caldas.

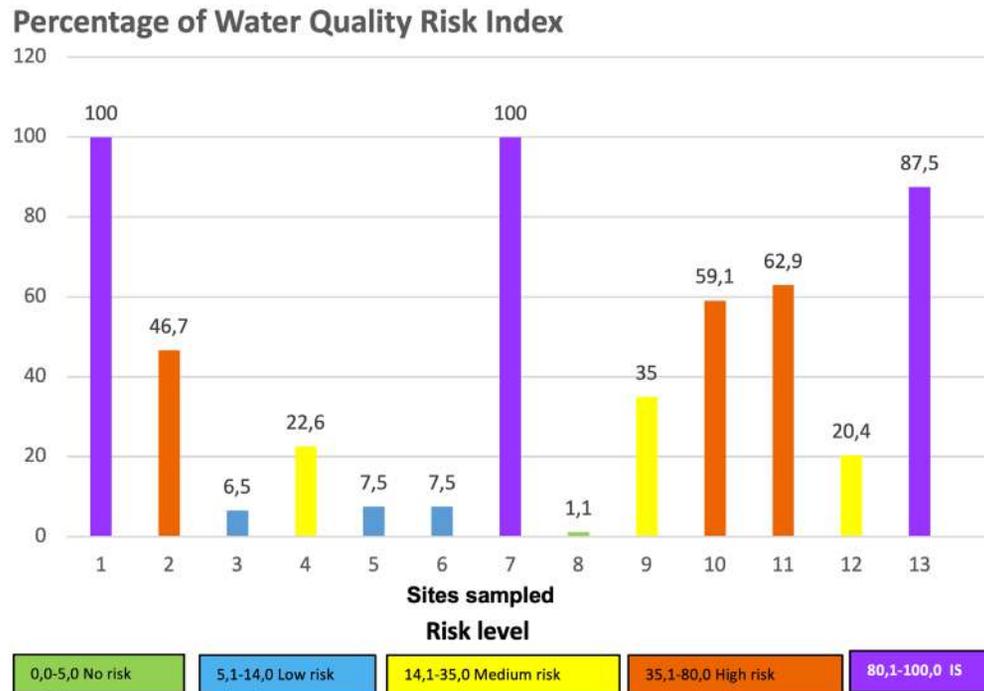
ND: no data.

Table 4 shows that of the 13 chemical parameters analyzed, 5 (aluminum, chlorides, fluorides, magnesium, and sulfates) are within the permitted limits of the regulation, both in treated and untreated samples. The residual free chlorine in two treated water samples was below the established limits.

Of the 13 samples studied, 3 had an unviable sanitary Water Quality Risk Index; 2 due to evidence of contamination with *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts, and the other due to several physical-chemical parameters that exceeded the permissible limits in the regulation. Of the samples, 12 represent some risk to health

by showing physical, chemical, or bacteriological parameters that do not comply with the allowed values for human consumption water, and one sample did not show any risk (Figure 1).

**Figure 1.** Distribution of the Water Quality Risk Index values (IRCA) of the samples studied



## DISCUSSION

According to the results obtained, concentrations of free residual chlorine that comply with permissible limits as per the standard (0.3 to 2 mg/l) were found in treated water samples. This correlates with the results obtained in the analysis for the detection of heterotrophic microorganisms, total coliforms, and *E. coli*, where none were detected due to the effective disinfection action of chlorine during the treatment process.

However, the *Giardia* and *Cryptosporidium* analysis showed counts of cysts and oocysts of these parasites in treated waters, as they are resistant to the disinfection process with chlorine. This coincides with studies conducted in Venezuela, where the presence of *Cryptosporidium* and *Giardia* was identified in human consumption waters before and after treatment (15). In Sao Paulo (Brazil), *Giardia* was reported in 46% of samples of water for human consumption, and *Cryptosporidium* in 7% (16). The above is consistent with what is reported in the literature regarding the viability

of *Cryptosporidium spp.* oocysts in water for 140 days and their resistance to most common disinfectants, which makes their destruction difficult, or even impossible, by normal water chlorination (17).

Water for human consumption has a very special connotation, especially considering that it is the basis of life itself. Therefore, some related factors, such as the presence of calcium, magnesium, pH, and conductivity, indicate the water quality parameters (18). Within the physical parameters analyzed in this study, samples from Rio Suárez and deep wells, which supply the community, had high color quantities (500 PCU) and turbidity (357.8 UNT). These results reveal the organic load, which significantly influences water treatment efficiency, mainly in chlorination (19). On the other hand, the suspended solids parameter was very high, indicating the high impact of economic activities in the region, such as mining, dairy farms, tanneries, among others (20), on water quality.

The leachates that arrive through runoff to Rio Suárez raise the iron concentrations and affect the water source's color, causing a brick-red color at a glance. Therefore, large amounts of coagulant (such as sulfate or aluminum polymers) are necessary in water treatment, as well as an alkalinizing agent (such as sodium hydroxide), to produce the oxidation reaction that allows iron precipitation and its removal from the water. For

this reason, iron concentrations in the network are within acceptable values according to the standard; and even though the color in most network samples is outside the norm (greater than 15 PCU), there is effectiveness in removing the organic matter, going from concentrations of 500 PCU to 40 and 30 PCU. However, the use of aluminum salts increases aluminum concentrations, as evidenced at the final point, with a value of 2.02 mg/l. Therefore, it is essential to consider that the ingestion of significant concentrations of aluminum can produce neurotoxic effects and it has been proposed as a risk factor for developing of Alzheimer's disease (21,22).

In this study, variations in total alkalinity values were found throughout the distribution network, which are related to the discharge of waste materials from tanneries. This activity is evidenced in the risk map of the municipality, which indicates discharges of diluted solutions of acids and bases. These results are similar to those reported in a previous study, in which variations in alkalinity values were found at different points located upstream and downstream and in the tannery zone of the Bogotá River in the municipality of Villapinzón (23).

The high amounts of calcium and magnesium in water causes the *hard water* phenomenon, as is the case with the source that supplies the aqueduct of the municipality studied. This finding has

financial and indirect consequences on human health (24). For this study, all the points characterized show a concentration of calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) hardness within the maximum values allowed in Colombia, which are  $\leq 300$  mg/l of  $\text{CaCO}_3$ , and this coincides with what was reported in a study in Bogotá (25). In contrast, a study conducted in Costa Rica obtained lower hardness values, such as 95.26 mg/l of  $\text{CaCO}_3$ , which cite a reference value of up to 180 mg/l of  $\text{CaCO}_3$  according to the country's regulations (24,26).

The concentrations of the points monitored in this study are between 75 and 295 mg/l of  $\text{CaCO}_3$ , which, according to the values established by the World Health Organization, classifies them as moderately hard and very hard waters (24). This can be a risk factor for the production of kidney, urethral and lower urinary tract stones (18).

A value of 3.2 mg/l of copper was found in the deep well sample, which is a chemical characteristic that has a recognized adverse effect on human health. Some of the factors that influence the presence of copper in water are hardness, water alkalinity, ionic strength, pH, and redox potential, due to processes such as complex formation with inorganic and organic ligands; absorption in metallic oxides, clays, and particulate organic material; and bioaccumulation and interaction between sediment and water. There are precedents reported in the literature about the

possible causes of the presence of copper in drinking water, derived from corrosion/leaching reactions of pipe materials (27).

Based on the chemical analyses made to the samples from the sources that supply the municipality, it was determined that the fluorides concentrations were within the permissible limits established by current regulations (Resolution 2115 of 2007), lower than what was published in a Mexican study, where values between 0.44 and 1.28 mg/l were found - some of which exceeded the maximum permissible concentrations. Such results indicate that the population is exposed to excessive fluoride intake through drinking water, and this represents a risk to public health since the consumption of fluoride from different sources could promote the increase and appearance of new cases of dental fluorosis in the young population and skeletal fluorosis in the adult population (28).

Six samples taken from the urban distribution network points, of which bacteriological and physicochemical parameters were analyzed, presented a Water Quality Risk Index of 15.3%, placing it at medium risk. This coincides with what was reported in a study in the department of Boyacá, where the studied municipality is classified at the same risk (29). The two samples that showed the presence of *Giardia* and *Cryptosporidium* were classified as inviable risk level, considering the provisions of

Resolution 2115 of 2007. This aspect favors the appearing of acute and chronic diseases, such as parasitological pathologies, intoxications, alterations in digestive transit, among others (30). A study limitation was that it was not possible to collect the sample at one of the agreed and materialized points of the EPSA distribution network due to the lack of water at that point on the day of the site visit.

## CONCLUSIONS

The evaluation of the physical-chemical and microbiological characteristics of the water in the municipality studied showed that untreated samples presented high PCU and turbidity concentrations. Free residual chlorine in two treated water samples was below established limits. Heterotrophic and coliform microorganisms were detected in the water samples obtained from supply sources. Two points analyzed showed *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts. Out of the 13 samples studied, 3 yielded a sanitary non-viable Water Quality Risk Index, resulting in water unfit for human consumption according to Decree 1575 of 2007 and Resolution 2115 of 2007. We recommend evaluating the physical-chemical and microbiological characteristics of the water in different municipalities to determine the Water Quality Risk Index of the department.

Based on the study results, it is important to note that the current regulations imply routine surveillance with basic analyses, as well as results that demonstrate the effectiveness of the implemented system and evidence of water with a risk-free quality index. However, when evaluating this with special tests that are complementary to the routine surveillance, such as metals (copper), *Giardia*, and *Cryptosporidium*, the water is at a non-viable sanitary risk level, indicating that the treatment system is insufficient to guarantee the supply of water that is suitable for human consumption.

## ACKNOWLEDGMENTS

To the environmental sanitation technicians of the Boyacá Health Secretariat for the sampling, storage, and transportation of water samples.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interest.

## FUNDING

Departmental Public Health Laboratory and Departmental Health Secretariat, Boyacá Governor's Office.

## REFERENCES

1. Organización Mundial de la Salud. Agua para consumo humano [internet]. 2022 [citado 2022 jul 23]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
2. Fernández-Rodríguez M, Guardado-Lacaba RM. Evaluación del Índice de Calidad del Agua (ICAsup) en el río Cabaña, Moa-Cuba. *Min Geol.* 2021;37(1):105-19.
3. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. Conozca cómo podría disminuir la demanda de agua en el sector agrícola [internet]. 2022 mar 14. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/conozca-como-podria-disminuir-la-demanda-de-agua-en-el-sector-agricola/>
4. Silva E, Villarreal ME, Cárdenas O, Crisanchó CA, Murillo C, Salgado MA, et al. Inspección preliminar de algunas características de toxicidad en el agua potable domiciliaria, Bogotá y Soacha. *Biomédica* 2015;35(Supl 2):152-66. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2538>
5. Vence Márquez L, Rivera González M, Osorio Bayter Y, Castillo Sarabia AB. Caracterización microbiológica y fisicoquímica de aguas subterráneas de los municipios de La Paz y San Diego, Cesar, Colombia. *Rev Investig Agrar Ambient.* 2012;3(2):27-35. <https://doi.org/10.22490/21456453.953>
6. Correales-Ramírez LC, Santamaría-Moaquera YN, Luccioli-Peña DA, Castañeda-Casas MA. Evaluación de la calidad del agua de la vereda río Suárez de Puente Nacional, Santander. *NOVA.* 2021;19(37):79-98. <https://doi.org/10.22490/24629448.5497>
7. Ministerio de Salud y Protección Social, Subdirección de Salud Ambiental. Informe nacional de calidad del agua para consumo humano (INCA) 2016 [internet]. Bogotá; 2018 may. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/ssa-inca-2016.pdf>
8. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Ley 715. In: Congreso de Colombia. 2001. Fecha de consulta: 15 de octubre de 2021. Disponible en: <http://apolo.creg.gov.co/Publicacion/5a684731419aae4305256eee006e1fc8/79b997abce53413c0525785a007a72e3?OpenDocument>
9. Decreto 1575/2007 del 9 de mayo, por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo

- Humano [internet]. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=30007>
10. Resolución 2115/2007 de 22 de junio, por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano [internet]. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Disponible en: [https://scj.gov.co/sites/default/files/marco-legal/Res\\_2115\\_de\\_2007.pdf](https://scj.gov.co/sites/default/files/marco-legal/Res_2115_de_2007.pdf)
  11. Resolución 811/2008 de 5 de marzo, por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución [internet]. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Disponible en: <https://www.minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0811-2008>
  12. Instituto Nacional de Salud. Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio [internet]; 2011. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2011%20Manual%20toma%20de%20muestras%20agua.pdf>
  13. Clesceri LS, Greenberg AE, Eaton AD, editores. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20.<sup>a</sup> ed. Washington: American Public Health Association; 2012.
  14. Environmental Protection Agency (EPA). Method 1623.1: *Cryptosporidium* and *Giardia* in water filtration/IMS/FA [internet]. 2012. Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/epa-1623.pdf>
  15. Cermeño J, Arenas J, Yori N, Hernández I. *Cryptosporidium parvum* y *Giardia lamblia* en aguas crudas y tratadas del estado Bolívar, Venezuela. Univ Cienc Tecnol [internet]. 2008;12(46):39-42. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212008000100006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212008000100006&lng=es&tlng=es)
  16. De Almeida Mastropaulo A, Pepe Razzolin MT. Qualidade da água de sistema alternativo coletivo de abastecimento para consumo humano: ocorrência de cistos de *Giardia* oocistos de *Cryptosporidium* em poços de São Paulo-SP. Rev Bras Cienc Saúde. 2018;22(3):237-46. <https://doi.org/10.4034/RBCS.2018.22.03.07>

17. Ríos-Tobón S, Agudelo-Cadavid RM, Gutiérrez-Builes LA. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Rev Fac Nac Salud Pública*. 2017;35(2):236-47. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>
18. Rodríguez Zamora J. Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre del 2008. *Rev Pensamient Actual*. 2009;9(12-13):125-34.
19. Guzmán BL, Nava G, Díaz P. La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. *Biomédica*. 2015;35 (supl. 2):177-90. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>
20. Gobernación de Boyacá, Secretaría de Salud. Mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano del centro urbano del municipio de Chiquinquirá-Boyacá [internet]. 2014. Disponible en: [chrome- https://www.boyaca.gov.co/secretariasalud/wp-content/uploads/sites/67/2014/07/images\\_Documentos\\_Salud\\_Publica\\_Ano\\_2014\\_MAPA-DE-RIESGO-DE-CHIQUINQUIRA.pdf](https://www.boyaca.gov.co/secretariasalud/wp-content/uploads/sites/67/2014/07/images_Documentos_Salud_Publica_Ano_2014_MAPA-DE-RIESGO-DE-CHIQUINQUIRA.pdf)
21. Rondeau V, Commenges D, Jacqmin-Gadda H, Dartigues JF. Relation between aluminium concentrations in drinking water and Alzheimer's disease: an 8-year follow-up study. *Am J Epidemiol*. 2000;152:59-66. <https://doi.org/10.1093/aje/152.1.59>
22. Freitas M, Brilhante O, Almeida LM. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cad Saúde Pública*. 2001;17:651-60. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2001000300019>
23. Suárez Escobar AF, García Ubaque CA, Vaca Bohórquez ML. Identificación y evaluación de la contaminación del agua por curtiembres en el municipio de Villapinzón. *Tecnura*. 2012;16:185-94.
24. Reyes Y, Vergara I, Torres O, Díaz M, González E. Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Rev Ing Investig Desarr*. 2016;16(2):66-77. <https://doi.org/10.19053/1900771X.v16.n2.2016.5447>
25. Fajardo Zapata A, Gaines Acuña S, Muñoz-Silva V, Otero Jiménez V, Mendoza Montaña VA. Calidad del agua y características habitacionales de un barrio en Bogotá.

- NOVA. 2017;15 (27):31-6. <https://doi.org/10.22490/24629448.1956>
26. Mora Alvarado D, Alfaro Herrera N, Portuquez CF, Peinador Brolatto M. Cálculos en las vías urinarias y su relación con el consumo de calcio en el agua de bebida en Costa Rica. *Rev Costarric Salud Pública* [internet]. 2000 dic [citado 2022 abr 29];9(17):61-70. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-14292000000200008&lng=en](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292000000200008&lng=en)
27. Sancha AM, Lira L. Presencia de cobre en aguas de consumo humano: causas, efectos y soluciones [internet]. Universidad de Chile; 2014. Disponible en: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/sancha.pdf>
28. Galicia Chaón L, Molina Frechero N, Oropez Oropeza A, Gaona E, Juárez López L. Análisis de la concentración de fluoruro en agua potable de la delegación Tlahuac, Ciudad de México. *Rev Int Contam Ambie*. 2011;27(4):283-9.
29. Dueñas-Celis MY, Dorado-González LM, Espinosa-Macana P (q. e. p. d.), Suescún-Carrero SH. Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano en zonas urbanas del departamento de Boyacá, Colombia 2004-2013. *Rev Fac Nac Salud Pública*. 2018;36(3):101-9. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v36n3a10>
30. Rojas Rodríguez DL, Colmenares Cruz RA. Análisis de los índices de riesgo de calidad de agua potable (IRCA) en Boyacá entre 2016-2019. *Agricolae Habitat*. 2021;4(1):30-44. <https://doi.org/10.22490/26653176.4315>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

# Factores asociados con mortalidad intrahospitalaria en falla cardíaca aguda: un estudio de cohorte retrospectiva

Lina Estefany López Morales<sup>1</sup> , Mariana Rada Rada<sup>2</sup> , John Alexander Conta López<sup>1</sup> ,  
Juliana Marcela Suárez Casas<sup>2</sup> , Ledmar Jovanny Vargas Rodríguez<sup>3</sup> 

## Resumen

**Introducción:** La falla cardíaca es una enfermedad de alta prevalencia mundial y de gran interés para la salud pública. En Colombia constituye una de las principales causas de mortalidad de origen cardiovascular, por lo cual es importante determinar los factores de riesgo asociados con la mortalidad intrahospitalaria en estos pacientes.

**Materiales y métodos:** Estudio de cohorte retrospectiva que incluyó a 260 pacientes con diagnóstico de falla cardíaca aguda atendidos en el Hospital Universitario San Rafael de Tunja (Colombia) entre enero de 2019 y enero de 2022. Con un análisis univariado y bivariado se construyó un modelo de regresión de Cox para determinar los factores asociados con mortalidad intrahospitalaria, y como desenlaces secundarios se determinó la incidencia de mortalidad intrahospitalaria a 10 días, el reingreso y el tiempo de estancia hospitalaria.

**Resultados:** La incidencia de mortalidad intrahospitalaria a los 10 días fue del 10%, el reingreso hospitalario se presentó en el 21,2% de los pacientes, la media de estancia hospitalaria fue de 9,31 días. Los factores de riesgo para mortalidad intrahospitalaria estadísticamente significativos fueron la clasificación clínica de Stevenson C o L (HR: 3,2; IC: 1,12-9,39;  $p = 0,03$ ) y la clase funcional del paciente a su ingreso NYHA III o IV (HR: 2,76; IC: 1,02-7,53;  $p = 0,04$ ).

**Conclusiones:** La clasificación clínica de Stevenson C o L y la clase funcional según NYHA III o IV demostraron ser factores de riesgo independientes de mortalidad intrahospitalaria. Se sugiere identificar tempranamente a estos pacientes, ya que podría asegurar una mayor supervivencia.

**Palabras clave:** mortalidad hospitalaria; insuficiencia cardíaca; falla cardíaca; insuficiencia cardíaca sistólica; insuficiencia cardíaca diastólica; enfermedades cardiovasculares

<sup>1</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Universitario San Rafael (Tunja, Colombia). Unidad Cardiovascular Conta y Pérez SAS (Tunja, Colombia).

<sup>2</sup> Universidad de Boyacá (Tunja, Colombia).

<sup>3</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Universitario San Rafael (Tunja, Colombia).

**Autora de correspondencia:** Mariana Rada Rada. Correo electrónico: [mrada@uniboyaca.edu.co](mailto:mrada@uniboyaca.edu.co)

### Citar este artículo así:

López Morales LE, Rada Rada M, Conta López JA, Suárez Casas JM, Vargas Rodríguez LJ. Factores asociados a mortalidad intrahospitalaria en falla cardíaca aguda: un estudio de cohorte retrospectiva. Rev Investig Salud Univ Boyacá. 2021;9(2):62-81. <https://doi.org/10.24267/23897325.905>

## Factors Associated with in-hospital Mortality in Acute Heart Failure: A Retrospective Cohort Study

### Abstract

**Introduction:** Heart failure is an illness of high prevalence at world level, and therefore one of great interest for public health. In Colombia, it is one of the leading causes of death from cardiovascular cause. For this reason, it is important to determine the risk factors associated to intrahospital mortality in these patients.

**Materials and methods:** Retrospective cohort study that included 260 patients diagnosed with acute heart failure treated in San Rafael University Hospital in Tunja between January 2019 and January 2022. A univariate and a bivariate analysis were carried out calculating Hazard Ratio and p values. With these results, a Cox regression model was made to determine the associated factors in intrahospital mortality; in addition, the incidence of intrahospital mortality 10 days after admission; readmissions; and length of hospital stay were determined as secondary outcomes.

**Results:** The incidence of intrahospital mortality 10 days after admission was of 10%; hospital readmissions occurred for 21.2% of the patients; the mean in hospital stay was of 9.31 days; the statistically significant risk factors for intrahospital mortality were Stevenson's clinical classification C or L (HR: 3.2; IC: 1.12-9.39;  $p = 0.03$ ) and the patient's functional class at the time of admission NYHA III or IV (HR: 2.76; IC: 1.02-7.53;  $p = 0.04$ ).

**Conclusion:** Stevenson's clinical classification C or L and the functional class NYHA III or IV emerge as independent risk factors for intrahospital mortality. Early identification of these patients is suggested for an increased rate of survival.

**Keywords:** hospital mortality; heart failure; heart failure; systolic heart failure; diastolic heart failure; cardiovascular diseases.

## Fatores associados à mortalidade intra-hospitalar na insuficiência cardíaca aguda: estudo retrospectivo

### Resumo

**Introdução:** a insuficiência cardíaca é uma doença de elevada prevalência em todo o mundo e que suscita grades preocupações em termos de saúde pública. Na Colômbia, esta é uma das principais causas de mortalidade cardiovascular, pelo que é importante determinar os fatores de risco associados à mortalidade intra-hospitalar nestes pacientes.

**Materiais e métodos:** Estudo retrospectivo que inclui 260 pacientes com diagnóstico de insuficiência cardíaca aguda tratados no Hospital Universitário San Rafael da cidade de Tunja (Colômbia) entre janeiro de 2019 e janeiro de 2022. Foi construído um modelo de regressão de Cox utilizando análises univariada e bivariada para determinar os fatores associados à mortalidade intra-hospitalar. A incidência de mortalidade intra-hospitalar aos 10 dias, a readmissão e a duração do internamento foram determinados como resultados secundários.

**Resultados:** A incidência de mortalidade intra-hospitalar aos 10 dias foi de 10%, a readmissão ocorreu em 21,2% dos pacientes e o tempo médio de internamento foi de 9,31 dias. Os fatores de risco estatisticamente significativos para a mortalidade intra-hospitalar foram a classificação clínica de Stevenson C ou L (HR: 3,2; IC: 1,12-9,39;  $p = 0,03$ ) e a classe funcional do paciente na admissão NYHA III ou IV (HR: 2,76; IC: 1,02-7,53;  $p = 0,04$ ).

**Conclusões:** A classificação clínica C ou L de Stevenson e a classe funcional III ou IV da NYHA provaram ser fatores de risco independentes para a mortalidade intra-hospitalar. A identificação precoce destes pacientes é sugerida, uma vez que pode assegurar uma sobrevivência mais longa.

**Palavras-chave:** Mortalidade Hospitalar; insuficiência cardíaca; Insuficiência Cardíaca Sistólica; Insuficiência Cardíaca Diastólica; Doenças Cardiovasculares.

## Introducción

La falla cardíaca se define como un síndrome clínico secundario a una alteración cardíaca estructural o funcional (1,2). Para Latinoamérica, su incidencia se estima en un 1%; sin embargo, para Colombia su prevalencia se ha estimado en un 2,3% (3), con un aumento de su prevalencia mundial en los últimos años, debido al incremento de enfermedades cardiovasculares y la expectativa de vida poblacional (4).

La mortalidad global por esta causa se estima entre el 1,5% y el 4% (5). En Suramérica, la tasa de mortalidad intrahospitalaria en pacientes con falla cardíaca aguda (FCA) es del 11,7% y el reingreso hospitalario se ha reportado en un 33,4% a los 90 días y en un 28,1% a los 6 meses (6). Por esto, las complicaciones de esta enfermedad en mayores de 65 años constituyen motivos de consulta frecuentes en los servicios de urgencias y hospitalización (7).

En concordancia con lo anterior, la falla cardíaca es una enfermedad crónica con una mortalidad elevada que genera altos costos terapéuticos, debido a la elevada tasa de hospitalizaciones y reingresos hospitalarios, por lo cual configura un reto intervenir en la historia natural de la enfermedad, así como influir positivamente en la morbilidad y mortalidad de estos pacientes (8,9).

En la literatura sobre el tema se encuentra que la frecuencia de esta enfermedad aumenta con la edad, y dentro de sus principales etiologías en el adulto están: enfermedad coronaria, hipertensión arterial, diabetes mellitus, obesidad, tabaquismo, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, y hasta un 87% de los pacientes pueden llegar a presentar tres o más comorbilidades, lo cual se ha asociado con un peor pronóstico (10-12).

Dentro de los factores de riesgos documentados en la literatura, se encontraron; determinantes clínicos (edad avanzada), comorbilidades (diabetes mellitus, cardiopatía isquémica, hipertensión arterial y enfermedad renal crónica) y determinantes paraclínicos (nitrógeno ureico en sangre, creatinina, albúmina, recuento leucocitario, sodio sérico, hemoglobina, tasa de filtración glomerular y otros, como el tiempo de estancia hospitalaria) (12-14).

El objetivo de este estudio es establecer la asociación entre factores de riesgo y mortalidad intrahospitalaria en pacientes con diagnóstico de FCA atendidos en un hospital universitario de alta complejidad de Colombia. De igual forma, realizar la caracterización demográfica de esta población, dado que los conocimientos de las características clínicas de nuestra población ayudarán al clínico a identificar a los pacientes con un mayor riesgo de morir durante la hospitalización, con el fin de intervenir oportunamente e instaurar medidas terapéuticas que aseguren una mayor supervivencia.

## Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio observacional analítico de cohorte retrospectiva con registros hospitalarios de pacientes atendidos y hospitalizados por el Servicio de Cardiología entre el 1.º de enero de 2019 y el 31 de enero de 2022, en el Hospital Universitario San Rafael de Tunja (Colombia).

Se incluyeron pacientes mayores de 18 años con diagnóstico principal de falla cardíaca, agudamente descompensada, en manejo intrahospitalario por el servicio de Cardiología. Para determinar los pacientes elegibles, se consideró que tuvieran como diagnóstico principal en la historia clínica el código CIE10:

- I500: Insuficiencia cardíaca congestiva.
- I501: Insuficiencia ventricular izquierda.
- I509: Insuficiencia cardíaca, no especificada.

Por otra parte, se excluyeron pacientes con historias clínicas incompletas (sin la totalidad de las variables), pacientes con antecedente de cardiopatía congénita, gestantes, pacientes con patología neoplásica documentada y pacientes con COVID-19. Se recolectó la información en Excel 2010, en un formato estructurado para la validación de los criterios de elegibilidad, el cual fue diligenciado por un coinvestigador y verificado por dos

médicos. En dicho formato se registraron datos de variables sociodemográficas, comorbilidades y tratamiento intrahospitalario. Se realizó una clasificación del fenotipo de FCA según la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI): preservada:  $\geq 50\%$ , ligeramente reducida: entre 41% y 49% y reducida:  $\leq 40\%$ , que se obtuvo a partir del ecocardiograma transtorácico realizado por el Servicio de Cardiología institucional al ingreso del paciente.

Se tomaron variables clínicas como: clase funcional al ingreso NYHA: clases I, II, III y IV; clasificación clínica de Stevenson: A, B, C o L; presión arterial sistólica  $\geq 125$  mmHg, y, finalmente, variables paraclínicas: sodio sérico, NT-proBNP, al que se asignaron los siguientes puntos de corte: menor a 3000 pg/ml, entre 3001 y 5000 pg/ml, entre 5001 y 10000 pg/ml y mayor a 10000 pg/ml (15,16); nitrógeno ureico en la sangre (BUN); presencia de anemia (hombre: menor a 13 g/dl; mujeres: menor a 12 g/dl), según los puntos de corte establecidos en estudios previos (17-19).

El reingreso hospitalario se definió como aquellos pacientes con una hospitalización previa por FCA; entre tanto, la condición de egreso del paciente se valoró a los 10 días del ingreso hospitalario. Se calculó la media de días de estancia hospitalaria.

La base de datos se validó mediante la verificación del 10% de las historias de manera aleatoria.

Este estudio fue aprobado por el Comité Investigador y de Bioética del Hospital Universitario San Rafael de Tunja, mediante el Acta 004 del 25 de agosto de 2022. El estudio se realizó de acuerdo con las normas éticas de la Declaración de Helsinki de 1964 y sus modificaciones posteriores.

### **Análisis estadístico**

El universo de este estudio fueron 800 pacientes y se realizó un muestreo probabilístico aleatorio simple. El tamaño de la muestra se calculó con base en el estudio realizado por Tomcikova et al. (20), del cual se seleccionó el grupo con alto riesgo de mortalidad intrahospitalaria, que está en el 53,8% (OR: 3,5; IC95%: 1,37-8,94). Entre tanto, mediante el programa Epidat versión 4.1 se calculó una muestra de 260 pacientes, con un nivel de confianza del 95%.

En el análisis univariado, las variables categóricas se determinaron según frecuencias absolutas (número de pacientes) y relativas (porcentaje). En las variables numéricas o cuantitativas se utilizaron medidas de tendencia central y de dispersión.

En el análisis bivariado se calculó el índice de riesgo (HR) con un intervalo de confianza del 95%. Aquellas variables que no presentaron asociación, pero tuvieron un valor teórico representativo descrito en la literatura con un valor de  $p \leq 0,15$  se incluyeron en el análisis multivariado, de

las cuales las variables que presentaron diferencia estadística significativa fueron aquellas con valor de  $p \leq 0,05$ , con la obtención del HR con un intervalo de confianza del 95%.

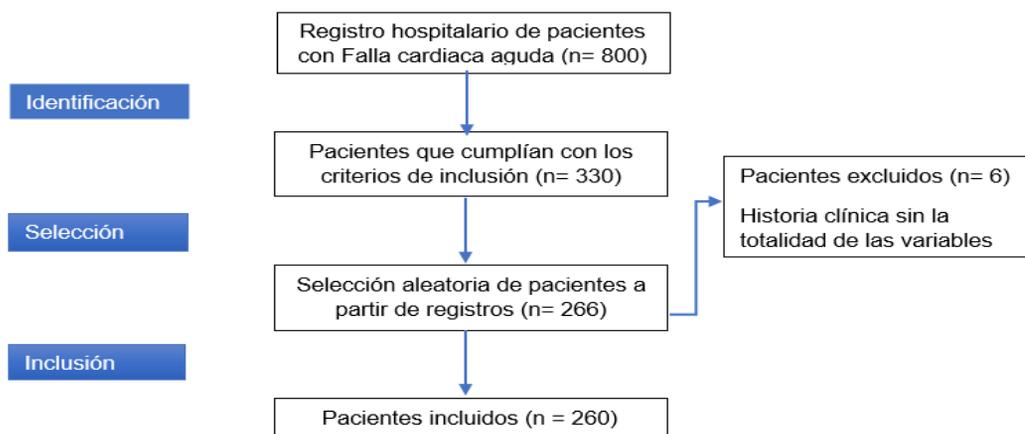
Por medio de un modelo de regresión Cox se identificaron los factores asociados con mortalidad intrahospitalaria a 10 días, ingresando las variables según criterio clínico y estadístico. El desenlace primario fue una mortalidad intrahospitalaria a los 10 días y el desenlace secundario se determinó mediante la proporción de reingresos hospitalarios y media de tiempo de estancia hospitalaria.

Adicionalmente, se elaboraron curvas de supervivencia con el método de Kaplan-Meier, a efectos de evaluar la supervivencia acumulada para cada una de las variables estadísticamente significativas. La prueba de log-rank determinó si se encontró alguna diferencia entre la supervivencia de los grupos. Los datos se analizaron utilizando IBM SPSS Statistics 28.

## **Resultados**

Se seleccionaron 266 pacientes con diagnóstico de FCA mediante un muestreo aleatorizado simple, y en el estudio se incluyeron 260 después de aplicar los criterios de exclusión (figura 1).

**Figura 1.** Proceso de selección de los pacientes



### **Análisis univariado en variables cualitativas y cuantitativas**

#### ***Características de la población e historial médico***

En este estudio, el 60% de los pacientes eran hombres, y la media de edad fue de 69,1 años. La comorbilidad más frecuente incluyó: hipertensión arterial crónica, en un 74%; diabetes mellitus tipo 2, en un 45%; enfermedad renal crónica, en un 38,8%, y cardiopatía isquémica, en un 35,4% de los pacientes. Es importante anotar que, en el análisis de esta cohorte, el 6,5% de los pacientes cursaban con sepsis en el momento del registro.

En este estudio, la media de estancia hospitalaria fue de 9,3 días, y el 21,2% de los pacientes había tenido un reingreso por descompensación de falla cardíaca (tabla 1).

#### ***Presentación clínica***

El fenotipo más frecuente fue la falla cardíaca con FEVI reducida en un 53,5%. El perfil clínico más recurrente fue el Stevenson B (61%), y el 43,5% tenía una clase funcional NYHA III (tabla 1).

### Exámenes paraclínicos

La media de sodio sérico al ingreso fue de 141,5 Meq/L. El 26,5% de los pacientes cursó al ingreso con hiponatremia ( $Na < 135$  Meq/L). La media de BUN fue 24 mg/dl. El 36% de los pacientes tenía un  $BUN \geq 32$ . La media de Nt proBNP fue de 6,552 pg/ml. El 44% de los pacientes que hicieron parte de la cohorte tenían un Nt proBNP  $> 5000$  pg/ml. Por último, la media de TFG por CKD EPI fue de 69,9 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> (tabla 1).

### Manejo intrahospitalario

Al ingreso, el 82,7% de los pacientes recibía algún tipo de betabloqueador. El 48,1% recibía un antagonista del receptor mineralocorticoide; el 48,1%, IECA, ARA II o ARNI, y el 53,1%, un iSGLT2 (tabla 1).

**Tabla 1.** Características de la población general con falla cardíaca y mortalidad

Variables	Población general (n = 260 [100 %])	Mortalidad intrahospitalaria a 10 días (n = 26 [10 %])
<b>Edad (años)</b>		
< 70	126 (48,5)	7 (26,9)
$\geq 70$	134 (51,5)	19 (73,1)
<b>Sexo</b>		
Masculino	156 (60)	13 (50)
Femenino	104 (40)	13 (50)

Variables	Población general (n = 260 [100 %])	Mortalidad intrahospitalaria a 10 días (n = 26 [10 %])
<b>Clasificación clínica de Stevenson</b>		
A o B	245 (94,2)	21 (80,8)
C o L	15 (5,8)	5 (19,2)
<b>Clase funcional de la NYHA</b>		
I o II	110 (42,3)	6 (23,1)
III o IV	150 (57,7)	20 (76,9)
<b>FEVI</b>		
Preservada o ligeramente reducida	121 (46,5)	11 (42,3)
Reducida	139 (53,5)	15 (57,7)
<b>BUN (mg/dl)</b>		
< 32	165 (63,5)	11 (42,3)
$\geq 32$	95 (36,5)	15 (57,7)
<b>PAS (mmHg)</b>		
$\geq 125$ mmHg	125 (48,1)	6 (23,1)
< 125 mmHg	135 (51,9)	20 (76,9)
<b>Sodio (mmol/L)</b>		
$\geq 135$	191 (73,5)	19 (73,1)
< 135	69 (26,5)	7 (26,9)
<b>Nt proBNP (pg/ml)</b>		
$\leq 3000$	119 (45,8)	10 (38,5)
3001-5000	36 (13,8)	3 (11,5)
5001-10.000	53 (20,4)	6 (23,1)
> 10.000	52 (20,0)	7 (26,9)
<b>Medicamentos</b>		
Betabloqueadores	215 (82,7)	18 (69,2)
ARM	125 (48,1)	12 (46,2)
Diuréticos de asa	152 (58,5)	20 (76,9)

Variables	Población general (n = 260 [100 %])	Mortalidad intrahospitalaria a 10 días (n = 26 [10 %])
IECA/ARAI o ARNI	125 (48,1)	13 (50,0)
iSGLT2	138 (53,1)	9 (34,6)
Historial médico		
Tromboembolismo pulmonar	20 (7,7)	4 (15,4)
Sepsis	17 (6,5)	7 (26,9)
Comorbilidades		
Hipertensión arterial	194 (74,6)	21 (80,8)
Diabetes mellitus tipo 2	119 (45,8)	14 (53,8)
Cardiopatía isquémica	92 (35,4)	14 (53,8)
Cardiopatía cha-gásica	22 (8,5)	3 (11,5)
Fibrilación auricular	85(32,7)	8 (30,8)
Valvulopatías	87 (33,5)	10 (38,5)
Anemia	69 (26,5)	12 (46,2)
Enfermedad renal crónica	101 (38,8)	16 (61,5)
G1 Normal	65 (25,0)	5 (19,2)
G2 Ligeramente disminuido	98 (37,7)	7 (26,9)
G3a Ligera o moderadamente disminuido	26 (10,0)	4 (15,4)
G3b Moderada a gravemente disminuido	26 (10,0)	4 (15,4)
G4 Gravemente disminuido	28 (10,8)	6 (23,1)
G5 Falla renal	17 (6,5)	0 (0,0)

Variables	Población general (n = 260 [100 %])	Mortalidad intrahospitalaria a 10 días (n = 26 [10 %])
Desenlaces		
Reingreso hospitalario	55 (21,2)	9 (34,6)
Días de estancia hospitalaria < 10 días	176 (67,7)	14 (53,8)
Días de estancia hospitalaria $\geq$ 10 días	84 (32,3)	12 (46,2)

NYHA: New York Heart Association; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; IECA: inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina; ARAII: antagonista de los receptores de angiotensina II; ARNI: inhibidores del receptor de angiotensina-neprilisina; ARM: antagonista receptores de mineralocorticoides; iSGLT2: inhibidores del cotransportador sodio y glucosa tipo 2; BUN: nitrógeno ureico en sangre; IC: intervalo de confianza.

La mortalidad intrahospitalaria en esta cohorte se presentó en el 10 % del total de los pacientes.

### **Análisis bivariado de los factores asociados a mortalidad intrahospitalaria**

Después de seleccionar las variables con un valor de  $p \leq 0,15$  en el análisis bivariado (tabla 2), se ejecutó una regresión de riesgos proporcionales de Cox. Como resultado, se obtuvo un modelo final para la mortalidad a 10 días durante la hospitalización con las siguientes variables: edad  $\geq 70$  años, clase funcional NYHA III o IV, enfermedad

renal crónica, manejo intrahospitalario con diuréticos de ASA, betabloqueadores e iSGLT2, reingreso hospitalario, nitrógeno ureico en sangre  $\geq 32$  mg/dl, clasificación clínica de Stevenson C o L y presión arterial sistólica  $\geq 125$  mmHg.

**Tabla 2.** Análisis bivariado de los factores asociados con mortalidad intrahospitalaria

Variables	Mortalidad intrahospitalaria 10 días	
	Hazard Ratio (IC95 %)	Valor de <i>p</i>
Edad $\geq 70$ años	2,06 (0,85-4,95)	0,10
Sexo	0,57 (0,26-1,25)	0,16
Hipertensión arterial	1,37 (0,51-3,65)	0,52
Diabetes mellitus	1,28 (0,58-2,83)	0,52
Enfermedad coronaria	1,32 (0,59-2,93)	0,49
Fibrilación auricular	0,99 (0,41-2,38)	0,98
Valvulopatía	1,35 (0,60-3,01)	0,46
Cardiopatía chagásica	2,02 (0,59-6,80)	0,25
Tromboembolismo pulmonar	1,78 (0,60-5,21)	0,29
Sepsis	1,93 (0,75-4,96)	0,16
Enfermedad renal crónica	2,72 (1,20-6,18)	0,76
TFG G3b-G4-G5	1,61 (0,72-3,60)	0,24
Anemia	1,75 (0,79-3,86)	0,16
NYHA III-IV	2,74 (1,02-7,31)	0,04
Tensión arterial sistólica $\geq 125$ mmHg	0,35 (0,14-0,89)	0,02
Clasificación de Stevenson B, C o L	3,06 ( 0,91-10,2)	0,06
Clasificación Stevenson C o L	0,20 (0,07-0,55)	0,00

Variables	Mortalidad intrahospitalaria 10 días	
	Hazard Ratio (IC95 %)	Valor de <i>p</i>
Nt probnp $\geq 3000$ pg/ml	1,18 (0,53-2,63)	0,68
BUN $\geq 32$ mg/dl	1,82 (0,82-4,03)	0,13
FEVI $\leq 40$ %	1,48 (0,66-3,30)	0,33
Diureticos de asa	2,12 (0,85-5,33)	0,10
IECA/ARAI o ARNI	0,94 (0,42-2,08)	0,88
ARM	0,73(0,33-1,62)	0,44
Betabloqueadores	0,47 (0,20-1,09)	0,07
iSGLT2	0,39 (0,17-0,91)	0,03
Reingreso hospitalario	1,88 (0,83-4,28)	0,13

NYHA: New York Heart Association; IECA: inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina; ARAII: antagonista de los receptores de angiotensina II; ARNI: inhibidores del receptor de angiotensina-neprilisina; ARM: antagonista receptores de mineralocorticoides; iSGLT2: inhibidores del cotransportador sodio y glucosa tipo 2; BUN: nitrógeno ureico en sangre; TFG: tasa de filtrado glomerular; IC: intervalo de confianza.

### Análisis multivariado

En el análisis multivariado se encuentran como probables factores de riesgo para mortalidad intrahospitalaria en pacientes con FCA: clase funcional NYHA III o IV, clasificación de Stevenson C o L, que tuvieron un valor de  $p \leq 0,05$  (tabla 3).

**Tabla 3.** Análisis multivariado con modelo de regresión logística de Cox

Mortalidad intrahospitalaria	Total de pacientes (n = 250)	Mortalidad a 10 días (n = 26 [10 %])	Hazard Ratio (IC95 %)	Valor de p
Edad ≥ 70 años	134 (51,5)	19 (14,17)	1,94 (0,80-4,68)	0,14
Enfermedad renal crónica	101 (38,8)	16 (15,84)	1,42 (0,59-3,45)	0,43
Betabloqueadores	215 (82,7)	18 (8,37)	0,48 (0,19-1,20)	0,12
iSGLT2	138 (53,1)	9 (6,52)	0,46 (0,20-1,08)	0,07
Diurético de asa	152 (58,8)	20 (13,15)	1,89 (0,70-5,07)	0,2
Clasificación de Stevenson C o L	15 (5,8)	5 (33,33)	<b>3,24 (1,12-9,39)</b>	<b>0,03</b>
Tensión arterial sistólica ≥ 125 mmHg	125 (48,1)	6 (4,8)	0,43 (0,16-1,13)	0,08
Clase funcional NYHA III-IV	150 (57,7)	20 (13,33)	<b>2,77 (1,02-7,45)</b>	<b>0,04</b>

NYHA: New York Heart Association; iSGLT2: inhibidores del cotransportador sodio y glucosa tipo 2; IC: intervalo de confianza.

### **Análisis de supervivencia**

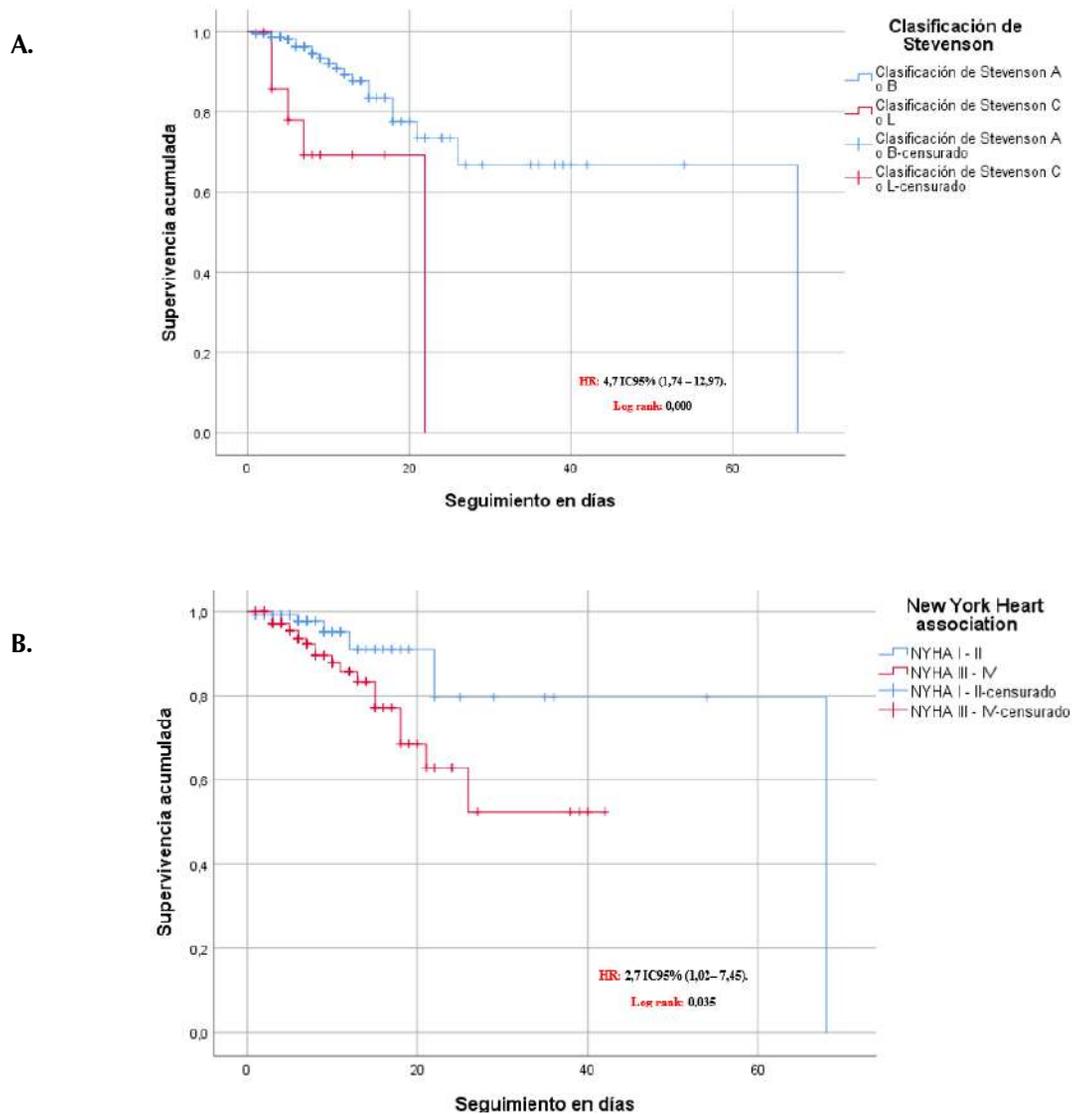
Los pacientes que presentaron clasificación de Stevenson A o B durante la hospitalización y los pacientes con clase funcional NYHA I o II mostraron una mejor supervivencia. Los pacientes con clasificación de Stevenson C o L presentaron 4,7 veces mayor riesgo de mortalidad intrahospitalaria frente a los pacientes con clasificación clínica de Stevenson A o B (figura 2A). Fue estadísticamente significativa la diferencia entre estos dos grupos (la prueba de log-rank < 0,00). Por otra parte, aquellos pacientes con clase funcional NYHA III o IV presentaron 2,7 veces mayor riesgo de mortalidad frente a los pacientes con clase

funcional NYHA I o II. La diferencia entre estos dos grupos también fue estadísticamente significativa (la prueba de log-rank < 0,03) (figura 2B).

### **Discusión**

En este estudio se describieron las características sociodemográficas, clínicas y paraclínicas de los pacientes con FCA atendidos en un centro de alta complejidad del departamento de Boyacá, siendo el presente estudio el único en el departamento. Al contrastar las características de la población del registro colombiano de falla cardíaca con las del presente estudio, se encontraron las siguientes diferencias: diabetes mellitus tipo 2: 24,6%

**Figura 2.** Análisis de Kaplan-Meier de supervivencia acumulada entre (A) pacientes con clasificación Stevenson A o B y clasificación de Stevenson C o L; así como (B) pacientes con clasificación NYHA I o II y clasificación NYHA III o IV.



NYHA: New York Heart Association.

vs. 45,8%; fibrilación auricular: 17,7% vs. 32,7%; enfermedad valvular: 17,2% vs. 33,5%; enfermedad renal crónica: 17,2% vs. 38,8%, y cardiopatía chagásica: 3,5% vs. 8,5%. Así mismo, para Colombia se han encontrado otros estudios con un diseño metodológico similar, en los que se evidenció una menor carga de comorbilidades y de la enfermedad, comparada con los resultados de este estudio (21-24). Por otra parte, es importante señalar que el 35% de los pacientes de esta cohorte tenía al menos 2 comorbilidades asociadas a falla cardíaca.

Adicionalmente, dada la alta incidencia de diabetes mellitus tipo 2 en esta cohorte de pacientes con FCA, consideramos que es indispensable su búsqueda activa, con el fin de estratificar el riesgo cardiovascular de estos pacientes e instaurar las estrategias terapéuticas que impacten en la mortalidad en una población con mayor riesgo de muerte (25). Por otra parte, la incidencia de cardiopatía chagásica de este estudio es un duplo respecto a lo reportado en otras poblaciones pertenecientes a regiones distintas del país (14-16), lo cual resalta la importancia de extender medidas de prevención y tamizaje para la infección por *Trypanosoma cruzi* en el departamento.

La mortalidad intrahospitalaria en este estudio se documentó en un 10% similar a la reportada por otros estudios del país (22-24). En estudios observacionales realizados en países de América del

Sur, la mortalidad ha sido similar (16,26). En una revisión sistemática y metanálisis se estimó una mortalidad hospitalaria por falla cardíaca para América Latina del 11,7%, y aumentaba en pacientes con FEVI reducida, enfermedad de Chagas y cardiopatía isquémica (6).

El registro de falla cardíaca de la Sociedad Europea de Cardiología reportó una tasa de mortalidad intrahospitalaria del 4,9% (25). Sin embargo, algunos autores reportan tasas más altas de mortalidad intrahospitalaria en pacientes con FCA, desde un 5,8% hasta un 16% en países europeos (27,28).

En Estados Unidos, en el registro OPTIMIZE-HF, la mortalidad hospitalaria en pacientes con falla cardíaca con FEVI reducida fue del 3,9% y de 2,9% en pacientes con falla cardíaca con FEVI preservada (24). El registro multicéntrico ADHERE del mismo país reportó una mortalidad intrahospitalaria del 4% (16).

Por lo anterior, es preciso decir que en países desarrollados la mortalidad intrahospitalaria es menor, probablemente debido a la robustez de su sistema de salud, así como a la presencia extensiva en estos países de unidades especializadas para el manejo y la atención de esta patología, que aseguran un seguimiento periódico y una mejor adherencia a la terapia farmacológica y no farmacológica de estos pacientes, con el fin

de disminuir los ingresos hospitalarios por esta causa. Estas unidades con programa para pacientes con falla cardíaca también propenden a una mayor educación en cuanto a la detección de signos de alarma, para acudir tempranamente a los servicios de urgencias y así disminuir complicaciones (9,26,29,30).

En esta cohorte, el reingreso hospitalario fue del 21,2%, el cual es similar al reportado por el Registro Colombiano de Falla Cardíaca (Recolfaca) (21). En países europeos y Australia, el reingreso hospitalario se ha informado en un 32% en pacientes con falla cardíaca (31,32). En el registro OPTIMIZE-HF, reportaron un reingreso hospitalario de un 29,2% (33). Lo anterior es importante, dado que las tasas de reingreso hospitalario son altas tanto en países desarrollados como en subdesarrollados, lo cual puede explicarse por la alta carga de la enfermedad, múltiples comorbilidades y la progresión normal de la enfermedad.

Los reingresos hospitalarios generan altas cargas al sistema de salud y a la sociedad, por lo cual se deben diseñar estudios prospectivos que nos ayuden a establecer otras posibles causas del reingreso y así mejorar este parámetro de calidad de la atención en salud.

La media de estancia hospitalaria en este estudio fue de 9,3 días. En Medellín se reportan medias de estancia hospitalaria de 5 a 11,4 días, según

algunos autores (30,34,35). La media de estancia hospitalaria nacional según Recolfaca está en 8 días (21).

En este estudio se encontró que la clase funcional NYHA III o IV es un factor de riesgo, independiente de la mortalidad intrahospitalaria en pacientes con FCA, lo cual ha sido reportado por otros estudios previamente (36,37).

La clasificación clínica de Stevenson C o L también tuvo significancia estadística para el desenlace primario. Aunque en los estudios disponibles en la literatura médica actual no se ha relacionado esta clasificación clínica con mortalidad intrahospitalaria, sí se ha asociado el perfil hemodinámico del paciente a su ingreso con mortalidad en pacientes con FCA que progresan a choque cardiogénico (4).

Adicionalmente, este estudio encontró como un factor protector la  $PAS \geq 125$  ( $p = 0,02$ ) en el análisis univariado. Esto ha sido reportado por otros estudios (28) y, por lo tanto, el reconocimiento temprano de la inestabilidad hemodinámica en esta población podría ser una estrategia para mejorar la supervivencia intrahospitalaria.

Entre los factores de riesgo encontrados en la literatura con significancia estadística, tenemos la edad avanzada, sexo, enfermedad renal crónica, cardiopatía isquémica, diabetes mellitus tipo

2, hipertensión arterial crónica, anemia, uremia (BUN, creatinina), hiponatremia, hipoalbuminemia, recuento leucocitario, pluripatología, estado funcional por escala de Barthel, deterioro cognitivo, PAS < 120 mmHg, tiempo de estancia hospitalaria, FEVI (10,13,23-25,35,36-40). Sin embargo, en este estudio estas variables no lograron significancia estadística.

Ninguno de los medicamentos incluidos en este estudio se asoció con una disminución de la mortalidad intrahospitalaria a los 10 días. Sin embargo, aunque no alcanzaron significación estadística, merecen ser mencionados, dada la evidencia científica que tienen estos grupos farmacológicos en desenlaces cardiovasculares y su relevancia clínica. Consideramos que probablemente no se lograron estos resultados, dado el tiempo de seguimiento de la cohorte. Sin embargo, la prescripción de los grupos farmacológicos que hacen parte de la terapia fundacional de falla cardíaca es similar al reportado por Rolfaca (21).

### **Limitaciones y fortalezas**

Como fortalezas de la presente investigación, se destaca como el primer estudio con estas características en el departamento de Boyacá. Por otra parte, en Colombia muy pocos estudios han evaluado factores asociados con mortalidad intrahospitalaria por FCA. Además, esta investigación

no presentó datos faltantes, lo que evita el sesgo de deserción.

Como limitaciones, en primer lugar, se trata de un estudio observacional que, por naturaleza, es intrínsecamente propenso a varios sesgos, bien sea de selección, realización o información. En segundo lugar, el diseño epidemiológico utilizado fue un estudio de cohorte retrospectivo. Sin embargo, para superar esta limitación, un segundo investigador verificó todos los datos recopilados para aumentar la calidad de la información. Por lo tanto, se trató de limitar los efectos de este problema tanto como fuera posible.

### **Agradecimientos**

El autor principal agradece a todos los participantes incluidos en este estudio y a las directivas del Hospital Universitario San Rafael de Tunja (Boyacá), por el apoyo brindado.

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaramos no tener ningún conflicto de intereses.

### **Financiación**

Propia de los autores.

## Referencias

1. Comentarios a la guía ESC 2021 sobre el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardíaca aguda y crónica. *Rev Esp Cardiol*. 2022;75(6):458-65. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.11.012>
2. Writing Committee Members, ACC/AHA Joint Committee Members. 2022 AHA/ACC/HFSA guideline for the management of heart failure. *J Card Fail*. 2022;28(5):e1-167. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2022.02.010>
3. Gómez E. Capítulo 2. Introducción, epidemiología de la falla cardíaca e historia de las clínicas de falla cardíaca en Colombia. *Rev Colomb Cardiol*. 2016;23:6-12. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2016.01.004>
4. Seferović PM, Vardas P, Jankowska EA, Maggioni AP, Timmis A, Milinković I, et al. The heart failure association atlas: heart failure epidemiology and management statistics 2019. *Eur J Heart Fail*. 2021;23(6):906-14. <https://doi.org/10.1002/ejhf.2143>
5. Stretti L, Zippo D, Coats AJS, Anker MS, von Haehling S, Metra M, et al. A year in heart failure: an update of recent findings. *ESC Heart Fail*. 2021;8(6):4370-93. <https://doi.org/10.1002/ehf2.13760>
6. Ciapponi A, Alcaraz A, Calderón M, Matta MG, Chaparro M, Soto N, et al. Burden of heart failure in Latin America: a systematic review and meta-analysis. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2016;69(11):1051-60. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2016.04.054>
7. Rodríguez-Artalejo F, Banegas Banegas JR, Guallar-Castillón P. Epidemiología de la insuficiencia cardíaca. *Rev Esp Cardiol*. 2004;57(2):163-70. [https://doi.org/10.1016/s0300-8932\(04\)77080-3](https://doi.org/10.1016/s0300-8932(04)77080-3)
8. Tamayo Fuquen DC, Rodríguez VA, Rojas Reyes MX, Rincón Roncancio M, Franco C, Ibarra MT, et al. Costos ambulatorios y hospitalarios de la falla cardíaca en dos hospitales de Bogotá. *Acta Med Colomb*. 2013;38(4):208-12. <https://doi.org/10.36104/amc.2013.205>
9. Gómez-Mesa JE, Saldarriaga C, Jurado AM, Mariño A, Rivera A, Herrera Á, et al. Consenso colombiano de falla cardíaca avanzada: capítulo de falla cardíaca, trasplante cardíaco e hipertensión pulmonar de la Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. *Rev Colomb Cardiol*. 2019;26:3-24. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2019.06.001>
10. Rafael Marques M, Gonçalves H, Calvão J, Goirigolzarri J, Mendez M, Bover R, et al.

- La pluripatología en una unidad de insuficiencia cardíaca: perspectiva de un internista. *Galicia Clin.* 2021;82(2):81. <https://doi.org/10.22546/61/2249>
11. Regan JA, Kitzman DW, Leifer ES, Kraus WE, Fleg JL, Forman DE, et al. Impact of age on comorbidities and outcomes in heart failure with reduced ejection fraction. *JACC Heart Fail.* 2019;7(12):1056-65. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2019.09.004>
  12. Savarese G, Settergren C, Schrage B, Thorvaldsen T, Löfman I, Sartipy U, et al. Comorbidities and cause-specific outcomes in heart failure across the ejection fraction spectrum: A blueprint for clinical trial design. *Int J Cardiol.* 2020;313:76-82. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2020.04.068>
  13. Calle Crespo AP, Ojeda Orellana KP. Prevalencia y factores asociados a insuficiencia cardíaca en adultos mayores. Hospital Homero Castanier Crespo, 2015-2019. *Rev Fac Cienc Méd Univ Cuenca.* 2022;39(2). <https://doi.org/10.18537/rfcm.39.02.03>
  14. Mascote JE, Salcedo DM, Mascote M del R. Prevalencia de factores de riesgo para insuficiencia cardíaca y discusión de sus posibles interacciones fisiopatológicas. *VozAndes* [internet]. 2018 [citado el 16 de enero de 2023];55-65. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-997050>
  15. Gwadry-Sridhar FH, Flintoft V, Lee DS, Lee H, Guyatt GH. A systematic review and meta-analysis of studies comparing readmission rates and mortality rates in patients with heart failure. *Arch Intern Med.* 2004;164(21):2315-20. <https://doi.org/10.1001/archinte.164.21.2315>
  16. Díaz R, Díaz J, Fuenmayor Ojeda V, Antonio Parejo JA. Insuficiencia cardíaca aguda: análisis clínico epidemiológico. *Med Interna (Caracas)* [internet]. 2018 [citado el 16 de enero de 2023];34(4):224-36. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/08/1005878/491-948-1-sm.pdf>
  17. Andersson SE, Edvinsson M-L, Björk J, Edvinsson L. High NT-proBNP is a strong predictor of outcome in elderly heart failure patients. *Am J Geriatr Cardiol.* 2008;17(1):13-20. <https://doi.org/10.1111/j.1076-7460.2007.06674.x>
  18. Santaguida PL, Don-Wauchope AC, Oremus, M, McKelvie, R, Ali, U, Hill SA, Balion, C, Booth RA, Brown JA, Bustamam, A, Sohel, N, Raina P(2014). BNP and NT-proBNP as prognostic markers in persons with acute decompensated heart failure: a systematic review. *Heart Failure Reviews*, 19(4), 453-470. <https://doi.org/10.1007/s10741-014-9442-y>

19. Stienen, S, Salah, K, Moons AH, Bakx AL, Van Pol P, Kortz RA, et al. NT-proBNP (N-terminal pro-B-type natriuretic peptide)-guided therapy in acute decompensated heart failure: PRIMA II randomized controlled trial (Can NT-ProBNP-Guided Therapy During Hospital Admission for Acute Decompensated Heart Failure Reduce Mortality and readmissions?): PRIMA II randomized controlled trial (Can NT-ProBNP-Guided Therapy During Hospital Admission for Acute Decompensated Heart Failure Reduce Mortality and readmissions?). *Circulation*. 2018;137(16):1671-83. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.029882>
20. Tomcikova D, Felsoci M, Spinar J, Miklik R, Mikusova T, Vitovec J, et al. Risk of in-hospital mortality identified according to the typology of patients with acute heart failure: classification tree analysis on data from the acute heart failure database-main registry. *J Crit Care*. 2013;28(3):250-8. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2012.09.014>
21. Gómez-Mesa JE, Saldarriaga-Giraldo CI, Echeverría LE, Luna-Bonilla P, Grupo Investigador Recolfaca. Registro Colombiano de Falla Cardíaca (Recolfaca): resultados. *Rev Colomb Cardiol*. 2022;28(4). <https://doi.org/10.24875/RCCAR.M21000063>
22. Diaztagle-Fernández JJ, Chaves-Saltiango WG, Sprockel-Díaz JJ, Acevedo-Velasco AD, Rodríguez-Benítez FH, Benavides-Solarte MF, et al. Asociación entre hiponatremia, mortalidad y estancia hospitalaria en pacientes con falla cardíaca descompensada. *Medunab*. 2019;22(3):294-303. <https://doi.org/10.29375/01237047.3497>
23. Chaves Santiago WG, Diaztagle Fernández JJ, Sprockel JJ, Hernández JI, Benavides JM, Henao DC, et al. Factores asociados a mortalidad en pacientes con falla cardíaca descompensada. *Acta Med Colomb*. 2015;39(4):314-20. <https://doi.org/10.36104/amc.2014.560>
24. Fortich F, Ochoa Morón A, Balmaceda de La Cruz B, Rentería Roa J, Herrera Orego D, Gándara J, et al. Factores de riesgo para mortalidad en falla cardíaca aguda. Análisis de árbol de regresión y clasificación. *Rev Colomb Cardiol*. 2020;27(1):20-8. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2019.03.006>
25. Kong MG, Jang SY, Jang J, Cho H-J, Lee S, Lee SE, et al. Impact of diabetes mellitus on mortality in patients with acute heart failure: a prospective cohort study. *Cardiovasc Diabetol*. 2020;19(1):49. <https://doi.org/10.1186/s12933-020-01026-3>

26. Cristodulo Cortez R, Ureña Cordero D, Sánchez M, Rioja P, Vidal W, Zambrana E, Rojas N, et al. Primer registro de insuficiencia cardíaca en la Caja Nacional de Salud: Registro PRICNASA. *Rev Fed Arg Cardiol* [internet]. 2021 [citado 16 de enero de 2023];50(3):104-9. Disponible en: <https://revistafac.org.ar/ojs/index.php/revistafac/article/view/290>
27. Masip J, Formiga F, Fernández-Castañer M, Fernández P, Comín-Colet J, Corbella X. Primera hospitalización por insuficiencia cardíaca: mortalidad hospitalaria y perfil del paciente. *Rev Clin Esp (Barc)*. 2019;219(3):130-40. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2018.09.014>
28. Valdivia-Marchal M, Zambrana-Luque JL, Girela-López E, Font-Ugalde P, Salcedo-Sánchez MC, Zambrana-García JL. Prognostic factors on mortality in patients admitted to hospital with heart failure. *An Sist Sanit Navar*. 2020;43(1):57-67. <https://doi.org/10.23938/ASSN.0753>
29. Siddiqui M, Ripplinger C, Chalchal H, Murthy D. Managing patients with heart failure: contemporary real-world experience. *BMC Res Notes*. 2022;15(1):41. <https://doi.org/10.1186/s13104-022-05938-z>
30. Saldarriaga CI, Garcés JJ, Agudelo A, Guarín LF, Mejía J. Impacto clínico de un programa de falla cardíaca. *Rev Colomb Cardiol*. 2016;23(4):260-4. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2015.06.012>
31. Martínez Santos P, Bover Freire R, Esteban Fernández A, Bernal Sobrino JL, Fernández Pérez C, Elola Somoza FJ, et al. In-hospital mortality and readmissions for heart failure in Spain. A study of index episodes and 30-day and 1-year cardiac readmissions. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2019;72(12):998-1004. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2019.02.004>
32. Al-Omary MS, Davies AJ, Evans T-J, Bastian B, Fletcher PJ, Attia J, et al. Mortality and readmission following hospitalisation for heart failure in Australia: a systematic review and meta-analysis. *Heart Lung Circ*. 2018;27(8):917-27. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2018.01.009>
33. Fonarow GC, Abraham WT, Albert NM, Gattis WA, Gheorghide M, Greenberg B, et al. Organized Program to Initiate Lifesaving Treatment in Hospitalized Patients with Heart Failure (OPTIMIZE-HF): rationale and design. *Am Heart J*. 2004;148(1):43-51. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2004.03.004>
34. Senior JM, Saldarriaga C, Rendón JA. Descripción clínico-epidemiológica de los pacientes con falla cardíaca aguda que consultan al servicio de urgencias. *Acta Med Colomb*

- [internet]. 2011 [citado el 16 de enero de 2023];36(3):125-9. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-24482011000300003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-24482011000300003)
35. Parada Zuluaga JS, Marisancén Carrasquilla K, Vélez Granda AM, Saldarriaga Giraldo CI, Quintero Ossa ÁM, Cañas Arenas EM, et al. Predictores de hospitalización prolongada en pacientes con insuficiencia cardíaca aguda. *Rev Colomb Cardiol*. 2019;26(2):78-85. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2018.06.006>
36. Lombardi C, Peveri G, Cani D, Latta F, Bonelli A, Tomasoni D, et al. In-hospital and long-term mortality for acute heart failure: analysis at the time of admission to the emergency department. *ESC Heart Fail*. 2020;7(5):2650-61. <https://doi.org/10.1002/ehf2.12847>
37. López Castro J, Almazán Ortega R, Pérez De Juan Romero M, González Juanatey JR. Factores pronósticos de mortalidad de la insuficiencia cardíaca en una cohorte del noroeste de España. Estudio EPICOUR. *Rev Clin Esp*. 2010;210(9):438-47. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2010.02.009>
38. Peng W, Zhang C, Wang Z, Yang W. Prediction of all-cause mortality with hypoalbuminemia in patients with heart failure: a meta-analysis. *Biomarkers*. 2019;24(7):631-7. <https://doi.org/10.1080/1354750X.2019.1652686>
39. García-Morillo JS, Bernabeu-Wittel M, Olle-ro-Baturone M, González de la Puente MA, Cuello-Contreras JA. Factores de riesgo asociados a la mortalidad y al deterioro funcional en la insuficiencia cardíaca del paciente pluripatológico. *Rev Clin Esp*. 2007;207(1):1-5. <https://doi.org/10.1157/13098491>
40. Rubio-Gracia J, Demissei BG, ter Maaten JM, Cleland JG, O'Connor CM, Metra M, et al. Prevalence, predictors and clinical outcome of residual congestion in acute decompensated heart failure. *Int J Cardiol*. 2018;258:185-91. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.01.067>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

# Use of bedside ultrasound in the evaluation of acute dyspnea: a comprehensive review of evidence on diagnostic usefulness

Iván David Lozada Martínez<sup>1</sup> , Isabela Zenilma Daza Patiño<sup>2</sup> , Gerardo Jesús Farley Reina González<sup>3</sup> ,  
Sebastián Rojas Pava<sup>4</sup> , Ailyn Zenith Angulo Lara<sup>2</sup> , María Paola Carmona Rodiño<sup>5</sup> ,  
Olga Gissela Sarmiento Najar<sup>6</sup> , Jhon Mike Romero Madera<sup>7</sup> , Yesid Alonso Ángel Hernández<sup>8</sup> 

## Abstract

**Introduction:** Acute dyspnea is one of the most frequently observed symptoms in emergency departments, which can be caused mainly by pulmonary or cardiac system involvement. Bedside ultrasound is postulated as an innovative tool for basic use by the physician, which can complement the physical examination and quickly explore the integrity of thoracic structures. **Objectives:** To synthesize recent evidence on the use of bedside ultrasound in the evaluation of acute dyspnea. **Materials and methods:** A bibliographic search was carried out using search terms such as “Bedside Ultrasound” and “Acute Dyspnea,” as well as synonyms, which were combined with Boolean operators, in the databases PubMed, ScienceDirect, Embase, EBSCO, and MEDLINE. **Results:** During the literature review, 10 observational studies, 2 clinical trials and 2 systematic reviews met the inclusion criteria and were analyzed. The use of bedside ultrasound changes the main diagnosis associated with acute dyspnea in more than 60% of cases, the most frequent being acute decompensated heart failure and pneumonia. Protocols such as SEARCH 8Es for the evaluation of dyspnea in the emergency department, has a performance with sensitivity, specificity, positive and negative predictive value parameters above 95%. **Conclusions:** The current evidence on the use of bedside ultrasound in the management of patients with acute dyspnea in the emergency department is limited, Although the level of evidence is not the best, it suggests that this tool may promote the diagnostic performance of acute dyspnea of pulmonary or cardiac causes, improve the time to diagnosis, and enhance physician diagnostic confidence. **Keywords:** ultrasonography; point-of-care systems; dyspnea; evidence-based medicine; review literature as topic.

<sup>1</sup> Grupo Prometheus y Biomedicina Aplicada a las Ciencias Clínica, School of Medicine, Universidad de Cartagena, Cartagena – Colombia. International Coalition on Surgical Research, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua – Nicaragua. <sup>2</sup>School of Medicine, Universidad Libre, Barranquilla – Colombia. <sup>3</sup> School of Medicine, Universidad del Tolima, Ibagué – Colombia. <sup>4</sup> School of Medicine, Universidad del Rosario, Bogotá – Colombia. <sup>5</sup> School of Medicine, Universidad Metropolitana, Barranquilla – Colombia. <sup>6</sup> School of Medicine, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá – Colombia. <sup>7</sup> School of Medicine, Universidad del Sinú, Montería – Colombia. <sup>8</sup> School of Medicine, Fundación Universitaria Juan N Corpas, Bogotá – Colombia.

**Corresponding author:** Iván David Lozada Martínez. E-mail: [ilozadam@unicartagena.edu.co](mailto:ilozadam@unicartagena.edu.co)

**Citar este artículo así:**

Lozada Martínez ID, Daza Patiño IZ, Reina González GJF, Rojas Pava S, Angulo Lara AZ, Carmona Rodiño MP, Sarmiento Najar OG, Romero Madera JM, Ángel Hernández YA. Use of bedside ultrasound in the evaluation of acute dyspnea: a comprehensive review of evidence on diagnostic usefulness. *Rev Investig Salud Univ Boyacá*. 2022;9(2):82-99. <https://doi.org/10.24267/23897325.794>

## Uso de ecografía a pie de cama en la evaluación de la disnea aguda: una revisión exhaustiva de la evidencia sobre su utilidad diagnóstica

### Resumen

**Introducción:** La disnea aguda es uno de los síntomas más observados en los servicios de urgencias, que puede estar causada por la afectación del sistema pulmonar o cardíaco. La ecografía a pie de cama se postula como una herramienta innovadora, al complementar la exploración física con la evaluación rápida de las estructuras intratorácicas.

**Objetivo:** Sintetizar la evidencia reciente sobre el uso de la ecografía a pie de cama en la evaluación de la disnea aguda.

**Materiales y métodos:** Búsqueda bibliográfica utilizando términos de búsqueda como *Bedside Ultrasound* y *Acute Dyspnea*, así como sinónimos, que se combinaron con operadores booleanos, en cinco bases de datos.

**Resultados:** Se evidenció que el uso de la ecografía a pie de cama cambia el diagnóstico principal asociado con la disnea aguda en más del 60% de los casos, entre los cuales los más frecuentes fueron la insuficiencia cardíaca aguda descompensada y la neumonía. Protocolos como el SEARCH 8Es para la evaluación de la disnea en el servicio de urgencias tiene un rendimiento con parámetros de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo superiores al 95%.

**Conclusión:** La evidencia actual sobre el uso de la ecografía a pie de cama en el tratamiento de los pacientes con disnea aguda en el servicio de urgencias es limitada. No obstante, sugiere que esta herramienta puede favorecer el rendimiento diagnóstico de la disnea aguda de causa pulmonar o cardíaca, mejorar el tiempo de diagnóstico y aumentar la confianza del médico en el diagnóstico.

**Palabras clave:** ultrasonografía; sistemas de punto de atención; disnea; medicina basada en la evidencia; revisión de la literatura como tema.

## Uso de ultrassom à beira do leito na avaliação da dispneia aguda: uma revisão abrangente das evidencias sobre sua utilidade diagnostica

### RESUMO

**Introdução:** A dispneia aguda é um dos sintomas mais observados no departamento de emergência, que pode ser causado pela afetação do sistema pulmonar o cardíaco. O ultrassom à beira do leito é proposto como uma ferramenta inovadora, complementando o exame físico com uma rápida avaliação das estruturas intratorácicas.

**Objetivo:** sintetizar evidências recentes sobre o uso do ultrassom à beira do leito na avaliação da dispneia aguda.

**Materiais e métodos:** Pesquisa de literatura usando termos de busca tais como *Bedside Ultrasound* e *Acute Dyspnea*, bem como sinônimos, que foram combinados com operadores booleanos, em cinco bancos de dados.

**Resultados:** O uso do ultrassom á beira do leito mostrou a mudança do principal diagnóstico associado com a dispneia aguda em mais de 60% dos casos, sendo o mais frequente a insuficiência cardíaca descompensada aguda e a pneumonia. Protocolos como o SEARCH 8Es para a avaliação da dispneia no serviço de emergência tem um desempenho com parâmetros de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e negativo superiores ao 95%.

**Conclusão:** As evidencias atuais sobre o uso do ultrassom á beira do leito no gerenciamento de pacientes com dispneia aguda no serviço de emergências são limitadas. No entanto, sugere que esta ferramenta pode favorecer o rendimento diagnóstico da dispneia aguda de causa pulmonar ou cardíaca, melhorar o tempo de diagnóstico e aumentar a confiança do médico no diagnóstico.

**Palavras-chave:** ultrassom; sistemas de ponto de tratamento; dispneia; medicina baseada em evidências; revisão de literatura como tópico.

## INTRODUCTION

Acute dyspnea is one of the most common symptoms in the emergency department (1). The approach to this symptom depends on a number of factors, which may represent primary or secondary organ involvement, the most frequently involved being the lungs and heart (2,3). Adequate and timely management is a challenge because it depends on the patient's pathological history, the treating physician and the availability of tools for the evaluation of the acute condition (2). Traditionally, the physical examination has been used as the tool to guide the physician to a presumptive diagnosis. However, with the rise of academic and precision medicine in recent years, it has been observed the development of diagnostic tools that have made it possible to accelerate health care without reducing the quality of care (4,5). The use of bedside ultrasound (or also known as Point-of-Care Ultrasound: PoCUS) has been proposed several years ago, but has not yet been widely replicated in low- and middle-income countries (6-8). This tool allows rapid assessment of the integrity of intrathoracic structures, in order to identify the cause or severity of a condition that generates respiratory or cardiac symptomatology (6). Studies consistent with the highest level of evidence have found that the performance of this instrument is adequate in the diagnosis of cardiogenic pulmonary edema (one of the most frequently reported conditions associated with dyspnea), with

sensitivity and specificity values above 90% (7,8); this performance is maintained when attempting to differentiate dyspnea of cardiogenic vs. pulmonary origin (9).

Despite the above, the existing guidelines that focus on recommending the use and reproducibility of bedside ultrasound come from high-income countries, which generates a gap in the evidence on the external validity of the results and recommendations applicable in third world countries (10). This question makes it difficult to train medical students and physician in the management of dyspnea with recent technological tools, causing a gap between traditional practice and recent evidence-based practice (9-11). Probably the lack of knowledge of the global performance of bedside ultrasound does not facilitate the design of studies in third world countries and the evaluation of the performance of this portable, cost-useful and cost-effective tool. In this vein, the aim of this review is to synthesize recent evidence that has evaluated the usefulness of bedside ultrasound in the evaluation of acute dyspnea in the emergency department.

## METHODS

A bibliographic search was carried out using search terms such as *Bedside Ultrasound* and *Acute Dyspnea*, as well as synonyms, which were combined with the Boolean operators AND and

OR, in the databases PubMed, ScienceDirect, Embase, EBSCO, and MEDLINE. As inclusion criteria, any article related to the evaluation of bedside ultrasound performance in patients with dyspnea who have attended the emergency department would be included, giving priority to original studies and systematic reviews and meta-analyses. In addition, they had to be available in full text. As non-inclusion criteria, it was established that articles published in a language other than Spanish and English would not be included. Taking into account the breadth of the topic and the wide variety of publications, articles published between 2000 and 2022 were included. A total of 127 potentially relevant articles were identified, with a review of the title and abstract of all of them, of which 33 articles were finally included, after discrimination according to the inclusion and non-inclusion criteria. The estimates and calculations found were expressed in their original measures, whether frequencies, percentages, confidence intervals (CI), mean difference (MD), relative risk (RR), odds ratio (OR) or hazard ratio (HR).

### **Relevance and usefulness of a bedside diagnostic tool in the approach to acute dyspnea in the emergency department**

The accuracy of dyspnea assessment in the emergency department or intensive care unit can be biased by both organic conditions and situations

in the clinical environment (7,8). Auscultation in obese patients, elderly, with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), or in an environment where noise predominates or where there are no good quality instruments, does not really allow us to determine the origin and severity of dyspnea, and whether or not there is the presence of another active pathophysiological process (7,8). Bedside ultrasound, on the other hand, allows rapid visualization of intrathoracic structures and facilitates the execution of a decision-making algorithm that helps control of organic decompensation, reducing the frequency of complications, morbidity and mortality (10). Therefore, a global knowledge of the recent evidence will allow us to verify in which cases it is more appropriate to use this tool, and to promote the practice of care. The following will discuss the evidence from the lowest to the highest level (from observational studies to systematic reviews and meta-analyses) on the usefulness of bedside ultrasound in the evaluation of acute dyspnea:

### **Observational studies**

During the literature review, 7 cross-sectional (12-18) and 3 cohort (19-21) studies were found (Table 1). All of the studies reviewed were in favor of the use of bedside ultrasound in the evaluation of the patient with dyspnea in the emergency department.

**Table 1.** Summary of the characteristics of the included observational studies on use of bedside ultrasound in the evaluation of acute dyspnea (12-21)

Authors	Objective	Methods	Results	Conclusions
Cibinel et al. (12)	To evaluate the diagnostic accuracy and reproducibility of pleural and lung ultrasound, performed by emergency physicians, in identifying cardiac causes of acute dyspnea.	Prospective cross-sectional study involving 56 patients with acute dyspnea to the emergency department.	The presence of diffuse alveolar-interstitial syndrome was highly predictive for cardiogenic dyspnea (sensitivity 93.6%, specificity 84%, positive predictive value 87.9%, negative predictive value 91.3%). On the contrary, US detection of pleural effusion was not helpful in the differential diagnosis (sensitivity 83.9%, specificity 52%, positive predictive value 68.4%, negative predictive value 72.2%).	In early evaluation of patients presenting to the emergency department with dyspnea, PoCUS, performed with the purpose of identifying diffuse alveolar-interstitial syndrome, may represent an accurate and reproducible bedside tool in discriminating between cardiogenic and non-cardiogenic dyspnea.
Zanobetti et al. (13)	to evaluate the feasibility and diagnostic accuracy of PoCUS for the management of patients with acute dyspnea in the emergency department.	Prospective cross-sectional study involving 2683 patients with acute dyspnea to the emergency department.	The average time needed to formulate the ultrasound diagnosis was significantly lower than that required for emergency department diagnosis ( $24 \pm 10$ min vs. $186 \pm 72$ min; $p = 0.025$ ). The ultrasound and the emergency department diagnoses showed good overall concordance. PoCUS was significantly more sensitive for the diagnosis of heart failure.	PoCUS represents a feasible and reliable diagnostic approach to the patient with dyspnea, allowing a reduction in time to diagnosis.
Buhumaid et al. (14)	To determine how use of PoCUS impacted emergency physicians' differential diagnosis, and evaluate the accuracy of PoCUS when compared to chest radiograph and composite final diagnosis.	Prospective cross-sectional study involving 128 patients with acute dyspnea to the emergency department.	PoCUS had equal or higher specificity to chest x-ray for all indications for which it was used, except for pneumonia. PoCUS correctly identified all patients with pneumothorax, pleural effusion and pericardial effusion. In patients with a normal thoracic ultrasound, chest x-ray never provided any actionable clinical information.	In evaluation of patients with shortness of breath, PoCUS is a highly feasible diagnostic test which can assist in narrowing down the differential diagnoses. In patients with a normal thoracic ultrasound, the added value of a chest radiograph may be minimal.

<p>Papanagnou et al. (15)</p>	<p>To examine the impact of a bedside, clinician-performed cardiopulmonary US protocol on the clinical impression of emergency physicians evaluating dyspneic patients.</p>	<p>Prospective cross-sectional study involving 115 patients with acute dyspnea to the emergency department.</p>	<p>The most common diagnosis before ultrasound was congestive heart failure (41%; 95% CI: 32-50%), followed by chronic obstructive pulmonary disease and asthma. Congestive heart failure remained the most common diagnosis after ultrasound (46%; 95% CI: 38-55); chronic obstructive pulmonary disease became less common (pre-US: 22%; 95% CI: 15-30%; post-US: 17%, 95% CI: 11-24%). Post-US clinical diagnosis matched the final diagnosis 63% of the time (95% CI: 53-70%), compared to 69% pre-US (95% CI: 60-76%).</p>	<p>Bedside ultrasound did not improve the diagnostic accuracy in physicians treating patients presenting with acute undifferentiated dyspnea. Ultrasound, however, did improve providers' confidence with their leading diagnosis.</p>
<p>Umuhire et al. (16)</p>	<p>To determine the proportion of cases presenting with acute dyspnea in which ultrasound changes the clinician's diagnosis for the patient.</p>	<p>Prospective cross-sectional study involving 100 patients with acute dyspnea to the emergency department.</p>	<p>The most frequent discharge diagnoses were acute decompensated heart failure (26.3%) and pneumonia (21.2%). Ultrasound changed the leading diagnosis in 66% of cases. The diagnostic accuracy for acute decompensated heart failure increased from 53.8 to 100% (p = 0.0004), from 38 to 85.7% for pneumonia (p = 0.0015), from 14.2 to 85.7% for extrapulmonary tuberculosis (p = 0.0075), respectively, pre and post-ultrasound.</p>	<p>In dyspneic patients, ultrasound frequently changed the leading diagnosis, significantly increased clinicians' confidence in the leading diagnoses, and improved diagnostic accuracy.</p>
<p>Perrone et al. (17)</p>	<p>To define the role of bedside US in the differential diagnosis of dyspnea in patients admitted to the internal medicine department.</p>	<p>Prospective cross-sectional study involving 130 patients with acute dyspnea to the internal medicine ward.</p>	<p>The presence of a generalized interstitial syndrome at the initial ultrasound evaluation allowed to discriminate cardiac from pulmonary dyspnea with high sensitivity (93.75%; 95% CI: 86.01%-97.94%) and specificity (86.11%; 95% CI: 70.50%-95.33%). Positive and negative predictive values were 93.76% (95% CI: 86.03%-97.94%) and 86.09% (95% CI: 70.47%-95.32%).</p>	<p>Bedside ultrasound evaluation contributes with high sensitivity and specificity to the differential diagnosis of dyspnea. This holds true not only in the emergency setting, but also in the sub-acute internal medicine arena.</p>

Ahn et al. (18)	To evaluate a problem-oriented focused torso bedside ultrasound protocol termed "Sonographic Evaluation of Aetiology for Respiratory difficulty, Chest pain, and/or Hypotension" (SEARCH 8Es).	Single-center, prospective, observational study involving 308 patients with acute dyspnea, chest pain, and/or hypotension to the emergency department.	SEARCH 8Es narrows the number of differential diagnoses ( $2.5 \pm 1.5$ vs. $1.4 \pm 0.7$ ; $p < 0.001$ ) and improves physicians' diagnostic confidence ( $2.8 \pm 0.8$ vs. $4.3 \pm 0.9$ ; $p < 0.001$ ) significantly. The overall kappa coefficient value was 0.870 ( $p < 0.001$ ).	The SEARCH 8Es protocol helps emergency physicians to narrow the differential diagnoses, increase diagnostic confidence and provide accurate assessment of patients with dyspnea.
Gallard et al. (19)	To evaluate the performance of cardiopulmonary ultrasound compared with usual care for the etiologic diagnosis of acute dyspnea in the emergency department.	Prospective cohort study involving 130 patients with acute dyspnea to the emergency department.	For the diagnosis of acute left-sided heart failure, cardiopulmonary ultrasound had an accuracy of 90% (95% CI: 84-95) vs. 67% (95% CI: 57-75), $p = 0.0001$ , for clinical examination, and 81% (95% CI: 72-88), $p = 0.04$ , for the combination clinical examination / NT-proBNP / x-ray. Cardiopulmonary ultrasound led to the diagnosis of pneumonia or pleural effusion with an accuracy of 86% (95% CI: 80-92).	Cardiopulmonary ultrasounds performed in the emergency department setting allow one to rapidly establish the etiology of acute dyspnea with an accuracy of 90%.
Beyer et al. (20)	To evaluate the effectiveness of PoCUS in narrowing diagnostic uncertainty in dyspneic patients when performed by treating emergency physicians vs. separate US teams.	Multicenter, prospective noninferiority cohort study, involving 156 patients with acute dyspnea to the emergency department.	In the primary team group, most likely diagnosis changed in 40% (95% CI: 28-52%) of encounters vs. 32% (95% CI: 22-41%) in the ultrasound team group. This was non-inferior using an a priori specified margin of 20% ( $p < 0.0001$ ).	PoCUS performed by primary teams was noninferior to PoCUS performed by ultrasound teams for changing the most likely diagnosis, and equivalent when considering mean reduction in number of diagnoses. PoCUS performed by treating emergency physicians reduces cognitive burden in dyspneic patients.
Nakao et al. (21)	To determine the classification performance of lung PoCUS compared with chest x-ray study to identify acute heart failure in an older population.	Prospective cohort study involving 81 patients with acute dyspnea to the emergency department.	Emergency physicians identified acute heart failure by lung PoCUS with sensitivity of 92.5% (95% CI: 83.4-97.5%) and specificity of 85.7% (95% CI: 57.2-98.2%). The radiology reading of chest x-ray study had sensitivity of 63.6% (95% CI: 50.9-75.1%) and specificity of 92.9% (95% CI: 66.1-99.8%).	Lung PoCUS in a real clinical setting was highly sensitive and specific in identifying acute heart failure, and performed better than chest x-ray in an older population.

Cibinel et al. (12) conducted a study including 56 patients with acute dyspnea, with the aim of evaluating the accuracy and reproducibility of pulmonary and pleural ultrasound, to distinguish whether the cause was cardiac or non-cardiac. For this, they took as a parameter of comparison the presence of pleural effusion and diffuse interstitial-alveolar syndrome (AIS). The authors showed that the presence of AIS was highly predictive for dyspnea of cardiogenic origin (with predictive parameter values above 80% - 90%), while the finding of pleural effusion or the co-existence of these two patterns did not help to differentiate the origin of dyspnea. An interesting fact to note is that no significant difference was found between the operator's experience and the diagnostic success rate (92.2% for experienced operators vs. 95% for non-experienced operators;  $p < 0.01$ ) (12).

Zanobetti et al. (13) studied 2683 patients with acute dyspnea prospectively with bedside ultrasound compared to traditional clinical diagnostic performance, observing that the time needed to the definitive diagnosis is substantially reduced with the use of bedside ultrasound (approximately 90%). However, it was found that this tool was more sensitive for the diagnosis of dyspnea secondary to heart failure, while the traditional assessment was more sensitive for pulmonary embolism and asthma or COPD (13). However, compared to chest radiography, bedside ultrasound

has a higher specificity for diagnosis associated with dyspnea in the emergency department, with the exception of pneumonia (14). Pneumothorax, pulmonary and pericardial effusion are the entities most accurately diagnosed with ultrasound (14).

On the differences in diagnostic accuracy before and after the use of bedside ultrasound in the patient with acute dyspnea, Papanagnou et al. (15) conducted a prospective study involving 115 patients, observing that before the use of ultrasound, the most common diagnoses made in the traditional way were congestive heart failure (41%), COPD and asthma (15). Post-ultrasound, congestive heart failure persisted as the most frequent cause of acute dyspnea (46%), but pulmonary causes decreased. 50% of healthcare workers changed their primary diagnosis with the use of bedside ultrasound ( $p = 0.001$ ) (15). Therefore, although there are differences between the results of studies on diagnostic accuracy, depending on the entities (mainly cardiac vs. pulmonary), adding this instrument in the evaluation of acute dyspnea in the emergency department, suggests a significant increase in the predictive parameters of diagnostic accuracy, in a time that would favor the triage and mobilization of patients to the corresponding clinical departments.

In resource-limited countries, the use of bedside ultrasound changes the main diagnosis associated with acute dyspnea in more than 60% of cases,

the most frequent being acute decompensated heart failure and pneumonia (16). The diagnostic accuracy of these two diseases increases by more than 100% in both cases (53.8% to 100% for heart failure and 38% to 85.7% for pneumonia); as it does for extrapulmonary tuberculosis (14.2% to 85.7%). The study concluded that physicians' diagnostic confidence increased by up to 50% ( $p < 0.001$ ) (16). On the basis of these results, the wide use of bedside ultrasound in internal medicine departments for dyspnea assessment has been suggested (17); and even mixed protocols such as SEARCH 8E have been proposed (Sonographic Evaluation of Aetiology of Respiratory difficulty, Chest pain and Hypotension using 8E), where the following characteristics are evaluated: Empty thorax, Edematous or wet lung, E-FAST, Effusion (pericardial), Equality (right ventricle dysfunction), Ejection fraction (left ventricle dysfunction), Exit and entrance, and Endocardial movement. This protocol has a performance with sensitivity, specificity, positive and negative predictive value parameters above 95% (18).

The available cohort studies, in contrast to the results of cross-sectional studies, show that the performance of bedside ultrasound is superior in cases where other tools were thought to be better, as in the case of pneumonia diagnosis (86% accuracy) (19). Similarly, it has been shown that there are no significant differences between the diagnostic accuracy of ultrasounds performed by

primary care teams vs. radiology teams, allowing for a reduction in the burden of disease and costs of acute dyspnea management in the emergency department (20). The evidence is still heterogeneous due to the limitations of the studies, especially in terms of sample size, the way in which variables are measured, outcomes and the number of studies (19-21). Even so, the results of observational studies suggest that bedside ultrasound has the potential for very useful accuracy in the management of acute dyspnea.

### Clinical trials

During the literature review, two clinical trials were found (22,23). In contrast to the observational studies, the trials did not demonstrate superiority of bedside ultrasound compared to the standard approach to acute dyspnea by clinical examination or other tools.

Gaber et al. (22) conducted a randomized clinical trial involving 59 patients. The gold standard used to compare the performance of bedside ultrasound was the diagnosis performed by two experienced senior physicians. On average, patients were middle-aged adults and mostly men. The most common definitive diagnoses were decompensated heart failure with reduced ejection fraction and exacerbations of airway diseases (asthma and COPD) (22). Compared to ultrasound, the standard test had better diagnostic

accuracy (76% vs. 79%). However, diagnosis was much faster with ultrasound (200% faster;  $p < 0.001$ ) (22). Pang et al. (23) conducted a pilot clinical trial with 130 patients with dyspnea associated with acute heart failure, who received ultrasound-guided management for 6 hours and follow-up for up to 3 months after discharge. The authors did not find significant changes in B-lines  $\leq 15$  at 6 hours, nor in days alive at hospital discharge. They only found a reduction of B-lines at 48 hours, in the group evaluated with ultrasound ( $p = 0.04$ ) (23).

Unfortunately, the number of clinical trials is very limited and the total sample does not exceed 200 patients. Similarly, the objective of the two trials was not the same and the outcomes varied greatly. The comparison variable (or gold standard) to ultrasound was not a diagnostic tool of falsifiable or reproducible reliability (senior physician

experience), so the evidence from the highest level of primary data on the use of bedside ultrasound in the evaluation of acute dyspnea is severely biased and of low quality. This is one of the points to highlight regarding the limitations of the recommendations given by some guides or experts, based on the available evidence. In addition, almost all the studies are from high-income countries, so the performance of this tool in the context of low- and middle-income countries is not known.

### Systematic reviews and meta-analysis

During the literature review, we found one systematic review (24) and one systematic review with meta-analysis (25) (Table 2). Overall, both reviews concluded that bedside ultrasound promotes the diagnostic accuracy of acute dyspnea in the emergency department.

**Table 2.** Summary of the characteristics of the included clinical trials and systematic reviews on use of bedside ultrasound in the evaluation of acute dyspnea (22-25)

Authors	Objective	Methods	Results	Conclusions
Gaber et al. (22)	To perform a randomized, standard therapy controlled evaluation of the diagnostic accuracy and temporal impact of a standardized ultrasound strategy, versus standard care, in patients presenting to the emergency department with acute dyspnea.	Parallel, block randomized, standard therapy controlled, blinded trial on evaluation of a point-of-care ultrasound strategy in adult emergency department patients presenting with a chief complaint of shortness of breath.	59 patients were enrolled. The most common gold standard diagnosis was acute heart failure with reduced ejection fraction in 13 (28.3%) patients and airway diseases such as acute exacerbation of asthma or chronic obstructive pulmonary disease in 10 (21.7%). Compared with the standard care cohort, the final diagnosis was obtained much faster in the ultrasound cohort (MD 12 $\pm$ 3.2 minutes vs. 270 minutes, $p < 0.001$ ).	A standardized ultrasound approach is equally accurate, but enables faster emergency department diagnosis of acute dyspnea than standard care.

<p>Pang et al. (23)</p>	<p>To determine whether a 6-hour lung ultrasound-guided strategy-of-care improves pulmonary congestion over usual management in the emergency department setting.</p>	<p>Multicenter, single-blind, pilot trial randomized involving 130 patients to receive a 6-hour lung ultrasound-guided treatment strategy versus structured usual care. Patients were followed up throughout hospitalization and 90 days' postdischarge.</p>	<p>No significant difference in the proportion of patients with B-lines <math>\leq 15</math> at 6 hours (25.0% lung ultrasound vs. 27.5% usual care; <math>p = 0.83</math>) or the number of B-lines at 6 hours (<math>35.4 \pm 26.8</math> lung ultrasound vs <math>34.3 \pm 26.2</math> usual care; <math>p = 0.82</math>) was observed between groups. A significantly greater reduction in the number of B-lines was observed in lung ultrasound -guided patients compared with those receiving usual structured care during the first 48 hours (<math>p = 0.04</math>).</p>	<p>Emergency department use of lung PoCUS to target pulmonary congestion conferred no benefit compared with usual care in reducing the number of B-lines at 6 hours or in 30 days alive and out of hospital. However, PoCUS -guided patients had faster resolution of congestion during the initial 48 hours.</p>
<p>Gartlehner et al. (24)</p>	<p>To evaluate the benefits, harms, and diagnostic test accuracy of point-of-care ultrasonography in patients with acute dyspnea.</p>	<p>Systematic review of randomized clinical trials and prospective cohort studies.</p>	<p>Point-of-care ultrasonography, when added to a standard diagnostic pathway, led to statistically significantly more correct diagnoses in patients with dyspnea than the standard diagnostic pathway alone. In-hospital mortality and length of hospital stay did not differ significantly between patients who did or did not receive PoCUS in addition to standard diagnostic tests.</p>	<p>Point-of-care ultrasonography can improve the correctness of diagnosis in patients with acute dyspnea.</p>
<p>Maw et al. (25)</p>	<p>To compare the accuracy of lung PoCUS with the accuracy of chest x-ray in the diagnosis of cardiogenic pulmonary edema in adult patients presenting with dyspnea.</p>	<p>Systematic review and meta-analysis that included six prospective cohort studies, with a total of 1827 patients.</p>	<p>Pooled estimates for lung ultrasound were 0.88 (95% CI: 0.75-0.95) for sensitivity and 0.90 (95% CI: 0.88-0.92) for specificity. Pooled estimates for chest x-ray were 0.73 (95% CI: 0.70-0.76) for sensitivity and 0.90 (95% CI: 0.75-0.97) for specificity. The relative sensitivity ratio of lung ultrasound, compared with chest x-ray, was 1.2 (95% CI: 1.08-1.34; <math>p &lt; 0.001</math>).</p>	<p>The findings suggest that lung PoCUS is more sensitive than chest x-ray in detecting pulmonary edema in acute decompensated heart failure; lung PoCUS should be considered as an adjunct imaging modality in the evaluation of patients with dyspnea at risk of acute decompensated heart failure.</p>

Gartlehner et al. (24) synthesized evidence in a systematic way, where they evaluated clinical trials and cohort studies, concluding in a clinical practice guideline report. The authors performed an analysis by outcome, where they showed that although the synthesized studies had a high risk of bias, in-hospital mortality is similar both in the groups where bedside ultrasound was used, compared to those evaluated with standard diagnostic means (5.1% vs. 6.6%). The same trend was observed when evaluating hospital stay (2.9 days vs. 3.1 days) and 30-day readmission (23% vs. 26%) (24). Compared to other tools such as radiography or tomography, which transmit radiation, ultrasound has not reported any side or adverse effects. The diagnostic accuracy and time to definitive diagnosis is very similar to that reported in observational studies and clinical trials (accuracy above 90% and time of about 10 minutes). However, in conclusion, in conjunction with the authors' recommendations, they suggest that bedside ultrasound be complementary to traditional assessment in order to increase its positive predictive value (24).

Similarly, Maw et al. (25) performed a meta-analysis of the diagnostic accuracy of bedside ultrasound in adults with symptoms suggestive of acute decompensated heart failure, including a total of 1827 individuals. The authors found that the predictive parameter performance of bedside ultrasound in the assessment of acute heart

failure was above 85%, with a slight superiority compared to chest radiography ( $p < 0.001$ ), but no significant difference in specificity ( $p = 0.96$ ) (25). In this order of ideas, the highest level evidence suggests that this tool is useful in the detection of fluid in the lung parenchyma, pleural space or other intrathoracic structures, although it presents a high risk of bias due to studies with heterogeneous objectives and a limited sample size. The outcome appears to be generally favorable and reproducible in the emergency department, although the overall performance in the management of dyspnea of any cause is uncertain.

## FUTURE PERSPECTIVES

Wang et al. (26) analyzed through a bibliometric study the trend of the global scientific publication on the use of bedside ultrasound at a global level, finding that the United States is the country with the highest productivity, visibility and impact on this subject; pulmonary embolism being the disease most frequently studied with this tool. It is believed that the tendency is for these publications to increase, according to the reproducibility of similar studies in other regions (26).

In particular, it was observed that there are high-risk events where the impact of this tool on morbidity, costs and survival has not been studied, such as lung injury secondary to traumatic brain injury, ventilation alteration due to metabolic

causes or tumors, among others (27-29). Almost all the studies come from high-income countries, where the conditions of health services and academic preparation are of better quality (30), so it can be deduced that the external validity of the results is not very reliable, especially because a considerable volume of studies use ultrasonography as a gold standard comparator, experienced senior physicians.

A change should be initiated in the curricula of medical schools, so that undergraduate students have access to training in portable imaging tools that help them in the general approach to the patient with acute dyspnea, especially in primary care centers or low level of complexity (31). One of the objectives of global health today is to substantially promote quality and cost control in health, so bedside ultrasound would be a tool that would contribute to the fulfillment of this objective (32,33). It is postulated as a line of research of interest in internal medicine and surgery, where it has been seen how the eco-fast in trauma has changed the paradigm in the treatment of the polytraumatized patient. This is a low-cost instrument compared to other tools such as computerized tomography and magnetic resonance imaging, does not emit radiation and can be easily moved. To improve the statistical power and reliability of results, primary studies of the highest quality with representative samples and homogeneous objectives are needed.

## CONCLUSIONS

The current evidence on the use of bedside ultrasound in the management of patients with acute dyspnea in the emergency department is limited, there are not enough studies, and those that do exist have a high risk of bias. Although the level of evidence is not the best, it suggests that this tool may promote the diagnostic performance of acute dyspnea of pulmonary or cardiac causes, improve the time to diagnosis, and enhance physician diagnostic confidence.

## CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare that they have no conflicts of interest.

## REFERENCES

1. DeVos E, Jacobson L. Approach to adult patients with acute dyspnea. *Emerg Med Clin North Am.* 2016;34(1):129-49. <https://doi.org/10.1016/j.emc.2015.08.008>
2. Pang PS, Collins SP, Gheorghiade M, Butler J. Acute dyspnea and decompensated heart failure. *Cardiol Clin.* 2018;36(1):63-72. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2017.09.003>
3. Renier W, Winkelmann KH, Verbakel JY, Aertgeerts B, Buntinx F. Signs and symptoms in

- adult patients with acute dyspnea: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Emerg Med.* 2018;25(1):3-11. <https://doi.org/10.1097/MEJ.0000000000000429>
4. Lee L, DeCara JM. Point-of-care ultrasound. *Curr Cardiol Rep.* 2020;22(11):149. <https://doi.org/10.1007/s11886-020-01394-y>
  5. Leidi F, Casella F, Cogliati C. Bedside lung ultrasound in the evaluation of acute decompensated heart failure. *Intern Emerg Med.* 2016;11(4):597-601. <https://doi.org/10.1007/s11739-016-1403-0>
  6. Cardinale L, Volpicelli G, Binello F, Garofalo G, Priola SM, Veltri A, et al. Clinical application of lung ultrasound in patients with acute dyspnea: differential diagnosis between cardiogenic and pulmonary causes. *Radiol Med.* 2009;114(7):1053-64. <https://doi.org/10.1007/s11547-009-0451-1>
  7. Al Deeb M, Barbic S, Featherstone R, Dankoff J, Barbic D. Point-of-care ultrasonography for the diagnosis of acute cardiogenic pulmonary edema in patients presenting with acute dyspnea: a systematic review and meta-analysis. *Acad Emerg Med.* 2014;21(8):843-52. <https://doi.org/10.1111/acem.12435>
  8. Wang Y, Shen Z, Lu X, Zhen Y, Li H. Sensitivity and specificity of ultrasound for the diagnosis of acute pulmonary edema: a systematic review and meta-analysis. *Med Ultrason.* 2018;1(1):32-36. <https://doi.org/10.11152/mu-1223>
  9. Shafi M. Differentiating cardiac and pulmonary causes of dyspnea: is point-of-care ultrasound the ultimate tool? *Indian J Crit Care Med.* 2022;26(1):7-8. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-24098>
  10. Qaseem A, Etxeandia-Ikobaltzeta I, Mustafa RA, Kansagara D, Fitterman N, Wilt TJ, et al. Appropriate use of point-of-care ultrasonography in patients with acute dyspnea in emergency department or inpatient settings: a clinical guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med.* 2021;174(7):985-993. <https://doi.org/10.7326/M20-7844>
  11. Silva-Rued ML, Ramírez-Romero A, Guerra-Maestre LR, Forero-Hollmann AM, Lozada-Martínez ID. The need to develop specialized surgical centers: the evidence that surgical diseases cannot wait. *Int J Surg.* 2021;92:106036. <https://doi.org/10.1016/j.ijvs.2021.106036>
  12. Cibinel GA, Casoli G, Elia F, Padoan M, Pivetta E, Lupia E, et al. Diagnostic accuracy and re-

- producibility of pleural and lung ultrasound in discriminating cardiogenic causes of acute dyspnea in the emergency department. *Intern Emerg Med.* 2012;7(1):65-70. <https://doi.org/10.1007/s11739-011-0709-1>
13. Zanobetti M, Scorpiniti M, Gigli C, Nazerian P, Vanni S, Innocenti F, et al. Point-of-care ultrasonography for evaluation of acute dyspnea in the ED. *Chest.* 2017;151(6):1295-1301. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2017.02.003>
  14. Buhumaid RE, St-Cyr Bourque J, Shokoo-hi H, Ma IWY, Longacre M, Liteplo AS. Integrating point-of-care ultrasound in the ED evaluation of patients presenting with chest pain and shortness of breath. *Am J Emerg Med.* 2019;37(2):298-303. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.10.059>
  15. Papanagnou D, Secko M, Gullett J, Stone M, Zehtabchi S. Clinician-performed bedside ultrasound in improving diagnostic accuracy in patients presenting to the ED with acute dyspnea. *West J Emerg Med.* 2017;18(3):382-9. <https://doi.org/10.5811/westjem.2017.1.31223>
  16. Umuhire OF, Henry MB, Levine AC, Cattermole GN, Henwood P. Impact of ultrasound on management for dyspnea presentations in a Rwandan emergency department. *Ultrasound J.* 2019;11(1):18. <https://doi.org/10.1186/s13089-019-0133-8>
  17. Perrone T, Maggi A, Sgarlata C, Palumbo I, Mossolani E, Ferrari S, et al. Lung ultrasound in internal medicine: a bedside help to increase accuracy in the diagnosis of dyspnea. *Eur J Intern Med.* 2017;46:61-5. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2017.07.034>
  18. Ahn JH, Jeon J, Toh HC, Noble VE, Kim JS, Kim YS, et al. SEARCH 8Es: a novel point of care ultrasound protocol for patients with chest pain, dyspnea or symptomatic hypotension in the emergency department. *PLoS One.* 2017;12(3):e0174581. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174581>
  19. Gallard E, Redonnet JP, Bourcier JE, Deshaies D, Largeteau N, Amalric JM, et al. Diagnostic performance of cardiopulmonary ultrasound performed by the emergency physician in the management of acute dyspnea. *Am J Emerg Med.* 2015;33(3):352-8. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2014.12.003>
  20. Beyer A, Lam V, Fagel B, Dong S, Hebert C, Wallace C, et al. Undifferentiated dyspnea with point-of-care ultrasound, primary emergency physician compared with a dedicated emergency department ultrasound team. *J*

- Emerg Med. 2021;61(3):278-92. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2021.03.003>
21. Nakao S, Vaillancourt C, Taljaard M, Nemnom MJ, Woo MY, Stiell IG. Diagnostic accuracy of lung point-of-care ultrasonography for acute heart failure compared with chest x-ray study among dyspneic older patients in the emergency department. *J Emerg Med.* 2021;61(2):161-8. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2021.02.019>
22. Gaber HR, Mahmoud MI, Carnell J, Rohra A, Wuhantu J, Williams S, et al. Diagnostic accuracy and temporal impact of ultrasound in patients with dyspnea admitted to the emergency department. *Clin Exp Emerg Med.* 2019;6(3):226-34. <https://doi.org/10.15441/ceem.18.072>
23. Pang PS, Russell FM, Ehrman R, Ferre R, Gargani L, Levy PD, et al. Lung ultrasound-guided emergency department management of acute heart failure (BLUSHED-AHF): a randomized controlled pilot trial. *JACC Heart Fail.* 2021;9(9):638-48. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2021.05.008>
24. Gartlehner G, Wagner G, Affengruber L, Chapman A, Dobrescu A, Klerings I, et al. Point-of-care ultrasonography in patients with acute dyspnea: an evidence report for a clinical practice guideline by the american college of physicians. *Ann Intern Med.* 2021;174(7):967-76. <https://doi.org/10.7326/M20-5504>
25. Maw AM, Hassanin A, Ho PM, McInnes MDF, Moss A, Juarez-Colunga E, et al. Diagnostic accuracy of point-of-care lung ultrasonography and chest radiography in adults with symptoms suggestive of acute decompensated heart failure: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Netw Open.* 2019;2(3):e190703. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.0703>
26. Wang S, Xia D, Zhang Z, Zhang J, Meng W, Zhang Y, et al. Mapping trends and hotspots regarding the use of ultrasound in emergency medicine: a bibliometric analysis of global research. *Front Public Health.* 2021;9:764642. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.764642>
27. Acevedo-Aguilar L, Gaitán-Herrera G, Reina-Rivero R, Lozada-Martínez ID, Bohórquez-Caballero A, Páez-Escallón N, et al. Pulmonary injury as a predictor of cerebral hypoxia in traumatic brain injury: from physiology to physiopathology. *J Neurosurg Sci.* 2022;66(3):251-57. <https://doi.org/10.23736/S0390-5616.21.05468-0>
28. Lozada-Martínez ID, Rodríguez-Gutiérrez MM, Ospina-Ríos J, Ortega-Sierra MG, Gon-

- zález-Herazo MA, Ortiz-Roncallo LM, et al. Neurogenic pulmonary edema in subarachnoid hemorrhage: relevant clinical concepts. *Egypt J Neurosurg.* 2021;36(1):27. <https://doi.org/10.1186/s41984-021-00124-y>
29. Chacón-Aponte AA, Durán-Vargas ÉA, Arévalo-Carrillo JA, Lozada-Martínez ID, Bolaño-Romero MP, Moscote-Salazar LR, et al. Brain-lung interaction: a vicious cycle in traumatic brain injury. *Acute Crit Care.* 2022;37(1):35-44. <https://doi.org/10.4266/acc.2021.01193>
30. Pérez-Fontalvo NM, De Arco-Aragón MA, Jiménez-García JDC, Lozada-Martínez ID. Molecular and computational research in low- and middle-income countries: development is close at hand. *J Taibah Univ Med Sci.* 2021;16(6):948-9. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2021.06.010>
31. Mass-Hernández LM, Acevedo-Aguilar LM, Lozada-Martínez ID, Osorio-Agudelo LS, Maya-Betancourth JGEM, Paz-Echeverry OA, et al. Undergraduate research in medicine: A summary of the evidence on problems, solutions and outcomes. *Ann Med Surg (Lond).* 2022;74:103280. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.103280>
32. Núñez-Gámez JA, Medina-Bravo PA, Piñeros-López NF, Contreras GA, Rosero-Burgos ME, Lozada-Martínez ID, et al. Global outcomes, surgical teams and COVID-19 pandemic: Will the same objectives of global surgery persist? *Ann Med Surg (Lond).* 2021;71:103002. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2021.103002>
33. Lozada-Martínez ID, González-De La Hoz SX, Montaña-Socarras D, Ovalle-Mulford FJ. Training the trainers: the fundamental basis for guaranteeing the evolution of academic surgery in third world countries. *Int J Surg.* 2022;99:106257. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2022.106257>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

# Impacto ambiental y riesgos potenciales generados en los rellenos sanitarios: revisión narrativa de la literatura

Rocío del Pilar Cárdenas Valbuena<sup>1</sup> , Germán Alberto López Quemba<sup>2</sup> , Deisy Talero Moreno<sup>3</sup> ,  
Andrea Paola Cely Grijalba<sup>4</sup> , Liz Marivel Murillo Naranjo<sup>5</sup> , Grised Andrea Velasco Quiroga<sup>4</sup> ,  
Fabiola Contreras Pacheco<sup>4</sup> 

## RESUMEN

**Introducción:** El derecho a un medio ambiente sano posibilita a las personas desarrollarse y vivir de manera satisfactoria. Desafortunadamente, la actividad humana ha impactado en el ambiente y no siempre de forma positiva, y uno de los aspectos perjudiciales para el medio ambiente son los desechos o residuos sólidos y su inadecuado manejo, tratamiento y disposición.

**Objetivo:** Caracterizar el impacto ambiental y riesgos potenciales generados en los rellenos sanitarios.

**Metodología:** Revisión narrativa de la literatura sobre el impacto ambiental y los riesgos potenciales en los rellenos sanitarios, obtenida en bases de datos como Ovid, Proquest, SciELO, ScienceDirect, Taylor & Francis, Google Scholar, Scopus, Redalyc y Pubmed.

**Desarrollo y discusión:** Los rellenos sanitarios constituyen riesgos potenciales de contingencias que afectan la salud, como enfermedades (respiratorias, cutáneas o gastrointestinales) y accidentes (cortaduras, pinchazos o quemaduras) y daños en el ambiente, como sobrecalentamiento y contaminación atmosférica derivados de la inadecuada disposición de desechos. Entre los factores de riesgo se identifican gases, lixiviados contaminados, material electrónico, olores, incendios, contaminación del agua subterránea por lixiviados, cambio climático global y el incumplimiento de normas en la construcción de rellenos sanitarios.

**Conclusión:** Se advierte un impacto negativo para el medio ambiente y la salud de la población derivado de la inadecuada eliminación de desechos sólidos en los rellenos sanitarios. **Palabras clave:** impacto ambiental; protección de los recursos naturales; asunción de riesgos; factores de riesgos; rellenos sanitarios.

<sup>1</sup> Clínica Laguito (Sogamoso, Colombia).

<sup>2</sup> Hospital Universitario San Rafael (Tunja, Colombia).

<sup>3</sup> E.S.E. Centro de Salud Tota (Tota, Colombia).

<sup>4</sup> Universidad de Boyacá (Tunja, Colombia).

<sup>5</sup> Entidad Promotora de Salud SANITAS S.A.S (Bogotá, Colombia).

**Autora de correspondencia:** Fabiola Contreras Pacheco. Correo electrónico: [fcontreras@uniboyaca.edu.co](mailto:fcontreras@uniboyaca.edu.co)

**Citar este artículo así:**

Cárdenas Valbuena RP, López Quemba GA, Talero Moreno D, Cely Grijalba AP, Murillo Naranjo LM, Velasco Quiroga GA, Contreras Pacheco F. Impacto ambiental y riesgos potenciales generados en los rellenos sanitarios: revisión narrativa de la literatura. Rev Investig Salud Univ Boyacá. 2022;9(2):100-117. <https://doi.org/10.24267/23897325.746>

## Environmental Impact and Potential Risks Generated in Sanitary Landfills - Narrative literature review

### ABSTRACT

**Introduction:** The right to a healthy environment enables people to develop and live satisfactorily. Unfortunately, human activity has impacted the environment and not always in a positive way, one of the harmful aspects for the environment is the generation of waste products or solid waste and the inadequate, handling, treatment and disposal of them. **Objective:** To characterize the environmental impact and potential risks generated in landfills.

**Methodology:** A narrative review of the literature regarding the environmental impact and potential risks in landfills was carried out, obtained from databases such as Ovid, Proquest, SciELO, Science-Direct, Taylor & Francis, Google Scholar, Scopus, Redalyc, Pubmed. For the information search, the keywords were considered and for their choice the inclusion and exclusion criteria.

**Development and Discussion:** Landfills demonstrate potential risks of contingencies that affect health, such as diseases (respiratory, cutaneous, gastrointestinal) and accidents (cuts, punctures, burns) and damage to the environment such as overheating and air pollution derived from the inadequate disposal of waste. Risk factors identify gases, contaminated leachate, electronic material, odors, fires, groundwater contamination by leachate, global climate change and non-compliance with landfill construction.

**Conclusion:** There is a negative impact on the environment and the health of the population derived from the inadequate disposal of solid waste in landfills.

**Keywords:** environmental impact; conservation of natural resources; risk factors; waste disposal facilities; waste product.

## Impactos ambientais e riscos potenciais dos aterros sanitários: Revisão narrativa da literatura

### RESUMO

**Introdução:** O direito a um ambiente saudável permite que as pessoas se desenvolvam e vivam de forma satisfatória. Infelizmente, a atividade humana teve impacto sobre o meio ambiente e nem sempre de forma positiva, e um dos aspectos prejudiciais para o meio ambiente são os resíduos sólidos e seu manejo, tratamento e disposição inadequados.

**Objetivo:** Caracterizar o impacto ambiental e os potenciais riscos gerados nos aterros sanitários.

**Métodos:** Revisão narrativa da literatura sobre o impacto ambiental e os potenciais riscos nos aterros sanitários, obtida de bancos de dados como Ovid, Proquest, SciELO, ScienceDirect, Taylor & Francis, Google Scholar, Scopus, Redalyc e Pubmed.

**Desenvolvimento e discussão:** Os aterros sanitários constituem riscos potenciais de contingências que afetam a saúde, tais como doenças (respiratórias, cutâneas ou gastrointestinais) e acidentes (cortes, furos ou queimaduras) e danos ao meio ambiente, tais como superaquecimento e poluição atmosférica derivados da inadequada disposição dos resíduos. Os fatores de risco incluem gases, lixiviado contaminado, material eletrônico, odores, incêndios, contaminação de águas subterrâneas por lixiviado, mudança climática global e não conformidade com as normas na construção de aterros sanitários.

**Conclusão:** Há um impacto negativo sobre o meio ambiente e a saúde da população devido ao descarte inadequado de resíduos sólidos em aterros sanitários.

**Palavras-chave:** impacto ambiental; proteção dos recursos naturais; tomada de risco; fatores de risco; aterros sanitários.

## INTRODUCCIÓN

La vida tiene valor si es saludable. El bienestar humano depende en gran parte de un medio ambiente óptimo. El significado de *entorno ambiental* se refiere a la biosfera natural de la comunidad y sus provocadas recurrentes transformaciones, así como su dispersión espacial. Se relaciona concretamente con el agua, el aire, la tierra y la energía solar, la flora, la fauna, el espacio y los minerales (en el sentido de superficie aprovechable para la dinámica humana), al igual que con el medio ambiente artificial y las interacciones ecológicas de todos estos elementos y de ellos y la sociedad humana. De allí el desafío que enfrenta el mundo para gestionar la preservación del medio ambiente y sus recursos naturales como estrategia de desarrollo sostenible e inclusivo de sus sociedades, en un contexto social, económico y ambiental cambiante (1).

Las adecuadas condiciones de los elementos que forman la biosfera natural y sus transformaciones son indispensables para la existencia humana y determinan la calidad de vida de las personas (2). En tal sentido, el goce de un medio ambiente óptimo se traduce como la posibilidad que tienen los seres vivos de desarrollarse en un entorno apropiado, saludable y propicio para la vida (3). La conservación del contexto ambiental es esencial para el bienestar de los seres vivos; sin embargo, esto puede afectarse de forma negativa

con la producción de desechos sólidos, si estos no se eliminan adecuadamente. Según el Decreto 838 de 2005 sobre la gestión de desechos, se entiende por *desecho sólido* "cualquier objeto o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, comerciales, industriales, o de servicios igualmente, se consideran como residuos sólidos, aquellos provenientes del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles".

Este mismo decreto establece que la disposición final de los residuos sólidos suele realizarse en rellenos sanitarios, que son lugares seleccionados, creados y utilizados para su colocación final. Dicho proceso requiere compactación, cobertura diaria, control de gases y lixiviados y cobertura final, es decir, el relleno sanitario es una técnica utilizada para la eliminación final de los desechos (4). Cabe destacar que la producción de residuos es algo inherente a la acción humana, a la economía y a la sociedad, y que se deben alcanzar cogniciones en su eliminación final. Se trata de promover una cultura de conservación del medio ambiente necesaria para la vida.

La gestión de los residuos sólidos en América latina y el Caribe es una problemática que va en aumento, por la dinámica poblacional de la humanidad y su manejo (5,6). Los residuos sólidos constituyen materiales descartados tras su vida útil; sin embargo, algunos se pueden aprovechar

(7). En orden de entender la magnitud del problema referente a la producción de desechos sólidos, se ha informado que, cada año, en el mundo se generan 2010 millones de toneladas de residuos, de los cuales un 33% de ellos no se maneja adecuadamente, sin daño o efecto, para el contexto ambiental, lo que evidencia un inevitable negativo impacto ambiental. El manejo inadecuado de los residuos contamina la biosfera mundial y, en consecuencia, catástrofes ambientales e insalubridad para los seres vivos, así como deterioro de la vida; por ello, cada día es más complejo el hecho de lograr una sostenibilidad ambiental (8,9).

En el mundo, una de las ocupaciones más peligrosas es la recolección de desechos, por el contacto directo con basura, vapores y lixiviados tóxicos y presencia de vectores cuando se efectúa sin la implementación de medidas adecuadas de control, que ocasionan contingencias laborales; enfermedades respiratorias, dermatológicas (micosis cutáneas) o músculo-esqueléticas, y accidentes como cortaduras y lesiones directas, que convierten a los recicladores en una población vulnerable a problemas de salud (10,11).

La seguridad y la salud en el trabajo implica una especial protección a aquellas ocupaciones de alto riesgo para sus colaboradores; no obstante, aun cuando la disposición final de basura es una actividad laboral que ofrece un servicio esencial para

la humanidad, debe realizarse asumiendo medidas de control. Los rellenos sanitarios generan efectos en la atmosfera, la temperatura terrestre, las condiciones de vida de microorganismos, vectores y hospederos, lo cual incrementa la trasmisión de enfermedades y ocasiona graves consecuencias en la salud (12-15). De ahí que el debido tratamiento de los desechos en los rellenos sanitarios sea fundamental para la preservación del medio ambiente. Por ello, se requiere el manejo, el tratamiento y la disposición final de residuos sólidos, es decir, una gestión integral que ponga el relieve en la disposición final.

Según el Decreto 1713 de 2002, la *gestión integral de residuos sólidos* es el conjunto de actividades e intervenciones establecidas para dar a los residuos producidos la disposición inicial, intermedia y final más adecuada. Es responsabilidad del Estado garantizar que se preste a todos los ciudadanos el servicio público de aseo de manera eficiente, sin poner en riesgo la salud humana, ni utilizar procesos y técnicas que puedan afectar al medio ambiente y, en particular, sin ocasionar riesgos para los recursos agua, aire y suelo, ni para la fauna o la flora, o provocar incomodidades por el ruido o los olores y sin atentar contra los paisajes y lugares de especial interés (16).

Esta revisión de la literatura aporta a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3, 6 y 8; por ello, tiene la finalidad de responder al siguiente interrogante:

¿cómo es el impacto ambiental y cuáles son los riesgos potenciales generados en los rellenos sanitarios? Para esto, se abordan tres ejes temáticos: impacto ambiental producido por los residuos sólido, riesgos creados por los desechos sólidos en los rellenos sanitarios y situación en cuanto a la generación de residuos sólidos.

## METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica siguiendo los siguientes pasos:

1) Diseño de la estrategia de búsqueda de la información, en este caso, se utilizó una revisión narrativa de la literatura.

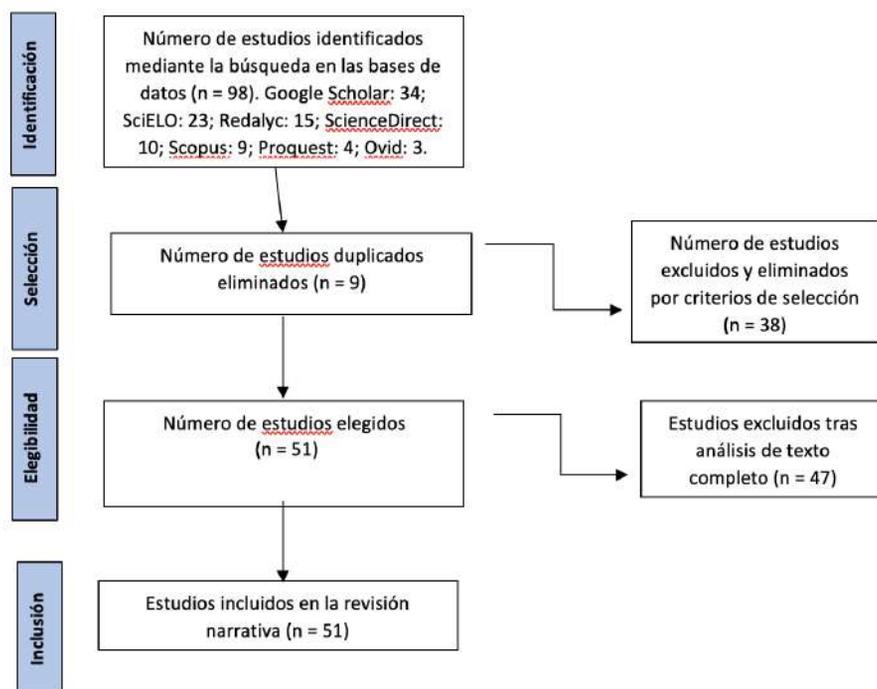
2) Pasos para la identificación y selección de la literatura relevante: se utilizaron la conjugación de los descriptores con los booleanos AND, OR, NOT. Entre los criterios de inclusión se tuvo en cuenta que incluyeran los descriptores: *impacto ambiental, asunción de riesgos, factores de riesgos, relleno sanitario*, del DeCS, y *environmental impact, risk factors, waster disposal facilities, waste product*, del MeSH. Además, que los artículos estuvieran disponibles en texto completo en las bases de datos: Ovid, Proquest, SciELO, ScienceDirect, Taylor & Francis, Google Scholar Metrics, Scopus, Redalyc y Pubmed. También se consideraron investigaciones publicadas en repositorio de universidades, información de tipo legal

y otras fuentes de información importantes. El periodo de búsqueda estuvo comprendido entre 2010 y 2021, que obedece a la relevancia de la trayectoria investigativa en este tiempo. Las investigaciones podían estar en inglés y castellano. Los criterios de exclusión fueron investigaciones que no estuvieran relacionadas con la temática definida.

3) Descripción del almacenamiento y registro de los resultados de búsqueda: la información se registró de acuerdo con la descripción de cada variable considerada: autores, bibliografía en Vancouver, año de publicación, base de dato consultada, tipo de artículo, objetivo de la revisión, conclusiones, todo en una matriz de Excel®.

4) Estrategia de organización de las referencias seleccionadas: para clasificar la información se usó el diagrama de flujo Prisma (figura 1), partiendo de 98 referencias consultadas. Se buscó que el material seleccionado cumpliera con los criterios de inclusión establecidos. Así, se eliminaron 9 artículos, por estar duplicados, y 38, por no cumplir con los criterios de inclusión. De las 51 referencias seleccionadas, 14 estaban en inglés y 37 estaban en español, y se incluyeron 2 referencias de tipo legal, por considerarse valiosas.

**Figura 1.** Estrategia de selección de los estudios



5) Plan de análisis e interpretación de los resultados de los artículos seleccionados: se abordó mediante un resumen analítico de investigación, revisado por el asesor del trabajo, en el que se analizaron cada una de las variables descriptivas: impacto ambiental producto de los residuos sólidos en los rellenos sanitarios, riesgos creados por los desechos sólidos en los rellenos sanitarios y situación en cuanto a la generación de residuos sólidos. Al agrupar las bibliografías consultadas bajo esta tres dimensiones, se adjuntó el resumen de los aspectos que se iban a incluir en la presente revisión.

## DESARROLLO Y DISCUSIÓN

### Impacto ambiental producto de los residuos sólidos en los rellenos sanitarios

La eliminación de los residuos sólidos se ha convertido en un problema que requiere la búsqueda de soluciones en torno a los métodos y buenas prácticas por parte de los productores para, de esta manera, identificar las principales fuentes contaminantes en los rellenos sanitarios y en el entorno (17). En los rellenos sanitarios, los pro-

blemas ambientales producto de los residuos sólidos se han convertido en tema significativo en el contexto de las condiciones ambientales y de seguridad laboral de quienes allí trabajan. Investigaciones realizadas en Bogotá (Colombia) han evidenciado que, a partir de la descomposición de los materiales almacenados en un relleno sanitario, se generan gases tóxicos y productos lixiviados que afectan directamente el ecosistema inmediato y los alrededores y, consecuentemente, la salud de las comunidades y de los trabajadores de este sector, por lo general población migrante y marginada. Esto refleja la crisis ambiental dada por la inadecuada eliminación de desechos (18,19).

Aunado a ello, en el ámbito internacional, la mala disposición de residuos se ha venido describiendo como uno de los primordiales problemas de los centros urbanos. En países como México, durante mucho tiempo, se han utilizado rellenos sanitarios rudimentarios y tiraderos de basura no controlados, que son causantes de contaminación hídrica superficial y subterránea, lo cual, combinado con la urbanización por población flotante y marginada en zonas aledañas a estos puntos de disposición de residuos, aumenta considerablemente el riesgo de contingencias y requiere seguimiento epidemiológico de cualquier evento que pueda presentarse (20).

### **Riesgos creados por los desechos sólidos en los rellenos sanitarios**

En Colombia, la disposición final de residuos sólidos constituye un problema en materia de salud pública que afecta el bienestar de las personas. En el vertedero de basura Doña Juana, en Bogotá, se ha observado un incremento de residuos sólidos provenientes de la capital y de poblaciones aledañas, lo que ha propiciado un aumento en la contaminación atmosférica (21). La exposición aguda o crónica de materiales como material sintético, polvo, sustancias químicas producto de los residuos orgánicos y lixiviados tienen una asociación, demostrada mediante investigaciones, con las enfermedades respiratorias (22).

En Centro y Suramérica, los procesos de recolección y disposición final de desechos sólidos se efectúan con mayor frecuencia en vertederos a cielo abierto, sin ningún tipo de control o tratamiento previo, como mecanismos de reciclaje, separaciones específicas, entre otros (23). Durante los últimos diez años, los desechos sólidos han experimentado un aumento progresivo, como resultado del crecimiento de la población (24). La cantidad desmedida de residuos sanitarios provoca condiciones adversas e impactos ambientales negativos en los vertederos tradicionales (olores, incendios, cambio climático, contaminación del agua subterránea por lixiviados, entre otros) (25). Esta problemática ha impulsado la realización de

estudios, en instituciones de educación superior internacionales, sobre la disposición de residuos ordinarios enviados al relleno sanitario, en orden de determinar los índices de generación y la naturaleza de los residuos, como primer paso en la determinación del impacto ambiental y de la formulación de acciones preventivas (26).

Por tanto, es evidente que la exposición constante a desechos sólidos, la falta de medidas de control en los rellenos sanitarios, la ausencia de una gestión integral para su disposición y eliminación final y la falta de una cultura de autocuidado y control en el tema son factores de riesgos para la contaminación del medio ambiente, la amenaza a la salud de los seres vivos y el aumento de contingencias en las comunidades, como lo son las enfermedades respiratorias.

### **Situación en cuanto a la generación de residuos sólidos**

En Colombia se producen cerca de 11,6 millones de toneladas de desechos sólidos anuales, y cerca del 40% son aprovechables; no obstante, registros del Departamento Nacional de Planeación señalan que únicamente se reciclan alrededor del 17% (27). La mitad de los rellenos sanitarios se hallan en la etapa final de su vida útil, lo que amerita valorar nuevas opciones de tratamiento y disposición de residuos (28). El departamento de Santander, específicamente en el Área Metropolitana de

Bucaramanga, evidencia severas dificultades con la eliminación de los desechos sólidos, debido a que el sitio actual para tal fin cumplió con su actividad operativa (29). En la ciudad de Santa Marta se ha incrementado la generación de residuos sólidos municipales, ya que de 320 toneladas por día en 2008 pasó a 410 toneladas por día en 2011, y teniendo en consideración este incremento y la producción de emisiones de gases, hay un desplazamiento del oxígeno en el material de cobertura, lo que ocasiona daños a la vegetación, considerada el pulmón de la humanidad (24). Por el contrario, la innovación y la tecnificación de los rellenos sanitarios constituyen una estrategia económicamente asertiva que satisface las exigencias de las autoridades ambientales y son los métodos de referencia para este propósito. Esta transformación se ve en el relleno sanitario Los Pocitos, de la Triple A de Barranquilla (30). De ahí que sea apremiante la implementación de una gestión en torno a la funcionalidad de los rellenos, la organización de vertederos con tecnología adecuada a lo largo del territorio colombiano y el incentivo de una cultura que favorezca las condiciones ambientales y de seguridad.

Otro problema lo constituyen los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, consecuencia del vertiginoso desarrollo tecnológico globalizado (31). Por otra parte, en países como México, el 74% de los residuos sólidos urbanos son ubicados en rellenos sanitarios que generan contami-

nantes como lixiviados y biogás, que ocasionan sobrecalentamiento atmosférico (32). En la Unión Europea, cerca del 10% de los residuos generados son de origen doméstico, lo que supone una media de 475 kilogramos por persona al año. En promedio, el 26% de los residuos municipales se envían a rellenos sanitarios, el 27% es incinerado y solo el 47% es reciclado o compostado (33).

En general, los residuos sólidos no se están eliminando debidamente y, en consecuencia, es negativo el impacto ambiental mundial y son inminentes los daños adversos. Persiste la inquietud sobre los impactos ambientales de la gestión y eliminación de desechos. Los instrumentos de políticas ambientales se han fortalecido y los programas gubernamentales asociados se han incrementado en los últimos años, lo que ha dado como resultado estrategias de alto nivel para la gestión de residuos. La evaluación de riesgos es ahora una herramienta esencial en la priorización del resguardo del medio ambiente y la salud humana (34). Se está prestando atención pública considerable a los desafíos de la gestión de desechos que enfrentan los países en desarrollo. Aunque los países desarrollados constituyen solo el 16% de la población mundial, originan de manera desproporcionada un tercio de los desechos del mundo (35). Se puede decir que en la medida en que avanza la industrialización, la economía, el comercio, la tecnología y la densidad poblacional, aumenta la producción de desechos sólidos.

Diversos gobiernos de todo el mundo industrializado han planificado aumentar el reciclaje de desechos domésticos, con el fin de disminuir el impacto sobre el ambiente, derivado de la deposición de desechos en rellenos y la combustión en plantas de incineración, la contaminación ambiental por concentraciones de polvo, bacterias y esporas, que son significativas para causar efectos adversos a la salud (36). Otros estudios demostraron que los rellenos sanitarios como técnica de eliminación de los residuos sólidos urbanos ocasionan molestias por olores contaminantes y que amenazan la salud pública y la seguridad ambiental (37). De acuerdo con esto, se evaluaron las molestias por olores y los impactos de riesgo para la salud generados en el contexto de los vertederos o rellenos sanitarios, y se halló que fueron considerables y que el medio ambiente local resultó notablemente dañado (38).

Entre tanto, los vertederos informales corresponden a sitios que utilizan las condiciones del terreno natural para el tratamiento de desechos y no están construidos y operados según los estándares y normas nacionales pertinentes; se caracterizan por una construcción poco sofisticada, falta de medidas de protección ambiental y un alto riesgo de contaminación ambiental (39). Hablando de los rellenos sanitarios informales, también se pueden mencionar los residuos sólidos médicos generados en los hogares, ya que estos presentan riesgos mínimos para el público,

en comparación con los residuos sólidos médicos generados en las instituciones de salud (40).

Ahora bien, tratando el tema de los rellenos sanitarios, se puede incluir a los recolectores de residuos, quienes corren el riesgo de contraer enfermedades laborales (41). Por otra parte, se ha informado que aproximadamente 250 tipos de aves, entre ellas las de interés para su conservación, utilizan los vertederos y el hábitat circundante (incluidas las operaciones de tratamiento de aguas residuales) como fuente alimenticia, lo que incrementa el riesgo de exposición de estas aves a agentes químicos que se producen en los vertederos (42). Todo ello provoca un desequilibrio en el ecosistema que arremete con la vida de los seres vivos.

La selección del lugar del vertedero es un procedimiento complicado (19) y depende de varios factores, como las aguas superficiales y subterráneas, la geología, el uso del suelo, la distancia a la zona de falla, la distancia a las áreas urbanas y la distancia a la carretera, la pendiente, entre otros (19,43). Gran parte del riesgo potencial de los vertederos de los desechos sólidos municipales resulta de la migración de lixiviados contaminados y gases de vertedero; por lo tanto, no se pueden ignorar los impactos ambientales de los muchos vertederos existentes en todo el mundo (44).

Según un estudio realizado en Saraburi (Tailandia), se demostró que el subdistrito de Tan Deaw ha estado enfrentando problemas críticos de gestión de desechos sólidos, pues esta zona produjo 9,41 toneladas métricas por día; mientras que la gestión de eliminación de desechos sólidos apropiada fue inferior al 40% y los desechos residuales permanecen en alrededor de 2000 toneladas métricas (45). Vietnam produce más de 27,8 millones de toneladas métricas por año de residuos de diversas fuentes, residuos municipales, agrícolas e industriales, y más del 46% (12,8 mil toneladas métricas por año) provienen de fuentes municipales, incluidos hogares, restaurantes, mercados y negocios. Las cinco ciudades más grandes de Vietnam (Hanoi, Ciudad Ho Chi Minh, Haiphong, Da Nang y Can Tho) son los puntos críticos del país, con una contribución del 70% a la generación total de residuos.

En 2015, el promedio de desechos sólidos municipales de las grandes áreas urbanas aumentó a 0,9-1,3 kilogramos por persona por día (46). Estudios previos han demostrado que el lixiviado contiene microorganismos patógenos como *Escherichia coli* en concentraciones altas ( $0,66 \times 10^4$  microorganismos patógenos/100 mililitros). Estos hallazgos indican la presencia de bacterias patógenas que pueden contaminar los embalses de agua; por lo tanto, se deben controlar para evitar posibles riesgos para la salud (47). En tal sentido, uno de los retos y responsabilidad social para los

países europeos es implementar una gestión integral en materia de desechos sólidos (33).

De todo lo referido, es menester proteger a los trabajadores encargados de la eliminación de desechos sólidos y, por supuesto, al medio ambiente, mediante una valoración de la condición ambiental y de seguridad laboral, como aporte teórico referencial y preventivo de las contingencias a la salud de los trabajadores y al ambiente (48). Al correlacionar las situaciones expuestas, se puede constatar el problema que genera la inadecuada disposición final de desechos sólidos; el uso de rellenos sanitarios que no cuentan con las condiciones técnicas de funcionamiento; la ausencia de una gestión integral del manejo; la recolección, tratamiento y valoración y disposición final de residuos sólidos, y la ausencia de una cultura conservacionista del medio ambiente, aun sabiendo que es indispensable para la vida.

## CONCLUSIONES

Con respecto a la problemática abordada a lo largo de esta revisión narrativa acerca del impacto ambiental y riesgos potenciales generados en los rellenos sanitarios, se dejan al descubierto las consecuencias que se pueden originar si no se diseña de forma correcta y se realiza mantenimiento preventivo a los rellenos sanitarios. Existen riesgos potenciales de contingencias, enfermedades (respiratorias, cutáneas o gastroin-

testinales) y accidentes (cortaduras, pinchazos o quemaduras) a la salud y daños en el ambiente (sobrecalentamiento o contaminación atmosférica) derivados de la inadecuada disposición final de desechos en los rellenos sanitarios.

Por otra parte, en cuanto a los factores de riesgo en torno a la generación de desechos en los rellenos sanitarios, se identificaron gases, lixiviados contaminados, material electrónico, olores, incendios, contaminación del agua subterránea por lixiviados y cambios climáticos globales. A pesar de que existen legislaciones que controlan y supervisan los rellenos sanitarios nacionales y del resto del mundo, la generación de desechos, su disposición y eliminación final continúan siendo un problema de salud pública de gran magnitud; por ello, es necesario fomentar una cultura conservacionista del medio ambiente. Con base en las investigaciones revisadas, se precisa la valoración de las condiciones ambientales y la seguridad en torno a los rellenos sanitarios, que permitan visualizar las soluciones pertinentes.

El bienestar humano depende de una visión integral que esté sustentada en las necesidades humanas básicas y en aquellos valores intangibles que dan sentido a la vida, como el medio ambiente bien conservado. Lograr un mundo apto, equilibrado y sostenible estribará en gran medida de ello.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad de Boyacá, por el apoyo brindado en los aspectos necesarios, desde el punto de vista académico, técnico y financiero para la realización de esta revisión narrativa.

## ASPECTOS BIOÉTICOS

Se respeta el derecho de autor de la información revisada.

## FINANCIACIÓN

Se obtuvo financiación por parte de los autores y de la Universidad de Boyacá, en cuanto a la provisión de apoyo técnico e informativo en línea y asesoría docente.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## REFERENCIAS

1. Domínguez R, León M, Samaniego J, Sunkel O. Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años del pensamiento de la CEPAL. Santiago: Naciones Unidas; 2019. <https://doi.org/10.18356/b89f0453-es>
2. United Nations Environment Programme (UNEP). Medio ambiente sano, personas sanas [internet]. Nairobi; 2016. Disponible en: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/17603/HEHP\\_executive-summary\\_ES.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/17603/HEHP_executive-summary_ES.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
3. Luis G. E. El medio ambiente sano: la consolidación de un derecho. Rev Bol Der [internet]. 2018 [citado 2020 ago 22];(25):550-69. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S207081572018000100019&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207081572018000100019&lng=es&nrm=iso). ISSN 2070-8157.
4. Decreto 838/2005 del 23 de marzo, por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones [internet]. Disponible en: [https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=16123](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=16123)
5. Lopera Rivera JA. Plan de manejo integral de los residuos sólidos generados en la cooperativa multiactiva de transporte COOTRAUR del municipio de Urrao [tesis de grado en internet]. Medellín: Tecnológico de Antioquia; 2020. Disponible en: <https://n9.cl/tljkb>
6. Sánchez Muñoz MP, Cruz Cerón JG, Maldonado Espinel PC. Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde

- la perspectiva de la generación. *Finanz Polit Econ.* 2019;11(2):321-36. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2019.11.2.6>
7. Rivas Arias CA. Piensa un minuto antes de actuar: gestión integral de residuos [internet]. Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; 2018. Disponible en: <https://n9.cl/jev7>
  8. Banco Mundial. Los desechos un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos [internet]. 2018. Disponible en: <https://n9.cl/7f5v>
  9. Gligo N, Alonso G, Barkin D, Brailovsky A, Brzovic F, Carrizosa J et al. La tragedia ambiental de América Latina y del Caribe [internet]. Santiago de Chile: Naciones Unidas y Cepal; 2020. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46101/1/S2000555\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46101/1/S2000555_es.pdf)
  10. Ballesteros VL, Cuadros Urrego Y, Botero Botero S, López Arango Y. Factores de riesgo biológicos en recicladores informales de la ciudad de Medellín, 2005. *Rev Fac Nac Salud Pública* [internet]. 2008 [citado 2022 ago 23];26(2):169-77. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-386X2008000200008&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2008000200008&lng=en)
  11. Thakur P, Ganguly R, Dhulia A. Occupational health hazard exposure among municipal solid waste workers in Himachal Pradesh, India. *Waste Manag.* 2018;78:483-9. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.06.020>
  12. Valencia J, Espinosa A, Parra A, Peña MR. Percepción del riesgo por emisiones atmosféricas provenientes de la disposición final de residuos sólidos. *Rev Salud Pública.* 2019;13(6):930-41. <https://scielosp.org/article/rsap/2011.v13n6/930-941/>
  13. Patz JA, Christenson M. El cambio climático y la salud. En: Galvão LA, Finkelman J, Henao S, editores. *Determinantes ambientales y sociales de la salud* [internet]. Washington: Organización Panamericana de la Salud; 2010. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51688>
  14. Shuman EK. Global climate change and infectious diseases. *Int J Occup Environ Med.* 2011 Jan;2(1):11-9.
  15. Wheeler T, von Braun J. Climate change impacts on global food security. *Science.* 2013 Aug 2;341(6145):508-13. <https://doi.org/10.1126/science.1239402>
  16. Decreto 1713/ 2002 de 6 de agosto, por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley

- 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos [internet]. Disponible en: <https://corporario.gov.co/expedientes/juridica/2002decreto1713.pdf>
17. Zuzunaga Morales R, Ramírez Zegarra AA. Determinación de factores de riesgo sanitario ambiental para selección de área del relleno sanitario en la localidad de Palpa. *Rev Investig Cient.* 2021;3(2):73-7. <https://doi.org/10.47190/nric.v3i1.140>
18. Quintero Torre DI. El papel de la gestión territorial en la ubicación de rellenos sanitarios. Caso de estudio: relleno sanitario Doña Juana, Bogotá, Colombia. *Perspectiva Geográfica* [internet]. 2016;21(2):251-76. <https://doi.org/10.19053/01233769.5852>
19. Sánchez Ortega C. Rellenos sanitarios: otra cara de la moneda. *Portafolio* [internet]; 2021. Disponible en: <https://www.portafolio.co/opinion/camilo-sanchez/rellenos-sanitarios-otra-cara-de-la-moneda-541996>
20. De León G, Héctor, Cruz V, Carlos R, Dávila P, René A, Velasco T, Fernando G, José R. Impacto del lixiviado generado en el relleno sanitario municipal de Linares (Nuevo León), sobre la calidad del agua superficial y subterránea. *Rev Mex Cienc Geológ* [internet]. 2015;32(3):514-26. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57243039011>
21. Barbosa Devia MZ, Guerrero Salgado LF, Guevara Suta SE. Evaluación de la función pulmonar en población expuesta a contaminantes aledaña al Relleno Sanitario Doña Juana, Bogotá. *Revista Virtualpro* [internet]. 2019. Disponible en: <https://www.virtualpro.co/biblioteca/evaluacion-de-la-funcion-pulmonar-en-poblacion-expuesta-a-contaminantes-aledana-al-relleno-sanitario-dona-juana-bogota->
22. Méndez Calvo DC, Moncaleano Tenza JS, Mopán Hernández LM, Patiño Ríos LF. Relleno sanitario Doña Juana y su posible efecto en la salud respiratoria en niños menores de 5 años dentro del área de influencia [tesis de grado en internet]. Bogotá: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales; 2019. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/2645>
23. Marín Vásquez A, Rodríguez Noya Á. Comparación de normativa sobre instalaciones de vertidos de residuos en España y Chile. *Inter-ciencia* [Internet]. 2017;42(8):542-7. Disponible en: <https://n9.cl/yr8wp>

24. Armenta-Rivas ME, Sierra-Camargo LD, Vélez-Pereira AM. Modelación de la producción de metano en el Relleno Sanitario Parque Ambiental Palangana (Santa Marta). *Ing Investig Tecnol*. 2017;XVIII(2):183-92. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2017.18n2.016>
25. González-Jiménez Y, Villalobos-Morales J. Manejo ambiental de residuos orgánicos. *Tecnol Marcha*. 2021;34(2):11-22. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i2.4843>
26. Rojas-Vargas J, Bogantes J. Cuantificación y caracterización de los residuos sólidos ordinarios de la Universidad Nacional de Costa Rica, dispuestos en rellenos sanitarios. *Uniciencia*. 2018;32(2):57-69. <https://doi.org/10.15359/ru.32-2.4>
27. Álvarez Posada GA, Correa Orozco LM, Matos Fernández Y. Rellenos sanitarios en Colombia: ¿una solución o un problema? [tesis de posgrado en internet]. [citado el 4 de octubre de 2021]. Cali: Universidad CES; 2021. Disponible en: <https://n9.cl/3tkjy>
28. Vanegas Cárdenas E, Mariscal Moreno JP, Camargo Valero MA, Aristizábal Zuluaga BH. Digestión anaerobia de residuos de poda como alternativa para disminuir emisiones de gases de efecto invernadero en rellenos sanitarios. *Energ* [internet]. 2015 [citado 31 de octubre de 2022];(46):29-36. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/energetica/article/view/51305>
29. Niño Carvajal LX, Ramón Valencia JA; Ramón Valencia JL. Contaminación fisicoquímica de acuíferos por los lixiviados generados del relleno sanitario El Carrasco, de Bucaramanga. *Rev P+L*. 2016;11(1):66-74. <https://doi.org/10.22507/pml.v11n1a6>
30. Rezaeisabzevar Y, Bazargan A, Zohourian B. Landfill site selection using multi criteria decision making: influential factors for comparing locations. *J Environ Sci (China)*. 2020;93:170-84. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2020.02.030>
31. Özkan B, Özceylan E, Sariçiçek İ. Modeling for landfill site suitability analysis: a comprehensive review of the literature. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2019;26:30711-30. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06298-1>
32. Díaz-Archundia LV, Buenrostro-Delgado O, Mañón-Salas MC, Hernández-Berriel MC. Emisión de gases de efecto invernadero en dos sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos en México. *Ing Investig Tecnol* [internet]. 2016 [citado el 4 de octubre de 2021];18(2):149-59. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8340266>

33. Alonso A, Oribe I, Borges C, Vila M, Nohales G, Giavini M. Claves para conseguir los objetivos de prevención y reciclaje de residuos municipales sistemas de recogida, educación ambiental y fiscalidad [internet]. Bilbao: Deusto; 2017. Disponible en: <https://documat.unirioja.es/servlet/libro?codigo=784133>
34. Butt TE, Gouda HM, Baloch MI, Paul P, Javadi AA, Alam A. Literature review of baseline study for risk analysis: the landfill leachate case. *Environ Int*. 2015;63:149-62. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.09.015>
35. Tomita A, Cuadros DF, Burns JK, Tanser F, Slotow R. Exposure to waste sites and their impact on health: a panel and geospatial analysis of nationally representative data from South Africa, 2008–2015. *Lancet Planet Health*. 2020;4(6):e223-34. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30101-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30101-7)
36. Poulsen OM, Breum NO, Ebbenhøj N, Hansen AM, Ivens U, van Lelieveld D, et al. Collection of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes. *Sci Total Environ*. 1995 Aug 18;170(1-2):1-19. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(95\)04524-5](https://doi.org/10.1016/0048-9697(95)04524-5)
37. Chang H, Zhao Y, Tan H, Liu Y, Lu W, Wang H. Parameter sensitivity to concentrations and transport distance of odorous compounds from solid waste facilities. 2019;651(Pt 2):2158-65. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.134>
38. Zhang Y, Ning X, Li Y, Wang J, Cui H, Meng J, Teng C, Wang G. Impact assessment of odour nuisance, health risk and variation originating from the landfill surface. *Waste Manag*. 2021 May 1;126:771-80. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.055>
39. Yin Q, Yan H, Guo X, Liang Y, Wang X, Yang Q, Li S, Zhang X, Zhou Y, Nian Y. Remediation technology and typical case analysis of informal landfills in rainy areas of Southern China. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Jan 31;17(3):899. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030899>
40. Udofia EA, Gulis G, Fobil J. Solid medical waste: a cross sectional study of household disposal practices and reported harm in Southern Ghana. *BMC Public Health*. 2017 May 18;17(1):464. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4366-9>
41. Tsovilis E, Rachiotis G, Symvoulakis EK, Thanasis E, Giannisopoulou O, Papagiannis D, Eleftheriou A, Hadjichristodoulou C. Municipal waste collectors and hepatitis B and C virus infection: a cross-sectional study. *Infez Med*. 2014 Dec;22(4):271-6.

42. Tongue ADW, Reynolds SJ, Fernie KJ, Harrad S. Flame retardant concentrations and profiles in wild birds associated with landfill: A critical review. <https://n9.cl/jqwl1>
43. Valderrama López CF, Díaz LJ, Vargas JO. Análisis de la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs): estudio de caso en la ciudad de Neiva. *Rev Investig Agrar Ambient.* 2018;10(1):131-40. <https://doi.org/10.22490/21456453.2295>
44. Vaverková MD. Landfill Impacts on the Environment—Review. *Geosciences.* 2019;9(10):431. <https://doi.org/10.3390/geosciences9100431>
45. Sridan P, Surapolchai P A systemic approach to integrated sustainable solid waste management through community engagement: a case study of Tan Deaw sub-district, Saraburi province. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2020;463:012167. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/463/1/012167>
46. Schneider P, Anh LH, Wagner J, Reichenbach J, Hebner A. Solid waste management in Ho Chi Minh City, Vietnam: moving towards a circular economy? *Sustainability* 2017, 9(2), 286; <https://doi.org/10.3390/su9020286>
47. Xiang R, Xu Y, Liu Y-Q, Lei G-Y, Liu J-C, Huang Q-F. Isolation distance between municipal solid waste landfills and drinking water wells for bacteria attenuation and safe drinking. *Sci Rep.* 2019;9:17881. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54506-2>
48. Labre Salazar AL, San Lucas Pérez PO. Condiciones de trabajo y salud ocupacional en trabajadores de una empresa ecuatoriana gestora de residuos. *Uniandes Episteme* [internet]. 2018;5(3):225-38. Disponible en: <http://45.238.216.13/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/861>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

# Artritis séptica. Revisión descriptiva

Andrés Eduardo Araque-Melo<sup>1</sup> 

## RESUMEN

**Introducción:** La artritis séptica es considerada una emergencia en ortopedia. Se define como el proceso inflamatorio desproporcionado, desencadenado por la colonización de algún microorganismo en el espacio articular que con los cambios fisiopatológicos ocasionados degradan el cartílago y aumentan la morbimortalidad, la prolongación de la estancia hospitalaria, las secuelas irreversibles, así como los costos para el sistema de salud. Por tal razón, es vital que el médico general, quien tiene el primer contacto con el paciente, sea capaz de reconocer las manifestaciones, e instaure un tratamiento para evitar complicaciones y secuelas del paciente.

**Objetivo:** Identificar los aspectos importantes de la artritis séptica y proporcionar al lector información relevante de forma práctica y concreta para su actuar médico diario.

**Método:** Búsqueda de artículos originales en bases de datos, empleando términos MeSH y DeCS, consulta de textos guía, en el periodo 2010-2022.

**Resultados:** Con mayor frecuencia se ven afectados pacientes en extremos de edad, como los mayores de 60 años y los menores de 20 años, y la rodilla es la principal articulación afectada. La fiebre no es un criterio necesario para el diagnóstico de artritis séptica y el principal factor de riesgo es la enfermedad articular previa.

**Conclusiones:** El análisis del líquido sinovial y la tinción de Gram, junto con el cultivo, permiten hacer el diagnóstico. El tratamiento antibiótico empírico es guiado por los factores de riesgo del paciente y, posteriormente, por los resultados del cultivo.

**Palabras clave:** artritis séptica; osteomielitis; artrocentesis; *Staphylococcus aureus*; líquido sinovial.

<sup>1</sup> Universidad de Santander (Cúcuta, Colombia).

**Autor de correspondencia:** Andrés Eduardo Araque Melo. Correo electrónico: [anedarme@gmail.com](mailto:anedarme@gmail.com)

### Citar este artículo así:

Araque Melo AE. Artritis séptica: revisión descriptiva. Rev Investig Salud Univ Boyacá. 2021;9(2):118-135. <https://doi.org/10.24267/23897325.824>

## Septic Arthritis. Descriptive Review

### ABSTRACT

**Introduction:** Septic arthritis is considered an emergency in orthopedics, it is defined as the disproportionate inflammatory process triggered by the colonization of some microorganism in the joint space, causing pathophysiological changes that degrade the cartilage causing increased morbidity and mortality, prolongation of hospital stay, irreversible sequelae, as well as increased costs for the health system, for this reason it is of vital importance that the general practitioner who has the first contact with the patient can recognize the manifestations, and establish treatment to avoid complications and sequelae of the patient.

**Objective:** To identify the important aspects of septic arthritis and provide the reader with relevant information in a practical and concrete way for his daily medical practice.

**Method:** We searched for original articles in databases using MeSH and DeCS terms, consulting guide texts, with a search period from 2010 to 2022.

**Results:** Patients in extremes of age are more frequently affected, such as patients older than 60 years and younger than 20 years, being the knee the main affected joint. Fever is not a necessary criterion for the diagnosis of septic arthritis and the main risk factor is previous joint disease.

**Conclusions:** Synovial fluid analysis and Gram stain together with culture allow making diagnosis. Empirical antibiotic treatment is guided by the patient's risk factors, then by the culture results.

**Keywords:** septic arthritis; osteomyelitis; arthrocentesis; *Staphylococcus aureus*; synovial fluid.

## Artrite séptica. Revisão descritiva

### RESUMO

**Introdução:** a artrite séptica é considerada uma emergência na ortopedia. É definida como um processo inflamatório desproporcional, desencadeado pela colonização de um microrganismo no espaço articular que, com as mudanças fisiopatológicas causadas, degrada a cartilagem e aumenta a morbidade e a mortalidade, a permanência hospitalar prolongada, sequelas irreversíveis, assim como os custos para o sistema de saúde. Por esta razão, é vital que o clínico geral, que tem o primeiro contato com o paciente, seja capaz de reconhecer as manifestações, e instituir tratamento para evitar complicações e sequelas para o paciente.

**Objetivo:** Identificar os aspectos importantes da artrite séptica e fornecer ao leitor informações relevantes de uma forma prática e concreta para a prática médica diária.

**Método:** Pesquisa de artigos originais em bancos de dados, usando termos MeSH e DeCS, consulta de textos guias, no período de 2010-2022.

**Resultados:** Os mais frequentemente afetados são os pacientes em extremos de idade, como aqueles com mais de 60 anos e menos de 20 anos, e o joelho é a principal articulação afetada. A febre não é um critério necessário para o diagnóstico de artrite séptica e o principal fator de risco é a doença articular prévia.

**Conclusões:** A análise do líquido sinovial e a coloração de Gram, junto com a cultura em meios específicos, permitem que o diagnóstico seja feito. O tratamento antibiótico empírico é orientado pelos fatores de risco do paciente e, posteriormente, pelos resultados da cultura.

**Palavras-chave:** artrite séptica; osteomielite; artrocentese; *Staphylococcus aureus*; líquido sinovial.

## INTRODUCCIÓN

La artritis séptica (AS) se define como la respuesta inflamatoria intensa en la cavidad articular, secundaria a la colonización de algún microorganismo del espacio articular, por bacterias, virus u hongos; sin embargo, lo más frecuente es de tipo bacteriano (1). El desproporcionado proceso inflamatorio desencadenado por la colonización de los microorganismos produce cambios fisiopatológicos que degradan el cartílago, que aumentan la presión intrarticular y que dejan secuelas funcionales en el paciente, independientemente de su edad. Ello aumenta la morbimortalidad y los costos para el sistema de salud, por lo que cobra importancia un rápido diagnóstico e instauración de un tratamiento apropiado que busque detener la progresión del daño ocasionado por la infección.

En general, los factores de riesgo de la AS son pacientes inmunocomprometidos, artritis reumatoidea, uso de medicamentos antirreumáticos o modificadores de la enfermedad, lupus eritematoso sistémico, enfermedades crónicas, usuarios de drogas intravenosas y, más específicamente, pacientes a quienes se les haya practicado recientemente una artrocentesis, remplazo articular o artroscopia. Los microorganismos más frecuentes son *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* spp., *Neisseria gonorrhoeae*, *Pseudomonas aeruginosa* (1,2). Puede presentarse mediante tres mecanismos: inoculación directa, hematógena y por

contigüidad con infección de tejidos blandos u osteomielitis.

Es más frecuente su aparición en articulaciones de carga en miembros inferiores, aunque se puede afectar cualquier articulación. El diagnóstico es clínico, paraclínico e imagenológico, y el tratamiento va enfocado al microorganismo causal (1-7). Los propósitos de esta revisión son identificar los aspectos importantes de la artritis séptica y proporcionar al lector información relevante, de forma práctica y concreta, para su actuar médico diario.

## MÉTODO

Se llevó a cabo una revisión de tema sobre la artritis séptica en bases de datos como Pubmed, Google Académico, SciELO, ScienceDirect, utilizando términos MeSH y DeCS, como *artritis séptica*, *osteomielitis*, *Staphylococcus aureus*, *artrocentesis* y *líquido sinovial*. Se llevó a cabo una revisión primaria del resumen de cada artículo para un total de 70 artículos. Se incluyeron artículos originales y de revisión en inglés y español, de entre 2010 y 2022, y algunos artículos con fechas anteriores como respaldo teórico. Se excluyó información proveniente de literatura gris y artículos sin acceso abierto.

Teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, se recolectaron un total de 55 referencias.

La información fue tabulada en Microsoft Excel con variables definidas, como autores, años de publicación, objetivo, resultados y conclusiones. La búsqueda se enfocó en componentes que aportaran información relevante sobre epidemiología, fisiopatología, etiología, manifestaciones clínicas, diagnóstico y tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente apartado se describen los hallazgos importantes de la epidemiología, fisiopatología, microbiología, manifestaciones clínicas, técnicas diagnósticas, diagnóstico diferencial, tratamiento y aspectos relevantes de la AS en el paciente pediátrico.

### Epidemiología y factores de riesgo

La prevalencia de la AS es variable. En Europa occidental, la incidencia es de 4-10/100 000 habitantes; pero aumenta en regiones desfavorecidas de Europa del norte y Australia, donde la prevalencia es de 29 casos por cada 100 000 habitantes (4). Autores como Kang et al. (5) han descrito una incidencia de 1 en 20 000 en África y de 1 en 5000 en Malawi. Dichas variaciones geográficas podrían corresponder al estado socioeconómico y al aumento de técnicas quirúrgicas que involucran la articulación como la artroscopia e inyecciones intraarticulares (4-6).

En un hospital colombiano de alto nivel de complejidad se llevó a cabo un estudio retrospectivo en pacientes de 0 a 15 años, que describió mayor frecuencia en el sexo masculino, pacientes de procedencia urbana principalmente, donde las articulaciones de mayor afectación fueron la cadera y la rodilla (7). Tales resultados fueron similares a estudios en adultos, como el de Ornelas-Aguirre (8), donde además se describe que la edad promedio fue de  $48 \pm 19$  años, lo cual no difiere de la literatura previamente descrita, ya que la edad mayor de 60 años representa un riesgo del 40% para presentar AS.

El principal factor de riesgo para la AS es alguna enfermedad articular preexistente, como artritis reumatoide, osteoartritis, gota y seudogota. La artritis reumatoide representa el mayor factor de riesgo, debido a la combinación de medicamentos inmunosupresores, daño articular y mal estado de la piel. Entre tanto, la diabetes mellitus, el alcoholismo, un bajo nivel socioeconómico o el uso de drogas intravenosas también se han descrito como factores de riesgo. Se ha informado un aumento en la prevalencia de la AS en la hemodiálisis de 500 casos por cada 100 000 pacientes. Las inyecciones intrarticulares con corticoides son una causa poco frecuente de AS y tienen un riesgo exacto difícil de cuantificar. La AS posartroscopia tiene una prevalencia de alrededor de 14 por cada 10 000 procedimientos y, probablemente, esté asociada con una mala

práctica de asepsia y antisepsia (4,7). En la tabla 1 se describen los factores de riesgo para AS.

**Tabla 1.** Resumen los factores de riesgo para desarrollar artritis séptica

<input type="checkbox"/>	Enfermedades articulares de base (artritis reumatoide, osteoartritis)
<input type="checkbox"/>	Prótesis articulares
<input type="checkbox"/>	Trauma o cirugías recientes de la articulación
<input type="checkbox"/>	Uso de drogas intravenosas
<input type="checkbox"/>	Diabetes
<input type="checkbox"/>	Cirrosis
<input type="checkbox"/>	Enfermedad renal crónica
<input type="checkbox"/>	Inyecciones de corticoides intrarticulares
<input type="checkbox"/>	Lesiones cutáneas (eczema, psoriasis o úlceras)
<input type="checkbox"/>	Bajo nivel socioeconómico

Fuente: (4).

## Fisiopatología

La articulación se infecta cuando los microorganismos acceden al espacio articular, y esto se da por tres mecanismos: 1) hematógeno, por alojamiento de microorganismos en los capilares sinoviales; 2) contigüidad, y 3) inoculación directa. En los tres

mecanismos hay migración de microorganismos a la articulación, facilitada por la ausencia de membrana de la membrana sinovial. Una vez adentro, las bacterias son protegidas, ya que los fibroblastos inhiben la fagocitosis y ello favorece el rápido crecimiento del inóculo bacteriano.

La respuesta inmunológica secundaria a la liberación de toxinas y especies reactivas de oxígeno inducen la producción de exudado con derrame articular que aumenta la presión articular con la respectiva disminución de la perfusión de la membrana sinovial, que es la encargada de la nutrición del cartílago por difusión y lleva a la destrucción del cartílago articular por isquemia y necrosis. Es importante mencionar que el *Staphylococcus aureus* produce adhesinas que le facilitan adherirse fácilmente a las membranas celulares. Histológicamente, hay una transición de inflamación sinovial de carácter agudo a crónico, marcado por un aumento de los leucocitos mononucleares y los linfocitos. Rápido se comienzan a producir enzimas bacterianas, toxinas como la enterotoxina estafilocócica y antígenos bacterianos, que estimulan los linfocitos T durante la respuesta tardía. A medida que progresa el proceso inflamatorio, el colágeno se ve expuesto a las colagenasas y ello lleva al desgaste articular, cuya destrucción completa se presenta a las cuatro semanas, y conduce a luxación, subluxación y osteomielitis (9,10).

## Microbiología

La mayoría de los casos se presentan por gérmenes grampositivos, como el *S. aureus*, pero un 15% se debe a gramnegativos. La incidencia del *S. aureus* meticilino resistente está creciendo. La *Neisseria gonorrhoeae* es más frecuente encontrarla en pacientes jóvenes con poliartritis migratoria, erupción cutánea pustulosa, uretritis y tenosinovitis. Las infecciones polimicrobianas (*Pantoea*

*agglomerans* y *Nocardia asteroides*) aparecen habitualmente después de traumas penetrantes, heridas por mordedura o material orgánico extraño (11-19). En todo el mundo, el parvovirus B19, las hepatitis B y C, el VIH y los alfavirus se encuentran entre las causas más importantes de artritis mediada por virus (11-20). En la tabla 2 se resume la relación del microorganismo con las características clínicas del paciente.

**Tabla 2.** Microbiología y características clínicas de la artritis séptica

Microorganismo	Características clínicas
Estafilococos:	
<input type="checkbox"/> <i>Staphylococcus aureus</i> meticilino sensible: 42%	Predispone: lesiones de la piel, celulitis sobre el sitio (46% de los casos), articulación protésica, operación reciente en la articulación, daños articulares.
<input type="checkbox"/> <i>Staphylococcus aureus</i> meticilino resistente: 10-50%	Mortalidad: alta mortalidad (7-18%) y pérdida de la función articular (27-46%)
<input type="checkbox"/> Estafilococo coagulasa negativo	
Estreptococos al 16%:	
<input type="checkbox"/> <i>Streptococcus viridans</i> : 1%	Todos: asociados con una alta frecuencia de bacteriemia (66%) y enfermedad poliarticular (32%)
<input type="checkbox"/> <i>Streptococcus pneumoniae</i> : 1%	Mortalidad: alta (19%), pero buenos resultados funcionales en los que sobreviven
<input type="checkbox"/> <i>Streptococcus</i> no especificado: 14%	
Gramnegativos, 15%:	
<input type="checkbox"/> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> : 6%	Predispone: estado inmunodeprimido, trastorno o infección gastrointestinal, uso de drogas inyectables, ancianos
<input type="checkbox"/> <i>Escherichia coli</i> : 3%	
<input type="checkbox"/> <i>Proteus</i> especies: 1%	Bacilos gramnegativos entéricos: infección del tracto urinario en el 50% de los pacientes
<input type="checkbox"/> <i>Klebsiella</i> especies: 1%	Mortalidad: 5%
<input type="checkbox"/> Otros: 4%	

Microorganismo	Características clínicas
Otros:	Predispone: estado de inmunocompromiso, viaje o residencia en una zona endémica, trastorno o infección gastrointestinal
<input type="checkbox"/> Polimicrobiano: 5 %	Neisseria: aumenta con la actividad sexual de riesgo; el 75 % se da en mujeres, el 72 % es poliarticular, el 32 % tiene síntomas urinarios. Se recupera del líquido articular en <50 % de los casos
<input type="checkbox"/> Anaerobios: 0,6 %	
<input type="checkbox"/> <i>Mycobacterium tuberculosis</i> : 1,8 %	Tuberculosis: curso indolente con dolor e hinchazón articulares gradualmente progresivos. Los síntomas suelen aparecer durante >1 año antes del diagnóstico. Solo el 50 % de los pacientes tienen radiografía de tórax con tuberculosis activa
<input type="checkbox"/> <i>Neisseria gonorrhoeae</i> : 1,2 %	
<input type="checkbox"/> <i>Brucella</i> : 1-11 %	Brucella: más común en los inmigrantes a Estados Unidos. Suele darse en regiones con ganado no vacunado y productos lácteos no pasteurizados; el 54 % tiene afectación de la articulación sacroilíaca
<input type="checkbox"/> <i>Miscellaneous</i> : 4 %	

Fuente: tomado de (11-20).

## Manifestaciones clínicas

La presentación, habitualmente, es por infecciones no gonocócicas. Su manifestación clínica es variable, dependiendo de las características clínicas del paciente, pero con mayor frecuencia es monoarticular, afecta las extremidades de carga y es la rodilla la articulación más afectada, con un 47 % de los casos en adultos; seguida de la cadera (15%), el tobillo (9%), el hombro (8%), la muñeca (6%) y el codo (5%). La presentación poliarticular es rara, pero se ve en un 10%-20% de los casos, y ocurre en infecciones por gonococo, neumococo, estreptococo del grupo b y bacterias gramnegativas (21).

La ausencia de fiebre no debería hacer descartar el diagnóstico de AS, ya que se ha descrito que la fiebre está presente en solo un 30%-40% de los casos (22). Con mayor frecuencia se debe sospechar de AS ante la presencia de signos

inflamatorios articulares, como calor, rubor, edema, dolor de moderado a severo y limitación funcional para los movimientos activos y pasivos de la extremidad; además, dentro de las manifestaciones sistémicas está la fiebre, como se mencionó, mal aspecto general, taquicardia, escalofríos, e irritabilidad en pacientes pediátricos (23).

El paciente puede adoptar una posición que amplíe el espacio articular. Ejemplo de ello es la rodilla, en la cual hay tendencia a mantener la pierna en extensión. La presentación en articulaciones axiales, como esternoclavicular o sacroilíaca, es más frecuente encontrarla en usuarios de drogas intravenosas. El tiempo de evolución no siempre es agudo, y se debe tener en cuenta la presentación subaguda y crónica de infecciones por hongos o virus (24-26).

La AS en lactantes o en etapa preverbal no presenta un cuadro clínico florido, lo que facilita pasar inadvertidas manifestaciones clínicas y ocasionar consecuencias devastadoras para el paciente. Se puede presentar con irritabilidad, ansiedad, taquicardia, asociado con el aspecto tóxico del paciente. En lactantes con AS de la cadera, adoptar la flexión de la cadera con abducción y rotación externa alivia la presión intrarticular sobre la cápsula (23-27).

## Diagnóstico

### **Laboratorios**

Ante la sospecha de AS, conviene solicitar inicialmente un hemograma, donde se pueden encontrar leucocitosis con neutrofilia o marcadores de respuesta inflamatoria —como proteína C reactiva, la cual puede encontrarse elevada, y velocidad de sedimentación globular, la cual estaría prolongada—; sin embargo, se debe tener en cuenta que los resultados normales en pacientes con sospecha de AS no deberían descartar el diagnóstico, pues se ha descrito AS en pacientes con estos resultados dentro de lo normal; por ello, el patrón de referencia (*gold standard*) para el diagnóstico es el estudio del líquido sinovial de la articulación afectada (28,29).

Algunos estudios sugieren, además, solicitar un hemocultivo antes de iniciar el manejo antibiótico,

el cual es positivo en un 24% de los casos donde el líquido sinovial es patológico, y en un 9% fue el único estudio microbiológico positivo (30). El hemograma y demás marcadores de respuesta inflamatoria son empleados como guía en la evolución de la enfermedad con respecto a la respuesta al antibiótico empleado (28-31).

### **Imágenes**

La radiografía no representa una prueba útil en el paciente agudo, ya que solo mostraría edema de tejidos blandos, a diferencia de otras pruebas más costosas y operador dependiente, como la ecografía, la cual permitirá evidenciar algún derrame intrarticular y mostrar el sitio adecuado de punción para extraer el líquido sinovial (31,32). La tomografía axial computada y la resonancia nuclear magnética es más sensible y específica que la radiografía, aunque es de poca utilidad en el diagnóstico (32).

### **Estudio del líquido sinovial**

El estudio del líquido sinovial se considera el patrón de referencia para el diagnóstico de AS. Mediante este estudio, podemos diferenciar patologías de afección articular. El líquido sinovial normal es transparente, de color amarillo claro, altamente viscoso, con un recuento de leucocitosis menor de 200 por microlitro, y de estos el porcentaje de polimorfonucleares es menor del 25%,

existiendo un predominio de mononucleares. La tinción de Gram será positiva en el 80% de los casos de AS por grampositivos (33).

El aspecto del líquido sinovial en artritis bacterianas es turbio, su viscosidad es variable, el recuento celular suele ser de más de 50 000 por mililitro con un recuento de polimorfonucleares mayor del 90%, no hay cristales y el cultivo y tinción son positivos (34). La glucosa se encuentra por debajo de 25 mg/dl (33,34).

En la patología inflamatoria no infecciosa como las artritis (reumatoide, psoriásica y reactiva), el aspecto del líquido sinovial es translúcido, la viscosidad es baja y el recuento celular es de 2000 a 50 000 por mililitro, no hay cristales y el cultivo y tinción de Gram son negativos (33,34).

Las artritis por gota o pseudogota comparten un aspecto de turbio a translúcido, con viscosidad variable, recuentos celulares de 200 a 50 000 por mililitros y son mayores en la gota. En la gota aparecen cristales en forma de aguja de urato monosódico, y en la pseudogota, romboides de pirofosfato cálcico. Llama la atención de esta entidad la presencia de polimorfonucleares, que son mayores al 90%; sin embargo, un factor diferencial de las artritis bacterianas es la presencia de un Gram y cultivo negativo (33,34).

En la artrosis, el aspecto es transparente, con alta viscosidad, recuento celular de 200 a 2000 por mililitros, polimorfonucleares menores del 10%, ocasionalmente con cristales de pirofosfato cálcico e hidroxapatita con Gram y cultivo negativo (33,34).

### **Diagnóstico diferencial**

Para el diagnóstico de la AS se debe tener en cuenta el diagnóstico diferencial, ya que en ocasiones las manifestaciones son similares y su frecuencia puede variar. Ejemplo de ello es la sinovitis transitoria, un trastorno benigno y autolimitado de origen desconocido, frecuente en pacientes de 3 a 10 años, en la cual se ve afectada principalmente la cadera, donde hay dolor y limitación funcional. La enfermedad de Perthes comparte la clínica de dolor y limitación del apoyo, y esta se podría descartar con una radiografía de cadera comparativa normal (35).

El interrogatorio debe abordar la búsqueda de factores de riesgo, una cronología de los síntomas que oriente una artropatía inducida por cristales, artritis reumatoide, artritis reactiva, osteomielitis, celulitis y bursitis séptica. En menor frecuencia se encuentra la malignidad, como es el caso de leucemia y tumores. La hemartrosis podría generar sintomatología similar en pacientes con hemofilia tipos A y B, generalmente sin un antecedente de trauma (1,35,36).

## Tratamiento

El manejo de la AS se fundamenta en tres principios esenciales: 1) drenar o lavar la articulación, 2) administrar el antibiótico apropiado y 3) hacer que esta repose en una posición estable. La evacuación de la articulación por medio de la artrocentesis mejora el dolor y favorece un adecuado efecto antibiótico. Esta puede realizarse a través de dos puertos o a través de uno, aun cuando es más recomendado el primero. En algunos casos en los cuales el contenido es purulento y hay tabiques de fibrina que dificultan su drenaje, se recomienda el lavado quirúrgico. Evacuar la articulación de forma seriada tiene beneficios en la evolución del paciente, ya que permite el drenaje de bacterias, toxinas y productos de desecho, además evita el aumento de presión articular. La frecuencia o la duración de estas depende de la resolución del derrame articular o la negativización de los cultivos (37,38).

El siguiente principio es el tratamiento antibiótico, que debe ir orientado por el microorganismo aislado en los cultivos, el perfil epidemiológico y los factores de riesgo; sin embargo, los resultados del cultivo pueden tardar, razón la cual se justifica el inicio de una terapia antibiótica empírica. Los resultados del cultivo permitirán rotar el antibiótico para escalonar o desescalonar su cobertura.

Siempre, la recomendación es el manejo intrahospitalario con antibiótico endovenoso, teniendo en cuenta si el paciente es alérgico o si presenta enfermedad renal o hepática que amerite algún ajuste en la posología. No se ha demostrado que iniciar con dosis altas tenga mejores resultados que una posología estándar (38-45). No existe un consenso ni recomendaciones sobre el tiempo de tratamiento endovenoso, ni cuándo se deba rotar a la vía oral; pero, en general, se sugiere un tiempo de 2 a 4 semanas para pasar a la vía oral (38-45).

El uso de corticoides es controversial, pues en animales como el ratón tratados con dexametasona intraperitoneal se logró disminuir la mortalidad concomitante y una reducción en las concentraciones de los linfocitos, en comparación con el grupo que no recibió corticoides (46). Otro estudio realizado en humanos, en infantes, tuvo entre sus resultados menor disfunción articular en pacientes tratados con un ciclo corto de dexametasona durante 4 días (46). A pesar de la información descrita, no se contempla una recomendación sólida, debido a la falta de estudios o evidencia. En la tabla 3 se resumen las opciones terapéuticas según los antecedentes del paciente (47).

**Tabla 3.** Tratamiento orientado por los factores de riesgo del paciente

Clínica	Tratamiento recomendado
Grupo I. Sin factores de riesgo para organismos atípicos	Cloxacilina ± gentamicina. En alérgicos a penicilina, clindamicina o una cefalosporina de segunda o tercera generación
Grupo II. Riesgo elevado de sepsis por gramnegativos (ancianos, frágiles, infección de vías urinarias recurrentes, cirugía abdominal reciente)	Cefalosporinas de segunda o tercera generación ± fluoxacilina. En alérgicos a cefalosporinas, la decisión dependerá del Gram
Grupo III. Riesgo de SARM (SARM previamente documentado, ingreso hospitalario reciente, procedencia de residencias, úlceras en extremidades inferiores, portadores de catéteres)	Vancomicina + cefalosporina de segunda o tercera generación
Grupo IV. Sospecha de gonococo o meningococo	Ceftriaxona
Grupo V. Usuarios de drogas intravenosas	Dependiendo de la flora local y resultados microbiológicos
Grupo VI. Pacientes en unidad de cuidado intensivo, conocidas colonizaciones previas de otros órganos	Dependiendo de la flora local y resultados microbiológicos

Fuente: tomado de (36-45)

### Técnica de artrocentesis

La artrocentesis es el procedimiento mediante el cual se extrae líquido sinovial de una articulación con objetivos diagnósticos o terapéuticos. Es de gran importancia para el médico general conocer la técnica, pues por medio de esta alivia el dolor del paciente e inicia el estudio del líquido sinovial. En este caso, se aborda la técnica de artrocentesis de rodilla, por ser la articulación más afectada (48):

1. Se ubica al paciente en decúbito supino con la pierna en extensión.

2. Se realiza la asepsia y antisepsia de la zona, mediante una cobertura con campos estériles.

3. Se localiza el espacio femorrotuliano, se marca el borde de la rótula y se ubica como punto de punción la unión del tercio medio con el tercio superior de la rótula.

4. Se desplaza la rótula lateralmente y se punciona con una ligera inclinación proximal en el espacio infrarrotuliano, de forma suave pero firme, hasta obtener líquido sinovial.

5. Se extrae aguja, se repite la asepsia y la antisepsia y se cubre con un apósito.

## Paciente pediátrico

Por lo general, los niños con AS presentan dolor en alguna articulación de inicio agudo asociado con limitación del movimiento y fiebre. La sinovitis transitoria es una enfermedad autolimitada y transitoria, cuya etiología es desconocida, atribuida a infecciones virales, como infecciones respiratorias (49,50). Varios estudios han demostrado que una historia de limitación del apoyo, asociada con una temperatura superior a los 38,5°C, son signos clínicos fiables para diferenciar la AS de la sinovitis transitoria, aunque la ausencia de fiebre no descarta completamente el diagnóstico de AS.

Si un niño presenta irritabilidad articular o cojera, sin antecedentes de fiebre, es más probable un diagnóstico de sinovitis transitoria. En el servicio de urgencias, se debe solicitar un hemograma para analizar el recuento de glóbulos blancos y diferencial, velocidad de sedimentación globular y proteína C reactiva, los cuales van a estar muy elevados en la AS, en comparación con la sinovitis transitoria (51-55).

## CONCLUSIÓN

El diagnóstico diferencial de la AS es muy amplio, debido a sus similitudes clínicas con otras patologías; por lo tanto, dirigir el interrogatorio teniendo en cuenta los antecedentes y los factores de riesgo permite orientar el diagnóstico y el trata-

miento. La revisión de la literatura demuestra que la fiebre no es requisito para el diagnóstico de AS. En los niños, la fiebre asociada con irritabilidad articular o cojera indica posible AS; sin embargo, en niños es más frecuente la sinovitis transitoria, una entidad benigna y autolimitada en la cual el paciente presenta monoartralgia sin fiebre. La sinovial no tiene membrana basal, lo que facilita la migración de bacterias al espacio articular.

Las pruebas de imagen como radiografía, tomografía y resonancia magnética no aportan información relevante en el diagnóstico. En caso de ser artritis poliarticular infecciosa, se debe pensar en AS de origen gonocócico. El principal factor de riesgo es tener una patología articular de base como la artritis reumatoide.

Se sugiere hacer más estudios enfocados en demostrar la incidencia y la prevalencia de la AS en nuestra población y describir el perfil o características epidemiológicas de los pacientes.

## LIMITACIONES

Artículos de acceso limitado, por requerimiento de pago o suscripción.

## AGRADECIMIENTOS

A los orientadores, por su disposición para aclarar las dudas durante el proceso de elaboración.

## CONFLICTOS DE INTERESES

El autor declara no tener conflictos de intereses.

## REFERENCIAS

1. Bolaños Solís MF. Artritis séptica. Rev Méd Sinerg [internet]. 2017;2(1):22-5. Disponible en: <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/60/103>
2. Olaya M, Blanco J, Caicedo Y. Artritis séptica en pediatría. Rev Gastrohnp. 2012;14(1 Sup. 1):S28-S34.
3. Paizano G, Araya A, Chacón M. Artritis séptica. Rev Med Sinerg. 2021;6(8). <https://doi.org/10.31434/rms.v6i8.697>
4. Mathews CJ, Weston VC, Jones A, Field M, Coakley G. Bacterial septic arthritis in adults. Lancet. 2010 Mar 6;375(9717):846-55. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61595-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61595-6)
5. Kang SN, Sanghera T, Mangwani J, Paterson JMH, Ramachandran M. The management of septic arthritis in children: systematic review of the English language literature. J Bone Joint Surg Br. 2009;91:1127-33. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.91B9.22530>
6. Rutz E, Spoerri M. Septic arthritis of the paediatric hip: a review of current diagnostic approaches and therapeutic concepts. Acta Orthop Belg. 2013 Apr;79(2):123-34.
7. Urrego-Rendón JD, Uribe-Ríos A. Perfil epidemiológico de los pacientes entre 0 y 15 años con infección osteoarticular en el Hospital Infantil San Vicente Fundación. Iatreia. 2021 Oct-Dic;34(4):316-24. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.94>
8. Ornelas-Aguirre JM. Artritis séptica en un centro de adultos de tercer nivel de atención. Reumatol Clín (English Edition). 2016;12(1):27-33. <https://doi.org/10.1016/j.reuma.2015.02.003>
9. Wang SF, Lai PL, Liu HF, Tsai TT, Lin YC, Li YD, Chiu PY, Hsieh MK, Kao FC. Risk factors of coexisting septic spondylitis and arthritis: a case-control study in a tertiary referral hospital. J Clin Med. 2021 Nov 16;10(22):5345. <https://doi.org/10.3390/jcm10225345>
10. Cooper C, Cawley MI. Artritis bacteriana en un distrito de salud inglés: una revisión de 10 años. Ann Rheum Dis. 1986;45(6):458-63.
11. Balato G, de Matteo V, Ascione T, de Giovanni R, Marano E, Rizzo M, Mariconda M. Management of septic arthritis of the hip joint in adults: a systematic review of the litera-

- ture. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021 Dec 2;22(suppl 2):1006. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04843-z>
12. Canale T, Beaty J, Azar F. Artritis séptica. En: *Campbell cirugía ortopédica*. 10.<sup>a</sup> ed. Memphis: Elsevier; 2004.
  13. García-Arias M, Balsa A, Martín Mola E. Septic arthritis. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2011;25(3):407-21. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2011.02.001>
  14. Fujikawa Y. [Septic arthritis and spondylitis]. *Nihon Rinsho*. 2014 Oct;72(10):1792-5. Japanese.
  15. Rouiller N, Petignat PA, Bally F. Arthrite septique [Septic arthritis]. *Rev Med Suisse*. 2010 Oct 13;6(266):1914-7. French.
  16. Hyams C, Amin-Chowdhury Z, Fry NK, North P, Finn A, Judge A, Ladhani SN, Williams OM. *Streptococcus pneumoniae* septic arthritis in adults in Bristol and Bath, United Kingdom, 2006-2018: a 13-year retrospective observational cohort study. *Emerg Microbes Infect*. 2021 Dec;10(1):1369-77. <https://doi.org/10.1080/22221751.2021.1945955>
  17. Ganaie F, Maruhn K, Li C, Porambo RJ, Elverdal PL, Abeygunwardana C, et al. Structural, genetic, and serological elucidation of *Streptococcus pneumoniae* serogroup 24 serotypes: discovery of a new serotype, 24C, with a variable capsule structure. *J Clin Microbiol*. 2021;59(7):e0054021. <https://doi.org/10.1128/JCM.00540-21>
  18. Shirliff ME, Mader JT. Acute septic arthritis. *Clin Microbiol Rev*. 2002;15(4):527-44. <https://doi.org/10.1128/CMR.15.4.527-544.2002>
  19. Cohen E, Katz T, Rahamim E, Bulkowstein S, Weisel Y, Leibovitz R, Fruchtmann Y, Leibovitz E. Septic arthritis in children: updated epidemiologic, microbiologic, clinical and therapeutic correlations. *Pediatr Neonatol*. 2020 Jun;61(3):325-30. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2020.02.006>
  20. Marks M, Marks JL. Viral arthritis. *Clin Med (Lond)*. 2016 Apr;16(2):129-34. <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.16-2-129>
  21. Ross JJ. Artritis séptica de articulaciones nativas. *Infect Dis Clin N Am*. 2017;31(2):203-18.
  22. Nair R, Schweizer ML, Singh N. Septic arthritis and prosthetic joint infections in older adults. *Infect Dis Clin North Am*. 2017 Dec;31(4):715-29. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2017.07.013>
  23. Momodu II, Savaliya V. Artritis séptica [actualizado el 12 de mayo de 2022]. En: *StatPearls*

- [internet]. Treasure Island (FL): Publicación de StatPearls; 2022 ene. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538176/>
24. Yeh HT, Liao SK, Niu KY, Hsiao CH, Yeh CC, Lu JX, Ng CJ, Yen CC. Clinical characteristics and in-hospital outcomes in dialysis patients with septic arthritis. *Medicina (Kaunas)*. 2022 Mar 7;58(3):401. <https://doi.org/10.3390/medicina58030401>
  25. Horowitz D, Katzap E, Horowitz S, Barrilla M. Approach to septic arthritis. *Am Fam Physician*. 2011;84(6):653-60.
  26. Jennings JD, Ilyas AM. Septic arthritis of the wrist. *J Am Acad Orthop Surg*. 2018 Feb 15;26(4):109-15. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-16-00414>
  27. Brown DW, Sheffer BW. Pediatric septic arthritis: an update. *Orthop Clin North Am*. 2019 Oct;50(4):461-70. <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2019.05.003>
  28. Buxton RA, Moran M. Septic arthritis of the hip in the infant and young child. *Curr Orthop*. 2003;17:458-64. [https://doi.org/10.1016/S0268-0890\(03\)00112-9](https://doi.org/10.1016/S0268-0890(03)00112-9)
  29. Tarkowski A, Collins LV, Gjertsson I, Hultgren OH, Jonsson I-M, Sakiniene E, et al. Model systems: modeling human staphylococcal arthritis and sepsis in the mouse. *Trends Microbiol*. 2001;9:321-26. [https://doi.org/10.1016/S0966-842X\(01\)02078-9](https://doi.org/10.1016/S0966-842X(01)02078-9)
  30. Weston VC, Jones AC, Bradbury N, Fawthrop F, Doherty M. Clinical features and outcome of septic arthritis in a single UK health district 1982-1991. *Ann Rheum Dis*. 1999;58:214-19. <https://doi.org/10.1136/ard.58.4.214>
  31. Morton AJ. Diagnosis and treatment of septic arthritis. *Vet Clin North Am Equine Pract*. 2005 Dec;21(3):627-49, vi. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2005.08.001>
  32. Carpenter CR, Schuur JD, Everett WW, et al. Diagnóstico basado en la evidencia: artritis séptica del adulto. *Acad Emerg Med*. 2011;18(8):781-96.
  33. Gallo Vallejo FJ, Giner Ruiz V. Diagnóstico: examen del líquido sinovial [Diagnosis: synovial fluid analysis]. *Aten Primaria*. 2014 Jan;46 Suppl 1:29-31. [https://doi.org/10.1016/S0212-6567\(14\)70041-1](https://doi.org/10.1016/S0212-6567(14)70041-1)
  34. Firestein G, Budd R, Gabriel S, Kozetzky G, McInnes L, O'Dell J. Capítulo 56: análisis del líquido sinovial, biopsia sinovial y anatomía patológica sinovial. En: *Tratado de reumatología*. 11.<sup>a</sup> ed. Madrid: Elsevier; 2022.

35. Merino R, Inocencio J, García-Consuegra J. Diferenciación de sinovitis transitoria y artritis séptica de cadera con criterios clínicos y ecográficos. *Anales Pediatría*. 2010;73(4):189-93. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2010.05.007>
36. Long B, Koyfman A, Gottlieb M. Evaluation and management of septic arthritis and its mimics in the emergency department. *West J Emerg Med*. 2019;20(2):331-41. <https://doi.org/10.5811/westjem.2018.10.40974>
37. Mathews CJ, Kingsley G, Field M, Jones A, Weston VC, Phillips M, et al. Management of septic arthritis: a systematic review. *Ann Rheum Dis*. 2007;66(4):440-5. <https://doi.org/10.1136/ard.2006.058909>
38. García-Arias M, Balsa A, Mola EM. Septic arthritis. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2011;25(3):407-21. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2011.02.001>
39. Guillern C, Grandal M, Velázquez C, Maldonado V, Vázquez M. Guía de manejo diagnóstico y terapéutico de la artritis séptica en urgencias. *Arch Med*. 2013;9(2):3-20.
40. Kaandorp CJ, Dinant HJ, Laar MAFJVD, Moetns HJB, Al Prins AP, Dijkmans BAC. Incidencia y fuentes de infección de articulaciones nativas y protésicas: una encuesta prospectiva basada en la comunidad. *Ana Reuma Dis*. 2010;56:470-5. <https://doi.org/10.1136/ard.56.8.470>
41. Coakley G, Mathews C, Field M, Jones A, Kingsley G, Walker D, et al. On behalf of the British Society for rheumatology standards, guidelines and audit working group. BSR & BHPR, BOA, RCGP and BSAC guidelines for management of the hot swollen joint in adults. *Rheumatology (Oxford)*. 2006;45:1039-41. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kel163a>
42. LeFrock JL, Kannangara DW. Treatment of infectious arthritis. *Am Fam Physician*. 1984 Sep;30(3):252-7.
43. Pääkkönen M, Peltola H. Treatment of acute septic arthritis. *Pediatr Infect Dis J*. 2013 Jun;32(6):684-5. <https://doi.org/10.1097/INF.0b013e31828e1721>
44. Mabile C, El Samad Y, Joseph C, Brunschweiler B, Goeb V, Grados F, Lanoix JP. Medical versus surgical treatment in native hip and knee septic arthritis. *Infect Dis Now*. 2021 Mar;51(2):164-9. <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2020.04.019>
45. Harada K, McConnell I, DeRycke EC, Holleck JL, Gupta S. Native joint septic arthritis: comparison of outcomes with medical and surgical management. *South Med J*. 2019

- Apr;112(4):238-43. <https://doi.org/10.14423/SMJ.0000000000000958>
46. Sakiniene E, Bremell T, Tarkowski A. Addition of corticosteroids to antibiotic treatment ameliorates the course of experimental Staphylococcus aureus arthritis. *Arthritis Rheum.* 1996 Sep;39(9):1596-605. <https://doi.org/10.1002/art.1780390921>
47. Odio CM, Ramírez T, Arias G, Abdelnour A, Hidalgo I, Herrera M, et al. Double blind, randomized, placebo-controlled study of dexamethasone therapy for hematogenous septic arthritis in children. *Pediatr Infect Dis J.* 2003;22(10):883-8. <https://doi.org/10.1097/01.inf.0000091293.32187.7b>
48. Shetty AK, Gedalia A. Management of septic arthritis. *Indian J Pediatr.* 2004 Sep;71(9):819-24. <https://doi.org/10.1007/BF02730722>
49. Nusem I, Jabur MK, Playford EG. Arthroscopic treatment of septic arthritis of the hip. *Arthroscopy.* 2006 Aug;22(8):902.e1-3. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2005.12.057>
50. Calvo C, Collado M, Díaz R. Artrocentesis e infiltración intraarticular: puesta al día en las técnicas. *An Pediatr Contin.* 2006;4(5):316-9. [https://doi.org/10.1016/S1696-2818\(06\)73631-9](https://doi.org/10.1016/S1696-2818(06)73631-9)
51. Romero EM, Corrales RJ, Villamor A. Cadera dolorosa de difícil diagnóstico. *Rev Esp Artrosq Cirug Articular.* 2016;23(1):76-80. <https://doi.org/10.1016/j.reaca.2016.01.004>
52. Kocher MS, Mandiga R, Zurakowski D, Barnevold C, Kasser JR. Validación de una regla de predicción clínica para la diferenciación entre artritis séptica y sinovitis transitoria de cadera en niños. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A:1629-35.
53. Singhal R, Perry DC, Khan FN, Cohen D, Stevenson HL, James LA, et al. El uso de PCR dentro de un algoritmo de predicción clínica para la diferenciación de artritis séptica y sinovitis transitoria en niños. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93B(11):1556-61. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B11.26857>
54. Sultán J, Hughes PJ. Artritis séptica o sinovitis transitoria de cadera en niños: el valor de los algoritmos de predicción clínica. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92:1289-93.
55. Wall C, Donnan L. Septic arthritis in children. *Aust Fam Physician [internet].* 2015 Apr;44(4):213-5. Disponible en: <https://www.racgp.org.au/afp/2015/april/septic-arthritis-in-children/>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

# Efectos de la pandemia por COVID-19 en la salud mental de los trabajadores de la salud. Revisión de la literatura

Angie Carolina Beltrán Ruiz<sup>1</sup> , Lyna Melissa Jiménez Peña<sup>2</sup> , Clara Lizeth Palencia Mojica<sup>1</sup> 

## RESUMEN

**Introducción:** El coronavirus es una enfermedad infecciosa causada por el virus SARS-CoV-2 y catalogada como una emergencia en salud pública de importancia internacional que ha generado consecuencias en diferentes aspectos de la vida social y, principalmente, en la salud mental. En este aspecto, los trabajadores del sector de la salud fueron una de las poblaciones más afectadas, al estar en la primera línea de cuidado de los pacientes contagiados.

**Objetivo:** Describir el efecto de la pandemia por COVID-19 sobre la salud mental del personal sanitario.

**Metodología:** Búsqueda de literatura con investigaciones originales publicadas entre 2020 y 2021 en las bases de datos Pubmed, SciELO, Proquest y Science Direct, escritas en español, inglés y portugués. La estrategia de búsqueda incluyó las palabras clave: *personal de salud, COVID-19, pandemias por el nuevo coronavirus, salud mental e impacto psicosocial*. Se excluyeron artículos de revisión, revisiones sistemáticas y literatura gris. Se encontraron 152 publicaciones, de las cuales se seleccionaron 50 artículos originales.

**Resultados:** Los trabajadores del sector de la salud fueron una de las poblaciones más afectadas por la pandemia, debido a las altas cargas laborales, escasez de personal, condiciones de trabajo, inestabilidad económica y deficiente material de protección, que los volvió vulnerables y propensos a desencadenar síntomas de estrés, ansiedad, depresión e insomnio. **Conclusión:** La evidencia científica recomienda implementar estrategias adecuadas de intervención psicosocial, por medio de diferentes componentes interdisciplinarios que regulen y resuelvan el riesgo inmediato y futuro en esta población.

**Palabras clave:** personal de salud; COVID-19; pandemia por el nuevo coronavirus; salud mental; impacto psicosocial.

**Autora de correspondencia:** Clara Lizeth Palencia Mojica. Correo electrónico: [clpalencia@uniboyaca.edu.co](mailto:clpalencia@uniboyaca.edu.co)

<sup>1</sup> Universidad de Boyacá (Tunja, Colombia).

<sup>2</sup> Clínica Cancerológica de Boyacá (Tunja, Colombia).

### Citar este artículo así:

Beltrán Ruiz AC, Jiménez Peña LM, Palencia Mojica CL. Efectos de la pandemia por COVID-19 en la salud mental de los trabajadores de la salud: revisión de la literatura. Rev Investig Salud Univ Boyacá. 2022;9(2):136-152. <https://doi.org/10.24267/23897325.666>

## Effects of the COVID-19 pandemic on the mental health of health workers. Literature review

### ABSTRACT

**Introduction:** Coronavirus is an infectious disease caused by the SARS-CoV-2 virus and classified as a public health emergency of international importance, which has generated consequences in different aspects of social life and mainly mental health, with health sector workers being a of the most affected populations by being in the first line of care for infected patients.

**Objective:** To describe the effect of the COVID-19 pandemic on the mental health of health personnel.

**Methodology:** A literature search was carried out with original research published between 2020 and 2021, in the Pubmed, Scielo, Proquest and Science Direct databases written in Spanish, English and Portuguese. The search strategy included keywords: *health personnel, COVID-19, pandemics due to the new coronavirus, mental health, and psychosocial impact*. Review articles, systematic reviews and gray literature were excluded. 152 publications were found, of which 50 original articles were selected.

**Results:** Health sector workers are one of the populations most affected by the current pandemic due to high workloads, staff shortages, working conditions, economic instability, and poor protection material, which makes them vulnerable and prone to triggering symptoms of stress., anxiety, depression and insomnia, among others. **Conclusion:** Scientific evidence recommends implementing appropriate psychosocial intervention strategies through different interdisciplinary components that regulate and resolve immediate and future risk in this population.

**Keywords:** health personnel; COVID-19; pandemic due to the new coronavirus; mental health; psychosocial impact.

## Efeitos da pandemia COVID-19 sobre a saúde mental dos trabalhadores do setor de saúde. Revisão literária.

### RESUMO

**Introdução:** O coronavírus é uma doença infecciosa causada pelo vírus SARS-CoV-2 é classificada como uma emergência de saúde pública de importância internacional que tem gerado consequências em diferentes aspectos da vida social e, principalmente, na saúde mental. Neste sentido, os profissionais de saúde eram uma das populações mais afetadas, pois estavam na linha de frente do atendimento a pacientes infectados.

**Objetivo:** Descrever o efeito da pandemia COVID-19 na saúde mental dos profissionais da saúde.

**Métodos:** Pesquisa bibliográfica de pesquisas originais publicadas entre 2020 e 2021 nas bases de dados Pubmed, SciELO, Proquest e Science Direct, escritas em espanhol, inglês e português. A estratégia de busca incluiu as palavras-chave: pessoal de saúde, COVID-19, nova pandemia de coronavírus, saúde mental e impacto psicossocial. Foram excluídos artigos de revisão, revisões sistemáticas e literatura cinzenta. 152 publicações foram encontradas, das quais foram selecionados 50 artigos originais.

**Resultados:** Os profissionais da saúde foram uma das populações mais afetadas pela pandemia, devido à alta carga de trabalho, escassez de pessoal, condições de trabalho, instabilidade econômica e equipamentos de proteção deficientes, o que os tornou vulneráveis e propensos a desenvolver sintomas de estresse, ansiedade, depressão e insônia.

**Conclusão:** A evidencia científica recomenda a implementação de estratégias adequadas de intervenção psicossocial, através de diferentes componentes interdisciplinares que regulem e resolvam o risco imediato e futuro desta população.

**Palavras-chave:** Pessoal de saúde; COVID-19; nova pandemia de coronavírus; saúde mental; impacto psicossocial.

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19), causada por el virus del síndrome respiratorio agudo severo tipo 2 (SARS-CoV-2), es responsable de la infección respiratoria aguda, que la Organización Mundial de la Salud ha catalogado como una emergencia en salud pública de importancia internacional, porque la persona infectada puede presentar síntomas desde leves a severos, con un periodo de incubación largo, de fácil transmisión y se ha documentado con una tasa de mortalidad elevada (1). Sin embargo, la propagación del nuevo coronavirus no solo abarca complicaciones en la salud física de la persona contagiada, sino que influye en su desarrollo económico-social y en la aparición o en el desarrollo de problemas de salud mental en la comunidad, con énfasis en diferentes grupos poblacionales, lo cual ha llevado a desarrollar investigaciones en todo el mundo (2).

Ante el nuevo coronavirus, se evidenció que el personal de salud, especialmente el de primera línea, presentó una alta presión psicológica, asociada con su mayor exposición a la infección, a la prioridad de evitar el contagio de sus familias o allegados y a la constante experimentación de eventos traumáticos como la muerte de algunos pacientes (3). Así, los síntomas más relevantes informados por el personal de la salud fueron estrés agudo, hiperactividad fisiológica, ansiedad, angustia, aislamiento social, alteraciones

del sueño, entre otros (4). Esta sintomatología es prevalente en el contexto laboral y generó un desgaste emocional de los profesionales, baja eficiencia laboral, absentismo o abandono laboral (5). Por ello, la salud mental de los trabajadores de las entidades de salud requieren acciones enfocadas en la promoción del bienestar psicológico y en la prevención de enfermedades mentales.

Incluso la Organización Mundial de la Salud propuso que, para preservar y proteger la salud de los trabajadores, era clave garantizar el funcionamiento del sistema de salud y de la sociedad, tomando medidas de seguridad ajustadas a las necesidades psicológicas del personal. Debido a que estadísticamente “durante la pandemia de la COVID-19, uno de cada cuatro profesionales de la salud estaba sufriendo depresión y ansiedad, y uno de cada tres, insomnio” (6), estas cifras se constituyeron en un indicador alarmante del riesgo al que estaba expuesto el personal médico durante esta etapa de crisis mundial.

En este contexto, la información recolectada en este artículo describe y analiza los efectos de la pandemia por COVID-19 sobre la salud mental del personal sanitario, a través de la revisión de literatura científica desde la conceptualización, pasando por las causas, hasta los efectos sobre salud mental de los trabajadores.

## METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión descriptiva de la literatura científica, con el propósito de compilar la información de resultados de investigaciones publicadas a partir del brote de COVID-19. Se buscó material en las bases de datos electrónicas Pubmed, SciELO, Proquest y Science Direct, que relacionaran los efectos del COVID-19 con la salud mental de los trabajadores de la salud. Los criterios de inclusión fueron: publicaciones con un rango de tiempo entre 2020 y 2021, artículos originales de revistas indexadas, en idioma español, inglés y portugués. Así mismo, se tomaron como criterios de exclusión aquellos estudios que no se relacionaban con la temática de esta revisión, artículos de revisión, revisiones sistemáticas y literatura gris.

Para la búsqueda de artículos en las bases de datos se utilizaron los *Medical Subject Headings* (MeSH) y los descriptores de ciencias de la salud (DeCS), entre los que se eligieron *personal de salud, COVID-19, pandemias con el nuevo coronavirus, salud mental, health personnel, COVID-19, pandemics with the new coronavirus, mint health*. Estos, a su vez, se integraron con operadores booleanos AND y OR para concretar la búsqueda. La tabla 1 evidencia las ecuaciones utilizadas. La información se recolectó por medio de una matriz con los objetivos de los estudios, el enfoque y las conclusiones de cada artículo para su posterior análisis.

**Tabla 1.** Ecuaciones de búsqueda en las bases de datos

Bases de datos	Ecuaciones de búsqueda
Pubmed	<p><b>Inglés:</b> Mint Health AND health personnel AND covid-19 OR pandemics with the new coronavirus AND psychosocial impact</p> <p><b>Español:</b> personal de salud AND salud mental AND covid-19, pandemias con el nuevo coronavirus AND salud mental AND impacto psicosocial</p>
SciELO	<p><b>Inglés:</b> Mint Health AND health personnel AND pandemics with the new coronavirus AND psychosocial impact</p> <p><b>Español:</b> personal de salud AND salud mental AND covid-19, pandemias con el nuevo coronavirus AND salud mental AND impacto psicosocial</p>

Bases de datos	Ecuaciones de búsqueda
Proquest	<b>Inglés:</b> Mint Health AND health personnel AND covid-19 AND psychosocial impact <b>Español:</b> personal de salud AND Salud mental AND covid-19, pandemias con el nuevo coronavirus AND salud mental AND impacto psicosocial
Science direct	<b>Inglés:</b> Mint Health AND health personnel AND covid-19 OR pandemics with the new coronavirus AND psychosocial impact <b>Español:</b> personal de salud AND salud mental AND covid-19, pandemias con el nuevo coronavirus AND salud mental AND impacto psicosocial

A partir de la lectura de los artículos seleccionados se organizaron grupos temáticos, que a continuación se esbozan por contenido:

### Origen del COVID-19

El COVID-19 se originó a finales de 2019, en China, en la ciudad de Wuhan, como un brote de propagación rápida que se expandió mundialmente por su facilidad de contagio y que produjo cambios en la red hospitalaria y en los estilos de vida de los profesionales sanitarios, entre ellos los más evidentes fueron síntomas de afectación psicopatológica similares a los presentados en el personal durante las epidemias por el síndrome respiratorio agudo severo, en 2003, y el síndrome respiratorio de Oriente Medio, en 2015 (5). Por ello, las investigaciones se centraron en la salud mental de la población en general, aun cuando hubo una amplia búsqueda respecto a la salud mental de los trabajadores del área de la salud

expuestos al COVID-19 en todo el mundo y las consecuencias que produjo esta exposición (3,6).

Para la recolección de datos de las diferentes investigaciones se usaron instrumentos como escalas, encuestas, cuestionarios, entrevistas, listas de verificación, entre otras. El enfoque de los estudios revisados fue de tipo cuantitativo y cualitativo, y en cuanto a los diseños de investigación fueron transversales (88%) y longitudinales (12%) en el periodo 2020-2021. Con la estrategia de búsqueda se identificó que el impacto psicológico del COVID-19 en la salud mental de los trabajadores del área de la salud se presentó en las esferas fisiológica, afectiva, cognitiva y de comportamiento, con factores de riesgo personal, social y organizacional, agrupadas por causas y consecuencias en el siguiente apartado. La tabla 2 consolidó los factores de riesgo psicológicos identificados en los trabajadores de la salud.

**Tabla 2.** Factores de riesgo psicológicos identificados en los trabajadores de salud

Clasificación	Tipo de riesgo	Referencia
Causas	Aumento de la carga de trabajo físico	7, 8, 9, 44, 46
	Miedo al contagio	8, 15, 16, 17, 21, 22, 34, 39
	Edad	7, 8, 9, 11, 31, 32, 33
	Género	10, 11, 13, 14, 31, 32, 33
	Estado civil	7, 8, 9
	Falta de elementos de protección personal	17, 18, 19, 20
	Angustia	21, 22, 23, 24
	Evento traumático	25, 26, 42, 43, 44
	Insatisfacción laboral	26, 27, 50, 51
	Incertidumbre	29, 29, 30
Consecuencias	Depresión, ansiedad y estrés	4, 5, 31, 32, 33, 35, 39, 40, 41, 45
	Consumo de sustancias psicoactivas	34
	Pensamientos intrusivos e hiperactivación	36, 37, 38, 46
	Resiliencia, optimismo y afrontamiento	28, 29, 48, 49, 50, 51, 52, 53

### Causas de la afectación psicológica por COVID-19

En los estudios asociados con la propagación del SARS-CoV-2 se evidenció que el impacto a la salud mental de los profesionales sanitarios se debió al aumento de la carga de trabajo físico, al miedo al contagio y a factores como edad, género y estado civil, por lo que el personal médico femenino y joven fue más vulnerable a presentar síntomas de malestar psicológico (7-9). Como ejemplo, en Omán de la península arábiga: “Dos de cada tres mujeres médicas informaron un bajo nivel de bienestar psicológico, en com-

paración con uno de cada tres médicos hombres” (10). Ello fue similar a los resultados del estudio realizado en India, que indicó que el “86% de las enfermeras de primera línea en emergencias tenían transmitir la COVID-19 a los familiares, aun cumpliendo con las prácticas de prevención de infecciones” (8).

Es decir, los trabajadores sanitarios de un grupo poblacional de edad más joven (menores de 35 años), las enfermeras, las mujeres con apoyo social percibido deficiente, las etnias distintas, el personal que “no vive con la familia” asociaron peores resultados en salud mental (11-13). Se ha

demostrado que las mujeres presentan una prevalencia más alta en problemas de salud mental en profesiones como enfermería, que posiblemente se relacionan con las desigualdades en los sistemas de salud, lo que refleja irregularidades en las entidades de salud respecto a las diferencias de género (14).

Por tanto, la preocupación por el contagio y la presencia de mayor riesgo a la infección aparece en el personal de salud de primera línea o de atención directa con pacientes infectados, a quienes no les han proporcionado elementos protección sanitaria y para quienes sus condiciones de trabajo no son adecuadas (15,16). Esto indica que la exposición constante ante el virus, por el contacto con los pacientes, deteriora el estado de salud, al aumentar el miedo que agobia a los profesionales en el desempeño de sus labores.

Al respecto, diferentes estudios han demostrado que la escasez de elementos de protección personal es un factor que causa angustia mental en el personal de salud, por el riesgo potencial de infección, que lleva a tener una percepción negativa respecto al trabajo y una sensación de inseguridad, al tener una mayor exposición al virus (17,18). Por esto, las entidades de salud que ofrecen elementos de protección adecuados e iniciativas de control de infecciones brindan mayor confianza y una mejor calidad de vida física y mental para el personal (19,20).

Por otra parte, si el profesional de la salud se contagiaba con el virus, este percibía miedo de contagiar a personas cercanas o presentaba ostracismo y estigmatización, al ser propagadores de la infección, lo que generaba un aumento de la angustia, la incertidumbre y el aislamiento social, que deterioraban su salud mental (21,22). No obstante, la información mediática de desinformación y datos no confirmados por los diferentes medios de comunicación, como las redes sociales, aumentaban el riesgo de afectar la salud mental y acrecentaban la preocupación en masa por la presencia del virus (23), es decir, la información de países con un mayor número de casos de contagio por millón de habitantes llevaba a que tuvieran mayores niveles de angustia (24).

De otro modo, la exposición del trabajador sanitario a un evento traumático asociado con el COVID-19 de un familiar o un paciente desarrollaba tensión y desgaste que deterioraban su estado mental, al afectarse emocionalmente por la pérdida (25,26). Este tipo de situaciones ocasionaba agotamiento laboral, al soportar una mayor carga psicológica, que los situaba en un estado de vulnerabilidad y sensación de insatisfacción laboral (26,27) que se podía manifestar con un estado de ánimo bajo o irritabilidad durante las horas laborales.

Sin embargo, se identificó que la respuesta psicológica del personal de salud variaba según las fases en que se fuera desarrollando la pandemia,

las tasas de letalidad, la evidencia clínica, las políticas de aislamiento o medidas de prevención, la capacitación, los informes de los medios de comunicación, la transmisibilidad de la enfermedad, la calidad de vida y la resiliencia (28,29), o también por la dinámica difusa del COVID-19 en su propagación, morbilidad, mortalidad y la falta de vacunación (30). Por ello, la propagación del virus pone al personal en un estado de incertidumbre y angustia, al ser una situación inmanejable.

### **Consecuencias en la salud mental de los trabajadores sanitarios**

Las consecuencias producidas con la presencia del COVID-19 afectan de manera individual al personal de salud con la presencia de síntomas de depresión y ansiedad, principalmente; con gravedad variada entre leve, moderado y grave en trabajadores de primera línea (médicos y enfermeras), donde las mujeres enfermeras fueron quienes presentaron ansiedad más alta en comparación con los hombres, dado que las mujeres expresaron irritabilidad, excitabilidad y signos de angustia psicológica o emocional, así como la presencia de insomnio (31-33). Sin embargo, los hombres paramédicos y médicos presentaron un aumento en el consumo de sustancias nocivas (34).

En un estudio realizado en Colombia se identificó que uno de cada cinco encuestados manifestaba síntomas ansiosos, y uno de cada seis, síntomas

depresivos con importancia clínica (35), en comparación con un estudio de Europa, en el cual el “71,6% de los profesionales sufrían síntomas de ansiedad y un 60,3% síntomas depresivos en el momento de la evaluación” (4). De igual forma, en Italia prevalecen los niveles clínicos de depresión, ansiedad y estrés, superiores al 25% en la muestra de profesionales de la salud (5). Ello indica que el personal sanitario, durante el brote del virus, aumentó su malestar psicológico con mayores niveles de estrés y disminuyó el estado de ánimo durante la pandemia, con pensamientos intrusivos e hiperactivación (36-38).

En España, Jordania, México, China, Australia y Nueva Zelanda fueron frecuentes los síntomas de miedo, depresión, ansiedad y estrés, diferenciando en México y China un tipo de estrés postraumático que mantiene al personal en un estado de sufrimiento psicológico y angustia (3,34,39-41). Los trabajadores de primera línea o de atención directa de pacientes con COVID-19 presentaron una mayor afectación mental que aquellos que no trabajaban con este tipo de pacientes, ya que ello los hacía vulnerables a una alteración de su salud mental, por estar en una situación altamente peligrosa y tensionante (42-44).

Así mismo, algunos estudios han evidenciado cómo la calidad de sueño y el insomnio repercuten en la presencia de depresión, ansiedad y síntomas somáticos, ya que podían persistir incluso

después de superarse la pandemia (41,45). Por ello, el insomnio crónico repercute en la salud y bienestar mental, en la afectación de áreas cerebrales importantes, en la regulación emocional, en la disminución del estado de ánimo y en conductas desadaptativas (46).

Otro riesgo presente en el personal era el de sufrir un “daño moral”, por tener la obligación de tomar decisiones rápidas y difíciles respecto al uso de los recursos médicos con algunos pacientes, así como por el hecho de anteponer la salud de los pacientes sobre la propia (47). Sin embargo, aquellos trabajadores de la salud que tenían mecanismos de resiliencia, optimismo y afrontamiento gozaron de un mejor estado mental, que son importantes potencializarlos en todo el personal (48,49). Ello porque los estudios indican una mayor prevalencia de sintomatología mental en el personal de salud que hace necesario identificar los factores modificables que minimicen el riesgo (50-53). Ante esta situación, es importante que las entidades de salud proporcionen herramientas para lograr un ambiente salubre y sano, mediante acompañamiento psicológico, chequeos médicos recurrentes o fomento del autocuidado, que minimicen los riesgos a corto, mediano y largo plazo, para así mejorar la calidad de vida física y mental del personal sanitario.

## CONCLUSIONES

En el mundo, los principales factores de riesgo asociados con la presencia del COVID-19 en el personal de la salud estuvieron presentes en la población joven y en mujeres, quienes fueron vulnerables al aumento de la carga laboral y a la exposición al contagio, por la escasez de elementos de protección adecuados, que aumentaron la inseguridad y disminuyeron en gran medida la salud mental de los trabajadores.

Los datos obtenidos de las investigaciones analizadas indican que las consecuencias en la salud mental del personal sanitario fueron similares, dado que se evidenciaron síntomas de estrés, ansiedad, depresión e insomnio en el personal de primera línea o de atención directa a pacientes infectados por el virus, sintomatología que se mantuvo desde el inicio de la pandemia.

Para el presente estudio, las investigaciones halladas fueron principalmente cuantitativas y los estudios transversales fueron los principales métodos de estudio de este fenómeno. Se destacó la afectación de la población en general y de los profesionales del área de la salud, en particular, como población con alto riesgo psicológico. Por tanto, es indispensable que se tomen acciones oportunas de prevención en salud mental que fomenten la resiliencia y el afrontamiento para minimizar el impacto psicosocial de la pandemia.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses.

## REFERENCIAS

1. Ministerio de Salud y Protección Social. Coronavirus (COVID-19) [internet]. 2021 mayo 4. Disponible en: [https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PET/Paginas/Covid-19\\_copia.aspx](https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PET/Paginas/Covid-19_copia.aspx)
2. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Coronavirus [internet]. 2021 mayo 20. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/coronavirus>
3. Dosil M, Ozamiz N, Redondo I, Jaureguizar J, Picaza M. Psychological impact of COVID-19 on a sample of Spanish health professionals. *Rev Psiquiatr Salud Ment.* 2020;14(2):106-12. <https://doi.org/10.1016/j.rpsm.2020.05.004>
4. Erquicia J, Valls L, Barja A, Gil S, Miquel J, Leal-Blanquet J, et al. Emotional impact of the covid-19 pandemic on health-care workers in one of the most important infection outbreaks in Europe. *Med Clin (Barc).* 2020;155(10):434-40. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2020.07.006>
5. Giusti EM, Pedrolí E, D'Aniello GE, Stramba-Badiale C, Pietrabissa G, Manna C, et al. The psychological impact of the COVID-19 outbreak on health professionals: a cross-sectional study. *Front Psychol.* 2020; 11:1684. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01684>
6. Organización Mundial de la Salud. OMS: garantizar la seguridad de los trabajadores de la salud para preservar la de los pacientes [internet]. 2020 sep 17 [citado 2021 mayo 4]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/17-09-2020-keep-health-workers-safe-to-keep-patients-safe-who>
7. Pappa S, Athanasiou N, Sakkas N, Patrinos S, Sakka E, Barmparessou Z, et al. From recession to depression? Prevalence and correlates of depression, anxiety, traumatic stress and burnout in healthcare workers during the COVID-19 pandemic in Greece: a multi-center, cross-sectional study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(5):2390. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052390>
8. Jose S, Dhandapani M, Cyriac MC. Burnout and resilience among frontline nurses during COVID-19 pandemic: a cross-sectional study in the emergency department of a tertiary care center, North India. *Indian J Crit Care Med.* 2020;24(11):1081-8. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23667>

9. Hu D, Kong Y, Li W, Han Q, Zhang X, Zhu LX, et al. Frontline nurses' burnout, anxiety, depression, and fear statuses and their associated factors during the COVID-19 outbreak in Wuhan, China: a large-scale cross-sectional study. *EClinicalMedicine*. 2020;24:100424. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100424>
10. Badahdah AM, Khamis F, Mahyijari NA. The psychological well-being of physicians during COVID-19 outbreak in Oman. *Psychiatry Res*. 2020;289:113053. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113053>
11. Lange M, Joo S, Couette PA, Le Bas F, Humbert X. Impact on mental health of the COVID-19 outbreak among general practitioners during the sanitary lockdown period. *Ir J Med Sci*. 2021;191:93-4. <https://doi.org/10.1007/s11845-021-02513-6>
12. Tiete J, Guatteri M, Lachaux A, Matossian A, Hougardy JM, Loas G, et al. Mental health outcomes in healthcare workers in COVID-19 and non-COVID-19 care units: a cross-sectional survey in Belgium. *Front Psychol*. 2021;11:612241. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.612241>
13. Wadoo O, Latoo J, Iqbal Y, Kudlur-Chandrappa NS, Chandra P, Masoodi NA, et al. Mental well-being of healthcare workers working in quarantine centers during the COVID-19 pandemic in Qatar. *Qatar Med J*. 2020;(3):39. <https://doi.org/10.5339/qmj.2020.39>
14. Urzúa A, Samaniego A, Caqueo-Urizar A, Zapata-Pizarro A, Irrarrazaval-Domínguez M. Salud mental en trabajadores de la salud durante la pandemia por COVID-19 en Chile. *Rev Med Chil*. 2020;148(8):1121-7. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872020000801121>
15. Zhang WR, Wang K, Yin L, Zhao WF, Xue Q, Peng M, et al. Mental health and psychosocial problems of medical health workers during the COVID-19 epidemic in China. *Psychother Psychosom*. 2020;89(4):242-50. <https://doi.org/10.1159/000507639>
16. Lai J, Ma S, Wang Y, Cai Z, Hu J, Wei N, et al. Factors associated with mental health outcomes among health care workers exposed to coronavirus disease 2019. *JAMA Netw Open*. 2020;3(3):e203976. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.3976>
17. Tuna T, Özdin S. Levels and predictors of anxiety, depression, and burnout syndrome in physicians during the covid-19 pandemic. *Int J Ment Health Addict*. 2021;(19):2470-83. <https://doi.org/10.1007/s11469-021-00505-2>

18. Khanal P, Devkota N, Dahal M, Paudel K, Joshi D. Mental health impacts among health workers during COVID-19 in a low resource setting: a cross-sectional survey from Nepal. *Global Health*. 2020;16:89. <https://doi.org/10.1186/s12992-020-00621-z>
19. Amerio A, Bianchi D, Santi F, Costantini L, Odone A, Signorelli C, et al. Covid-19 pandemic impact on mental health: a web-based cross-sectional survey on a sample of Italian general practitioners. *Acta Biomed*. 2020;91(2):83-8. <https://doi.org/10.23750/abm.v91i2.9619>
20. Demartini B, Nisticò V, D'Agostino A, Priori A, Gambini O. Early psychiatric impact of COVID-19 pandemic on the general population and healthcare workers in Italy: a preliminary study. *Front Psychiatry*. 2020;11:561345. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.561345>
21. Chew NWS, Lee GKH, Tan BYQ, Jing M, Goh Y, Ngiam NJH, et al. A multinational, multicentre study on the psychological outcomes and associated physical symptoms amongst healthcare workers during COVID-19 outbreak. *Brain Behav Immun*. 2020;88:559-65. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.04.049>
22. Lasalvia A, Bonetto C, Porru S, Carta A, Tardivo S, Bovo C, et al. Psychological impact of COVID-19 pandemic on healthcare workers in a highly burdened area of north-east Italy. *Epidemiol Psychiatr Sci*. 2020;17;30:e1. <https://doi.org/10.1017/S2045796020001158>
23. Elkholy H, Tawfik F, Ibrahim I, Salah El-Din W, Sabry M, Mohammed S, et al. Mental health of frontline healthcare workers exposed to COVID-19 in Egypt: a call for action. *Int J Soc Psychiatry*. 2021;67(5):522-31. <https://doi.org/10.1177/0020764020960192>
24. Hummel S, Oetjen N, Du J, Posenato E, Resende de Almeida RM, Losada R, et al. Mental health among medical professionals during the covid-19 pandemic in eight European countries: cross-sectional survey study. *J Med Internet Res*. 2021;23(1):e24983. <https://doi.org/10.2196/24983>
25. Firew T, Sano ED, Lee JW, Flores S, Lang K, Salman K, et al. Protecting the front line: a cross-sectional survey analysis of the occupational factors contributing to healthcare workers' infection and psychological distress during the COVID-19 pandemic in the USA. *BMJ Open*. 2020;10(10):e042752. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-042752>
26. Buselli R, Corsi M, Baldanzi S, Chiumiento M, Del Lupo E, Dell'Oste V, et al. Professional quality of life and mental health out-

- comes among health care workers exposed to Sars-Cov-2 (Covid-19). *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(17):6180. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176180>
27. Huo L, Zhou Y, Li S, Ning Y, Zeng L, Liu Z, et al. Burnout and its relationship with depressive symptoms in medical staff during the COVID-19 epidemic in China. *Front Psychol*. 2021;12:616369. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.616369>
  28. Antonijevic J, Binic I, Zikic O, Manojlovic S, Tomic-Golubovic S, Popovic N. Mental health of medical personnel during the COVID-19 pandemic. *Brain Behav*. 2020;10(12):e01881. <https://doi.org/10.1002/brb3.1881>
  29. Suryavanshi N, Kadam A, Dhumal G, Nimkar S, Mave V, Gupta A, et al. Mental health and quality of life among healthcare professionals during the COVID-19 pandemic in India. *Brain Behav*. 2020;10(11):e01837. <https://doi.org/10.1002/brb3.1837>
  30. Alsairafi Z, Naser AY, Alsaleh FM, Awad A, Jalal Z. Mental health status of healthcare professionals and students of health sciences faculties in Kuwait during the COVID-19 pandemic. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(4):2203. <https://doi.org/10.3390/ijerph18042203>
  31. AlAteeq DA, Aljhani S, Althiyabi I, Majzoub S. Mental health among healthcare providers during coronavirus disease (COVID-19) outbreak in Saudi Arabia. *J Infect Public Health*. 2020;13(10):1432-37. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.08.013>
  32. Priede A, López-Álvarez I, Carracedo-Sanchidrián D, González-Blanch C. Mental health interventions for healthcare workers during the first wave of COVID-19 pandemic in Spain. *Rev Psiquiatr Salud Ment (Engl Ed)*. 2021;14(2):83-9. <https://doi.org/10.1016/j.rpsm.2021.01.005>
  33. Zhou Y, Wang W, Sun Y, Qian W, Liu Z, Wang R, et al. The prevalence and risk factors of psychological disturbances of frontline medical staff in china under the COVID-19 epidemic: workload should be concerned. *J Affect Disord*. 2020;277:510-14. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.08.059>
  34. Robles R, Rodríguez E, Vega-Ramírez H, Álvarez-Icaza D, Madrigal E, Durand S, et al. Mental health problems among healthcare workers involved with the COVID-19 outbreak. *Braz J Psychiatry*. 2021;43(5):494-503. <https://doi.org/10.1590/1516-4446-2020-1346>
  35. Restrepo-Martínez M, Escobar M, Marín LA, Restrepo D. Prevalence and clinical characteristics of depression and anxiety symptoms in

- staff at a health institution in medellin during the COVID-19 pandemic. *Rev Colomb Psiquiatr.* 2021;S0034-7450(21)00037-8. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2021.02.001>
36. Li W, Frank E, Zhao Z, Chen L, Wang Z, Burmeister M, et al. Mental Health of young physicians in China during the novel coronavirus disease 2019 outbreak. *JAMA Netw Open.* 2020;3(6):e2010705. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.10705>
37. Mrklas K, Shalaby R, Hrabok M, Gusnowski A, Vuong W, Suroid S, et al. Prevalence of perceived stress, anxiety, depression, and obsessive-compulsive symptoms in health care workers and other workers in Alberta during the COVID-19 pandemic: cross-sectional survey. *JMIR Ment Health.* 2020;7(9):e22408. <https://doi.org/10.2196/22408>
38. Gorini A, Fiabane E, Sommaruga M, Barberi S, Sottotetti F, La Rovere MT, et al. Mental health and risk perception among Italian healthcare workers during the second month of the covid-19 pandemic. *Arch Psychiatr Nurs.* 2020;34(6):537-44. <https://doi.org/10.1016/j.apnu.2020.10.007>
39. Alnazly E, Khraisat OM, Al-Bashaireh AM, Bryant CL. Anxiety, depression, stress, fear and social support during COVID-19 pandemic among Jordanian healthcare workers. *PLoS One.* 2021;16(3):e0247679. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247679>
40. Hammond NE, Crowe L, Abbenbroek B, Elliott R, Tian DH, Donaldson LH, et al. Impact of the coronavirus disease 2019 pandemic on critical care healthcare workers' depression, anxiety, and stress levels. *Aust Crit Care.* 2021;34(2):146-54. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2020.12.004>
41. Pan X, Xiao Y, Ren D, Xu ZM, Zhang Q, Yang LY, et al. Prevalence of mental health problems and associated risk factors among military healthcare workers in specialized COVID-19 hospitals in Wuhan, China: a cross-sectional survey. *Asia Pac Psychiatry.* 2020;14(1):e12427. <https://doi.org/10.1111/appy.12427>
42. Alshekaili M, Hassan W, Al Said N, Al Sulaimani F, Jayapal SK, Al-Mawali A, et al. Factors associated with mental health outcomes across healthcare settings in Oman during COVID-19: frontline versus non-frontline healthcare workers. *BMJ Open.* 2020;10(10):e042030. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-042030>
43. Nguyen PTL, Nguyen TBL, Pham AG, Duong KNC, Gloria MAJ, Vo TV, et al. Psychological stress risk factors, concerns and mental

- health support among health care workers in Vietnam during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak. *Front Public Health*. 2021;9:628341. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.628341>
44. Trumello C, Bramanti SM, Ballarotto G, Candelori C, Cerniglia L, Cimino S, et al. Psychological adjustment of healthcare workers in Italy during the COVID-19 pandemic: differences in stress, anxiety, depression, burnout, secondary trauma, and compassion satisfaction between frontline and non-frontline professionals. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(22):8358. <https://doi.org/10.3390/ijerph17228358>
45. Que J, Shi L, Deng J, Liu J, Zhang L, Wu S, et al. Psychological impact of the COVID-19 pandemic on healthcare workers: a cross-sectional study in China. *Gen Psychiatr*. 2020;33(3):e100259. <https://doi.org/10.1136/gpsych-2020-100259>
46. Laukkala T, Suvisaari J, Rosenström T, Pukkala E, Junntila K, Haravuori H, et al. COVID-19 pandemic and Helsinki University Hospital personnel psychological well-being: six-month follow-up results. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(5):2524. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052524>
47. Sunil R, Bhatt MT, Bhumika TV, Thomas N, Puranik A, Chaudhuri S, et al. Weathering the storm: psychological impact of COVID-19 pandemic on clinical and nonclinical health-care workers in India. *Indian J Crit Care Med*. 2021;25(1):16-20. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23702>
48. Rodríguez-Jiménez M, Guerrero-Barona E, García-Gómez A. Mental health and psychological capital among Spanish health care workers during COVID-19 pandemic. *Med Clin (Barc)*. 2021;156(7):357-8. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2020.12.008>
49. Pazmiño-Eraza EE, Alvear-Velásquez MJ, Salto-Chávez IG, Pazmiño-Pullas DE. Factors associated with psychiatric adverse effects in healthcare personnel during the COVID-19 pandemic in Ecuador. *Rev Colomb Psiquiatr*. 2021;50(3):166-75. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2020.12.007>
50. Gupta B, Sharma V, Kumar N, Mahajan A. Anxiety and sleep disturbances among health care workers during the COVID-19 pandemic in India: cross-sectional online survey. *JMIR Public Health Surveill*. 2020;6(4):e24206. <https://doi.org/10.2196/24206>
51. Smith PM, Oudyk J, Potter G, Mustard C. The association between the perceived ade-

quacy of workplace infection control procedures and personal protective equipment with mental health symptoms: a cross-sectional survey of Canadian health-care workers during the COVID-19 pandemic. *Can J Psychiatry*. 2021;66(1):17-24. <https://doi.org/10.1177/0706743720961729>

52. Gonzalo RM, Ana RG, Patricia CA, Laura AL, Nathalia GT, Luis C, et al. Short-term emotional impact of COVID-19 pandemic on Spanish health workers. *J Affect Disord*. 2021;278:390-4. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.09.079>

53. Klimkiewicz A, Schmalenberg A, Klimkiewicz J, Jasińska A, Jasionowska J, Machura W, et al. COVID-19 pandemic influence on health-care professionals. *J Clin Med*. 2021;10(6):1280. <https://doi.org/10.3390/jcm10061280>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons  
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

# Estrategias y herramientas de capacitación en seguridad y salud en el trabajo, en el sector construcción

Laura Yaneth Gil Alvarado<sup>1</sup> , Sebastián Gil Bonilla<sup>1</sup> , Briyith Tatiana Gómez Vergara<sup>1</sup> , Jairo Camilo Rojas Patiño<sup>1</sup> , Yusselmy Márquez Benítez<sup>2</sup> 

## RESUMEN

**Introducción:** En los últimos años, el sector de la construcción en Colombia se ha ubicado en el cuarto lugar entre los sectores económicos con mayor accidentalidad. Las cifras indican que de los 1233 accidentes laborales en el país, 156 pertenecían a este sector. La capacitación en seguridad y salud en el trabajo desempeña un papel fundamental para reducir los índices de accidentalidad.

**Objetivo:** Mencionar algunas estrategias y herramientas digitales actualizadas para la capacitación en seguridad y salud en el trabajo en el sector de la construcción.

**Método:** Revisión teórico-descriptiva de tipo documental. Algunas bases de datos consultadas fueron: Medline, ScienceDirect, Scopus, SciELO, Proquest y Pubmed. Como criterio de selección se incluyeron artículos en inglés y español a partir del 2015 y algunos anteriores como referentes históricos. De más de 80 trabajos consultados, 53 cumplieron con los criterios de inclusión; además, se validó cada descriptor en ciencias de la salud (Decs).

**Conclusiones:** Existen diferentes estrategias y herramientas que podrían usarse para la capacitación en riesgos laborales, que van desde las actividades lúdicas, pasando por herramientas digitales, hasta estrategias de participación activa del trabajador que permitan una mayor concientización y apropiación del conocimiento en materia de seguridad, que incentiven la aplicación de prácticas seguras, teniendo en cuenta su contexto crítico de accidentalidad.

**Palabras clave:** capacitación; herramientas; construcción; seguridad; salud; trabajo.

**Autor de correspondencia:** Yusselmy Márquez Benítez. Correo electrónico: ymarquez@uniboyaca.edu.co

<sup>1</sup> Universidad de Boyacá, (Tunja, Colombia)

<sup>2</sup> Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, (Bogotá, Colombia)

**Citar este artículo así:**

Gil Alvarado LY, Gil Bonilla S, Gómez Vergara BT, Rojas Patiño JC, Márquez Benítez Y. Estrategias y herramientas de capacitación en seguridad y salud en el trabajo, en el sector construcción. Rev Investig Salud Univ Boyacá. 2021;9(2):153-172. <https://doi.org/10.24267/23897325.750>

## **Strategies and Tools for Occupational Health and Safety Training in the Construction Sector**

### **ABSTRACT**

**Introduction:** In recent years, the construction sector in Colombia, has ranked fourth among the economic sectors with the highest accident rates in the country, figures indicate that of the 1233 occupational accidents in Colombia, 156 belong to the construction sector. Occupational health and safety training plays a fundamental role in reducing accident rates.

**Objective:** To mention some updated strategies and digital tools for training in occupational safety and health in the construction sector.

**Method:** Theoretical and descriptive documentary review. Some databases consulted were Medline, ScienceDirect, Scopus, SciELO, Proquest and Pubmed. As a selection criterion, articles in English and Spanish from 2015 and some previous ones were included as historical references. Of more than 60 papers consulted, 53 met the inclusion criteria, in addition, each Descriptor in Health Sciences (DeCS) was validated.

**Conclusions:** There are different strategies and tools that could be used for training in occupational hazards, ranging from playful activities, digital tools and strategies of active worker participation that allow greater awareness and appropriation of knowledge on safety, encouraging the application of safe practices taking into account their critical context of accident rate.

**Keywords:** training; tools; construction; safety; health; work.

## Estratégias e ferramentas para treinamento em segurança e saúde ocupacional no setor de construção

### RESUMO

**Introdução:** Nos últimos anos, o setor de construção na Colômbia ocupou o quarto lugar entre os setores econômicos com maior índice de acidentes. Os números indicam que dos 1233 acidentes de trabalho ocorridos no país, 156 ocorreram neste setor. O treinamento em segurança e saúde ocupacional tem um papel fundamental na redução das taxas de acidentes.

**Objetivo:** Mencionar algumas estratégias e ferramentas digitais atualizadas para o treinamento em segurança e saúde ocupacional no setor de construção.

**Método:** Revisão teórico-descritiva de tipo documental. Alguns bancos de dados consultados foram: Medline, ScienceDirect, Scopus, SciELO, Proquest e Pubmed. Os critérios de seleção incluíram artigos em inglês e espanhol a partir de 2015 e alguns artigos anteriores como referentes históricas. Dos mais de 80 artigos consultados, 53 preenchem os critérios de inclusão; além disso, foi validada cada palavra-chave nos descritores em ciências da saúde (Decs).

**Conclusões:** Existem diferentes estratégias e ferramentas que poderiam ser utilizadas para o treinamento sobre riscos ocupacionais, desde atividades lúdicas, passando por ferramentas digitais, até estratégias de participação ativa dos trabalhadores que permitem maior conscientização e apropriação de conhecimentos sobre segurança, que incentivam a aplicação de práticas seguras, levando em conta seu contexto crítico de acidentes.

**Palavras-chave:** treinamento; ferramentas; construção; segurança; saúde; trabalho.

## INTRODUCCIÓN

En Colombia, según cifras de riesgos laborales de la Federación de Aseguradores Colombianos (Fasecolda), entre 2018 y 2021, la actividad de la construcción para uso residencial, calles u oleoductos presentó el mayor número de enfermedades laborales acumuladas, con un total de 328 (37,7% del total acumulado en los mismos años) (1). Cabe aclarar que para 2020, a pesar de los cambios laborales fruto de la pandemia por covid-19, se cuantificaron un total de 450110 accidentes de trabajo, se diagnosticaron 50981 enfermedades laborales y se ocasionaron 454 muertes por causas de origen laboral, lo cual se traduce en un 1233 accidentes de trabajo, como promedio diario; 139 enfermedades laborales, y 1,2 muertes (1,2). Por su parte, el Consejo Colombiano de Seguridad indicó que durante todo 2020, el país registró tasas de 4,4 accidentes de trabajo por cada 100 trabajadores; 503,6 eventos de enfermedad laboral por cada 100000 trabajadores, y 4,5 víctimas fatales relacionadas con el trabajo por cada 100000 trabajadores (1). En 2021, enero y febrero tuvieron las tasas más relevantes en relación con enfermedad laboral, al comparar con los mismos meses de 2019 y 2020, para los cuales se informaron un total de 35 enfermedades laborales en el sector de la construcción.

Dentro de este panorama, en materia de accidentes de trabajo, la construcción se ubicó en el cuarto

lugar entre los sectores económicos con un gran número de accidentes en el país, con un total de 56984 durante todo 2021, que representan una tasa de 6,4 accidentes por cada 100 trabajadores, es decir, en promedio hubo 156 accidentes laborales por día en el sector de la construcción durante ese año (2). En el mismo sentido, las actividades económicas con mayores tasas de accidentalidad, de 7,4 accidentes por cada 100 trabajadores, fueron: construcción de edificaciones para uso no residencial y trabajos de preparación de terrenos para obras civiles (3). Es importante destacar que la actividad económica *construcción de edificaciones para uso residencial*, que comprende construcción de casas y edificios, obtuvo el mayor número de casos de accidentes en 2021, con un total de 20875, lo que representa el 37% del total de accidentes de trabajo para este sector.

A partir de las cifras, es posible concluir que la construcción es uno de los sectores económicos del país con la mayor tasa de accidentalidad en el trabajo, después de los sectores de agricultura, ganadería, caza y silvicultura; minas y canteras, y la industria manufacturera. Esta grave problemática de siniestralidad afecta a los trabajadores en relación con la calidad de vida, repercute en sus familias, disminuye la productividad y la competitividad de las organizaciones a raíz de su responsabilidad (laboral, civil, penal y administrativa) y se suma al aumento de los costos directos e indirectos generados por el ausentismo por

contingencias laborales (3). El impacto que todo esto genera en la sociedad obliga a las empresas del sector de la construcción a revisar y fortalecer los aspectos inherentes a la seguridad y salud en el trabajo (SST) dentro de sus procesos organizacionales, que les permita generar una adecuada gestión de peligros y riesgos en sus ambientes de trabajo (3).

La accidentalidad o siniestralidad se presenta como el efecto de múltiples causas originadas en las condiciones de trabajo no intervenidas o no controladas eficientemente y en los actos inseguros de los trabajadores (4), como las acciones u omisiones que posibilitan los accidentes. En este sentido, las empresas del sector de la construcción en el país, se enfrentan a la necesidad de incluir en sus sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) medidas de prevención enfocadas en los individuos, así como su concientización, formación y autocuidado (5). Para ello, es fundamental diseñar y aplicar estrategias de información, educación y comunicación, con enfoque pedagógico, modernas e innovadoras, que logren atraer e inducir cambios de actitud, compromiso, liderazgo, motivación, participación y empoderamiento de los colaboradores, frente a una cultura de prevención en los entornos laborales (4,5).

Diferentes estudios han mostrado el efecto que puede ejercer la capacitación y el uso de diferentes

herramientas tecnológicas y estrategias en relación con la capacitación en SST a partir del desarrollo de la toma de conciencia, apropiación de conocimientos, aplicación de los mismos conocimientos en entornos virtuales o de simulación de la realidad, pues ello permite que, a partir del ensayo y error, se tomen decisiones adecuadas sin sufrir consecuencias negativas (5-7).

Partiendo de esta problemática, con el presente artículo de revisión de tema, se pretende mencionar las diferentes estrategias y herramientas interactivas y tecnológicas, que se encuentran a la vanguardia en materia de capacitaciones en SST para su aplicación en el sector de la construcción. Esto, con el fin de contribuir con la optimización de los programas de inducción, formación y entrenamiento de los trabajadores en las organizaciones, promoviendo comportamientos seguros, hábitos y estilos de vida saludables, enfocados en los individuos (4), su concientización, formación y autocuidado, para lograr la disminución de cifras de accidentalidad y ausentismo laboral. Se hace hincapié en aspectos como la importancia del liderazgo, participación, motivación y empoderamiento, dentro de lo cual las capacitaciones innovadoras lograrán atraer a los trabajadores y, así, obtener cambios sustanciales en materia laboral y ambientes de trabajo seguro.

## METODOLOGÍA

Este fue un artículo de revisión bibliográfica basado en la recolección de información de artículos, libros, repositorios, informes de investigación, estudios, reportes y normas técnicas, publicados en Emerald, Elsevier, ACM Digital Library, Taylor & Francis Online, Redalyc, Springer Link, SciELO, ProQuest, ScienceDirect, ResearchGate, BMC Psychiatry, Ingenta Connect, Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences, OnePetro, IETA International Information and Engineering Technology Association, Open Journal Systems, repositorios institucionales de universidades o entidades académicas, estadísticas e información del sector de la construcción de diferentes establecimientos como Consejo Colombiano de Seguridad, Centro de Estudios Sociales y Laborales, Fasecol-da o el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec).

Como criterios de inclusión se tuvieron en cuenta publicaciones a partir de 2015, que incluyeran temas sobre SST, riesgos laborales, estrategias y herramientas de capacitación en seguridad en el sector de la construcción y algunos con fechas anteriores como apoyo para referentes teóricos. Se utilizaron como palabras clave: construcción, seguridad y salud en el trabajo, riesgos laborales, formación y herramientas de capacitación.

En la revisión bibliográfica se encontraron más de 80 trabajos investigativos, de los cuales solo 53 cumplieron con los criterios de inclusión; en una representación porcentual, se determinó que gran parte de ellos estaban escritos en inglés, con un aproximado mayor al 50%.

La información se consolidó por medio de una matriz bibliográfica, usando herramientas computacionales, dentro del *software* Microsoft Excel, donde se presenta detalladamente un resumen analítico de investigación, compuesto por tipo de información, autor, idioma, título, fecha de elaboración, ciudad y país, editorial, resumen de cada documento, su aplicación dentro de los componentes del artículo, si efectivamente se usó en el manuscrito y el enlace de cada uno.

Dentro de las limitaciones estuvo la falta de acceso a algunos documentos y artículos, por requerimiento de pago o suscripción a la base de datos.

Dentro del artículo se mencionan algunas estrategias y herramientas de capacitación en SST, incluyendo la importancia de incorporar actividades lúdicas. Por último, las ventajas y desventajas de cada uno de los aquí mencionados.

## **ORGANIZACIONES DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN**

Para contextualizar las actividades que se desarrollan el sector de la construcción, se resaltan, además de las áreas administrativas, los espacios operativos, que podrían incluir la ingeniería de vías (primarias, secundarias o terciarias), los transportes (marítimos, terrestres, ferrocarriles, etc.), las edificaciones (según uso residencial, de diferentes niveles y tipos), el urbanismo (andenes, movimiento de tierras con maquinaria pesada o liviana, parques, etc.), los hidrológicos e hidráulicos (sanitarios, alcantarillados, puentes, cunetas, etc.), las instalaciones y acabados (vidrios, pinturas, otros), así como trabajos de construcción de caminos ancestrales, presas, demoliciones, excavaciones, oleoductos y demás obras civiles que abarcan diversas necesidades y contextos.

Si existe una actividad especialmente sensible en el momento de hablar de accidentalidad y siniestralidad laboral, se puede destacar el sector de la construcción (6). Entre los detonantes están factores como la capacitación regular en la prevención de riesgos en empresas, la cantidad de personas que participan en empresas de construcción, la subcontratación de obras y la temporalidad de la labor. Todo ello impacta importantemente en los índices de accidentalidad, pese a haber disminuido en los últimos tiempos; no obstante, este sector sigue estando por encima de otros sectores económicos (1,7).

## **RIESGOS ASOCIADOS CON LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN**

El sector de la construcción involucra diversas actividades económicas, por lo que sus peligros y riesgos se definen puntualmente para cada organización y sus dinanismos internos (1). Se halló que el mayor número de accidentes de trabajo calificado se observa en las actividades de elaboración de casas, edificios, ferrocarriles, presas, calles u oleoductos, ubicados dentro de la clase de riesgo 5. Dentro de todos ellos, se generan algunas actividades con altas cifras de accidentes de trabajo calificados, incluyendo: caídas al mismo y a distinto nivel, golpes contra objetos y herramientas, atrapamientos, sobreesfuerzos, cortes y pinchazos, entre otros. Allí es donde la responsabilidad de los encargados del SG-SST, sobre la formación y concientización de los trabajadores y todas las partes involucradas, se enfoca en generar esfuerzos de la manera más didáctica y directa, para que cada participante resalte su rol de autocuidado y tome medidas en pro de su seguridad y la de los demás.

## **SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN EMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN**

A diferencia de otros países, donde la implementación de los SG-SST son voluntarios (8), en Colombia es una obligación que toda empresa, sin importar su tipo o tamaño, cumpla con estándares

mínimos del SG-SST efectivamente diseñados, implementados y ejecutados (9). Estos estándares se definen en la Resolución 0312 de 2019, y su incumplimiento genera multas que pueden alcanzar los 400 salarios mínimos mensuales legales vigentes en medianas empresas (10). Existen diversas recomendaciones en temas de SST para el sector de la construcción (11), pues este sector hace parte de los más influyentes en temas de accidentalidad y requerimientos de controles en el momento de ejecución de sus actividades en campo, con un alto nivel de riesgo (12). Los SG-SST en este campo laboral deberán estar muy ajustados a las condiciones reales, puntuales y adversas que se puedan presentar durante las actividades de obra (13).

La gestión de la SST durante las obras de construcción genera una diferencia importante en los respectivos resultados de la prevención (14). Tanto en obras de infraestructura vial (15) como en las de cualquier otro tipo, es relevante implementar las medidas de seguimiento según los grados de riesgo que se puedan presentar (16). Considerando que tienen que ser medidas idóneas para las necesidades de los proyectos (17), no se debe realizar una implementación primaria, por cumplir los estándares legales, sino que es mandatorio promover en los trabajadores las buenas prácticas y su motivación por participar y aprender sobre ellas.

Algunas dificultades en la implementación de la SST en las empresas de construcción están relacionadas con la forma en que cada persona recibe la información y adapta su estilo de vida a una cultura de autocuidado (18). Allí es donde la necesidad de concientizar y formar oportunamente a cada trabajador toma gran importancia, de tal forma que, más allá de cumplir asistencia, reconozca la importancia de proteger su salud para alcanzar un bienestar integral, físico, mental y emocional.

### **CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN EMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN**

Una buena estrategia para las capacitaciones en SST en el sector de la construcción debe incluir una participación activa, en la cual se tengan en cuenta factores individuales, sociales, culturales y el ambiente laboral físico de los trabajadores. Así mismo, se deben implementar estrategias de comunicación masiva, de manera que se genere conciencia de autoprotección (19-22).

Según las investigaciones realizadas, una estrategia implementada en este sector es la participación directa de los trabajadores en los diferentes pasos de las capacitaciones, desde la planificación hasta la ejecución y verificación (23,24). Es importante hacer partícipes a los trabajadores, pidiéndoles su opinión, sus ideas, escucharlas y aplicarlas (24).

Es importante mencionar que propender hacia una buena interacción entre el capacitador y sus trabajadores, es preciso contar con las opiniones y aportes de los trabajadores para la consecución de acuerdos en ambas partes (25).

Dentro de estas estrategias, se plantea siempre llevar a cabo un seguimiento continuo y mejora de las actividades implementadas para las capacitaciones. Es fundamental revisar los pasos que se van a desarrollar para lograr resultados favorables en una interfaz para los usuarios y que se cumpla con los requisitos de la Resolución 4927 de 2016 en la plataforma que se disponga para la capacitación (26,27).

Teniendo en cuenta que una de las formas más efectivas para promover condiciones de seguridad en los entornos laborales en la construcción radica en una sólida educación y capacitación de las personas, que las lleve a incorporarse en la planificación de estrategias de prevención, existen diversos programas educativos multimedia que vienen ejecutándose en todo el mundo, dirigidos especialmente a esta industria (28). En Colombia y en muchos países, el sector de la construcción es propenso a involucrar personal migrante, que, según estudios europeos, presenta una tasa de accidentalidad más alta que el personal nativo (1,2). Por ello, se han implementado programas de capacitación basados en teoría, reconociendo los desafíos particulares de cada trabajador,

considerando barreras lingüísticas, culturales, condiciones de vida, etc. que pretenden facilitar la creación de sentido y aprendizaje social. De este modo, además de habilidades técnicas, es posible que adopten habilidades comunicativas, de trabajo en equipo, de fortalecimiento de toma de decisiones, de manejo del estrés, y que así, finalmente, se promueva una cultura de trabajo seguro (29,30).

Para aportar elementos más eficaces de aprendizaje en la industria de la construcción, se han realizado capacitaciones de tipo teórico y experimental, donde se hace hincapié en que los trabajadores se enfoquen en una estrategia de formación y entrenamiento lúdico, para que así se obtengan mejores resultados en la adopción de medidas y comportamientos seguros (31).

Muchas organizaciones utilizan la práctica para fortalecer la eficacia de los programas de formación en seguridad, cuando se consideran industrias altamente peligrosas como la construcción, pues una capacitación inadecuada en seguridad se convierte en un factor que contribuye a un alto número de incidentes (32). A partir de ello, en los últimos años, se han realizado encuestas a trabajadores, donde se observa que los cursos de capacitación sobre seguridad en la construcción generan insatisfacción general, por la forma en que se imparten. Por ello, la capacitación debe sensibilizar sobre el tema y debe llevarla a cabo un capacitador con

conocimientos sobre la tarea o tareas específicas con un material tangible que sea comprensible (33).

## Herramientas y aplicativos virtuales

Se resalta el aporte de Roger S. Pressman (27), en cuanto a los esquemas de capacitación virtual. El *software* de inteligencia artificial usado debe ser amigable con los usuarios y permitirle control, agilidad y practicidad en los diversos escenarios, para que ellos asimilen patrones dentro de un ambiente cargado de contenido y calidad en servicios para las actividades finales, como el alcance del aprendizaje deseado.

La figura 1 muestra las principales fases para crear un prototipo de *software* en educación. Se recomienda también en el desarrollo de la aplicabilidad de las herramientas de capacitación en SST que se planteen a los trabajadores del sector de la construcción, evaluando los resultados y los beneficios obtenidos.

Otro desafío incluye la forma de involucrar a los trabajadores y mejorar su retención de conceptos clave; de ahí que los *serious games* se consideren un vehículo prometedor para este fin. En la actualidad existen proyectos enfocados en el diseño y desarrollo de juegos informativos y entretenidos, cuyo objetivo es que todos los usuarios sean conscientes y aprendan sobre los peligros en sus trabajos. Todos estos juegos se definen para que

**Figura 1.** Fases para crear un prototipo de *software* aplicado a la capacitación en seguridad y salud en el trabajo



los usuarios interioricen sus conocimientos de peligros o riesgos y mejoren su gestión, así como promuevan la transferencia de ellos al mundo real en el sector de la construcción (34).

Además de este tipo de juegos, también existen estudios enfocados en la prevención y la seguridad y salud eficientes, basados en la percepción y la autocrítica (35). Por esto, se promueve la generación de dibujos animados, con el objetivo de mejorar la percepción de la sociedad sobre el sector de la construcción y que, mediante ellos, se refuerce el aprendizaje de todo trabajador de esta industria, con aplicación internacional, sin requerimientos de uso de idiomas, cultura o conocimientos previos (36).

Por otro lado, la aplicación móvil de realidad virtual fue la herramienta de aprendizaje preferida por los trabajadores de la industria de la construcción en un estudio llevado a cabo durante los últimos años en Malasia (37). Así mismo, las aplicaciones desarrolladas con las tecnologías actuales, accesibles mediante computadores, son las que han tenido mejores resultados frente al comportamiento de los trabajadores del sector de la construcción, al lograr disminuir los índices de accidentalidad y mejorar sus conocimientos prácticos (38,39). Estas herramientas influyen de forma positiva en la industria de la construcción, ya que logran inculcar una cultura preventiva en entornos laborales (40).

Los cursos en línea masivos y abiertos (MOOC, por sus siglas en inglés) son variados en su diseño y organización, y muestran no solo perspectivas diferentes sobre el proceso formativo, sino en relación con las actividades que el trabajador debe hacer, por ejemplo, las diferentes formas de evaluación y la forma de diseñar las temáticas o contenidos (41). Como herramienta interactiva, los MOOC resultan ser un avance en el modo de brindar información, ya que su disponibilidad ofrece experiencias prometedoras en línea y promueve la conciencia de la nueva era llamada *era digital*, al facilitar la utilización de materiales de carácter flexible y abierto (42).

La utilización de los MOOC en la capacitación de trabajadores del sector de la construcción permite globalizar la información en cuanto a la reducción de riesgos laborales, pues el personal asistente no tiene limitaciones para acceder a ellos. Al ser una herramienta conectivista, se le garantiza a cada capacitado ventajas en su nivel de formación como una adecuada calidad, ubicuidad, credibilidad y gratuidad (43). La aplicación de los MOOC al personal del sector de la construcción se hace por medio de capacitaciones, donde se pretende mejorar y facilitar las condiciones de SST, con el fin de disminuir significativamente la accidentalidad laboral.

Mediante la tabla 1 se resaltan las ventajas y las desventajas más representativas que, desde los análisis realizados por parte de los diversos autores, así como los conocimientos adquiridos en práctica, se pueden resaltar y abordar con cada una de las herramientas expuestas en el artículo. Esta tabla resumen, al ser utilizada de manera crítica por los responsables de SST de las organizaciones dedicadas a la construcción, así como de todos aquellos dedicados a la formación y capacitación de personal, pueden generar innovación y motivar la participación de los trabajadores y partes involucradas.

**Tabla 1.** Ventajas y desventajas, herramientas de capacitación

Herramientas de capacitación	Ventajas	Desventajas
Serious games	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Juegos formativos, creados específicamente con el fin de adquirir y aplicar conocimientos de manera didáctica.</li> <li><input type="checkbox"/> e-learning, puede ser usado en el tiempo libre de los trabajadores, con acceso a internet.</li> <li><input type="checkbox"/> Aprendizaje práctico para todo tipo de personas, sin necesidad de formación previa en el sector de SST.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Requieren un dispositivo con conexión continua y buena a internet.</li> <li><input type="checkbox"/> Requieren conocimientos básicos en plataformas digitales.</li> <li><input type="checkbox"/> El diseñador del juego debe aplicarlo a la actividad específica del trabajador, para que retenga los mensajes de aprendizaje y no entretenimiento, para aplicar en su entorno laboral.</li> </ul>
Cursos en línea masivos y abiertos	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Facilita el desarrollo profesional y personal, al generarse conocimiento colectivo, resultante de la interacción entre los participantes de las capacitaciones.</li> <li><input type="checkbox"/> Mejora de competencias interdisciplinarias, debido a la globalización de la información que se brinda en el transcurso de los cursos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Requiere total disponibilidad del capacitado, ya que en estos cursos el ritmo de aprendizaje es autónomo.</li> <li><input type="checkbox"/> No presenta un sistema de evaluación globalizado, por lo que dicho método varía significativamente entre entidades.</li> </ul>
Caricaturas y aplicaciones móviles	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Facilidad de aprendizaje.</li> <li><input type="checkbox"/> Motivación e incorporación en las actividades de capacitación que se desarrollen haciendo uso de las herramientas.</li> <li><input type="checkbox"/> Incentivan la creatividad.</li> <li><input type="checkbox"/> Generan enseñanzas con ejemplos de la vida práctica.</li> <li><input type="checkbox"/> Es posible acoplarlos a cada entorno, según necesidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Obligatorio contar con equipos de cómputo o teléfonos inteligentes, que soporten la capacidad de las herramientas.</li> <li><input type="checkbox"/> No asociar con la realidad a los dibujos, las caricaturas o gráficos enseñados en los aplicativos.</li> <li><input type="checkbox"/> Considerar solo juegos los contenidos, sin ser conscientes del mensaje que generan.</li> </ul>

## Estrategias de ludificación o gamificación

Las didácticas toman mucha fuerza en materia de capacitaciones, las cuales incluyen actividades lúdicas como herramientas de interacción recíproca entre el capacitador y los trabajadores para lograr aprendizajes significativos (44). Partiendo de un modelo constructivista, el capacitador, mediante la lúdica, inicia con la definición de la situación problemática que se espera resolver y las

posibles alternativas de solución, generando un ambiente de aprendizaje en el cual cada trabajador discrimine sus saberes previos para favorecer los cambios conceptuales que propicien la construcción de conocimiento (45,46).

Específicamente, la educación para adultos, planteada desde la andragogía, reconoce que el adulto, como sujeto de formación, se encuentra dentro de un contexto en el cual asume diversos

roles en un amplio conjunto de oportunidades que desarrolla en la búsqueda de su crecimiento y autorrealización, y que determinan las motivaciones, los intereses y las necesidades que dan sentido a su aprendizaje (47).

Las estrategias de ludificación o gamificación, que incluyen el juego como centro de aprendizaje, han generado un impacto positivo en los resultados esperados en sus aplicaciones en *marketing* y gestión administrativa en países como España, donde se han involucrado organizaciones con características diferentes y objetivos distintos, vinculando dinámicas y estrategias de juego con sistemas de regalos, recompensas y retos (48,49).

En el campo de los riesgos laborales, las capacitaciones con enfoque lúdico fortalecen la motivación, la creatividad y el aprendizaje activo de los trabajadores, donde el capacitador asume el papel de facilitador en la articulación de experiencias y capacidades para el desarrollo de las competencias desde el ser, el saber y el hacer en temas de SST, que los colaboradores aplicarán en el desempeño de sus actividades y tareas en los

distintos entornos laborales y en su interacción con máquinas, equipos, herramientas y materiales (50,51). La lúdica ayuda a crear un mayor compromiso por parte de los trabajadores para contribuir proactivamente en actividades que requieren la voluntad personal, como las conductas seguras en el trabajo y el uso de elementos de protección (50).

Desde la lúdica, se fomenta en el trabajador la cultura del autocuidado y la prevención de contingencias laborales y la promoción de hábitos saludables, al fomentar procedimientos de trabajo seguro. En este sentido, una aplicación de capacitaciones con enfoque lúdico en el sector de la construcción se refleja en las actividades de capacitación y entrenamiento en seguridad, con la actualización de las prácticas de trabajo seguro en escenarios de juego, donde los trabajadores pongan a prueba su conocimiento ante situaciones que requieran la toma de decisiones frente a comportamientos seguros e inseguros. Ello genera un sistema de puntuación y comparación que los motive a competir para mejorar sus resultados (50,51) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Ventajas y desventajas de la lúdica en las capacitaciones en seguridad y salud en el trabajo

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Los contenidos se presentan de manera atractiva y sugestiva.</li><li><input type="checkbox"/> Favorece la motivación y la participación activa del trabajador en el proceso de aprendizaje.</li><li><input type="checkbox"/> Integración de conocimientos previos con la elaboración de nuevos a partir de la reflexión y la experiencia en situaciones en contexto.</li><li><input type="checkbox"/> Mejora la retención de los conocimientos por parte del trabajador.</li><li><input type="checkbox"/> Moviliza sentimientos y emociones que motivan la comparación y la competencia.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Requieren superar paradigmas de los modelos de enseñanza-aprendizaje. El capacitador se convierte en un facilitador en la construcción de conocimiento del trabajador.</li><li><input type="checkbox"/> Las capacitaciones con enfoque lúdico fácilmente pueden perder su calidad formativa, el trabajador se puede distraer en un juego extremadamente competitivo, cuando no es eficazmente conducido por el proceso.</li></ul>

En la actualidad colombiana, todas las empresas deben contar con un SG-SST que facilite la protección de los trabajadores mediante la capacitación (16,18,52), ya que es allí donde los trabajadores adquieren las habilidades de autocuidado y prevención en el trabajo y actualizan sus conocimientos sobre prácticas seguras (16). Las aseguradoras de riesgo laborales (ARL) hacen parte del Sistema General de Riesgos y brindan cobertura a los trabajadores para prevenir, proteger y dar atención a situaciones de accidentalidad y enfermedad que se puedan presentar en el entorno laboral (16,51,52). Así mismo, estas organizaciones deben asesorar, capacitar y asistir a las empresas afiliadas.

Hoy en día, las ARL están buscando implementar herramientas tecnológicas que mejoren las metodologías pedagógicas en la aplicación de

los SG-SST, por medio de mejoras continuas en el análisis de riesgos y la implementación de instrumentos dinámicos que evidencien transformaciones positivas y dinámicas en el desarrollo laboral de los trabajadores. Todo esto genera una participación más activa de las partes interesadas y permite hacer conciencia sobre el autocuidado, el rendimiento, la eficiencia, la productividad, la idoneidad y la satisfacción laboral (16,51).

## CONCLUSIONES

Mediante el presente artículo de revisión se expuso de forma general el contexto de la SST en el sector de la construcción y se mencionaron algunas estrategias y herramientas que pueden usarse para la capacitación y formación de los trabajadores en esta materia, que sirven de referente

en la planificación de dichas capacitaciones, pero siempre enfocadas en los requerimientos de las empresas de este sector.

Las herramientas digitales de capacitación desempeñan un papel fundamental en capacitaciones en materia de SST, ya que permiten un mayor entendimiento y apropiación del conocimiento en materia de seguridad, incentivando la aplicación de prácticas seguras según el contexto crítico de accidentalidad.

Las actividades lúdicas fomentan la participación activa del trabajador y por medio de la motivación se genera una mayor apropiación de la temática que se va a tratar. Se sugiere que a las estrategias y herramientas usadas para este fin se les haga seguimiento continuo, evaluación y mejora de las actividades, con el fin de que apoyen a cumplir el objetivo propuesto.

Los riesgos existentes y la seguridad en el sector de la construcción no es posible reconocerlos ni anticiparlos, si no se logra una capacitación eficaz en esta área. Por lo tanto, es imperativo inculcar en esta industria prácticas actuales de capacitación en seguridad, para que se incremente la participación de todos los trabajadores implicados. Por lo anterior, se deben considerar materiales de capacitación más atractivos, de alta tecnología y accesibles para el diseño y desarrollo de capacitaciones sobre los peligros para la seguridad.

## FINANCIACIÓN

Propia

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores manifiestan no presentar conflicto de intereses.

## REFERENCIAS

1. Federación de Aseguradores Colombianos (Fasecolda). Reporte por clase de riesgo y actividad económica [internet]. Bogotá; 2021. Disponible en: <https://sistemas.fasecolda.com/rldatos/Reportes/xClaseGrupoActividad.aspx>
2. Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). ¿Cómo ha estado la siniestralidad laboral en el sector construcción? [internet]. Bogotá; 2021. Disponible en: <https://ccs.org.co/articulos-los-tecnicos/como-ha-estado-la-siniestralidad-l>
3. Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), Centro de Estudios Sociales y Laborales (CESLA). Ausentismo laboral e incapacidades médicas 2019 [internet]. Medellín; 2020. Disponible en: <http://www.andi.com.co/Uploads/>
4. Núñez Arteaga C. Análisis sobre la importancia de la seguridad y salud en el trabajo en

- el sector de la construcción en Colombia. *Rev Ing Mat Cienc Inf.* 2021;8(15):45-53. <https://doi.org/10.21017/rimci.2021.v8.n15.a91>
5. Nykänen M, Puro V, Tiikkaja M, Kannisto H, Lantto E, Simpura F, et al. Implementing and evaluating novel safety training methods for construction sector workers: results of a randomized controlled trial. *J Safety Res.* 2020;75:205-21. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2020.09.015>
  6. Márquez Y. Diseño y aplicación de un objeto virtual de aprendizaje como propuesta para fortalecer el análisis y reporte del extendido de sangre periférica en estudiantes de Bacteriología y Laboratorio Clínico. *CIE.* 2016;2(2):47-55. Disponible en: <https://docplayer.es/199508457-Informacion-articulo-lo-palabras-clave-objeto-virtual-aprendizaje-analisis-reporte-extendido-simulador.html>
  7. Eiris R, Gheisari M, Esmaeili B. PARS: using augmented 360-degree panoramas of reality for construction safety training. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(11):2452. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112452>
  8. Ponce Bravo GE. La responsabilidad plena de perjuicios y el sistema general de riesgos laborales: precedente judicial de la Corte Suprema de Justicia 2019. *Rev Ibero-Latinoam Seguros.* 2019;28(50):177-205. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ris50.rpps>
  9. Gallo O. Instituições laborais e intervencionismo social na Colômbia, 1923-1946. *Anu Colomb Hist Soc Cult.* 2016;43(2):335-60. <https://doi.org/10.15446/achsc.v43n2.59086>
  10. Resolución 0312/2019, por la cual se definen los estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Ministerio del Trabajo.
  11. Parra Peña MF. Recomendaciones de seguridad y salud laboral para el sector de la construcción [trabajo de grado en internet]. Bogotá: Universidad de los Andes; 2018. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1992/39115>
  12. Márquez Y. El uso de simulador de campo microscópico en el desarrollo de habilidades procedimentales en ciencias de la salud. En: *Las tecnologías de la información y comunicación en la educación latinoamericana: modelos y tendencias de uso.* EIDEC; 2021. p. 97-108. <https://doi.org/10.34893/1hfp-y566>
  13. Roa Quintero DM, Pantoja Ospina MA, Gómez AZ. Sistemas de gestión en seguridad y salud en el trabajo (SG-SST): diagnóstico en el sector de la construcción de Manizales. *Teuken Bidikay (Rev Latinoam Investig Organ Ambient Soc).* 2018;9(13):155-76. <https://doi.org/10.33571/teuken.v9n13a6>

14. Blanco Prieto A, Alonso Domínguez Á. Regulación del bienestar ocupacional: entre la legislación y la responsabilidad social empresarial. *Rev Esp Sociol.* 2020;29(2). <https://doi.org/10.22325/fes/res.2020.20>
15. Zou P, Lun P, Cipolla D, Mohamed S. Cloud-based safety information and communication system in infrastructure construction. *Safety Sci.* 2017;98:50-69. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.05.006>
16. Segarra M, Romero A, Villena BM, González MdIN, Rodríguez A. gestión de la seguridad y salud en la PYMES del sector de la construcción: grado de implantación y dificultades de aplicación. *Ana Edific.* 2020;6:54-62. <https://doi.org/10.20868/ade.2020.4454>
17. Carpio-de-los-Pinos AJ, González-García MN, Moreu-de-la-Vega C, Hosokawa-Menéndez K. Idoneidad y discrepancia de métodos de evaluación de riesgos en seguridad y salud aplicados en obras de construcción. *Ing Ind.* 2017;92:214-9. <https://doi.org/10.6036/8201>
18. Marín LS. ¿Cómo mejorar la seguridad en la industria de la construcción? Elementos para una obra segura [internet]. ARL Sura; 2015. Disponible en: [https://www.arlsura.com/files/1\\_\\_Componentes\\_vitales\\_-\\_Ing\\_\\_Luz\\_Stella\\_Marin.pdf](https://www.arlsura.com/files/1__Componentes_vitales_-_Ing__Luz_Stella_Marin.pdf)
19. Kurbakov A, Volkova Z, Kurbakova S. Virtual learning and educational environment: new opportunities and challenges under the COVID-19 pandemic. *Educ Multim Technol-ICEMT.* 2020 jul;167-71. <https://doi.org/10.1145/3416797.3416838>
20. Scarlat MM, Sun J, Fucs PMB, Giannoudis P, Mavrogenis AF, Benzakour T, et al. Maintaining education, research and innovation in orthopaedic surgery during the COVID-19 pandemic. The role of virtual platforms. From presential to virtual, front and side effects of the pandemic. *Int Orthop (SICOT).* 2016;44:2197-2202. <https://doi.org/10.1007/s00264-020-04848-8>
21. Curioso WH. Building capacity and training for digital health: challenges and opportunities in Latin America. *J Med Internet Res.* 2019;21(12). <https://doi.org/10.2196/16513>
22. International Labor Organization. UTMUN topic C: residual COVID-19 impacts [internet]. 2021. p. 14-18. Disponible en: <https://www.utmun.org/s/background-guide-ilo.pdf>
23. Klein KJ, Hall RJ, Laliberte M. Chapter 1: Training and the organizational consequences of technological change: a case study of computer-aided design and drafting. En: Gattiker U, Larwood L, Stollenmaier R, editores. *End-user training.* Berlin: De Gruyter; 1990. p. 7-36. <https://doi.org/10.1515/9783110863338-005>

24. Rauscher K, Bush D, Chang C, Myers D. Occupational safety and health education in post-secondary career and technical education construction programs. *Career Tech Educ Res.* 2020;45(3):63-81. <https://doi.org/10.5328/cter45.3.63>
25. Roque Herrera Y, Zalagaz Sánchez ML, Valdivia-Moral P, Marín-Marín J-A, Alonso García S. Active methodologies in the training of future health professionals: academic goals and autonomous learning strategies. *Sustainability.* 2020;12(4):1485. <https://doi.org/10.3390/su12041485>
26. Pressman RS. *Ingeniería del software: un enfoque práctico.* 7.ª ed. New York: McGraw Hill; 2015. p. 115-24.
27. Moreira et al. Playful activities through ICTs, in the development of communication skills in the subject of English in students of Basic General Education. *Esmeraldas.* 2016;5(3):132-42.
28. Namian M, Albert A, Zuluaga CM, Jaseiskis EJ. Improving hazard-recognition performance and safety training outcomes: integrating strategies for training transfer. *J Construct Eng Manage.* 2016;142(10). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001160](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001160)
29. Sertyesilisik B, Giritli H, Gunaydin HM, Deniz E, Nadar M, Gurcanli GE, Erisen Y, et al. Construction workers' personality: as a key for improving the occupational health and safety performance in construction. *Adv Bus Manage.* 2016;9:16-24.
30. Vignoli M, Nielsen K, Guglielmi D, Mariani MG, Patras L, Peiró JM. Design of a safety training package for migrant workers in the construction industry. *Safety Sci.* 2021;136(2):105124. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105124>
31. Endroyo B, Yuwono BE, Mardapic D, Soenarto. Model of learning/training of Occupational Safety & Health (OSH) based on industry in the construction industry. *Proc Eng.* 2016;125(1):83-8. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.013>
32. Rodrigues MA, Sá A, Masi D, Oliveira A, Bous-tras G, Leka S, et al. Occupational Health & Safety (OHS) management practices in micro-and small-sized enterprises: the case of the Portuguese waste management sector. *Safety Sci.* 2020;129(2):16-22. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104794>
33. Paredes-Sánchez LN, Sainea-Rodríguez YM, González-Villamil YP, Márquez-Benítez Y. Seguridad y salud en el trabajo para operarios de maquinaria pesada en la industria de la construcción. *Revista Investig Salud Univ. Boyacá* [internet]. 24 de junio de 2022 [citado

- 18 de enero de 2023];9(1):149-65. Disponible en: <https://revistasdigitales.uniboyaca.edu.co/index.php/rs/article/view/747>
34. Greuter S, Tepe S, Peterson JF, Boukamp D, D'Amazing K, Quigley K, et al. Designing a game for occupational health and safety in the construction industry. *Australasian Confer Interact Entertain*. 2018;13(8). <https://doi.org/10.1145/2336727.2336740>
  35. Zhou Z, Goh YM, Li Q. Overview and analysis of safety management studies in the construction industry. *Economy*. 2015;12(2):12-15. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.10.006>
  36. Ulubeyli S, Arslan V, Kivrak S. A semiotic analysis of cartoons about occupational health and safety issues in the construction workplace. *Constr Manag Econ*. 2019;33(5-6):467-83. <https://doi.org/10.1080/01446193.2015.1024270>
  37. Shamsudin NM, Mahmood NHN, Rahim ARA, Mohamad SF, Masrom M. Utilization of virtual reality technology smartphone application for the enhancement of construction safety and health hazard recognition training in piling work: pilot Study. *Adv Sci Letters*. 2018;24(11):8-10. <https://doi.org/10.1166/asl.2018.12319>
  38. Norris MW, KSA TB. Virtual reality: the new pathway for effective safety training. *Profess Safety*. 2019;64(6).
  39. Said MF. Development of gamified augmented reality App. *Faculty of Computer Science and Information Technology*. 2020;10(2). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.3235632642>
  40. Norkhadijah S, Rangga JU, Rasdi I, Rahman URA, Samah MAA. Mobile Apps application to improve safety and health. *Mal J Med Health Sci*. 2018;14(supl 1):47-55.
  41. Chen Y-H, Chen P-J. MOOC study group: facilitation strategies, influential factors, and student perceived gains. *Comput Educ*. 2015;5(2):2-8. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.008>
  42. Díaz Y, Baena M, Baena G. MOOC en la educación: un acercamiento al estado de conocimiento en Iberoamérica, 2014-2017. *Education*. 2017;8(15):1-20. <https://doi.org/10.23913/ride.v8i15.299>
  43. López-Meneses E, Gómez-Galán J, Bernal-Bravo C, Vázquez-Cano E. Fortalezas y debilidades de los cursos masivos abiertos en línea (MOOC) frente a otros modelos de enseñanza en contextos socio-educativos. *Form Univ*. 2020;13(6):77-84. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000600077>

44. Tomás E. A playful approach to teaching NIME: pedagogical methods from a practice-based perspective. NIME [internet]. 2020;143-8. Disponible en: [https://www.nime.org/proceedings/2020/nime2020\\_paper28.pdf](https://www.nime.org/proceedings/2020/nime2020_paper28.pdf)
45. Edwards-Groves C, Kemmis S. Pedagogy, education and praxis: understanding new forms of intersubjectivity through action research and practice theory. Educ Action Res. 2015;24(1):77-96. <https://doi.org/10.1080/09650792.2015.1076730>
46. Raynaudo G, Peralta O. Cambio conceptual: una mirada desde las teorías de Piaget y Vygotsky. Liberabit Rev Psicol. 2017;23(1):137-48. <https://doi.org/10.24265/liberabit.2017.v23n1.10>
47. García Vivas L. La andragogía innovadora del siglo XXI: acción transformadora del docente universitario andragogo. Aibi Rev Investig Admin Ing. 2017;7(2):23-8. <https://doi.org/10.15649/2346030X.438>
48. Cruz Rubio S, Lancheros A, Márquez Benítez Y, Mosquera Heredia M, Oliveros Barros J. Caracterización biológica del marcador CD66c y su importancia clínica en la leucemia linfocítica aguda. Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter [internet]. 2018 Sep [citado 2023 ene 18];34(3):1-12. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-02892018000300003&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892018000300003&lng=es)
49. Bello Dorta I. La gamificación en prevención de riesgos laborales: una propuesta de intervención en el personal auxiliar de enfermería [tesis de maestría en internet]. Universitat Politècnica de Catalunya; 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2117/87128>
50. Ferrada XV. Propuesta de metodologías de capacitación innovadoras en seguridad y salud ocupacional en el área de la construcción [internet]. Santiago de Chile: Superintendencia de Seguridad Social; 2016. <https://www.suseso.cl/619/w3-article-672160.html>
51. Torres Cortés SP. Servicio al cliente una ventaja competitiva dentro de las compañías aseguradoras en Colombia [tesis de especialización en internet]. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada; 2016. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10654/14604>
52. Márquez Y. Las TIC en educación en ciencias de la salud: una recopilación de herramientas virtuales y tecnológicas de enseñanza y aprendizaje para la competencia en salud. Madrid: Editorial Académica Española; 2020.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons  
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

# Evaluación de pruebas diagnósticas para especialistas en rehabilitación cardiopulmonar

Víctor Z. Rizo-Tello<sup>1</sup> , Ana M. Londoño-Espinel<sup>1</sup> , Carlos D. Páez Mora<sup>1</sup> 

## Resumen

**Introducción:** A diario, los profesionales de la salud se enfrentan a importantes retos diagnósticos cuando atienden a sus pacientes, por lo que se apoyan en exámenes paraclínicos que complementan su ejercicio semiológico, porque les permiten confirmar o descartar una enfermedad.

**Objetivo:** Explicar a los especialistas en rehabilitación cardiopulmonar los conceptos requeridos para interpretar de forma crítica los resultados de las pruebas diagnósticas.

**Materiales y métodos:** Revisión narrativa de la literatura, que expone conceptos actualizados, ejemplos y gráficas con enfoque académico y didáctico.

**Resultado:** Se realizó la actualización y explicación de los conceptos de sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo y los *likelihood ratio* positivo y negativo y su interpretación en el normograma de Fagan, a través de ejemplos del día a día del especialista.

**Conclusión:** Comprender los conceptos que acompañan la evaluación de pruebas diagnósticas ayuda a que los especialistas en rehabilitación cardiopulmonar analicen críticamente los resultados de las ayudas paraclínicas funcionales y estructurales que acompañan a sus pacientes y, de esta manera, puedan caracterizar bien el diagnóstico y seguimiento de las personas.

**Palabras clave:** rehabilitación cardiaca; medicina física y rehabilitación; pruebas diagnósticas de rutina; sensibilidad y especificidad; valor predictivo de las pruebas; epidemiología.

<sup>1</sup> Universidad Manuela Beltrán (Bogotá, Colombia).

**Autora de correspondencia:** Ana M. Londoño-Espinel. Correo electrónico: [anamarialondono17@gmail.com](mailto:anamarialondono17@gmail.com)

### Citar este artículo así:

Rizo-Tello VZ, Londoño-Espinel AM, Páez Mora CD. Evaluación de pruebas diagnósticas para especialistas en rehabilitación cardiopulmonar. Rev Investig Salud Univ Boyacá. 2021;9(2):173-193. <https://doi.org/10.24267/23897325.871>

## Evaluation of Diagnostic Tests for Professionals who Perform Cardiopulmonary Rehabilitation

### Abstract

**Introduction:** Health professionals face important diagnostic challenges daily when they care for their patients, which is why they rely on paraclinical tests that complement their semiological exercise by confirming or ruling out a disease.

**Objective:** Explain to cardiopulmonary rehabilitation specialists, the concepts necessary to critically interpret the results of diagnostic tests.

**Materials and methods:** narrative review of the literature was carried out, which exposes updated concepts, examples, and graphs with an academic and didactic approach.

**Result:** The concepts of sensitivity, specificity, positive and negative predictive values and the positive and negative Likelihood Ratio and their interpretation in the Fagan normogram were updated and explained, through examples of the specialists day-to-day.

**Conclusion:** understanding the concepts that accompany the evaluation of diagnostic tests help cardiopulmonary rehabilitation specialists to critically analyze the results of the functional and structural paraclinical aids that accompany their patients, and thus be able to properly characterize the diagnosis and follow-up. of people.

**Keywords:** cardiac rehabilitation; physical and rehabilitation medicine; diagnostic tests routine; sensitivity and specificity; predictive value of tests; epidemiology.

## Avaliação de testes de diagnóstico para especialistas em reabilitação cardiopulmonar

### Resumo

**Introdução:** Diariamente, os profissionais da saúde enfrentam desafios diagnósticos, recorrendo a exames que complementem a sua prática semiológica, permitindo-lhes confirmar ou excluir uma doença.

**Objetivo:** Explicar aos especialistas em reabilitação cardiopulmonar os conceitos necessários para interpretar criticamente os resultados dos testes de diagnóstico.

**Materiais e métodos:** Revisão narrativa da literatura, fornecendo conceitos atualizados, exemplos e gráficas com uma abordagem acadêmica e didática.

**Resultado:** Os conceitos de sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivos e negativos e razões de verossimilhança positivas e negativas e a sua interpretação no normograma de Fagan foram atualizados e explicados com exemplos do trabalho diário do especialista.

**Conclusão:** A compreensão dos conceitos que acompanham a avaliação dos testes de diagnóstico ajuda aos especialistas em reabilitação cardiopulmonar na análise crítica dos resultados das ajudas clínicas funcionais e estruturais dos pacientes e, desta forma, caracterizar bem o diagnóstico e o acompanhamento dos indivíduos.

**Palavras-chave:** Reabilitação Cardíaca; Medicina Física e Reabilitação; Testes Diagnósticos de Rotina; Sensibilidade e Especificidade; Valor Preditivo dos Testes; epidemiologia.

## Introducción

A medida que avanza el tiempo, se han ido evidenciando grandes e importantes investigaciones centradas en comprender mejor la historia natural de la enfermedad y, con ello, la creación de nuevas formas de diagnosticarla. Los profesionales de la salud están en un constante proceso de aprendizaje y actualización de conocimientos, pues una de sus tareas más importantes cuando enfrentan la realidad de un paciente es la de dar un correcto diagnóstico teniendo en cuenta que los exámenes paraclínicos usados no tienen la mayor precisión diagnóstica y pueden presentar resultados falsos positivos y falsos negativos, que llevan a un desafío de la práctica clínica para brindar el mejor tratamiento disponible en el momento y de forma oportuna (1,2).

Por lo general, el ejercicio diagnóstico es atribuido al médico; sin embargo, poco se tienen en cuenta las actividades de los demás profesionales de la salud, puesto que al establecer la línea de base del estado clínico de sus pacientes, participan en el análisis estructurado de diagnóstico, a partir del cual se sustenta el plan de tratamiento. Así mismo, con frecuencia se cree que el personal dedicado a la rehabilitación —y, de manera estricta, la rehabilitación cardiopulmonar— no debe adquirir competencias en la interpretación de las pruebas diagnósticas. Por ello, en esta revisión narrativa se hace hincapié

en la comprensión transversal que deben tener los profesionales afines a la responsabilidad de integrar el estado clínico con imágenes, pruebas y laboratorios tomados, para que de forma crítica argumenten su conformidad o no con el diagnóstico registrado como antecedente en la historia clínica por parte del médico tratante y así aportar de manera integral al paciente en el proceso de reincorporación a la cotidianidad (1-3).

Por tanto, el objetivo de esta revisión narrativa es explicar los conceptos relacionados con la evaluación de pruebas diagnósticas, para que los especialistas en rehabilitación cardiopulmonar estén en capacidad de realizar un análisis crítico de la literatura científica publicada y de los reportes de las pruebas hechas a los pacientes, que permita orientar las decisiones clínicas.

## Materiales y métodos

Se llevó a cabo una revisión narrativa de la literatura sobre el tema, a partir de artículos publicados durante el periodo 2015-2022; sin embargo, se incluyó menos del 10% de la bibliografía con fecha de publicación más antigua, por su relevancia teórica. En la búsqueda se ayudó del metabuscador PubMed, además LILACS (para tener resultados de países de Latinoamérica y el Caribe), SciELO, Science Direct y la Biblioteca Virtual en Salud. Finalmente, se realizó la búsqueda en bola de nieve a través

de buscadores genéricos en internet. Los criterios de selección fueron: artículos de revisión, artículos epidemiológicos observacionales y experimentales originales, revisiones sistemáticas de literatura con o sin metanálisis y guías de manejo e implementación de enfermedades que abordaran el tema de evaluación de pruebas diagnósticas, conceptos, componentes e interpretación. No se tuvieron en cuenta artículos en otros idiomas diferentes al inglés y al español. En la búsqueda se obtuvieron un total de 66 documentos, de los cuales fueron eliminados 14, por duplicidad y falta de claridad en los conceptos. Así, quedaron un total de 52 documentos seleccionados y analizados para la presente revisión narrativa.

## Desarrollo

Una prueba diagnóstica se define como cualquier elemento utilizado para ayudar a confirmar o descartar un diagnóstico en los pacientes. Como ejemplo de ello se puede nombrar la anamnesis, el examen físico, las pruebas del laboratorio y las imágenes. Su función principal es disminuir la incertidumbre en el momento de tomar decisiones de abordaje de los pacientes, por lo cual su evaluación se fundamenta en la caracterización y la determinación de la funcionalidad (1-3).

En la práctica clínica asistencial se utilizan dos tipos de pruebas: las de tamizaje y las de diagnóstico, las cuales se diferencian porque las pri-

meras se utilizan en grandes poblaciones o a gran escala, normalmente en personas sanas o pacientes asintomáticos, con el objetivo de identificar la enfermedad tempranamente (en el modelo de prevención en salud-enfermedad corresponde a la prevención secundaria). Las segundas se aplican en pacientes en quienes previamente se tiene una impresión diagnóstica y se necesita tomar decisiones clínicas (3-5).

Las pruebas diagnósticas deben cumplir con algunas características generales, como su facilidad al aplicarse, la seguridad al usarlas, y deben ser económicas y fáciles de adquirir. En principio, se han identificado tres atributos importantes de una buena prueba: confiabilidad o reproducibilidad (de 100 veces que se repita la prueba cuántas van a dar el mismo resultado), seguridad y validez, las cuales son un principio fundamental de la precisión. La validez de las pruebas es el grado en el que se mida lo que debe medir o para lo que fue creada y, de esta manera, discrimine de manera apropiada los enfermos de los no enfermos (también conocida como exactitud) y que estos resultados se mantengan cuando se repita la prueba en diferentes momentos, escenarios y poblaciones bajo las mismas condiciones (6).

El uso de las pruebas diagnósticas es el complemento de un buen ejercicio diagnóstico por parte del rehabilitador cardiopulmonar tratante, quien debe realizar la anamnesis y el examen físico de

calidad, lo que ayuda a enfocar al paciente en el contexto de la probabilidad de ocurrencia o probabilidad pretest (probabilidad de que la enfermedad sospechada sea la que tiene el paciente antes de que se le realice la prueba diagnóstica). Si esa probabilidad previa no supera el umbral diagnóstico, entonces se procede a descartar el diagnóstico. Si ocurre de manera contraria, es decir, se supera el umbral, entonces el médico iniciará el tratamiento de la enfermedad sin requerir el uso de una prueba confirmatoria o la solicita como soporte legal para la historia clínica. En caso de que la probabilidad sea intermedia, el profesional debe apoyarse en la realización de pruebas diagnósticas, enfocado en una hipótesis diagnóstica, tal como se presenta en la figura 1 (7).

*Reflexión.* La evaluación pretest o hipótesis diagnóstica establecida no es el resultado de un análisis arbitrario o producto del azar; es el resultado del uso de todas las herramientas semiológicas (anamnesis, examen físico y todas las posibles relaciones sindrómicas o patológicas existentes). Esto lleva a hacer un uso racional de los recursos económicos y humanos, teniendo en cuenta que estos son finitos, y como ganancia secundaria ayudan a priorizar pacientes y a descongestionar laboratorios, servicios de urgencias y de imagenología.

**Figura 1.** Probabilidad diagnóstica



Fuente: tomada de (6,7) y modificada por los autores.

### ***Prueba de referencia (gold standard) o patrón de referencia***

La prueba de referencia cuenta con la más alta precisión diagnóstica; en otras palabras, es la que dice sin equivocación que la enfermedad está presente o no. La prueba de referencia, en comparación con las otras opciones diagnósticas, es más probable que identifique correctamente a las personas con la enfermedad (es específica) y también a aquellas que no tienen la enfermedad (es sensible) (6). El rendimiento de toda prueba diagnóstica se basa en su comparación con estándar de oro (patrón de oro). Las pruebas de oro tienen consigo algunas desventajas, como: en ocasiones son difíciles de conseguir, pueden traer riesgos adicionales para el paciente, puede ser más costosa y de difícil acceso (6-8,9).

Siempre que se desee realizar la validación de una nueva prueba diagnóstica, esta debe ser comparada con el patrón de referencia, o con la que hasta el momento sea la de mayor precisión diagnóstica disponible (6,8).

El ejercicio de evaluación de pruebas diagnósticas contempla el cálculo de algunas medidas que se dividen en dos grandes grupos: las que establecen la propiedad discriminativa de la prueba (con las que se toman decisiones en el marco de las políticas de salud) y las que se utilizan para evaluar su capacidad predictiva (con las que se

mide la probabilidad de la enfermedad en los individuos) (10).

### ***Validez de la prueba***

Para hacer más fácil la comprensión de los conceptos, estos se explican a partir de la evaluación de la tomografía axial computarizada (TAC) simple de tórax (11,12), en comparación con la espirometría (patrón de referencia) (13), en el diagnóstico de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Los valores usados no corresponden a los reales y se emplean con fines académicos.

*Prueba de oro:* espirometría con respuesta pos-broncodilatador

*Nueva prueba diagnóstica:* tomografía de tórax simple

*Total de personas en el estudio:* 1049

La EPOC es de alta frecuencia, prevenible y tratable; comprende síntomas respiratorios persistentes y limitación del flujo del aire, secundarios a anomalías alveolares e inflamación de las vías aéreas por exposición a material particulado o gases. El diagnóstico definitivo se realiza con espirometría, evaluando el cociente entre el volumen espiratorio forzado en el primer segundo y la capacidad vital forzada (VEF1/CVF)  $< 0,7$  (en espirometría después de inhalar un broncodilatador) (14-17).

**Tabla 1.** Evaluación de pruebas diagnósticas (2 × 2)

		GOLD STANDAR		Total
		Positivo	Negativo	
PRUEBA NUEVA A EVALUAR	Positivo	(a) Verdaderos positivos	(b) Falsos positivos	a+b
	Negativo	(c) Falsos negativos	(d) Verdaderos negativos	c+d
Total		a+c	b+d	
		Enfermos	Sanos	n

Fuente: tomada de (23) y modificada por los autores.

Es de importancia recordar que las herramientas utilizadas en la evaluación de pruebas diagnósticas se derivan del diseño de estudio epidemiológico de corte transversal, y una de estas ayudas es la tabla 2 × 2 o de contingencia, con el fin de ilustrar los conceptos de la validez de una prueba diagnóstica. En la tabla 1 registra la ubicación del patrón de referencia en las columnas, que señala a los enfermos y a los no enfermos, y en las filas, la prueba diagnóstica nueva (18-22).

*Reflexión.* El clínico debe aprender los conceptos presentados aquí, pues mediante programas estadísticos se obtienen los cálculos de forma rápida; sin embargo, la función del clínico —en especial la de los rehabilitadores cardiopulmonares— va más allá de algo mecánico, y es entender el resultado, analizarlo y aplicarlo en un contexto de su paciente.

- Verdaderos positivos: son las personas que la prueba nueva detecta como positivos y en realidad están enfermos.

- Falsos positivos: personas que son etiquetadas erróneamente por la prueba nueva como positivos, pero en realidad están sanos.

- Falsos negativos: individuos detectados erróneamente como negativos por la prueba nueva, pero verdaderamente están enfermos.

- Verdaderos negativos: personas detectadas como sanas por la prueba nueva y verdaderamente están sanas (8-10,23,24).

Entre menos falsos positivos y falsos negativos tenga la prueba diagnóstica, mejor es su rendimiento

**Tabla 2.** Comparativo de 2 × 2: tomografía simple de tórax contra la espirometría en el diagnóstico de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica

		Espirometría		Total
		Positivo	Negativo	
Tomografía de tórax simple	Positivo	540	5	545
	Negativo	22	643	665
Total		562	648	1210

### **Sensibilidad (S)**

La sensibilidad se define como la capacidad de una prueba para identificar acertadamente a individuos con la enfermedad; en otras palabras, se podría decir que es la probabilidad de que, en un individuo enfermo, la prueba resulte positiva. La sensibilidad se calcula en función de cuántas personas tienen la enfermedad (tabla 2). En realidad, lo que dice la fórmula no es más que la proporción de sujetos con resultado positivo entre el total de los enfermos y no se calcula sobre toda la población (8,25-27).

Se calcula así: sensibilidad = número de verdaderos positivos / (número de verdaderos positivos + número de falsos negativos) (8). En otras palabras, sensibilidad = verdaderos positivos / total de enfermos o  $S = a/a + c$  (6).

*Importante.* Si una prueba es altamente sensible, un resultado negativo descarta la enfermedad.

Entonces:

$S = 540 / 562 = 0,9609$ , que puede expresarse como un porcentaje así:

$$S = 0,9609 \times 100 = 96,1\%$$

La lectura e interpretación debe darse teniendo como base el concepto matemático de sensibilidad. A continuación, se enumeran algunas maneras para expresar la información:

- La tomografía simple de tórax es capaz de detectar al 96,1% de las personas que verdaderamente tienen la condición o enfermedad.

- La tomografía simple de tórax será positiva en el 96,1% de las personas que tengan la enfermedad.

- De 100 personas verdaderamente enfermas con EPOC. la tomografía simple de tórax podrá detectar a 96 de ellas.

- O, sencillamente, la sensibilidad de la tomografía simple de tórax para detectar EPOC es del 96,1%.

### **Especificidad (E)**

La especificidad se define como la capacidad de una prueba para identificar correctamente a los individuos que no tienen la enfermedad, es decir, es la probabilidad de que en una persona libre de la enfermedad, la prueba dé un resultado negativo. Si una prueba es altamente específica, un resultado positivo confirma la enfermedad (6,26).

Se calcula así: especificidad = verdaderos negativos / verdaderos negativos + falsos positivos; en otras palabras, verdaderos negativos / total de sanos o  $d/b + d$  (8,25).

En realidad, lo que dice la fórmula no es más que la proporción de sujetos con resultado negativo entre el total de los sanos. Continuando con el ejemplo:

$E = 643/648 = 0,9923$ , que puede expresarse como un porcentaje así:

$$E = 0,9923 \times 100 = 99,23\%$$

Lectura:

- La tomografía simple de tórax es capaz de detectar al 99,23% de las personas que verdaderamente no tienen EPOC.

- La tomografía simple de tórax será *negativa* en el 99,23% de las personas que no tienen EPOC.

- De 100 personas verdaderamente sanas, la tomografía simple de tórax podrá detectar al 99 de ellas, si esta tiene resultado negativo.

- Sencillamente, la especificidad de la tomografía simple de tórax es del 96,4% para el diagnóstico de EPOC.

### **Seguridad de las pruebas diagnósticas**

La seguridad de la prueba diagnóstica está dada a partir de los valores predictivos positivos y los valores predictivos negativos. Estos tienen utilidad en el escenario clínico, porque integran la probabilidad del individuo de estar enfermo o no, dependiendo del resultado de la prueba; mientras que la sensibilidad y la especificidad describen

muy bien la prueba, y lo verdaderamente importante es saber si se tiene o no la enfermedad (28).

### **Valor predictivo positivo**

El valor predictivo positivo (VPP) se define como la probabilidad que tiene un individuo de estar enfermo cuando el resultado de la prueba es positivo (9,26,28). Lo que pretende es identificar verdaderos positivos y no categorizar a algunas personas como portadoras de la enfermedad cuando en realidad no la tienen, es decir, se quieren evitar los falsos positivos (10,29-31).

Valor predictivo positivo (VPP) = verdaderos positivos / Total de los positivos de la prueba nueva o  $a/a + b$

Entonces:

$$\text{VPP} = 540 / 545 = 0,9908$$

$$\text{VPP} = 0,9908 \times 100 = 99,08\%$$

Lectura:

- Dado que el resultado de la tomografía simple de tórax es positivo, el paciente tiene el 99,1% de probabilidades de tener EPOC.

- De 100 personas en las que la tomografía simple de tórax es positiva, 99 de ellas verdaderamente EPOC.

- O, sencillamente, el VPP es del 99,1% para EPOC.

### **Valor predictivo negativo**

El valor predictivo negativo (VPN) se define como esa probabilidad de que un sujeto en quien le salió un resultado negativo no presente la enfermedad, o sencillamente la probabilidad que tiene un individuo de estar sano cuando el resultado de la prueba es negativo (9,26,28). Lo que pretende es identificar a los verdaderos negativos y no categorizar a algunas personas como sanas, cuando en realidad tienen la enfermedad, es decir, se quieren evitar los falsos negativos (10,29-31).

Valor predictivo negativo = verdaderos negativos / Total de los negativos de la prueba nueva o  $d/c + d$

Entonces:  $\text{VPN} = 643 / 665 = 0,9669$

Es preciso recordar que el VPN es una probabilidad y que las probabilidades se expresan como 0 o 1 (ausencia o presencia del evento); sin embargo, para hacer más fácil la comprensión, la convertimos en porcentaje multiplicando por 100.

$$\text{VPN} = 0,9669 \times 100 = 96,69\%$$

Lectura:

- Dado que el resultado de la tomografía simple de tórax es negativo, el paciente tiene el 96,69 % de probabilidades de no tener EPOC.
- De 100 personas en las que la tomografía simple de tórax fue negativa, 97 de ellas verdaderamente no tienen EPOC.
- Sencillamente, el VPP es del 96,69% para el diagnóstico de EPOC.

*Nota.* Los valores predictivos también dependen de la prevalencia de la enfermedad; es por esto por lo que si la prevalencia es alta, el VPP también será alto, y el VPN, bajo, y si la prevalencia es baja, entonces el VPP será bajo y el VPN será alto (32).

De la misma manera, es importante tener en cuenta lo siguiente: si aumenta la sensibilidad, entonces también aumenta el VPN, y si aumenta la especificidad, entonces aumenta el VPP.

### **Razón de verosimilitud o likelihood ratio**

La razón de verosimilitud (RV) o *likelihood ratio* (LR) también se conoce como el índice de eficiencia pronóstica. Se trata de un indicador fijo y utilizado cuando la prueba diagnóstica es cuantitativa y tiene un umbral o punto de corte. Son independientes de la prevalencia de la enfermedad

en una población. Indica que el resultado de una prueba diagnóstica elevará o reducirá la probabilidad de tener la enfermedad. Como lo expresan Felipe Salech et al. (9), es “la razón entre la probabilidad de tener determinado resultado de la prueba en la población con la condición versus tener el mismo resultado en la población sin la condición”.

Finalmente, lo que nos quiere mostrar es la magnitud y el sentido del cambio de la probabilidad pre- a postest, según el resultado de la prueba (33-35). El significado del LR tiene tres valores de importancia: cuando el valor está por encima de 1, cuando está por debajo de 1 y cuando es igual a 1. Por último, es importante que los clínicos expresen el significado de una LR dada usando palabras, en lugar de números y fórmulas que a veces pueden confundir y dar una percepción de dificultad en su comprensión (36).

### **Razón de verosimilitud positiva o likelihood ratio positivo**

La razón de verosimilitud positiva (RVP) o el *likelihood ratio positivo* (LR+) es una razón que expresa la probabilidad de que un individuo con la enfermedad tenga un resultado positivo en la prueba, dividido por la probabilidad de que un paciente no tenga una enfermedad, pero tenga un resultado positivo en la prueba. Compara los verdaderos positivos con los falsos positivos

(33,37-39). Informa que es muy probable que en un paciente enfermo la prueba resulte positiva, con respecto a un paciente sano, con el mismo resultado positivo. ¿Qué tanto más probable es encontrar una prueba positiva en alguien enfermo que en alguien sano? (9,35,38).

$LR+ = S$  (verdaderos positivos) / probabilidad de tener falsos positivos

$LR+ = S / (1-\text{especificidad})$  o

$LR+ = (a/a + c)/(b/b + d)$

*Recordemos.* Sensibilidad = 0,9609; especificidad = 0,9923

Entonces:

$LR+ = \text{Sensibilidad} / (1-\text{especificidad}) = LR+ = 0,9609 / (1-0,9923)$

$LR+ = 0,9609 / 0,0077 = LR+ = 124,79$

Entre más lejano a 1 sea el resultado, es mejor el comportamiento de la prueba para captar positivos, y lo interpretamos de la siguiente forma: por cada 125 verdaderos positivos de EPOC detectados por la prueba, va a existir un falso positivo.

### **Razón de verosimilitud negativa o likelihood ratio negativo**

La razón de verosimilitud negativa (RVN) o el *likelihood ratio negativo* (LR-) es una razón que

expresa la probabilidad de que una persona sin la enfermedad con una prueba negativa, dividida por la probabilidad de que un paciente tenga una enfermedad, tenga un resultado negativo. Ello pone en evidencia la comparación entre los verdaderos negativos con los falsos negativos. En otras palabras: ¿qué tanto más probable es encontrar la prueba negativa en alguien enfermo que en alguien sano? (34-39).

$LR- = \text{probabilidad de tener falsos negativos} / E$  (verdaderos negativos)

$LR- = (1-\text{sensibilidad}) / (\text{especificidad})$  o  $LR- = (c/a + c)/(d/b + d)$

*Recordemos.* Sensibilidad = 0,9609; especificidad = 0,9923

$LR- = (1-0,9609) / 0,9923 = LR- = 0,0391 / 0,9923 = LR- = 0,039$

Entre más cerca de 0 sea el resultado, mejor es el comportamiento de la prueba para captar negativos. Para su interpretación debe sacarse el inverso a ese resultado  $1/0,039 = 25,57$ , lo que indica que por cada 26 personas verdaderas negativas para EPOC hay una persona falsa negativa (tabla 3).

**Tabla 3.** Interpretación del *likelihood ratio*

Likelihood Ratio +	Likelihood Ratio -	Utilidad
≥10	≤0,99	Altamente relevante
5-9,99	0,1-0,199	Buena
2-4,99	0,499-2	Regular
<2	≥0-5	Mala

Fuente: tomada (40) y modificada por los autores.

Teniendo en cuenta lo anterior, las razones de verosimilitud o *LR* ayudan al especialista clínico a adaptar la sensibilidad y especificidad de las pruebas a pacientes individuales. Los especialistas en rehabilitación cardiopulmonar pueden decidir realizar o interpretar una prueba u otra en particular, luego de una buena anamnesis y examen físico al paciente y de acuerdo con los hallazgos clínicos, como síntomas y signos del paciente, y los conocimientos derivados de la práctica profesional. De esta forma, puede sospechar cierto diagnóstico que sería necesario confirmar o descartar para realizar un mejor tratamiento al paciente.

La probabilidad de que un paciente tenga cierta enfermedad a partir de la valoración e historia clínica, de los conocimientos derivados de la práctica médica, de la prevalencia de esta enfermedad en la población y los resultados de investigación, antes de que se tenga el resultado de la prueba diagnóstica, se denomina *probabilidad preprueba* (41-44).

El objetivo de la realizar la prueba diagnóstica es, entonces, obtener información adicional de la enfermedad, con la consecuente modificación de la probabilidad preprueba, lo cual indica que una prueba positiva aumenta la probabilidad de tener la enfermedad; mientras que una prueba negativa la reduce. Adicional a esto, existe la probabilidad posprueba, la cual corresponde a la probabilidad de que el individuo tenga la enfermedad posterior a que se conozcan los resultados de la prueba. Esta es la que más debe interesar a los rehabilitadores cardiopulmonares y pacientes, para confirmar o descartar el diagnóstico y definir si se inicia el programa de rehabilitación o se reorienta para exámenes complementarios (42-45).

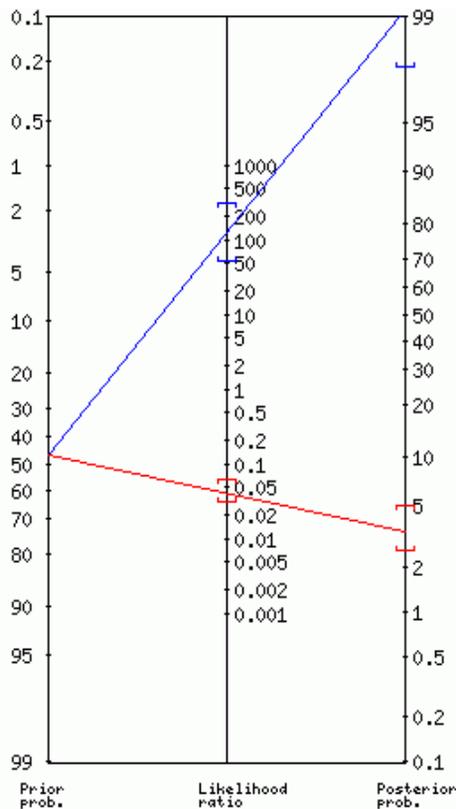
La probabilidad posprueba es sencilla de calcular, basándose en el teorema de Bayes, que multiplica la probabilidad preprueba por el *LR* así (41,42):

$$\text{Probabilidad posprueba} = \text{probabilidad preprueba} \times \text{LR}$$

Existe una herramienta gráfica que, en el ejercicio clínico rutinario es ampliamente usada, porque permite visualizar el cambio de la valoración preprueba posterior a tener los resultados de la prueba diagnóstica: el *normograma de Fagan* (46,47), que se representa en la figura 2. Este consiste en trazar una línea recta desde el valor de la probabilidad preprueba (eje izquierdo) cruzando por la RV de la prueba (eje central),

para finalmente proyectar la línea sobre el valor de la probabilidad de enfermedad posterior a la prueba (eje derecho) (48-51). Continuando con el ejemplo, la probabilidad preprueba es de 0,46 (562 /1210).

**Figura 2.** Normograma de Fagan para tomografía simple vs. espirometría



Fuente: calculado con los valores del ejercicio en <http://araw.mede.uic.edu/cgi-bin/testcalc.pl>

La línea azul grafica la probabilidad posprueba si el resultado es positivo, teniendo en cuenta un  $LR+$  de 124,79; entre tanto, la línea roja representa la probabilidad posprueba si el resultado es negativo, teniendo en cuenta el  $LR-$  de 0,039. En ese normograma se evidencia cómo hay un cambio importante en la probabilidad posprueba en relación con la presencia de la enfermedad.

## Discusión

En el mundo, el volumen de publicaciones científicas en el área de la salud aumenta significativamente día a día, y ello fuerza a los profesionales clínicos a mejorar su capacidad analítica e investigativa (4). La calidad en la toma de las decisiones en el ámbito clínico, hospitalario o ambulatorio depende de la habilidad con la que se interpreten los resultados de los estudios epidemiológicos y la evidencia científica (4,5). A diario, la tecnología diagnóstica evoluciona a efectos de detectar con mayor precisión la enfermedad en los pacientes; por ello, varios autores dedicados a la medicina basada en la evidencia o, en general, a la práctica basada en la evidencia refieren que esta actividad no debe ser un proceso mecánico de únicamente interpretar las medidas necesarias para identificar la precisión y el rendimiento diagnóstico, sino que el clínico debe saber calcular y ejecutar las fórmulas, pues estas son la base para conocer la ruta en el surgimiento de la información que favorece la fácil aplicación en el entorno asistencial.

Y este es el motivo por el cual se justificó la elaboración de este trabajo investigativo enfocado en una metodología didáctica (10-13).

### **Conclusión**

Interiorizar la importancia de entender los conceptos que acompañan la evaluación de pruebas diagnósticas, les ofrece a los especialistas en rehabilitación cardiopulmonar la posibilidad de analizar críticamente los resultados de las ayudas paraclínicas no solo en el contexto de los parámetros normales de clasificación de salud o enfermedad, sino en el escenario del rendimiento, precisión y probabilidad diagnóstica que acompañan a sus pacientes, para que, de esta manera, sean capaces de caracterizar bien el diagnóstico, el tratamiento y el seguimiento de las personas.

Del mismo modo, es importante que los rehabilitadores cardiopulmonares interpreten los resultados de las pruebas diagnósticas no solo en el contexto de los parámetros normales de clasificación de salud o enfermedad, sino en el escenario del rendimiento, precisión y probabilidad diagnóstica, lo que los llevará a elegir de una manera más segura la que mejor los ayude en su ejercicio asistencial.

### **Limitaciones**

El acceso exclusivo para la búsqueda en las siete bases de datos revela evidencia científica localizada

que puede racionar la información; no obstante, el análisis de los artículos deja ver que la literatura socializa este tema de forma fragmentada y que no existía un artículo con enfoque didáctico con el paso a paso y la interpretación, y que integrara todos los conceptos. Sin embargo, desde esta revisión podrán derivarse otras que amplíen su búsqueda con enfoques investigativos académicos.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen a la Universidad Manuela Beltrán y a su equipo docente de la Especialización de Rehabilitación Cardiopulmonar, y a la Universidad de Boyacá, por los espacios académicos que brinda para el fomento de la investigación en el campo de la salud.

### **Financiación**

Los autores no reciben financiación de ninguna institución o empresa; asumen los costos totales de la elaboración y publicación del trabajo de investigación.

### **Conflictos de intereses**

Los autores informan que no tienen conflictos de intereses. Este trabajo es con fines académicos.

## Referencias

1. Leeflang MMG, Allerberger F. How to: evaluate a diagnostic test. *Clin Microbiol Infect.* 2019 Jan;25(1):54-59. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2018.06.011>
2. Leeflang MM, Deeks JJ, Gatsonis C, Bossuyt PM; Cochrane Diagnostic Test Accuracy Working Group. Systematic reviews of diagnostic test accuracy. *Ann Intern Med.* 2008 Dec 16;149(12):889-97. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-149-12-200812160-00008>
3. Sitch AJ, Dekkers OM, Scholefield BR, Takwoingi Y. Introduction to diagnostic test accuracy studies. *Eur J Endocrinol.* 2021 Feb;184(2):E5-E9. <https://doi.org/10.1530/EJE-20-1239>
4. Gogtay NJ, Thatte UM. Statistical Evaluation of Diagnostic Tests (Part 1): Sensitivity, Specificity, Positive and Negative Predictive Values. *J Assoc Physicians India.* 2017 Jun;65(6):80-84.
5. Maxim LD, Niebo R, Utell MJ. Screening tests: a review with examples. *Inhal Toxicol.* 2014 Nov;26(13):811-28. <https://doi.org/10.3109/08958378.2014.955932>. Epub 2014 Sep 29. Erratum in: *Inhal Toxicol.* 2019 Jun;31(7):298. <https://doi.org/10.3109/08958378.2014.955932>
6. Kumar R. Evaluation of diagnostic tests. *Clin Epidemiol Global Health.* 2016;4(2):76-79. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2015.12.001>
7. Medina C. Generalidades de las pruebas diagnósticas, y su utilidad en la toma de decisiones médicas. *Rev Colomb Psiquiatr.* 2011;40(4):787-97. [https://doi.org/10.1016/S0034-7450\(14\)60165-7](https://doi.org/10.1016/S0034-7450(14)60165-7)
8. Swift A, Heale R, Twycross A. What are sensitivity and specificity? *Evid Based Nurs.* 2020 Jan;23(1):2-4. <https://doi.org/10.1136/ebnurs-2019-103225>. Epub 2019 Nov 12. Erratum in: *Evid Based Nurs.* 2022 Apr;25(2):e1. <https://doi.org/10.1136/ebnurs-2019-103225>
9. Salech F, Mery V, Larrondo F, Rada G. Estudios que evalúan un test diagnóstico: interpretando sus resultados. *Rev Méd Chile.* 2008 Sep;136(9):1203-8. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872008000900018>
10. Simundic AM. Diagnostic accuracy-Part 1 Basic concepts: sensitivity and specificity, ROC analysis, STARD statement [internet]. 2009. Disponible en: <https://acutecaretesting.org/-/media/acutecaretesting/files/pdf/diagnostic-accuracy--part-1-basic-concepts--sensitivity-and-specificity-roc-analysis-stard-statement.pdf>

11. Singhvi D, Bon J. CT Imaging and comorbidities in COPD: beyond lung cancer screening. *Chest*. 2021 Jan;159(1):147-53. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.08.2053>
12. Bakker JT, Klooster K, Vliegenthart R, Slebos DJ. Measuring pulmonary function in COPD using quantitative chest computed tomography analysis. *Eur Respir Rev*. 2021 Jul 13;30(161):210031. <https://doi.org/10.1183/16000617.0031-2021>
13. Schnieders E, Ünäl E, Winkler V, Dambach P, Louis VR, Horstick O, Neuhaus F, Deckert A. Performance of alternative COPD case-finding tools: a systematic review and meta-analysis. *Eur Respir Rev*. 2021 May 25;30(160):200350. <https://doi.org/10.1183/16000617.0350-2020>
14. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease-GOLD. Global strategy for prevention, diagnosis and management of COPD: 2022 report [internet]. 2022 Jan 24 [citado 2022 jun 13];1(1):1-56. <https://goldcopd.org/2022-gold-reports-2/>
15. Christenson SA, Smith BM, Bafadhel M, Putcha N. Chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet*. 2022;399:2227. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)00470-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)00470-6)
16. D'Urzo KA, Mok F, D'Urzo AD. Variation among spirometry interpretation algorithms. *Respir Care*. 2020 Oct;65(10):1585-90. <https://doi.org/10.4187/respcare.07294>
17. Hoesterey D, Das N, Janssens W, Buhr RG, Martinez FJ, Cooper CB, Tashkin DP, Barjaktarevic I. Spirometric indices of early airflow impairment in individuals at risk of developing COPD: spirometry beyond FEV1/FVC. *Respir Med*. 2019 Sep;156:58-68. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2019.08.004>
18. Kesmodel US. Cross-sectional studies - what are they good for? *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2018 Apr;97(4):388-93. <https://doi.org/10.1111/aogs.13331>
19. Cataldo R, Arancibia M, Stojanova J, Papuzinski C. General concepts in biostatistics and clinical epidemiology: observational studies with cross-sectional and ecological designs. *Medwave*. 2019 Sep 25;19(8):e7698. <https://doi.org/10.5867/medwave.2019.08.7698>
20. Buka SL, Rosenthal SR, Lacy ME. Epidemiological study designs: traditional and novel approaches to advance life course health development research. En: Halfon N, Forrest CB, Lerner RM, et al., editores. *Handbook of life course health development*. Cham (CH):

- Springer; 2018. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-47143-3\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-47143-3_22)
21. Campbell JM, Klugar M, Ding S, Carmody DP, Hakonsen SJ, Jadotte YT, White S, Munn Z. Diagnostic test accuracy: methods for systematic review and meta-analysis. *Int J Evid Based Healthc*. 2015 Sep;13(3):154-62. <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000061>
  22. Korevaar DA, Gopalakrishna G, Cohen JF, et al. Targeted test evaluation: a framework for designing diagnostic accuracy studies with clear study hypotheses. *Diagn Progn Res*. 2019;3(22). <https://doi.org/10.1186/s41512-019-0069-2>
  23. Heuer C, Stevenson MA. Diagnostic test validation studies when there is a perfect reference standard. *Rev Sci Tech*. 2021 Jun;40(1):261-70. <https://doi.org/10.20506/rst.40.1.3223>
  24. Mouliou DS, Gourgoulialis KI. False-positive and false-negative COVID-19 cases: respiratory prevention and management strategies, vaccination, and further perspectives. *Expert Rev Respir Med*. 2021 Aug;15(8):993-1002. <https://doi.org/10.1080/17476348.2021.1917389>
  25. Aamir A, Hamilton RG. Predictive value model for laboratory tests: diagnostic sensitivity, diagnostic specificity, positive and negative predictive value, efficiency, likelihood ratio ([positive and negative]), incidence and prevalence. En: Mackay IR, Rose NR, Ledford DK, Lockey RF, editores. *Encyclopedia of medical immunology*. New York: Springer; 2014. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9194-1\\_312](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9194-1_312)
  26. Monaghan TF, Rahman SN, Agudelo CW, Wein AJ, Lazar JM, Everaert K, Dmochowski RR. Foundational statistical principles in medical research: sensitivity, specificity, positive predictive value, and negative predictive value. *Medicina (Kaunas)*. 2021 May 16;57(5):503. <https://doi.org/10.3390/medicina57050503>
  27. Leeflang MM, Rutjes AW, Reitsma JB, Hooft L, Bossuyt PM. Variation of a test's sensitivity and specificity with disease prevalence. *CMAJ*. 2013 Aug 6;185(11):E537-44. <https://doi.org/10.1503/cmaj.121286>
  28. Ying GS, Maguire MG, Glynn RJ, Rosner B. Calculating sensitivity, specificity, and predictive values for correlated eye data. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2020 Sep 1;61(11):29. <https://doi.org/10.1167/jovs.61.11.29>
  29. Staffa SJ, Zurakowski D. Statistical evaluation of diagnostic tests: a primer for pediatric surgeons. *J Pediatr Surg*. 2019 Apr;54(4):799-804. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2018.06.010>

30. Trevethan R. Sensitivity, specificity, and predictive values: foundations, pliabilitys, and pitfalls in research and practice. *Front Public Health*. 2017 Nov 20;5:307. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00307>
31. Kotowski M, Szydłowski J. Radiological diagnostics in nasal dermoids: Pitfalls, predictive values and literature analysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2021 Oct;149:110842. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2021.110842>
32. Vali Y, Yang B, Olsen M, Leeflang MMG, Bossuyt PMM. Reporting of test comparisons in diagnostic accuracy studies: a literature review. *Res Synth Methods*. 2021 May;12(3):357-367. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1469>
33. Shreffler J, Huecker MR. Diagnostic testing accuracy: sensitivity, specificity, predictive values and likelihood ratios. 2022 Mar 9. En: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
34. Baratloo A, Safari S, Elfil M, Negida A. Evidence based emergency medicine part 3: positive and negative likelihood ratios of diagnostic tests. *Emerg (Tehran)*. 2015;3(4):170-1.
35. Fierz W. Likelihood ratios of quantitative laboratory results in medical diagnosis: the application of Bézier curves in ROC analysis. *PLoS One*. 2018 Feb 22;13(2):e0192420. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192420>
36. McGinn T, Jervis R, Wisnivesky J, Keitz S, Wyer PC; Evidence-based Medicine Teaching Tips Working Group. Tips for teachers of evidence-based medicine: clinical prediction rules (CPRs) and estimating pretest probability. *J Gen Intern Med*. 2008 Aug;23(8):1261-8. <https://doi.org/10.1007/s11606-008-0623-z>
37. Parikh R, Parikh S, Arun E, Thomas R. Likelihood ratios: clinical application in day-to-day practice. *Indian J Ophthalmol*. 2009 May-Jun;57(3):217-21. <https://doi.org/10.4103/0301-4738.49397>
38. Fierz W, Bossuyt X. Likelihood ratio approach and clinical interpretation of laboratory tests. *Front Immunol*. 2021 Apr 16;12:655262. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.655262>
39. Grimes DA, Schulz KF. Refining clinical diagnosis with likelihood ratios. *Lancet*. 2005 Apr 23-29;365(9469):1500-5. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66422-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66422-7)
40. Silva Fuente-Alba C, Molina Villagra M. Likelihood ratio (razón de verosimilitud): definición y aplicación en radiología. *Rev Argent Radiol*. 2017 Sep;81(3):204-8. <https://doi.org/10.1016/j.rard.2016.11.002>

41. Akobeng AK. Understanding diagnostic tests 2: likelihood ratios, pre- and post-test probabilities and their use in clinical practice. *Acta Paediatr.* 2007 Apr;96(4):487-91. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2006.00179.x>
42. Weatherall M. Information provided by diagnostic and screening tests: improving probabilities. *Postgrad Med J.* 2018 Apr;94(1110):230-5. <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2017-135273>
43. Habibzadeh F, Habibzadeh P. The likelihood ratio and its graphical representation. *Biochem Med (Zagreb).* 2019 Jun 15;29(2):020101. <https://doi.org/10.11613/BM.2019.020101>
44. Uy EJB. Key concepts in clinical epidemiology: estimating pre-test probability. *J Clin Epidemiol.* 2022 Apr;144:198-202. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.10.022>
45. van Norman ER, Klingbeil DA, Nelson PM. Posttest probabilities: an empirical demonstration of their use in evaluating the performance of universal screening measures across settings. *School Psychol Rev.* 2017 Dec 1;46(4):349-62. <https://doi.org/10.17105/SPR-2017-0046.V46-4>
46. Fagan TJ. Letter: Nomogram for Bayes theorem. *N Engl J Med.* 1975 Jul 31;293(5):257. <https://doi.org/10.1056/NEJM197507312930513>
47. Abushouk AI. Evolution of Fagan's nomogram; a commentary. *Emerg (Tehran).* 2016 Summer;4(3):114-5.
48. Caraguel CG, Vanderstichel R. The two-step Fagan's nomogram: ad hoc interpretation of a diagnostic test result without calculation. *Evid Based Med.* 2013 Aug;18(4):125-8. <https://doi.org/10.1136/eb-2013-101243>
49. Safari S, Baratloo A, Elfil M, Negida A. Evidence based emergency medicine; part 4: pre-test and post-test probabilities and Fagan's nomogram. *Emerg (Tehran).* 2016 Winter;4(1):48-51.
50. Ma Z, Chong HY, Liao PC. Real-time safety inspection and planning: a first application of the Fagan nomogram. *Can J Civil Eng.* 2020;47(4):438-49. <https://doi.org/10.1139/cjce-2018-0500>
51. Huang J, Liu M, He W, Liu F, Cheng J, Wang H. Use of the A2DS2 scale to predict morbidity in stroke-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. *BMC Neurol.* 2021;21(33). <https://doi.org/10.1186/s12883-021-02060-8>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

# Estrategias para la evaluación de extractos de polifenoles en modelos *in vitro* de cáncer de vías digestivas

Atilio Junior Ferrebuz-Cardozo<sup>1</sup> , Zilpa Adriana Sánchez-Quitian<sup>1</sup> , Ruby Alba Elizabeth

Márquez-Salcedo<sup>1</sup> , Lady Johanna Carreño-Saltarén<sup>2</sup> 

## Resumen

**Introducción:** Los polifenoles son compuestos que se encuentran naturalmente en alimentos como frutas, verduras, té, vino y chocolates, a los que se les atribuyen beneficios a la salud humana por su capacidad antioxidante. El cáncer de las vías digestivas se encuentra entre la tercera y quinta causas de muerte para la población, por lo que se ha incrementado el interés por realizar los estudios dirigidos a encontrar compuestos polifenólicos que ayuden en su prevención o tratamiento.

**Objetivo:** Identificar las estrategias disponibles para la evaluación de polifenoles en células de cáncer de vías digestivas.

**Metodología:** Búsqueda de literatura en bases de datos como Ovid, Pubmed, Science Direct y Elsevier Journal. Se seleccionaron artículos en los cuales se reporta el efecto biológico de los polifenoles sobre líneas celulares de cáncer de vías digestivas publicados entre 2012 y 2022.

**Resultados:** Varios estudios han reportado el uso de un buen número de líneas celulares como modelos *in vitro* para estudios de polifenoles en cáncer y han resaltado las líneas AGS y HT-29, además de técnicas para la caracterización de los polifenoles, como el ensayo 2,2-Difenil-1-Picril Hidrazilo (DPPH). Sin embargo, para evaluar el efecto biológico se identifican diversas pruebas que deben analizarse antes de su implementación.

**Conclusiones:** En la literatura se identifica que existen varias alternativas y estrategias para la evaluación de extractos vegetales en cultivos *in vitro* de cáncer de vías digestivas; no obstante, antes de pasar al diseño experimental, deben tenerse en cuenta una serie de consideraciones para garantizar la utilidad de los resultados.

**Palabras clave:** extractos vegetales; polifenoles; neoplasias; tracto gastrointestinal; técnicas *in vitro*; capacidad de absorbancia de radicales de oxígeno; concentración inhibitoria 50; apoptosis.

<sup>1</sup> Universidad de Boyacá (Tunja, Colombia).

<sup>2</sup> Caja de Compensación Familiar CAFAM (Bogotá, Colombia).

**Autor de correspondencia:** Atilio Junior Ferrebuz-Cardozo. Correo electrónico: [ajferrebuz@uniboyaca.edu.co](mailto:ajferrebuz@uniboyaca.edu.co)

### Citar este artículo así:

Ferrebuz-Cardozo AJ, Sánchez Quitián A, Márquez-Salcedo RAE, Carreño-Saltarén LJ. Estrategias para la evaluación de extractos de polifenoles en modelos *in vitro* de cáncer de vías digestivas. Rev Investig Salud Univ Boyacá. 2021;9(2):194-213. <https://doi.org/10.24267/23897325.916>

## Strategies for Evaluation of Polyphenol Extracts on *in vitro* Models of Digestive Tract Cancer

### Abstract

**Introduction:** Polyphenols are compounds naturally found in foods such as fruits, vegetables, tea, wine and chocolates, and it was attributed with benefits to human health due to their antioxidant capacity. Cancer of the digestive tract is between the third and fifth cause of death for the population, increasing the interest in carrying out studies aimed at finding polyphenolic compounds that help in their prevention or treatment.

**Objective:** Identify the available strategies for the evaluation of polyphenols in digestive tract cancer cells.

**Method:** A literature search was performed in databases such Ovid, Pubmed, Science Direct and Elsevier Journal and selected articles reporting the biological effect of polyphenols on digestive tract cancer cell lines, published between 2012 and 2022.

**Results:** Currently studies report the use of a good number of cell lines as *in vitro* models for polyphenol studies in cancer highlighting the AGS and HT-29 lines, in addition to techniques for the characterization of polyphenols such as the  $\alpha$ ,  $\alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl DPPH assay, however, to evaluate the biological effect various tests are identified that should be analyzed before implementation. **Conclusions:** The literature identifies that there are many alternatives and strategies for the evaluation of plant extracts in *in vitro* cultures of digestive tract cancer, however, before moving on to the experimental design, a number of considerations should be taken into account to ensure the usability of the results.

**Keywords:** plant extracts; polyphenols; neoplasms; gastrointestinal tract; *in vitro* techniques; oxygen radical absorbance capacity; inhibitory concentration 50; apoptosis.

## Estratégias para a avaliação de extratos de polifenóis em modelos in vitro de câncer do sistema digestivo

### Resumo

**Introdução:** Os polifenóis são compostos encontrados naturalmente em alimentos como frutas, legumes, chá, vinho e chocolates, aos quais são atribuídos benefícios para a saúde humana devido à sua capacidade antioxidante. O câncer do sistema digestivo está entre a terceira e a quinta principais causas de morte na população, o que levou a um interesse crescente em estudos destinados a encontrar compostos polifenólicos que ajudem a prevenir ou tratar esse tipo de câncer.

**Objetivo:** Identificar as estratégias disponíveis para a avaliação dos polifenóis nas células cancerosas do sistema digestivo.

**Metodologia:** Pesquisa bibliográfica em bases de dados como Ovid, Pubmed, Science Direct e Elsevier Journal. Foram selecionados artigos que relatam o efeito biológico dos polifenóis em linhas celulares de câncer do sistema digestivo, publicados entre 2012 e 2022.

**Resultados:** Vários estudos relataram a utilização de várias linhas celulares como modelos in vitro para estudos de polifenóis no câncer destacando as linhas AGS e HT-29, bem como técnicas para a caracterização de polifenóis, como o ensaio 2,2-Difenil-1-Picril Hidrazil (DPPH). No entanto, para avaliar o efeito biológico, são identificados vários testes que devem ser analisados antes da sua aplicação.

**Conclusões:** A literatura identifica que existem várias alternativas e estratégias para a avaliação de extratos de plantas em culturas in vitro de câncer do sistema digestivo; no entanto, antes de passar à concepção experimental, é necessário ter em conta uma série de considerações para garantir a utilidade dos resultados.

**Palavras-chave:** Extratos Vegetais; Polifenóis; Neoplasias, Trato Gastrointestinal; Técnica in vitro; Capacidade de Absorbância de Radicais de Oxigênio; Concentração Inibidora 50; apoptose.

## Introducción

El cáncer es una de las principales causas de muerte en el mundo, por lo que las investigaciones orientadas a la búsqueda de herramientas para el diagnóstico, prevención y tratamiento se ha convertido en una prioridad para la ciencia. El cáncer en las vías digestivas es una enfermedad multifactorial que se puede localizar desde la cavidad oral, el esófago, el estómago, porciones del intestino delgado y, finalmente, en el intestino grueso hasta el recto y el ano. En todo el mundo, los sitios más frecuentes para el diagnóstico son estómago, colon, recto y ano (1). Además, el cáncer gástrico y el cáncer de colon se encuentran entre la tercera y quinta causas de mortalidad por cáncer en el mundo. En los países desarrollados ocupan el tercer lugar en frecuencia en los hombres y el segundo lugar en las mujeres, y su tasa de incidencia aumenta en países no desarrollados (1,2), lo que sugiere que los factores ambientales, hábitos dietarios y estilo de vida constituyen un importante factor de riesgo (3).

Los agentes anticancerosos actuales pueden clasificarse como quimiopreventivos o quimioterapéuticos, según la etapa de la carcinogénesis. Los agentes quimiopreventivos se dividen en agentes de bloqueo, que evitan que los carcinógenos lleguen a los sitios de destino por activación metabólica o al interactuar con macromoléculas como ADN, ARN y proteínas; luego, están los

agentes de supresión, que inhiben la transformación maligna de las células iniciadas (4). Para explorar el potencial quimiopreventivo, las células cancerosas deben exponerse a un agente anticancerígeno alternativamente *in vitro* o en animales para evaluar su respuesta. Existen varios agentes anticancerígenos farmacéuticos obtenidos de productos naturales que en su composición presentan un contenido significativo de polifenoles y han demostrado poseer potentes efectos anticancerígenos y antioxidantes beneficiosos para la salud (1,5).

Los polifenoles hacen parte de una gran variedad de fitoquímicos o metabolitos secundarios producidos por las plantas. Estos comprenden una parte esencial de la dieta humana y son de considerable interés debido a sus propiedades biológicas. Desde el siglo pasado se ha establecido que en plantas estos compuestos se sintetizan principalmente como agentes de defensa contra estimuladores fisiológicos y ambientales (6), y más recientemente en humanos diferentes estudios asocian una dieta rica en polifenoles con una menor incidencia de enfermedades cardiovasculares, trastornos hepáticos, obesidad, diabetes y cáncer, este último asociado con sus propiedades antioxidantes, capacidad de modulación de las vías de señalización, alteración o bloqueo celular, inducción de apoptosis, disminución de inflamaciones y de lesiones preneoplásicas (1,7,8).

Con todo esto, los polifenoles constituyen un grupo de metabolitos ampliamente estudiados y caracterizados. De este modo, se cuenta con una base de datos que incluye 502 polifenoles identificados a partir de 452 alimentos, disponibles desde 2010 y actualizada en 2012 y 2013 (9-11). Sin embargo, en el momento de evaluarlos *in vitro* se han encontrado resultados poco concluyentes, en cuanto a su potencial y las técnicas más empleadas para determinar su viabilidad celular, que pueden generar falsos positivos o sobrestimaciones (12-15). De ahí que sea necesaria una revisión profunda para evaluar las herramientas más idóneas para su caracterización. Por lo tanto, el objetivo de la revisión fue presentar las técnicas empleadas para establecer la utilidad de los polifenoles como alternativa terapéutica en el manejo del cáncer de vías digestivas.

## Metodología

Para la revisión descriptiva se realizó una búsqueda entre mayo y julio de 2022 en las bases de datos Pubmed, Science Direct, Ovid y Elsevier Journal. Se utilizaron las siguientes palabras clave en inglés y español: *cáncer, cáncer gástrico, extractos de polifenoles, efecto antineoplásico, citotoxicidad, apoptosis, ensayos de citotoxicidad*, que generaron diferentes estrategias de búsqueda combinando las palabras clave con los conectores booleanos: OR, AND y NOT. Se incluyeron artículos originales y revisiones sistemáticas de la

literatura publicados en una ventana de tiempo de diez años (2012-2022), en idioma inglés o español con acceso a texto completo. Así, se identificaron 423 artículos por título que fueron sistematizados en una tabla en el programa Excel®, de donde se extrajo la información de la línea celular empleada, la intervención, el comparador (si existe), los métodos de evaluación y los resultados obtenidos. Después del proceso de selección a texto completo y la depuración de duplicados, se incluyeron 55 estudios relacionados con el análisis de polifenoles en cultivos *in vitro* de células provenientes de neoplasias de vías digestivas. Finalmente, después de revisar las técnicas relacionadas en la literatura, y por la necesidad de describirlas se incluyeron adicionalmente referencias anteriores a este periodo, para brindar la información completa de cada una de las técnicas identificadas y presentadas en esta revisión.

## Resultados y discusión

Se recopilaron 55 investigaciones realizadas *in vitro* donde se evidenció el uso de los polifenoles en el cáncer de vías digestivas, identificando diferentes herramientas y pruebas para evaluar la capacidad quimiopreventiva de algunos polifenoles de extractos vegetales. Varios autores coinciden en que la neoplasia maligna colorrectal es una de las principales causas de muerte en hombres y mujeres (16).

En principio, se identificó que los productos naturales y sus derivados cumplen un rol importante en el manejo del cáncer. Los resultados de estos estudios sugieren que la mayoría de estos extractos tienen propiedades antimicrobianas y anticancerígenas, los cuales pueden usarse en nuevas formulaciones y darles una adecuada importancia para promover su consumo e incorporarlos dentro de los hábitos alimentarios (17,18). Un ejemplo lo podemos tomar de la investigación llevada a cabo por Miyata et al. (19) en Asia, China, Corea del Sur e India, el consumo usual del té verde (*Camellia sinensis*) de la familia Theaceae ha demostrado un importante efecto protector contra el cáncer de próstata y una disminución del riesgo de cáncer de próstata con un *odds ratio* (OR) de 0,59. El consumo de más de 3 tazas al día presenta un OR de 0,27, y el consumo de más de 10 tazas al día presenta un OR de 0,67; todos con un intervalo de confianza (IC) del 95%. Este, como muchos otros estudios, respalda la importancia de continuar con investigaciones sobre polifenoles como alternativa al tratamiento de cáncer.

En este punto es indispensable abordar los modelos *in vitro* (líneas celulares) y las herramientas que permiten una correcta valoración de las propiedades biológicas y antineoplásicas disponibles para la caracterización de extractos naturales ricos en polifenoles como alternativa terapéutica en las neoplasias de vías digestivas.

### **Modelos *in vitro* para estudios de cáncer de vías digestivas empleadas para el análisis de la capacidad antioxidante de los polifenoles**

El cultivo de células animales *in vitro* constituye una de las técnicas más eficaces para la investigación de procesos celulares cuyos resultados han generado gran impacto en el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades (20). Al analizar la literatura obtenida, podemos observar para los estudios de polifenoles en modelos *in vitro* de cáncer de vías digestivas que se hace hincapié en el cáncer gástrico y en cáncer colorrectal. Para cáncer gástrico, se encontró que las líneas más empleadas de adenocarcinoma gástrico son AGS (21-25), SGC7901 (cáncer gástrico humano) (25-28), MKN45 (25,29,30), MKN28 (23,25,31), MGC803 (25,32,33), EPG85-257P (34), HGC-27 (25) y para cáncer colorrectal, las líneas más utilizadas de adenocarcinoma colorrectal son HT29 (16,35-37), HCT116 (carcinoma colorrectal) (36-40), SW480 (1,3,37), HCT15 (41), SW620 (39), CaCo2 (36). Dentro de la revisión se encontraron pocos estudios *in vitro* para probar la eficiencia de los polifenoles en líneas celulares provenientes de cáncer de otros sitios anatómicos de las vías digestivas, identificando el uso de células de adenocarcinoma de esófago (TE-1) (30) y de carcinoma EC109 (42) para evaluar la actividad de productos naturales antioxidantes. Sin embargo, desde el punto de vista de productos sintéticos,

existen mayor número de trabajos en los cuales se evalúan diferentes propiedades antineoplásicas en cultivos *in vitro*. Ello nos genera la necesidad de abordar este tipo de estudios *in vitro* para evaluar la eficiencia de los polifenoles en otros tipos de cáncer de vías digestivas.

### ***Evaluación de la actividad biológica de los polifenoles***

#### *Capacidad antioxidante de los polifenoles*

La capacidad antioxidante de frutas y vegetales está ampliamente demostrada, por la presencia de sus polifenoles, además de sus efectos benéficos sobre la salud (43,44), lo cual ha despertado un gran interés en la comunidad científica y generado la necesidad de poder caracterizar estas capacidades de cara a su implementación como alternativas terapéuticas. En nuestra revisión, identificamos cómo la mayoría de los estudios realizaron la técnica 2,2-Difenil-1-Picril Hidrazilo (DPPH), que se basa en la reducción de la absorbancia del radical DPPH y posteriormente su lectura bajo una longitud de onda de 517 nm, que fue la más utilizada en los artículos revisados; sin embargo, no todos presentaron los valores obtenidos (45-49).

Además, se caracterizan mediante la determinación de la concentración media inhibitoria (IC50), técnica que se basa en medir la efectividad de un

compuesto para inhibir una actividad biológica o bioquímica, la cual genera mayor información para determinar los extractos potencialmente activos. En este caso, permite establecer la concentración de los extractos vegetales activos (%AA mayor al 25%) necesaria para disminuir en un 50% la concentración inicial del radical DPPH, teniendo en cuenta que un IC50 bajo está directamente asociado con una actividad antioxidante alta (50).

Dentro de los criterios de selección para extractos vegetales basados en la determinación de IC50, se consideran de alto potencial antioxidante aquellos con valores menores a 30  $\mu\text{g/mL}$ ; con moderado potencial, los ubicados en un rango de entre 30  $\mu\text{g/mL}$  y 100  $\mu\text{g/mL}$ , y de bajo potencial antioxidante, aquellos con un IC50 por encima de 100  $\mu\text{g/mL}$  (51), al analizar solo aquellos extractos que se consideraron activos en el ensayo del DPPH y en las concentraciones más adecuadas para el método.

Entre los estudios revisados, el extracto de mango (*Mangifera indica*) presentó un contenido de fenoles totales de  $217,72 \pm 1,35$  mg de ácido gálico/100g (3). Este extracto presenta un alto contenido de polifenoles, indicativos de su gran capacidad antioxidante.

Para el extracto del té verde, las catequinas, un tipo de polifenoles presentes en elevados niveles en el té verde, son las encargadas de ese sabor amargo, y durante la revisión (19) no se presentaron datos sobre su capacidad antioxidante.

#### Determinación de la concentración inhibitoria

La IC50 es una medida de la potencia que presenta una sustancia o la concentración de un compuesto necesaria para reducir o inhibir *in vitro* una función biológica; en este caso, se trata del crecimiento de las células de cáncer. La mayoría de los estudios realizaron el ensayo MTT (52-55), el cual es un ensayo colorimétrico para evaluar la actividad metabólica celular y el IC50. Cuantifica la actividad realizada por la enzima mitocondrial succinato-deshidrogenasa y genera como producto un compuesto de color azul denominado *formazán*. La cantidad de este producto es proporcional a las células vivas, lo que permite determinar la funcionabilidad mitocondrial de las células tratadas y, de esta manera, identificar las células viables. El colorante incoloro XTT (2,3-bis- [2-metoxi-4-nitro-5-sulfofenil] -2H-tetrazolio-5-carboxanilida) o tetrazolio de segunda generación también se emplea para ensayos de proliferación celular, y junto con MTT, MTS y WST y un aceptor de electrones 1-metoxi fenazina metosulfato (PMS), es posible acelerar la reducción de estas sales, al aumentar la sensibilidad de la técnica (56,57).

La aplicación de esta técnica se debe a las características del ensayo, el cual permite ser escalado a diferentes volúmenes de cultivo y evaluar en un rango lineal hasta un millón de células (58), y además representa el primer paso en el objetivo de eliminar la dependencia de un radioisótopo para la cuantificación de la viabilidad celular (52) y convertirse en el ensayo de citotoxicidad más empleado. Recientemente, hubo varias controversias frente a este ensayo, debido a que varios autores reportaron inconsistencias, en cuanto a que sobrestiman o subestiman el número de células presentes y por tanto la viabilidad celular. A este respecto, la reducción de MTT en este ensayo la pueden modular significativamente diversos factores metabólicos, energéticos, cambios en la actividad de oxidorreductasas, endo-/exocitosis y tráfico intracelular. Además, este error de estimación de la viabilidad celular por el ensayo MTT puede deberse a la reprogramación adaptativa metabólica y mitocondrial de las células sometidas al estrés, mediado por el tratamiento farmacológico o por los efectos del inhibidor. De ahí que hayan concluido que, para evitar una mala interpretación de los resultados, se recomienda la suplementación de los ensayos basados en sales de tetrazolio (MTT y sus variantes) con otros ensayos no metabólicos (12).

Otros autores demostraron en sus experimentos que el MTT presenta afinidad para unirse a gotas de lípidos, por lo cual debe evitarse esta técnica

cuando se utilizan liposomas en la formulación de las moléculas de prueba (13). Gómez Pérez et al. (14) demostraron que pequeñas concentraciones de cobre interfieren con el ensayo del MTT, y de igual manera se ha demostrado la interferencia en extractos metanólicos de plantas y generado una sobrestimación de la viabilidad celular (15).

Van Tonder et al. (59) demostraron que en presencia de compuestos con potencial de óxido-reducción el ensayo MTT fue menos preciso para detectar cambios en el número de células en el rango lineal, y una mayor variación en las concentraciones de IC50 de los inhibidores de la glucólisis probados. A su vez, en general, el ensayo sulforrodamina B (SRB) se desempeñó mejor, teniendo en cuenta todos los parámetros evaluados; de ahí que se haya sugerido como el ensayo más adecuado para su uso en la detección pre-clínica de nuevos compuestos terapéuticos con potencial óxido-reductor.

En un estudio donde se evaluó la miel como alternativa antineoplásica se demostró que la miel es citotóxica hacia las células de cáncer de próstata PC3 y DU145, mediante diferentes ensayos de citotoxicidad. En sus resultados, se muestra que el ensayo MTT presentó errores debidos a la reducción del reactivo MTT por los azúcares reductores de la miel y los compuestos fenólicos; mientras que el ensayo no metabólico de SRB arrojó resultados válidos en cuanto a la cantidad de células,

con la desventaja de que solo mide proteínas y no aporta información sobre el estado de las células presentes. También se realizó un ensayo microscópico de tinción con yoduro de propidio y Hoechst, el cual proporcionó información morfológica sobre el mecanismo de muerte celular. Finalmente, se concluyó que la combinación de los ensayos de SRB y yoduro de propidio/Hoechst proporcionaría la cuantificación más precisa de la citotoxicidad de la miel (60). En otro estudio donde se evaluaba el efecto del extracto natural de uva sobre células de cáncer de colon se empleó el ensayo de SRB satisfactoriamente (38).

De estos hallazgos se infiere que aun cuando el ensayo del MTT es el test de citotoxicidad más utilizado, antes de implementarlo es precisa una revisión exhaustiva para descartar la existencia de alguna interferencia en los estudios que se vaya a realizar. De igual manera, podemos afirmar que emplear pruebas no metabólicas con el ensayo de SRB nos permite tener una prueba de medición que se puede aplicar ampliamente en nuestros estudios con una muy buena sensibilidad y sin la presencia de posibles interferencias originadas por las moléculas que se van a evaluar.

#### Evaluación de la apoptosis o muerte celular

En las áreas biomédicas, el estudio de los cambios biológicos que llevan a la muerte celular ha sido tema de continua investigación para su entendimiento y

**Tabla 1.** Técnicas para el análisis de la apoptosis

Método de detección	Ensayo	Principio
Ensayos mitocondriales	MTT	Cuantifica la cantidad de células viables durante el crecimiento celular a través de la actividad metabólica de las células (56,57).
Alteraciones citomorfológicas	Tinciones histológicas y visualización mediante microscopio de luz o microscopio electrónico de transmisión (TEM)	Es considerada el patrón de referencia (gold standard) para confirmar el estado apoptótico en una célula al poderse observar la membrana celular intacta, desorganización de organelos citoplasmáticos, aumento de tamaño vacuolar, formación de protuberancias irregulares y fragmentación nuclear (62).
Fragmentación del ADN	Marcado de final de corte de dUTP de terminal deoxinucleotidil transferasa o TUNEL	Utiliza la enzima didesoxinucleotidiltransferasa terminal exógena (TdT) para incorporar nucleótidos marcados en el extremo OH 3' de cadenas de ADN fragmentado, los cuales se detectan directa o indirectamente (por ejemplo, a través de biotina o digoxigenina) mediante el uso de trifosfodesoxinucleótidos marcados colorimétrica o fluorescentemente mediante un proceso enzimático (63).
Alteración de membrana	Marcaje celular simultáneo con Anexina V FITC y yoduro de propidio (PI)	Permite la discriminación de las células intactas, células en apoptosis temprana, células en apoptosis tardía y células en necrosis (64).
Actividad enzimática de las caspasas	Western Blot	Las caspasas son un grupo de cisteínil-aspartato proteasas caracterizadas por poseer un residuo de cisteína responsable de la proteólisis de otras proteínas en residuos de aspartato. Estas caspasas están presentes de forma latente en células animales y son activadas en procesos de apoptosis (65,66).

aplicación. Los cambios moleculares, bioquímicos y morfológicos que se dan en un proceso de muerte celular y las consecuencias que generan estos en los tejidos que las contienen han sido cada vez más detallados, gracias a la implementación de metodologías que permiten la elucidación de algunos de estos mecanismos. La técnica de cultivo de células animales se ha convertido en un modelo para identificar la apoptosis celular y detectar eventos particulares de este proceso y mecanismos asociados con este. Los métodos para la detección de apoptosis son variados; sin

embargo, se han clasificado en ensayos mitocondriales y otras técnicas que miden alteraciones citomorfológicas, fragmentación de ADN, alteraciones de membrana y detección de caspasas, descritos en la tabla 1. Para la aplicación de cada uno de estos se deben tener en cuenta las características particulares del tipo celular cultivado, así como el objetivo de caracterización que se pretende alcanzar, restricciones técnicas, costos, entre otros (61).

Estas técnicas se han identificado en diversos estudios para estudiar el efecto de polifenoles en

el cáncer, como el reporte de Liu y Li (30), donde emplearon la caracterización morfológica de las células mediante la doble tinción con naranja de acridina y bromuro de etidio, para evidenciar la reducción del volumen celular y la condensación de la cromatina en células MKN-45 y TE-1. Otro estudio en células de cáncer gástrico SGC-7901, donde se evaluaba el resveratrol, emplearon la tinción con DAPI para evaluar la morfología del núcleo (27).

El ensayo de TUNEL se ha aplicado ampliamente en diferentes tipos de estudios y ha resaltado la determinación de apoptosis en células hepáticas sometidas a extractos de mora (*Morus alba* L.) (67). Por otra parte, el marcaje celular simultáneo con anexina V FITC y yoduro de propidio (PI) se ha reportado en la evaluación de apoptosis inducidas por polifenoles como el resveratrol (27,68-70), extracto de vino rojo (39) y extracto de repollo blanco (24).

Aun cuando los autores emplean diferentes métodos para la cuantificación de la apoptosis, las últimas tendencias indican la cuantificación de proteínas relacionadas con las rutas de apoptosis mediante la técnica de Western Blot, para tener una representación precisa de los procesos bioquímicos que están ocurriendo en las células (30,67,70).

Los hallazgos de estos estudios evidenciaron un mayor número de estudios que emplean la

técnica dependiente de la anexina V para identificar la alteración de la membrana, ya que esta va a permitir evaluar el estado de todas las células estudiadas y discriminar la apoptosis de procesos de necrosis en el cultivo. Adicionalmente, hay una clara tendencia a evaluar las caspasas y los genes que regulan el ingreso a la apoptosis por Western Blot. Sin embargo, ya que todas se han empleado sin ningún inconveniente reportado, la técnica que se elija va a depender del equipamiento disponible en nuestro laboratorio, y de ser posible, incluirá siempre la determinación de mediadores apoptóticos por Western Blot.

## Conclusiones

Los extractos naturales ofrecen una fuente de compuestos y productos con posibles efectos antineoplásicos, principalmente los que contienen altas concentraciones de polifenoles. Su estudio requiere identificar cuáles son las mejores alternativas experimentales para llevar a cabo estos procesos de una forma costoeficiente y con resultados de calidad y significancia estadística. En nuestro estudio, identificamos que la caracterización de la capacidad antioxidante se puede determinar con la IC50 en el ensayo del DPPH. Sin embargo, en las pruebas *in vitro*, si bien la gran mayoría utiliza ensayos de citotoxicidad basados en sales de tetrazolio, es importante resaltar que esta técnica emplea en su principio reacciones de óxido-reducción que pueden ser alteradas por la

presencia de los polifenoles en los extractos probados, por lo que recomendamos pruebas colorimétricas enfocadas en el marcaje de proteínas con el ensayo de sulforhodamina B.

### Recomendaciones

Posterior al análisis de la información plasmada, se recomienda generar una investigación de mayor nivel, como una revisión de alcance o una revisión sistemática de la literatura, donde se evalúen sesgos y se determine si existe una alteración de los resultados de las pruebas que emplean sales de tetrazolio, por la presencia de compuestos como los polifenoles o los extractos que los contengan. Por otra parte, de precisarse el uso de estos métodos de determinación de densidad celular, se recomienda validar los resultados, incluyendo los controles apropiados que permitan evaluar el efecto de los polifenoles sobre el método de cuantificación.

### Limitaciones

Las limitaciones del estudio comprenden la poca evidencia reportada y disponible en los últimos cinco años.

### Financiación

Esta investigación fue financiada por la Universidad de Boyacá.

### Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Referencias

1. Maldonado Celis ME, Urango Marchena LA, Arismendi Bustamante LJ. Propiedades quimiopreventivas del mango y la manzana en el cáncer de colon. *Salud(i)Ciencia*. 2014;20(6):614-8.
2. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Colombet M, Mery L, Piñeros M, et al. Global cancer observatory: cancer today [internet]. 2020. Disponible en: <https://gco.iarc.fr/today/>
3. Corrales-Bernal A, Urango LA, Rojano B, Maldonado ME. Efectos in vitro e in vivo de la pulpa de mango (*Mangifera indica* cv. Azúcar) en la carcinogénesis de colon. *Arch Latinoam Nutr*. 2014;64:16-23.
4. Ferruelo A, Romero I, Cabrera PM, Arance I, Andrés G, Angulo JC. Los efectos de resveratrol y otros polifenoles del vino sobre la proliferación, apoptosis y expresión de receptor androgénico en células LNCaP. *Actas Urol Esp*. 2014;38:397-404.

5. Moore J, Yousef M, Tsiani E. Anticancer effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract and rosemary extract polyphenols. *Nutrients*. 2016;8(11):731. <https://doi.org/10.3390/nu8110731>
6. Bravo L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev*. 1998;56(11):317-33. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01670.x>
7. Brglez Mojzer E, Knez Hrnčič M, Škerget M, Knez Ž, Bren U. Polyphenols: extraction methods, antioxidative action, bioavailability and anticarcinogenic effects. *Mol Basel Switz*. 2016;21(7):901. <https://doi.org/10.3390/molecules21070901>
8. Bouyahya A, Omari NE, El Hachlafi N, Jemly ME, Hakkour M, Balahbib A, et al. Chemical compounds of berry-derived polyphenols and their effects on gut microbiota, inflammation, and cancer. *Mol Basel Switz*. 2022;27(10). <https://doi.org/10.3390/molecules27103286>
9. Neveu V, Perez-Jiménez J, Vos F, Crespy V, du Chaffaut L, Mennen L, et al. Phenol-explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods. *Database*. 2010;2010:bap024. <https://doi.org/10.1093/database/bap024>
10. Rothwell JA, Urpi-Sarda M, Boto-Ordóñez M, Knox C, Llorach R, Eisner R, et al. Phenol-Explorer 2.0: a major update of the Phenol-Explorer database integrating data on polyphenol metabolism and pharmacokinetics in humans and experimental animals. *Database*. 2012;2012:bas031. <https://doi.org/10.1093/database/bas031>
11. Rothwell JA, Perez-Jimenez J, Neveu V, Medina-Remón A, M'Hiri N, García-Lobato P, et al. Phenol-Explorer 3.0: a major update of the Phenol-Explorer database to incorporate data on the effects of food processing on polyphenol content. *Database*. 2013;2013:bat070. <https://doi.org/10.1093/database/bat070>
12. Stepanenko AA, Dmitrenko VV. Pitfalls of the MTT assay: direct and off-target effects of inhibitors can result in over/underestimation of cell viability. *Gene*. 2015 dic;574(2):193-203. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2015.08.009>
13. Angius F, Floris A. Liposomes and MTT cell viability assay: an incompatible affair. *Toxicol Vitro Int J Publ Assoc BIBRA*. 2015 mar;29(2):314-9. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2014.11.009>
14. Gomez Perez M, Fourcade L, Mateescu MA, Paquin J. Neutral Red versus MTT assay of cell viability in the presence of copper compounds.

- Anal Biochem. 2017 oct;535:43-6. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2017.07.027>
15. Karakaş D, Ari F, Ulukaya E. The MTT viability assay yields strikingly false-positive viabilities although the cells are killed by some plant extracts. *Turk J Biol Turk Biyol Derg.* 2017;41(6):919-25. <https://doi.org/10.3906/biy-1703-104>
  16. Cassiem W, de Kock M. The anti-proliferative effect of apricot and peach kernel extracts on human colon cancer cells in vitro. *BMC Complement Altern Med.* 2019;19(1):32. <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2437-4>
  17. Patra S, Pradhan B, Nayak R, Behera C, Das S, Patra SK, et al. Dietary polyphenols in chemoprevention and synergistic effect in cancer: clinical evidences and molecular mechanisms of action. *Phytomedicine Int J Phytother Phytopharm.* 2021 sep;90:153554. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2021.153554>
  18. Maiuolo J, Gliozzi M, Carresi C, Musolino V, Oppedisano F, Scarano F, et al. Nutraceuticals and cancer: potential for natural polyphenols. *Nutrients.* 2021 oct 27;13(11). <https://doi.org/10.3390/nu13113834>
  19. Miyata Y, Shida Y, Hakariya T, Sakai H. Anti-Cancer effects of green tea polyphenols against prostate cancer. *Mol Basel Switz.* 2019;24(1):193. <https://doi.org/10.3390/molecules24010193>
  20. Rahman HS, Tan BL, Othman HH, Chartrand MS, Pathak Y, Mohan S, et al. An overview of in vitro, in vivo, and computational techniques for cancer-associated angiogenesis studies. *BioMed Res Int.* 2020;2020:8857428. <https://doi.org/10.1155/2020/8857428>
  21. Hosseini FS, Noroozi Karimabad M, Hajizadeh MR, Khoshdel A, Khanamani Falahati-Pour S, Mirzaei MR, et al. Evaluating of induction of apoptosis by cornus mass l. extract in the gastric carcinoma cell line (AGS). *Asian Pac J Cancer Prev.* 2019;20(1):123-30. <https://doi.org/10.31557/APJCP.2019.20.1.123>
  22. Desta KT, Kim GS, Abd El-Aty AM, Raha S, Kim M-B, Jeong JH, et al. Flavone polyphenols dominate in *Thymus schimperii* Ronniger: LC-ESI-MS/MS characterization and study of anti-proliferative effects of plant extract on AGS and HepG2 cancer cells. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci.* 2017;1053:1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2017.03.035>
  23. Pagliara V, Nasso R, Di Donato P, Finore I, Poli A, Masullo M, et al. Lemon peel polyphenol extract reduces interleukin-6-induced cell

- migration, invasiveness, and matrix metalloproteinase-9/2 expression in human gastric adenocarcinoma MKN-28 and AGS Cell Lines. *Biomolecules*. 2019;9(12):833. <https://doi.org/10.3390/biom9120833>
24. Hallmann E, Kazimierczak R, Marszalek K, Drela N, Kiernozek E, Toomik P, et al. The nutritive value of organic and conventional white cabbage (*Brassica oleracea* L. Var. capitata) and anti-apoptotic activity in gastric adenocarcinoma cells of sauerkraut juice produced thereof. *J Agric Food Chem*. 2017 sep;65(37):8171-83. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b01078>
25. Chen D-L, Sheng H, Zhang D-S, Jin Y, Zhao B-T, Chen N, et al. The circular RNA circDLG1 promotes gastric cancer progression and anti-PD-1 resistance through the regulation of CXCL12 by sponging miR-141-3p. *Mol Cancer*. 2021 dic 15;20(1):166. <https://doi.org/10.1186/s12943-021-01475-8>
26. Liu ML, Zhang SJ. Effects of resveratrol on the protein expression of survivin and cell apoptosis in human gastric cancer cells. *J BUON Off J Balk Union Oncol*. 2014;19(3):713-7.
27. Yang Y, Huang X, Chen S, Ma G, Zhu M, Yan F, et al. Resveratrol induced apoptosis in human gastric carcinoma SGC-7901 cells via activation of mitochondrial pathway. *Asia Pac J Clin Oncol*. 2018;14(5):e317-24. <https://doi.org/10.1111/ajco.12841>
28. Yang T, Zhang J, Zhou J, Zhu M, Wang L, Yan L. Resveratrol inhibits Interleukin-6 induced invasion of human gastric cancer cells. *Biomed Pharmacother Biomedecine Pharmacother*. 2018;99:766-73. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.01.153>
29. Nowdijeh AA, Moosavi MA, Hosseinzadeh S, Soleimani M, Sabouni F, Hosseini-Mazinani M. Anti-oxidant and selective anti-proliferative effects of the total cornicabra olive polyphenols on human gastric MKN45 cells. *Iran J Biotechnol*. 2019;17(1):e1967. <https://doi.org/10.21859/ijb.1967>
30. Liu B, Li Z. Black currant (*Ribes nigrum* L.) extract induces apoptosis of MKN-45 and TE-1 cells through MAPK- and PI3K/Akt-mediated mitochondrial pathways. *J Med Food*. 2016;19(4):365-73. <https://doi.org/10.1089/jmf.2015.3521>
31. Arcone R, Palma M, Pagliara V, Graziani G, Masullo M, Nardone G. Green tea polyphenols affect invasiveness of human gastric MKN-28 cells by inhibition of LPS or TNF-alpha induced Matrix Metalloproteinase-9/2. *Biochim Open*. 2016;3:56-63. <https://doi.org/10.1016/j.biopen.2016.10.002>

32. Jing X, Cheng W, Wang S, Li P, He L. Resveratrol induces cell cycle arrest in human gastric cancer MGC803 cells via the PTEN-regulated PI3K/Akt signaling pathway. *Oncol Rep.* 2016;35(1):472-8. <https://doi.org/10.3892/or.2015.4384>
33. Zhang Q, Wang X, Cao S, Sun Y, He X, Jiang B, et al. Berberine represses human gastric cancer cell growth in vitro and in vivo by inducing cytostatic autophagy via inhibition of MAPK/mTOR/p70S6K and Akt signaling pathways. *Biomed Pharmacother Biomedecine Pharmacother.* 2020 ago;128:110245. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110245>
34. Mieszala K, Rudewicz M, Gomulkiewicz A, Ratajczak-Wielgomas K, Grzegorzolka J, Dziegiel P, et al. Expression of genes and proteins of multidrug resistance in gastric cancer cells treated with resveratrol. *Oncol Lett.* 2018/02/12 ed. 2018;15(4):5825-32. <https://doi.org/10.3892/ol.2018.8022>
35. Venancio VP, Cipriano PA, Kim H, Antunes LMG, Talcott ST, Mertens-Talcott SU. Cocosplum (*Chrysobalanus icaco* L.) anthocyanins exert anti-inflammatory activity in human colon cancer and non-malignant colon cells. *Food Funct.* 2017 oct;8(1):307-14. <https://doi.org/10.1039/c6fo01498d>
36. Emanuele S, Notaro A, Palumbo Piccionello A, Maggio A, Lauricella M, D'Anneo A, et al. Sicilian litchi fruit extracts induce autophagy versus apoptosis switch in human colon cancer cells. *Nutrients.* 2018 oct 12;10(10):1490. <https://doi.org/10.3390/nu10101490>
37. Kim D-H, Park K-W, Chae IG, Kundu J, Kim E-H, Kundu JK, et al. Carnosic acid inhibits STAT3 signaling and induces apoptosis through generation of ROS in human colon cancer HCT116 cells. *Mol Carcinog.* 2016 jun;55(6):1096-110. <https://doi.org/10.1002/mc.22353>
38. Signorelli P, Fabiani C, Brizzolari A, Paroni R, Casas J, Fabrias G, et al. Natural grape extracts regulate colon cancer cells malignancy. *Nutr Cancer.* 2015;67(3):494-503. <https://doi.org/10.1080/01635581.2015.1004591>
39. Chalons P, Courtaut F, Limagne E, Chalmin F, Cantos-Villar E, Richard T, et al. Red wine extract disrupts Th17 lymphocyte differentiation in a colorectal cancer context. *Mol Nutr Food Res.* abril de 2020;e1901286. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201901286>
40. Jiang T, Wang H, Liu L, Song H, Zhang Y, Wang J, et al. CirclL4R activates the PI3K/AKT signaling pathway via the miR-761/TRIM29/PHLPP1 axis and promotes proliferation and metastasis in colorectal cancer. *Mol Cancer.* 2021

- dic 18;20(1):167. <https://doi.org/10.1186/s12943-021-01474-9>
41. Sharma N, Sharma A, Bhatia G, Landi M, Brestic M, Singh B, et al. Isolation of phytochemicals from *Bauhinia variegata* L. bark and their in vitro antioxidant and cytotoxic potential. *Antioxid Basel Switz.* 2019 oct;8(10). <https://doi.org/10.3390/antiox8100492>
42. Gao Y, Li W, Jia L, Li B, Chen YC, Tu Y. Enhancement of (-)-epigallocatechin-3-gallate and theaflavin-3-3'-digallate induced apoptosis by ascorbic acid in human lung adenocarcinoma SPC-A-1 cells and esophageal carcinoma Eca-109 cells via MAPK pathways. *Biochem Biophys Res Commun.* 2013 ago;438(2):370-4. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2013.07.078>
43. Stavrou IJ, Christou A, Kapnissi-Christodoulou CP. Polyphenols in carobs: a review on their composition, antioxidant capacity and cytotoxic effects, and health impact. *Food Chem.* 2018 dic 15;269:355-74. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.152>
44. Ruskovska T, Maksimova V, Milenkovic D. Polyphenols in human nutrition: from the in vitro antioxidant capacity to the beneficial effects on cardiometabolic health and related inter-individual variability - an overview and perspective. *Br J Nutr.* 2020 feb 14;123(3):241-54. <https://doi.org/10.1017/S0007114519002733>
45. Mutungi MM, Muema FW, Kimutai F, Xu Y-B, Zhang H, Chen G-L, et al. Antioxidant and antiproliferative potentials of ficus glumosa and its bioactive polyphenol metabolites. *Pharm Basel Switz.* 2021 mar 15;14(3). <https://doi.org/10.3390/ph14030266>
46. Merighi S, Travagli A, Tedeschi P, Marchetti N, Gessi S. Antioxidant and antiinflammatory effects of epilobium parviflorum, melilotus officinalis and cardiospermum halicacabum plant extracts in macrophage and microglial cells. *Cells.* 2021 oct 8;10(10). <https://doi.org/10.3390/cells10102691>
47. Mangmool S, Kunpukpong I, Kitphati W, Anantachoke N. Antioxidant and anticholinesterase activities of extracts and phytochemicals of syzygium antisepticum leaves. *Mol Basel Switz.* 2021 may 30;26(11). <https://doi.org/10.3390/molecules26113295>
48. Fonseca-Hernández D, Lugo-Cervantes EDC, Escobedo-Reyes A, Mojica L. Black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) polyphenolic extract exerts antioxidant and antiaging potential. *Mol Basel Switz.* 2021 nov 6;26(21). <https://doi.org/10.3390/molecules26216716>

49. Song S, Lee Y-M, Lee YY, Yeum K-J. Oat (*Avena sativa*) extract against oxidative stress-induced apoptosis in human keratinocytes. *Mol Basel Switz*. 2021 sep 13;26(18). <https://doi.org/10.3390/molecules26185564>
50. Zhu K-X, Lian C-X, Guo X-N, Peng W, Zhou H-M. Antioxidant activities and total phenolic contents of various extracts from defatted wheat germ. *Food Chem*. 2011;126(3):1122-6. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.144>
51. Ramos A, Visozo A, Piloto J, García A, Rodríguez CA, Rivero R. Screening of antimutagenicity via antioxidant activity in Cuban medicinal plants. *J Ethnopharmacol*. 2003 ago;87(2-3):241-6. [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(03\)00156-9](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(03)00156-9)
52. Mosmann T. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *J Immunol Methods*. 1983 dic;65(1-2):55-63. [https://doi.org/10.1016/0022-1759\(83\)90303-4](https://doi.org/10.1016/0022-1759(83)90303-4)
53. Wang Y, Chu F, Lin J, Li Y, Johnson N, Zhang J, et al. Erianin, the main active ingredient of *Dendrobium chrysotoxum* Lindl, inhibits precancerous lesions of gastric cancer (PLGC) through suppression of the HRAS-PI3K-AKT signaling pathway as revealed by network pharmacology and in vitro experimental verification. *J Ethnopharmacol*. 2021 oct 28;279:114399. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114399>
54. Deng P, Li K, Gu F, Zhang T, Zhao W, Sun M, et al. LINC00242/miR-1-3p/G6PD axis regulates Warburg effect and affects gastric cancer proliferation and apoptosis. *Mol Med Camb Mass*. 2021 ene 29;27(1):9. <https://doi.org/10.1186/s10020-020-00259-y>
55. Quintana-Castillo JC, Ávila-Gómez IC, Ceballos-Ruiz JF, Vargas-Muñoz LJ, Estrada-Gómez S. Efecto citotóxico de fosfolipasas A2 del veneno de *Crotalus durissus cumanensis* de Colombia. *Rev Investig Salud Univ Boyacá*. 2017;4(1):16-37. <https://doi.org/10.24267/23897325.194>
56. Denizot F, Lang R. Rapid colorimetric assay for cell growth and survival: Modifications to the tetrazolium dye procedure giving improved sensitivity and reliability. *J Immunol Methods*. 1986;89(2):271-7. [https://doi.org/10.1016/0022-1759\(86\)90368-6](https://doi.org/10.1016/0022-1759(86)90368-6)
57. Banfalvi G. Methods to detect apoptotic cell death. *Apoptosis*. 2017;22(2):306-23. <https://doi.org/10.1007/s10495-016-1333-3>
58. Kumar P, Nagarajan A, Uchil PD. Analysis of Cell Viability by the MTT Assay. *Cold Spring Harb Protoc*. 2018 jun;2018(6). <https://doi.org/10.1101/pdb.prot095505>

59. van Tonder A, Joubert AM, Cromarty AD. Limitations of the 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl-2H-tetrazolium bromide (MTT) assay when compared to three commonly used cell enumeration assays. *BMC Res Notes*. 2015 feb;8:47. <https://doi.org/10.1186/s13104-015-1000-8>
60. Abel SDA, Baird SK. Honey is cytotoxic towards prostate cancer cells but interacts with the MTT reagent: Considerations for the choice of cell viability assay. *Food Chem*. 2018 feb;241:70-8. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.083>
61. Kari S, Subramanian K, Altomonte IA, Murugesan A, Yli-Harja O, Kandhavelu M. Programmed cell death detection methods: a systematic review and a categorical comparison. *Apoptosis Int J Program Cell Death*. 2022 ago;27(7-8):482-508. <https://doi.org/10.1007/s10495-022-01735-y>
62. Feldman AT, Wolfe D. Tissue processing and hematoxylin and eosin staining. *Methods Mol Biol Clifton NJ*. 2014;1180:31-43. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1050-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1050-2_3)
63. Errami Y, Naura AS, Kim H, Ju J, Suzuki Y, El-Bahrawy AH, et al. Apoptotic DNA fragmentation may be a cooperative activity between caspase-activated deoxyribonuclease and the poly(ADP-ribose) polymerase-regulated DNAS1L3, an endoplasmic reticulum-localized endonuclease that translocates to the nucleus during apoptosis. *J Biol Chem*. 2013 feb 1;288(5):3460-8. <https://doi.org/10.1074/jbc.M112.423061>
64. Jamali T, Kavooosi G, Safavi M, Ardestani SK. In-vitro evaluation of apoptotic effect of OEO and thymol in 2D and 3D cell cultures and the study of their interaction mode with DNA. *Sci Rep*. 2018 oct 25;8(1):15787. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34055-w>
65. Julien O, Wells JA. Caspases and their substrates. *Cell Death Differ*. 2017 ago;24(8):1380-9. <https://doi.org/10.1038/cdd.2017.44>
66. Kesavardhana S, Malireddi RKS, Kanneganti T-D. Caspases in cell death, inflammation, and pyroptosis. *Annu Rev Immunol*. 2020 abr 26;38:567-95. <https://doi.org/10.1146/annurev-immunol-073119-095439>
67. Cheng K-C, Wang C-J, Chang Y-C, Hung T-W, Lai C-J, Kuo C-W, et al. Mulberry fruits extracts induce apoptosis and autophagy of liver cancer cell and prevent hepatocarcinogenesis in vivo. *J Food Drug Anal*. 2020;28(1):84-93. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2019.06.002>

68. Qin Y, Ma Z, Dang X, Li W, Ma Q. Effect of resveratrol on proliferation and apoptosis of human pancreatic cancer MIA PaCa-2 cells may involve inhibition of the Hedgehog signaling pathway. *Mol Med Rep.* noviembre de 2014;10(5):2563-7. <https://doi.org/10.3892/mmr.2014.2511>
69. Xu S, Yao J, Ainiwaer M, Hong Y, Zhang Y. Analysis of bacterial community structure of activated sludge from wastewater treatment plants in winter. *BioMed Res Int.* 2018;2018:1-8. <https://doi.org/10.1155/2018/8278970>
70. Xu J, Liu D, Niu H, Zhu G, Xu Y, Ye D, et al. Resveratrol reverses Doxorubicin resistance by inhibiting epithelial-mesenchymal transition (EMT) through modulating PTEN/Akt signaling pathway in gastric cancer. *J Exp Clin Cancer Res CR.* enero de 2017;36(1):19. <https://doi.org/10.1186/s13046-016-0487-8>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons  
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

The logo features the text "ISUB" in a serif font, centered within a white circle. This circle is set against a horizontal gray band that spans the width of the image.

ISUB

## INDICACIONES PARA LOS AUTORES

### Enfoque/alcance ALCANCE Y POLITICA EDITORIAL

La **Revista Investigación en Salud de la Universidad de Boyacá (ISUB)**, es una revista científica de publicación semestral arbitrada (modalidad doble ciego), la cual se encarga de publicar artículos científicos derivados de trabajos de investigación y/o académicos Nacionales e Internacionales con el fin de contribuir a aportar conocimientos del área de la salud, para la formación y actualización científica de sus lectores. La Revista está dirigida a profesionales, investigadores, docentes y estudiantes de Ciencias de la Salud.

#### LA REVISTA PUBLICA TRABAJOS CIENTÍFICOS EN ESPAÑOL, INGLÉS Y PORTUGUÉS EN LAS SIGUIENTES TIPOLOGÍAS

**1) Artículo de investigación científica y tecnológica.** Documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos terminados de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro apartes importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.

**2) Artículo de reflexión.** Documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

**3) Artículo de revisión.** (Revisión sistemática, Revisión de alcance, Revisiones cualitativas o meta-síntesis y Revisión descriptiva). Documento

resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

**4) Artículo corto.** Documento breve que presenta resultados originales preliminares o parciales de una investigación científica o tecnológica, que por lo general requieren de una pronta difusión.

**5) Reporte de caso.** Documento que presenta los resultados de un estudio sobre una situación particular con el fin de dar a conocer las experiencias técnicas y metodológicas consideradas en un caso específico. Incluye una revisión sistemática comentada de la literatura sobre casos análogos.



**6) Cartas al editor.** Posiciones críticas, analíticas o interpretativas sobre los documentos publicados en la revista, que a juicio del Comité Editorial constituyen un aporte importante a la discusión del tema por parte de la comunidad científica de referencia.

**7) Editorial. Documento** escrito por el editor, un miembro del Comité Editorial o un investigador invitado sobre orientaciones en el dominio temático de la revista.

**8) Reseña bibliográfica.**

## **PROCEDIMIENTO PARA LA ELECCIÓN DE LOS ARTÍCULOS A INCLUIR EN LA REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD**

- Los artículos remitidos a la Revista son revisados inicialmente por el editor, quien remite el manuscrito a la sección correspondiente del Comité Editorial para verificar que cumplan con los elementos formales que se solicitan en las indicaciones a los autores. Si no cumple con los criterios, el documento no continúa el proceso de elección y se informará al autor de correspondencia.

- Después del cumplimiento de los requisitos formales, el documento es enviado a dos evaluadores para la revisión. Los evaluadores deben ser expertos en el tema del artículo. Este proceso se realiza de forma anónima y confidencial (moda-

lidad doble ciego). Por esta razón, las partes no conocen las identidades del autor ni del revisor respectivamente y es el editor quien se encarga de la correspondencia entre ellos a través del Open Journal System (OJS).

- De acuerdo a los conceptos de los pares evaluadores, el Comité Editorial define si se publicará o no. En cualquiera de los casos se notifica al autor del concepto de los pares evaluadores.

- Si en el proceso de evaluación del artículo es evaluado positivamente por un par evaluador y negativamente por otro, se remite a un tercer par evaluador y de acuerdo a su concepto se decide la inclusión del documento en la revista.

- Cuando un artículo se acepta condicionado a cambios, los autores deben enviar la versión revisada y un escrito explicando los cambios efectuados producto de las recomendaciones de los pares evaluadores. Si están en desacuerdo con alguna de ellas, deben explicarse los motivos.

- Realizados los cambios por el autor, el Comité Editorial remite el documento a un corrector de texto y estilo, luego el artículo es devuelto al autor para que dé su aprobación en un plazo no mayor de 5 días hábiles.

- Todos los artículos que presenten investigaciones en seres humanos deben ceñirse a las normas



éticas emanadas de la Declaración de Helsinki y de la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia. Se debe guardar la confidencialidad y anonimato de los pacientes. Cuando se trate de investigaciones en animales, se debe tener en cuenta la Ley 84 de 1989 y hacer referencia explícita al uso de medidas apropiadas para minimizar el dolor. En cualquier caso, es indispensable tener la aprobación del Comité de ética en Investigación de la Institución donde se realizó el estudio.

- Cuando un manuscrito es rechazado la Revista de Investigación en Salud, se reserva el derecho de conservar una copia para registro y control.
- El [proceso editorial](#) completo tiene una duración promedio de 6 a 8 meses y se emplean los siguientes formularios de evaluación:
  - [Formulario de Evaluación comité editorial](#)
  - [Formulario de Evaluación por Pares](#)
  - [Formulario de Evaluación por Pares \(Revisión por Tema\)](#)

## REMISIÓN DEL MANUSCRITO

El manuscrito debe ser remitido por el sistema de gestión documental OJS de la revista ISUB

## [OJS Revista Investigación en Salud](#)

Si usted no dispone de una cuenta en la revista puede registrarse gratuitamente haciendo clic [aquí](#).

El texto del manuscrito debe ser enviado en formato *Microsoft Word®*, junto a este se debe adjuntar obligatoriamente la *declaración de originalidad, responsabilidad y cesión de derechos de copia del manuscrito*, firmado por todos los autores en constancia de que conocen y están de acuerdo con su contenido y que no ha sido publicado anteriormente en formato impreso o electrónico, que no se presentarán a ningún otro medio antes de conocer la decisión de la revista y que de ser aceptado para su publicación los autores transfieren los derechos de copia en todas las formas y medios conocidos, a la Universidad de Boyacá, esta deberá ser escaneada y adjuntada en formato PDF y el *formato de metadatos de gestión editorial*, ambos formatos disponibles para descarga en: [Documentos para envío del artículo](#). La falta de alguna de estos documentos es causal del rechazo del artículo en la primera fase del [proceso editorial](#).

En el caso de existir material suplementario este debe ser informado y entregado en conjunto con el manuscrito.



Una vez culminado el proceso editorial, el artículo será publicado de forma provisional en el sistema OJS de la revista, para los autores con filiación colombiana es indispensable que el artículo se encuentre registrado en el CvLAC para su publicación en línea.

En caso de no ser publicado el artículo, la Universidad de Boyacá accede a retornar los derechos enunciados a sus autores. Los conceptos de los trabajos son de total responsabilidad de los autores, ni la Revista Investigación en Salud ni la Universidad de Boyacá se responsabilizan por tales conceptos emitidos.

Cuando se utilizan tablas o figuras que no sean originales, los autores tienen la responsabilidad de obtener los permisos necesarios para reproducir cualquier material protegido por derechos de reproducción y adjuntar una carta original que otorgue ese permiso e incluir en el texto del manuscrito la fuente de donde se toma.

## ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS ARTÍCULOS

La Revista se acoge al acuerdo sobre Requisitos Uniformes para preparar los manuscritos enviados a Revistas Biomédicas, elaborado por el Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (ICMJE) que se encuentran publicadas como "Uniform requirements for manuscripts

submitted to biomedical journal" en (<http://www.icmje.org>). Las recomendaciones actualizadas al 2019 están disponibles en idioma inglés en: <http://www.icmje.org/icmje-recommendations.pdf>, La versión en español al año 2016 se puede consultar en <http://www.icmje.org/recommendations/translations/spanish2016.pdf>.

*Los manuscritos deben ser de máximo 20 páginas, en Microsoft Word®, tamaño carta a doble espacio. Tipo de letra Arial 12 puntos, con márgenes izquierdo y derecho de 3 cm, superior e inferior de 2,5 cm. Todas las páginas deben ser numeradas en el ángulo inferior derecho, utilizar solo abreviaturas estándar, se deben numerar las líneas secuencialmente desde inicio hasta el final del manuscrito (número de línea).*

El número de autores por manuscrito será evaluado por el comité editorial, tomando en consideración los elementos propios que justifiquen la cantidad de coautores relacionados.

## TEXTO DEL MANUSCRITO

El **texto del manuscrito** consiste en un único archivo en formato *Microsoft Word®* con el siguiente contenido de acuerdo a cada tipo de artículo y encabezado por el título en negrilla, que será cargado en el ítem **Texto del artículo**.



**1. Título del manuscrito en español e inglés** (máximo 165 caracteres) en el cual no deben incluirse acrónimos ni abreviaturas. *En título no debe ser escrito con mayúsculas sostenidas.*

**2. Título corto en español e inglés** (máximo 50 caracteres) *En título corto no debe ser escrito con mayúsculas sostenidas.*

**3. Resumen y Abstract:** El resumen debe ser estructurado, incluir máximo 250 palabras y dividido en las siguientes secciones: (Introducción, Objetivo, métodos, resultados y conclusiones). Debe ser escrito en forma impersonal, sin referencias, ni abreviaturas. Se debe incluir una traducción en inglés del resumen (Abstract); si el artículo fue escrito en idioma inglés u otro idioma se debe presentar en español.

**4. Palabras clave (Key words):** Se incluyen de 3 a 6 palabras clave a continuación del resumen; deben estar contenidas en la lista de DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) de Bireme para el resumen en español y en MeSH (Medical Subjects Headings) para el resumen en inglés o Abstract. Las palabras clave deben ser escritas en letra minúscula a excepción de los nombres propios, estar separadas con punto y coma“;” y registradas en el OJS de forma individual.

**5. Cuerpo del texto:** Su desarrollo y esquema depende del tipo de trabajo y sección a la que van a ser destinados. El manuscrito debe ser conciso, debe evitarse el uso de modismos, regionalismos o cualquier variación idiomática. Las fórmulas y expresiones matemáticas deben estar de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades. No se aconseja el uso de abreviaturas excepto para unidades de medida. En caso de utilizar abreviaturas, siglas o acrónimos, la primera vez que se mencionen en el texto deben ir precedidas por las palabras completas que las originan. Cada párrafo basado en otros textos debe llevar su correspondiente citación siguiendo los requisitos de uniformidad para manuscritos sometidos a revistas biomédicas (Normas Vancouver). Ejemplos de este tipo de citación pueden ser encontrados en [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

A continuación, se detallan los requisitos para cada tipo de artículo:

**A. Artículos originales:** El texto debe constar de los siguientes apartados siguiendo el “Formato IMRYD” Introducción, materiales y métodos, resultados y discusión. La extensión del texto no debe ser mayor a 20 páginas incluyendo la bibliografía, las tablas y las figuras.

Elementos que debe incluir el artículo:



- Seguir los criterios de calidad respectivos para el diseño del estudio realizado:

- Para estudios Observacionales (casos y controles, estudios transversales, estudios de cohorte) se recomienda aplicar la declaración [STROBE](#), y la extensión que corresponda a su diseño de investigación.

- Para estudios de ensayos clínicos se debe aplicar la declaración [SPIRIT](#).

- Para ensayos clínicos aleatorizados se debe aplicar la declaración [CONSORT](#).

- Para estudios de precisión diagnóstica se debe aplicar la declaración [STARD](#).

- Para estudios cualitativos se debe aplicar la declaración [COREQ](#).

- Para estudios de modelos de predicción multivariable para diagnóstico o pronóstico individual se debe aplicar la declaración [TRIPOD](#).

- Para investigaciones en modelos animales se debe aplicar las directrices [ARRIVE](#).

- Cualquier otra guía que se requiera utilizar según su diseño de estudio debe quedar claramente indicada en el manuscrito sometido,

el listado completo se puede consultar en <https://www.equator-network.org>

- Habilidades críticas y flexibilidad por parte de los autores.

- Aportes tangibles de los autores que evidencie la contribución al estado actual conocimiento y propendan por su reproducibilidad.

Estructura del manuscrito: el artículo debe incluir los siguientes apartados:

- **Introducción:** Debe especificar el objetivo del trabajo, el resumen de la literatura del estado del arte. Se destacan los antecedentes teóricos y prácticos del estudio, alcances, limitaciones, la importancia y utilidad de los resultados.

- **Materiales y métodos:** Se debe describir el diseño del estudio y la lista de chequeo de calidad aplicada, la población sobre la que se ha hecho el estudio, el tamaño y el tipo de muestra, describir todas las técnicas y los elementos que se utilizaron durante la realización del trabajo. Debe incluirse el tipo de análisis estadístico. En esta sección es imprescindible mencionar las consideraciones éticas y la aprobación por el comité de ética de la institución.



- **Resultados:** Se presentan en secuencia lógica en el texto; no se deben repetir en este los datos de las tablas o gráficos.

- **Discusión:** Se presentan los aspectos relevantes del estudio, comparar los resultados con los otros estudios. Las conclusiones se establecen claramente, como respuesta del estudio a la pregunta de la investigación contenida en los objetivos, o la hipótesis.

Considerando que la revista se acoge a la ICMJE, solamente se publicaran ensayos clínicos que hayan sido registrados en uno de los registros para ensayos clínicos validados por la ICMJE. El número debe registrarse al final del resumen.

**B. Artículo de reflexión derivado de investigación:** Consta de una introducción y el tema central que se desarrolla con respecto a los apartados de la misma, estos deben aparecer como subtítulos sin numeración. La extensión del texto no debe ser mayor a 12 páginas incluyendo las referencias, las tablas y las figuras.

**C. Artículo de Revisión:** las revisiones consideradas para su publicación deben cumplir con la descripción del diseño adoptado por los autores, dentro de los cuales la revista contempla:

**Revisión sistemática (Con o sin metaanálisis),** se basa en un método de ejecución y comunicación estructurado y riguroso que la hacen reproducible y de alto valor de la evidencia científica sobre el tema abordado. Permite dar respuesta a preguntas concretas sobre efectividad, seguridad clínica, o toma de decisiones en salud.

Elementos que debe incluir el artículo:

- Seguir los criterios para revisiones sistemáticas y de metaanálisis de la declaración [PRISMA](#) empleando la extensión correspondiente a su diseño.

- Presentación de las características cuantitativas y/o cualitativas de estudios primarios.

- En caso que aplique según sus resultados: Análisis de resultados globales y combinados de datos (Metaanálisis)

- Habilidades críticas y flexibilidad por parte de los autores.

*Estructura del manuscrito:* el artículo debe incluir los siguientes apartados:

**Título:** el título debe dar cuenta de la profundidad del estudio (Revisión sistemática, metaanálisis o ambos).



**Resumen:** debe incluir, según corresponda: a) Introducción: antecedentes; b) objetivo; c) Métodos: Diseño, fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; d) resultados; e) conclusiones; número de registro de la revisión sistemática. (Apartado escrito en tiempo pasado)

**Introducción:** Incluye los antecedentes del tema de la revisión y al final de este apartado se expone el objetivo y la pregunta general de la revisión. (Apartado escrito en tiempo presente) **Materiales y métodos:** Explica el diseño (Revisión sistemática, metaanálisis o ambos). Presenta un protocolo de búsqueda estandarizado con registro Cochrane o Próspero, Criterios de elegibilidad, Formulación de una pregunta de investigación claramente establecida. (Componentes del modelo PICO y sus variantes, PICOT, PICOTT, PICOS, PIPOH, PECORD, PIRD, PESICO), Fuentes de información, Búsqueda, Selección de los estudios, Proceso de extracción de datos, Evaluación de calidad metodológica y riesgo de sesgos en los estudios individuales (Especificar la lista de chequeo y herramientas empleadas), Medidas de resumen, Síntesis de resultados, Riesgo de sesgo entre los estudios y Análisis adicionales. ([Declaración PRISMA](#)). (Apartado escrito en tiempo pasado)

**Resultados:** debe ser sistemática y resumida, según hallazgos encontrados, incluyendo: el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo. Los estudios seleccionados presentaran sus característica cualitativas y cuantitativas. En caso de presentar los resultados con metaanálisis de los datos agrupados, combinando los resultados de los diferentes estudios, incluyendo estimación de heterogeneidad y sensibilidad de los datos en análisis, estimaciones del efecto y su significancia estadística, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot). Los análisis adicionales realizados (Meta regresiones, análisis por subgrupos o agregados, entre otros). (Apartado escrito en tiempo pasado)

**Discusión y conclusión:** Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ej., proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud). Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ej., riesgo de sesgo) y de la revisión (por ej., obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva). Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias,



así como las implicaciones para la futura investigación.

**Revisión de alcance (Scoping reviews, mapping reviews, scoping studies)**, esta revisión proporciona una visión general de la evidencia científica y permite responder a preguntas sobre la naturaleza y la diversidad de la evidencia/conocimiento disponible. Un examen de alcance tendrá un “alcance” más amplio con los correspondientes criterios de inclusión menos restrictivos. Plantea pregunta basada en el PCC (Población, Concepto y Contexto) y considera como un estudio previo a la revisión sistemática.

Elementos que debe incluir el artículo:

Seguir los criterios para revisiones de alcance contenidos en la extensión [PRISMA-ScR](#).

Identifica tipos de pruebas tangibles en un área del conocimiento específica.

Identifica y analiza vacíos de conocimientos. Esclarece conceptos, definiciones claves y sus características en la literatura científica afín.

Aborda el desarrollo de las investigaciones en un área del conocimiento específica.

**Estructura del manuscrito:** el artículo debe incluir los siguientes apartados:

**Título:** El título del protocolo (y del examen subsiguiente) debe ser informativo de tema, incluyendo al final el término “...: una revisión del alcance” para permitir su correcta indexación.

**Resumen:** Debe hacer énfasis en los hallazgos recientes y novedosos que aporta la revisión. (Apartado escrito en tiempo pasado)

**Introducción:** debe ser amplia evidenciando las definiciones y elementos principales del tema que se explora, afirmar las búsquedas preliminares de otras revisiones de alcance, sistemáticas u otras existentes, articulándose las razones de los autores para abordarlo y finalmente exponer el objetivo general de la revisión de alcance, que se ajuste a los criterios nemotécnicos de los criterios de inclusión. La extensión sugerida para la sección de introducción del protocolo de examen del alcance es de máximo 1.000 palabras. (Apartado escrito en tiempo presente)

**Materiales y métodos:** Explica el diseño (Revisión de alcance) y el protocolo a priori. Debe incluir la pregunta de revisión de alcance con los elementos PCC (Población, Concepto y Contexto) y de ser necesario describir sub preguntas relacionadas con el



contexto. Definir los criterios de inclusión de las fuentes, tipos de participantes (Características, edad y otros criterios de clasificación apropiados), el concepto básico examinado (Cuestionarios, formatos, contenidos, instrumentos-psicometría, identificación de resultados de interés de estudio, cartografía y otros). Definir el contexto (Factores culturales, ubicación geográfica, intereses sociales, culturales o de género; o de entornos específicos). Describir las estrategias de búsqueda la cual debe ser iterativa, transparente y auditable (*Son susceptibles de ser solicitadas en el proceso editorial*). Aportar el proceso de selección de las fuentes de evidencia y presentar el diagrama de flujo de todo el proceso de revisión ([PRISMA-ScR](#)). Indicar el tipo de software utilizado para gestión de los hallazgos de la búsqueda, detallar el proceso de extracción de los datos y análisis de la evidencia. (Apartado escrito en tiempo pasado)

**Resultados:** Los resultados de un examen del alcance pueden presentarse como un mapa de los datos extraídos de los documentos incluidos en forma de diagrama o de tabla, y/o en un formato descriptivo que se ajuste al objetivo o los objetivos y al alcance del examen. Los elementos de los criterios de inclusión de la PCC pueden ser útiles para orientar la forma más adecuada de cartografiar los datos.

**Discusión:** se incluye un examen de los resultados y de las limitaciones de las fuentes utilizadas en el contexto de la literatura revisada y sus implicaciones actuales, según las dimensiones consideradas por los autores que escriben la revisión de alcance **No** se deben repetir los resultados. (Apartado escrito en tiempo presente)

**Conclusiones y recomendaciones:** inicia con la conclusión general derivada de los resultados obtenidos y podrán esbozarse las conclusiones coincidentes con la PCC y el objetivo.

**Apéndices:** Los autores pueden anexarlo o pueden ser requeridos por el comité editorial, en todo caso estos apéndices se numerarán consecutivamente según estrategia de búsqueda, fuentes excluidas después de la lectura de texto completo, instrumento (Matriz) de extracción de datos.

**Revisiones cualitativas o meta-síntesis,** este tipo de revisión sintetiza y/o interpreta los hallazgos de los distintos tipos de diseños de estudios cualitativos primarios; aunque cuenta con distintos enfoques de acuerdo sus propósitos y métodos de síntesis, como son la meta-agregación, la meta-síntesis cualitativa, la meta-etnografía y otras, todas estas tipologías comparten una serie de requisitos metodológicos mínimos, por lo cual



se debe seguir en su reporte los lineamientos de la declaración [ENTREQ](#).

*Estructura del manuscrito:* el artículo debe incluir los siguientes apartados:

**Título:** Debe ser informativo de tema, incluyendo al final la tipología de revisión cualitativa.

**Resumen:** Debe hacer énfasis en los hallazgos recientes y novedosos que aporta la revisión cualitativa (apartado escrito en tiempo pasado).

**Introducción:** Debe ser amplia evidenciando las definiciones y elementos principales del tema que se explora, afirmar las búsquedas preliminares de otras revisiones cualitativas previas existentes, articulándose las razones de los autores para dar este abordaje y finalmente exponer el objetivo general de la revisión cualitativa. La extensión sugerida es de máximo 1.000 palabras (apartado escrito en tiempo presente).

**Materiales y métodos:** Identificar la metodología de síntesis o el marco teórico que sustenta la síntesis y describir el fundamento de la elección de la metodología. Especificar estrategia de búsqueda electrónica, criterios de selección de artículos, fuente de los datos,

métodos de selección y evaluación de estudios, métodos de codificación, síntesis, comparación de hallazgos y derivación de constructos inductivo y/o deductivo, incluyendo uso de Software especializados.

**Resultados:** Debe ser concreto y resumido, según hallazgos encontrados, incluyendo: proceso de selección y evaluación de estudios, presentar características de los estudios seleccionados y reportar la estructura teórica obtenida con sus constructos (incluido el meta-tema y los hallazgos in vivo que los soportan), idealmente usar esquemas, tablas y gráficos para ilustrar resultados (apartado escrito en tiempo pasado).

**Discusión y conclusión:** Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado; considerar su relevancia para grupos clave (por ej., proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud). Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados, además de proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias, así como las implicaciones para la futura investigación.

**Revisión descriptiva (Narrativa),** está orientada a examinar, describir y discutir los hallazgos de un tema de forma amplia, desde lo teórico y teniendo en cuenta el con-



texto evolutivo. Se considera una estrategia para mantener al día la información sobre un área específica e incidir en la actualización del lector sin la necesidad de leer grandes cantidades de documentos. Los autores de la revisión deben tener experiencia previa en el tema objeto de la revisión.

Elementos que debe incluir el artículo:

- Descripción objetiva y amplia del tema.
- Fundamentación teórica o contextual del problema.
- Habilidades críticas y flexibilidad por parte de los autores.
- Aportes tangibles de los autores que evidencie la contribución al estado actual conocimiento y propendan por su reproducibilidad.

*Estructura del manuscrito:* el artículo debe incluir los siguientes apartados:

**Resumen:** Debe hacer énfasis en los hallazgos recientes y novedosos que aporta la revisión. (Apartado escrito en tiempo pasado)

**Introducción:** Incluye los antecedentes del tema de la revisión y al final de este apartado

se expone el objetivo. (Apartado escrito en tiempo presente)

**Materiales y métodos:** Explica el diseño (Revisión descriptiva) y protocolo precisando los métodos utilizados, los criterios para seleccionar los documentos revisados, incluye información sobre la búsqueda bibliográfica y los criterios de selección, estrategias para la recuperación de la información y ventana de tiempo en la que se seleccionaron los artículos. Identificación de las fuentes documentales y descripción de las variables a estudio, el contexto y ser reproducible. (Apartado escrito en tiempo pasado)

**Desarrollo y discusión:** Se presenta una síntesis de los resultados y los aspectos más relevantes producto de la investigación, explicados y discutidos. Se debe tener en cuenta la organización y estructuración de los datos empleado subtítulos afines según los hallazgos, además, de la discusión de los resultados dialogantes con los estudios que los apoyan evidenciando el aporte de los autores que escriben la revisión. Se aconseja incluir tablas o figuras elaboradas por los autores que mejoren la comprensión de la información. Al final de este apartado se expondrán de manera clara las limitaciones presentadas durante la revisión. (Apartado escrito en tiempo presente)



**Conclusiones:** serán basadas en las inferencias más importantes obtenidas del análisis temático. Es usual proponer nuevas hipótesis o líneas de investigación (recomendaciones)

**Referencias:** Se debe presentar el listado de referencias empleadas en la construcción del artículo, sin que sean menor a 50.

**D. Reporte de caso:** Puede enmarcarse en los siguientes cuatro tipos de reporte de caso: *reporte de caso sin revisión de la literatura*, *reporte de caso con revisión de la literatura*, *reporte de una serie de casos*. En general debe llevar la siguiente estructura: Título, resumen y abstract, palabras clave (5), introducción, presentación del caso, discusión, conclusiones y referencias bibliográficas. El autor debe especificar el tipo de reporte del caso que remite. para cualquier tipología se debe aplicar la declaración [CARE](#).

*Estructura del manuscrito:* el artículo debe incluir los siguientes apartados:

**Título:** Debe contener el diagnóstico o intervención de enfoque primario seguido de las palabras: “reporte de caso o seria de casos”.

**Resumen:** Debe hacer énfasis en que es singular este reporte, qué aporta a la literatura

científica y a la práctica clínica (apartado escrito en tiempo pasado).

**Introducción:** Incluye los antecedentes del tema de la revisión y debe centrarse en resumir por qué este caso es único, al final de este apartado se expone el objetivo (apartado escrito en tiempo presente) (apartado escrito en tiempo presente).

**Presentación del caso o casos:** Información específica del(os) paciente (es) anónima, antecedente, información de signos, síntomas y hallazgos clínicos relevantes, evolución cronología, diagnóstico, evaluación, terapéutica e intervención aplicada, seguimientos y resultados clínicos. Especificar si el(los) paciente(s) dio(dieron) su consentimiento informado (apartado escrito en tiempo pasado). Si son varios casos, se sugiere uso de tablas o esquemas que muestren sus características.

**Discusión y conclusiones:** Incluir fortalezas y limitaciones asociadas con el reporte, contrastar con hallazgos de la literatura científica y fundamentar científicamente los aportes sugeridos a la práctica clínica.

**Referencias bibliográficas:** Se debe presentar el listado de referencias empleadas en la construcción del artículo.



## 5. Agradecimientos

Se incluirán contribuciones que necesiten agradecimiento, pero no justifiquen autoría, como por ejemplo el apoyo general dado por el director de un departamento. Otros ejemplos incluyen a consejeros científicos, revisores, recolectores de datos, entre otros. *Este apartado es obligatorio.*

## 6. Declaración de conflictos de interés

Se incluirá un párrafo con los “descargos de responsabilidad” en donde se declaren los conflictos de interés. *Este apartado es obligatorio.*

## 7. Financiación

Incluir información sobre fuentes de financiación, si estas existieron (por ejemplo, aportes de Colciencias o del Banco de la República; Aportes de la industria farmacéutica, del proveedor de algún equipo, o implementos, recursos propios, entre otros). *Este apartado es obligatorio.*

## 8. Referencias bibliográficas

Los autores deben proveer referencias directas a la fuente original cuando sea posible, garantizando que como mínimo el 50 % de las referencias corresponden a los últimos cinco años. No utilizar abstract de conferencias como una referencia, las referencias de artículos aceptados pero que

no han sido publicados deben designarse como “*in press*”. Los autores deben asegurar que todas las citas sean precisas evitando la presencia de errores en la citación de los artículos, para minimizar estos errores las referencias pueden ser verificadas empleado una fuente bibliográfica electrónica como Pubmed o copias impresas de fuentes originales, adicionalmente los autores son responsables de verificar que ninguna de las referencias cite artículos retractados a excepción de cuando se refiera a la retracción.

La Revista emplea el “*Estilo Vancouver*” para la citación de referencias bibliográficas.

*Citación en el texto:* Las referencias en el texto aparecerán como números arábigos entre paréntesis al finalizar la idea o texto que se requiere referenciar y serán enumeradas consecutivamente de acuerdo con el orden de aparición en el texto.

*Lista de referencias:* Las referencias en la lista final se identifican con el número arábigo que corresponda a la numeración establecida en las citaciones a lo largo del texto, seguido de un punto. La estructura de la referencia debe cumplir las normas Vancouver y finalizan con el DOI de la referencia empleando el formato <https://doi.org/10.24267/issn.2389-7325>.

A continuación, se dan algunos ejemplos para el estilo de las referencias, siguiendo las normas de Vancouver.



**Revista científica:** la forma adecuada de citar revistas científicas es la siguiente. Se deben tener en cuenta el orden de los datos, los espacios y la puntuación:

Autores (primer apellido seguido de las iniciales del nombre). Título. Abreviatura de la revista. Año; volumen: página inicial-página final. <https://doi.org/10.24267/issn.2389-7325>

Cuando son más de seis autores, se enumeran los primeros seis autores seguido por et al.

Las abreviaturas de las revistas pueden ser consultadas en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>

**Libro o documento:** Se deben tener en cuenta el orden de los datos, los espacios y la puntuación: Autores (primer apellido seguido de las iniciales del nombre). Título. Edición (en los casos que corresponda). Ciudad de publicación: editorial; año. página inicial-página final o número total de páginas. <https://doi.org/10.24267/issn.2389-7325>

**Capítulo de libro o documento:** Se deben tener en cuenta el orden de los datos, los espacios y la puntuación:

Autores (primer apellido seguido de las iniciales del nombre). Título del capítulo. En: autor del libro, editores. Título del libro. Edición (en los

casos que corresponda). Ciudad de publicación: editorial; año. Página inicial-página final. <https://doi.org/10.24267/issn.2389-7325>

**Documentos en páginas web:** Se deben tener en cuenta el orden de los datos, los espacios y la puntuación:

Autores (primer apellido seguido de las iniciales del nombre). Título. Fecha de consulta: día, mes, año. Disponible en: página exacta en donde abre el documento.

**Tesis:** Se deben tener en cuenta el orden de los datos, los espacios y la puntuación:

Autores (primer apellido seguido de las iniciales del nombre). Título de la tesis. Precisar entres corchetes [tesis]. Lugar [País o estado]. Entidad Académica. Año de presentación. Enlace al repositorio.

**Documentos legales:** Se deben tener en cuenta el orden de los datos, los espacios y la puntuación:

Título completo de la ley que cita [incluya número y año de la ley]. Fecha completa de promulgación. Número en el Diario Oficial. Disponible en: página exacta en donde abre el documento.



## 9. Tablas y figuras

En el manuscrito se aceptarán un número máximo de 6 entre tablas, figuras, gráficos, ilustraciones o imágenes, ubicadas en el espacio correspondiente dentro de cada sección del artículo. Cada una debe tener un título corto y claro en la parte superior que permita al lector comprender el contenido de la tabla sin necesidad de regresar al texto. Los cuadros se deben elaborar en el modelo más sencillo de tablas del programa Word, con el contenido configurado en Arial 10 a espacio sencillo.

Si es el caso las anotaciones explicativas se deben colocar en la parte inferior como abreviaturas. Los títulos y las explicaciones detalladas deben ser parte de la leyenda y no de la figura en sí. Si se utilizan símbolos, flechas, números o letras para identificar partes de la ilustración estos deben ser explicados claramente en la leyenda.

Si se reproducen fotografías o datos de pacientes, estos no deben identificar al sujeto. En todos los casos los autores son responsables de obtener el consentimiento informado escrito del paciente que autorice su publicación, reproducción y divulgación. Si se emplean imágenes sujetas a derechos de autor, los autores son responsables de tramitar las autorizaciones requeridas para la publicación y divulgación de las mismas.

Una vez su artículo sea aceptado para publicación el Comité editorial de la revista ISUB solicitará el envío de las imágenes como archivos independientes en formato jpg o gif de buena resolución (mínimo 300 dpi).

Última actualización, 25 de octubre de 2021



**DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD, GARANTÍAS Y CESIÓN DE DERECHOS DE COPIA**

Los autores del artículo (Título del manuscrito) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

certificamos haber revisado y convalidado el manuscrito y haber contribuido con el material científico e intelectual, análisis de datos y redacción y que ningún material contenido en el mismo está incluido en ningún otro manuscrito. Nos hacemos responsables de su contenido y aprobamos su publicación.

Declaramos que el manuscrito no se presentará a consideración de Comités de otras publicaciones, hasta tanto no obtengamos respuesta escrita de la decisión de publicación del artículo.

Dejamos constancia de haber obtenido consentimiento informado de los pacientes sujetos de investigación en humanos, de acuerdo con los principios éticos contenidos en la Declaración de Helsinki, así como de haber recibido aprobación del protocolo por parte de los Comités Institucionales de Ética donde los hubiere.

Cedemos a la **REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD** los derechos de autor y propiedad intelectual, derechos de copia en todas las formas y medios conocidos. En caso de no ser publicado el artículo, la Universidad de Boyacá accede a retornar los derechos enunciados a los autores.

En constancia de lo anterior, se firma la declaración en la ciudad de \_\_\_\_\_ a los \_\_\_\_\_ días, del mes de \_\_\_\_\_, del año \_\_\_\_\_.

Nombre y apellidos	Firma	Tipo y núm. de documento de identidad
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

The logo features the text "ISUB" in a serif font, centered within a white circle. This circle is set against a horizontal gray band that spans the width of the image. The gray band is composed of two parallel lines, creating a central channel where the circle is placed.

ISUB

## INSTRUCTIONS TO THE AUTHORS

### Scope and editorial policy

The Health Research Journal of the University of Boyacá, is a reviewed biannual publication (double-blind modality), which is in charge of publishing scientific articles derived from national or international research as well as academic works in order to provide further knowledge to the healthcare area, for the training and scientific updating of the readers. The journal is addressed to professionals, researchers, and health science field teachers and students.

#### THE JOURNAL IS COMPRISED OF THE FOLLOWING SECTIONS:

**1) Science and technological research article.** This document displays in detail the original results of completed research projects. Generally, the structure that is used has four important aspects: introduction, methodology, results and conclusions.

**2) Reflection article.** This document displays the results of completed research project from an analytical, interpretative or critical approach from the author about a specific subject using original sources.

**3) Review article.** This document is the result of a completed research where the results of published and unpublished researches are analyzed, systematized and integrated about a field in science or technology, in order to give an account of the advances and the trends of development.

It is characterized by presenting a thorough literature review of at least 50 references.

**4) Short paper.** A brief document that displays preliminary or partial original results of a scientific or technological research which generally require prompt dissemination.

**5) Case report.** A brief document that displays the results of the study of a particular situation in order to make known the considered technical and methodological experiences in a specific case.

**6) Subject review.** This document is the result of the critical review of the literature of a particular subject.

**7) Letters to the editor.** Critical, analytical or interpretative positions, regarding the documents published in the journal, which in view of the Committee, represent an important contribution



to the discussion of the subject on the part of the scientific community.

**8) Editorial.** This is a document written by the editor, and a member of the Editorial Committee or guest researcher, about orientations in the thematic control of the journal.

**9) Discussion paper not derived from research.**

**10) Literature review.**

## ARTICLE SELECTION PROCESS

Procedure for the article selection to be included in the Health Research Journal:

- Articles submitted to the Journal are initially reviewed by members of the Editorial Committee to verify that they fulfill the formal elements requested in the instructions to the authors. If it does not fulfill the criteria, the document does not continue the selection process and it will be sent back to the author with the necessary indications.
- After the fulfillment of the formal requirements, the document is sent to two evaluators for its revision. The evaluators must be experts in the topic of the article. This process is done anonymously and confidentially. For this reason, the parties will not know the identities of the author or the reviewer respectively and the editor will be the person who handles the correspondence between them.
- According to the concepts of the evaluators, the Editorial Committee defines whether it will be published or not. In either case a letter is sent to the author with the concepts of the evaluators.
- If the article evaluation process is assessed positively by one evaluator and negatively by another, the article is referred to a third evaluator and according to his/her concept the inclusion of the document in the journal will be decided.
- When an article is accepted subject to change, authors must submit the revised version and a written statement explaining the changes made as a result of peer recommendations. If they disagree with any of them, the reasons must be explained.
- Once the changes have been made by the author, the Editorial Committee sends the document to a style proofreader, then the article is returned to the author for approval within a period of no more than 8 working days.

- All articles that perform research on human beings should follow the ethical norms emanating from the Declaration of Helsinki and resolution 8430 of 1993 from the Health Ministry of Colombia. In the case of animal research, it has to take into account the Law 84 of 1989 and make an explicit reference to the use of appropriate measures to minimize the pain. In any case, it is essential to have the approval of the Research Ethics Committee of the institution where the study was conducted. Confidentiality and anonymity of the patients should be kept.

### **SUBMISSION OF THE MANUSCRIPT**

The article must be sent via e-mail with a declaration of originality, responsibility and copyright assignment manuscript, scanned and signed by all the authors in which they state that they are aware as well as they know and agree with its content and that it has not been previously published in printed or electronic format, which will not be submitted to any other means before knowing the decision of the journal and that if it is accepted for publication the authors transfer the copyright in all known ways and means to the University of Boyacá. In case of not being published the article, the University of Boyacá accedes to return the enunciated rights to its authors. The concepts of the paper are entirely the responsibility of the authors, neither the Research Journal

in Health nor the Faculty of Health Sciences of the University of Boyacá are responsible for such concepts issued.

When non-original tables or figures are used, authors are responsible for obtaining the necessary permissions to reproduce any copyrighted material and attach an original letter granting such permission and include in the text of the manuscript the source where it is taken from.

The document and its annexes must be sent via e-mail to the following address:

**Revista Investigación en Salud**  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad de Boyacá  
Tunja, Colombia  
E-mail: revcis@uniboyaca.edu.co

### **ORGANIZATION AND PRESENTATION OF THE ARTICLES**

The Journal accepts the agreement on Uniform Requirements for the preparation of manuscripts submitted to Biomedical Journals, prepared by the International Committee of Directors of Medical Journals, which are published as "Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journal" at ([http:// www.icmje.org](http://www.icmje.org)). The Spanish version can be consulted in the Pan-American Journal of Public Health (Rev Panam Salud Pública



2004; 15:41-57) in [http://journal.paho.org/index.php?a\\_ID=51](http://journal.paho.org/index.php?a_ID=51).

The papers must be 20 pages maximum, in Microsoft Word ®, letter size, double spacing. Arial 12 font, with margins of 2.5 cm on all four sides. All pages should be numbered in the lower right corner.

## 1. TITLE PAGE

On the first page, the title of the article should appear (maximum 165 characters) (in English and Spanish) in which acronyms and abbreviations should not be included, it must also include names and last names of each author (in the order in which they wish to appear), authors appear only with their institutional affiliation, without position or academic titles. Full details of the author responsible for the correspondence must be included: name, last names, address, telephone, fax and e-mail address.

**AUTHORSHIP:** As established in the Uniform Requirements to be considered as author of a paper, it is essential to have made substantial contributions in all of the following aspects:

a) The conception and design, the acquisition of the data and information, or the analysis and interpretation of the data.

b) Article planning or revision of important intellectual content.

c) Final approval of the version to be published.

The **second page** should include the rest of the manuscript, with the following content according to each type of article and headed by the bold title.

## 2. ABSTRACT

The abstract should be structured in a maximum of 250 words and divided into the following sections: (Introduction - Objective, methods, results and conclusions). It must be written using an impersonal language, without references or abbreviations. An English translation of the summary should be included; If the article was written in English or another language, it must also be presented in Spanish.

## 3. KEYWORDS

5 to 10 key words should be included following the abstract; they must be included in the list of DeCS (Health Sciences Descriptors) from BIREME for the abstract in Spanish and in MeSH (Medical Subjects Headings) to the abstract (or summary) in English.

#### 4. BODY OF THE TEXT

Its development depends on the type of work and section which is going to be delivered. The writing must be concrete, it should avoid using idioms, regionalisms or any language variation. The formulas and mathematical expressions should be in accordance with the International System of Units. It is not recommended to use abbreviations, except for the measurement units. In case of using abbreviations, initials or acronyms, the first time mentioned in the text they must be placed before by the complete words that originated them. Each paragraph is based on the text and it has to be quoted following the consensus requirements for writings submitted to biomedical magazines (Vancouver Norms). Examples of this type of quoting can be found in [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).

The requirements are detailed for each type of article hereunder:

**Original Articles:** The text must have the following sections, in accordance to the "IMRYD format" (Introduction, Methods, Results and Discussion). The length of the text must not exceed 20 pages, including the references, tables and figures.

**Introduction:** It must specify the objectives of the paper, the summary of state of the art. It

should highlight the theoretical and practical background of the study, reaches, limitations, the importance, and the utility of the results.

**Material and methods:** The paper must describe the type of study, the population upon which the study was made, the size and type of the sample, indicating where the study has been done, describing all the techniques and the elements used along the development of the work. The type of statistical analysis must be included. In this section, it is essential to mention the ethical considerations and the approval from the Ethical Committee of the institution.

**Results:** Those must be presented in a logical sequence in the text; the tables and graphics must not be repeated.

**Discussion:** It must should include the relevant aspects of the study, comparing the research results with other studies. The conclusions are clearly established as an answer to the research question included in the objectives or the hypothesis.

**Reflection Article:** It consists of an introduction and the main topic developed taking into account its sections, those should appear as subtitles without numbering. The length of the text must not be over 15 pages, including the references, charts and figures.



**Review Article:** The text must have the following sections: a) Introduction: It specifies the paper objective and it summarizes the reasons for its study or observation. b) Methodology: where it should be indicated the consulted databases, the search parameters (keywords) and the time established for the author regarding publishing dates of the articles consulted. c) Conclusions: Where the most relevant ideas of the review and the author's opinion on the topic are presented. The length of the text should not exceed 20 pages including references, tables and figures. d) References: The number of references should not be less than 50.

**Case Report:** The following four types of case report can be included: case report without literature review, case report with literature review, report of a series of cases and systematic review of cases. In general, it should have the following structure: Title, abstract, keywords (5), introduction, and presentation of the case, discussion, conclusions and references. The author must specify the type of report of the case.

## 5. DECLARATION OF CONFLICTS OF INTEREST

The paper should include a paragraph with the "disclaimers" where the conflicts of interest and information on sources of financing are declared, if they existed (for example, contributions from

Colciencias or Banco de la República; Contributions from the pharmaceutical industry, from the supplier of any equipment or implements, etc.).

## 6. ACKNOWLEDGMENTS

It should include contributions that need appreciation, but that do not justify the authorship, such as the general support given by the director of a department. Other examples include scientific advisors, reviewers, data collectors, etc.

## 7. REFERENCES

The journal uses the "Vancouver Style" for quoting references. References are identified with Arabic numbers; they are listed according to the order of quotations in the text. The references in the text will appear as numbers in brackets at the end of the idea or text that is required to reference.

Here are some examples for the style of the references, following the norms of Vancouver.

**Scientific journal:** The appropriate way of quoting scientific journals is the following. The order of data, spaces and punctuation must be taken into account.

Authors (first last name followed by the initials of the name). Title. Abbreviation of the magazine. Year; Volume: start page-end page. [Http://dx.doi.org/](http://dx.doi.org/)



When there are more than six authors, the first six authors are listed and followed by “et al”.

**Book or document:** The order of data, spaces and punctuation must be taken into account.

Authors (first last name followed by the initials of the name). Title. Edition (where it concerns). City of publication: editorial; year. Page-end page the total number of pages.

**Chapter of book or document:** The order of data, spaces and punctuation must be taken into account.

Authors (first last name followed by the initials of the name). Title of chapter. In: author of the book, publishers. Title of the book. Edition (where it concerns). City of publication: editorial; year. Home page-final page.

**Documents on web pages:** The order of data, spaces and punctuation must be taken into account.

Authors (first last name followed by the initials of the name). Title. Date of consultation: day, month, year. Available in: exact page where the document opens.

## 8. TABLES AND FIGURES

Tables and figures should be sent as independent files in good resolution in JPG or GIF format (minimum 300 dpi), each one should have a title at the upper section and if this is the case, annotations at the bottom. Indicating the exact place where it is required to place the tables and figures in the text with the legend “insert table or figure xx here”. If photographs or patient data are reproduced, they should not identify the individual. In all cases, the authors are responsible for obtaining the written informed consent form of the patient that authorizes its publication, reproduction and disclosure.

The logo features the text "ISUB" in a serif font, centered within a white circle. This circle is set against a horizontal gray band that spans the width of the image. The circle has a thin gray border.

ISUB



**DECLARATION OF ORIGINALITY, ETHICS, GUARANTEES AND COPYRIGHT TRANSFER.**

The authors of this article (Title of the manuscript) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_,  
 certify to have revised, validated the manuscript, contributed to the scientific and intellectual material, data analysis and edition. In addition, we certify that none of the material in the document is included in any other manuscript. We are held responsible for its content and we approve its publication.

We stated that the manuscript will not be submitted for consideration to other publication committees, until there is a written response regarding the decision of the article publication.

We leave a written record that an informed consent was obtained from patients as human research subjects in accordance with the ethical principles embodied in the Declaration of Helsinki as well as having received the protocol approval of the Institutional Ethics Committee, if applicable.

We give the HEALTH RESEARCH JOURNAL the copyright and intellectual property, the right to copy in all its forms and means. In the event that the article was not to be published, Universidad de Boyacá assents to return the aforementioned rights to the authors.

As evidence of the above, this declaration is signed in the city/town of \_\_\_\_\_  
 on (date) \_\_\_\_\_.

Name and last name	Signature	Type of document and number
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

The logo features the text "ISUB" in a serif font, centered within a white circle. This circle is set against a horizontal grey band that spans the width of the image.

ISUB

# INSTRUÇÕES AOS AUTORES

## ESCOPO E POLÍTICA EDITORIAL

A Revista Pesquisa em Saúde da Universidade de Boyacá (ISUB), é uma publicação semestral arbitrada (modo duplo-cego), responsável pela publicação de artigos científicos resultantes de trabalhos de investigação e/ou acadêmicos nacionais e internacionais, visando contribuir para proporcionar conhecimentos na área da saúde e para a formação e atualização científica dos seus leitores. A Revista é dirigida a profissionais, pesquisadores, docentes e estudantes de Ciências da Saúde.

### A REVISTA É COMPOSTA PELAS SEGUINTE SEÇÕES:

Caracteriza-se por apresentar uma cuidadosa revisão bibliográfica de pelo menos 50 referências.

**1) Artigo de investigação científica e tecnológica.** Documento que apresenta, em detalhes, os resultados originais de projetos de pesquisa concluídos. A estrutura geralmente utilizada contém quatro seções importantes: introdução, metodologia, resultados e conclusões.

**4) Artigo curto.** Um breve texto que apresenta resultados originais preliminares de uma investigação científica ou tecnológica, que geralmente necessitam de uma difusão imediata.

**2) Artigo de reflexão.** Documento que apresenta resultados de pesquisas concluídas a partir de uma perspectiva analítica, interpretativa ou crítica do autor, sobre um tema específico, recorrendo as fontes originais.

**5) Relato de caso.** Documento que apresenta os resultados de um estudo sobre uma situação particular, a fim de divulgar as experiências técnicas e metodológicas consideradas em um caso específico. Inclui uma revisão sistemática da literatura sobre casos análogos.

**3) Artigo de revisão.** Documento que resulta de uma pesquisa finalizada onde são analisados, sistematizados e integrados os resultados de pesquisas publicadas ou não, em um campo da ciência ou tecnologia, a fim de explicar os progressos e as tendências de desenvolvimento.

**6) Revisão de tema.** Um documento resultante de uma revisão crítica da literatura sobre um tema específico.

**7) Cartas ao editor.** Posições críticas, analíticas ou interpretativas sobre os documentos publicados na revista, que, na opinião do Conselho



Editorial, constituem um aporte importante à discussão do tema por parte da comunidade científica de referência.

**8) Editorial.** Documento escrito pelo editor, um membro do comitê editorial ou um pesquisador convidado sobre orientações no domínio temático da Revista.

**9) Documento de reflexão não derivado de investigação.**

**10) Nota bibliográfica.**

## PROCESSO DE SELEÇÃO ARTIGOS

**Procedimento para a seleção de artigos para incluir na Revista Pesquisa em Saúde:**

- Os artigos submetidos à revista são inicialmente examinados pelo Comitê Editorial para a verificação da conformidade com os elementos formais solicitados nas instruções aos autores. Se o artigo não cumprir os critérios, o documento não continua o processo de seleção e é enviado para o autor com as informações necessárias.
- Depois de verificados os requisitos formais, o documento é enviado a dois avaliadores para análise. Os avaliadores devem ser especialistas no assunto do artigo. Este processo é

feito de forma anônima e confidencial. Por esta razão, as partes não conhecerão a identidade do autor ou revisor, respectivamente, e é o editor que trata da correspondência entre eles.

- De acordo com os conceitos dos avaliadores, o Comitê Editorial define se o trabalho é ou não publicado. Em ambos os casos é enviada uma carta ao autor com os conceitos dos avaliadores.
- Se no processo de avaliação o artigo for avaliado positivamente por um avaliador e negativamente pelo outro, é remetido a um terceiro avaliador e de acordo com o seu conceito é decidida a inclusão ou não do artigo na Revista.
- Quando um artigo é aceito sujeito a alterações, os autores deverão enviar a versão corrigida e uma carta explicando as alterações feitas, dadas as recomendações dos pares. Se os autores não concordarem com qualquer uma delas, deverão explicar as razões.
- Depois de realizadas as alterações pelo autor, o Comitê Editorial remete o documento a um revisor de estilo, em seguida, o artigo é devolvido ao autor para a sua aprovação em não mais que 8 dias úteis.

- Todos os artigos que apresentem pesquisas em seres humanos devem aderir aos padrões éticos da Declaração de Helsinki e da resolução 8430 de 1993 do Ministério da Saúde da Colômbia. No caso das pesquisas com animais, deve ser considerada a Lei 84 de 1989 e fazer-se referência explícita ao uso de medidas adequadas para minimizar a dor. Em qualquer caso, deve haver aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da instituição onde o estudo foi realizado. Deve-se manter a confidencialidade e anonimato dos pacientes.

### **SUBMISSÃO DO MANUSCRITO**

O artigo deve ser enviado por e-mail com uma declaração de originalidade, responsabilidade e transferência de direitos de cópia do manuscrito, digitalizada e assinada por todos os autores afirmando que eles conhecem e concordam com o seu conteúdo e que este não foi publicado anteriormente nem impresso nem em formato eletrônico, que não será submetido a qualquer outro meio antes de conhecer a decisão da Revista, e que caso seja aceito para publicação, os autores transferirão os direitos de cópia em todas as formas e meios conhecidos para a Universidade de Boyacá. Caso o artigo não seja publicado, a Universidade de Boyacá aceita retornar os direitos enunciados aos seus autores. Os conceitos dos trabalhos são de exclusiva responsabilidade dos autores. Nem a revista Pesquisa em Saúde nem a Faculdade de

Ciências da Saúde da Universidade de Boyacá são responsáveis por tais conceitos emitidos.

Quando são utilizadas tabelas ou figuras que não são originais, os autores são responsáveis pela obtenção de permissão para reproduzir qualquer material protegido por direitos de reprodução e deverão anexar uma carta original de concessão dessa autorização e incluir no texto a fonte de onde foi retirado.

O documento e os seus anexos devem ser enviados por e-mail para o seguinte endereço:

#### **Revista Pesquisa em Saúde**

Faculdade de Ciências da Saúde  
Universidade de Boyacá  
Tunja, Colômbia  
E-mail: revcis@uniboyaca.edu.co

### **ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS**

A Revista se baseia no acordo sobre Requisitos Uniformes para manuscritos submetidos às Revistas Biomédicas, preparado pelo Comité Internacional de diretores de Revistas médicas, que encontram-se publicados como “Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journal” em (<http://www.icmje.org>). A versão em espanhol está disponível na Revista Panamericana de Salud Pública (Rev Panam Saúde Pública 2004;



15: 41-57) em [http://journal.paho.org/index.php?a\\_ID=51](http://journal.paho.org/index.php?a_ID=51).

Os trabalhos devem ser no máximo 20 páginas, Microsoft Word®, tamanho carta e espaço duplo. Tipo de letra Arial 12 pontos, com margens de 2,5 cm em todos os quatro lados. Todas as páginas devem ser numeradas no canto inferior direito.

## 1. PÁGINA TITULAR

A primeira página deve conter o título do artigo (máximo de 165 caracteres) (em Espanhol e Inglês), sem acrônimos nem abreviaturas. Também deve incluir nomes de cada um dos autores (na ordem em que se deseja que apareça), os autores aparecem apenas com filiação institucional, sem mencionar graus acadêmicos. Devem-se incluir dados completos do autor responsável pela correspondência: nome, endereço, telefone, fax e endereço de e-mail.

**AUTORIA:** Conforme estabelecido nos Requisitos Uniformes, para ser considerado o autor de um trabalho é necessário ter feito contribuições substanciais em todos os seguintes pontos:

a) concepção e projeto, ou a aquisição de dados e informações, ou análise e interpretação dos dados.

b) planejamento ou revisão de conteúdo intelectual importante do artigo.

c) aprovação final da versão a ser publicada.

A **segunda página** deve conter o resto do manuscrito, com o seguinte conteúdo de acordo com cada tipo de artigo e com o título em negrito no cabeçalho.

## 2. SUMÁRIO E (ABSTRACT)

O resumo deve ser estruturado de forma a incluir menos de 250 palavras e dividido nas seguintes seções: (Introdução - Objetivo, métodos, resultados e conclusões). Deve ser escrito de forma impessoal, sem referências, nem abreviaturas. Deve-se incluir uma tradução em Inglês do resumo (Summary); se o artigo foi escrito em Inglês ou outra língua o resumo deve ser apresentado em castelhano.

## 3. PALAVRAS-CHAVE (KEY WORDS)

Incluem-se 5 a 10 palavras-chave depois do sumário; Elas devem estar contidas na lista dos DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) de Bireme para o resumo em castelhano e em MeSH (Medical Subject Headings) para o resumo em inglês ou Summary.

#### 4. CORPO DO TEXTO

O seu desenvolvimento e formato depende do tipo de trabalho e a seção para a qual será destinada. O manuscrito deve ser conciso, evitando-se o uso de modismos, regionalismos ou qualquer variação linguística. As fórmulas e expressões matemáticas devem concordar com o Sistema Internacional de Unidades. O uso de abreviaturas não é recomendado, exceto para as unidades de medição. Em caso de uso de abreviaturas, siglas e acrônimos, a primeira vez em que são mencionados no texto devem ser precedidas pelas palavras completas que lhes dão origem. Cada parágrafo com base em outros textos deve apresentar a citação correspondente seguindo os requisitos de uniformidade para manuscritos submetidos às revistas biomédicas (Normas de Vancouver). Exemplos deste tipo de citação podem ser encontrados em [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).

Os requisitos para cada tipo de artigo são os seguintes:

**Artigos originais:** O texto deve ser composto pelas seguintes seções seguindo o "Formato IMRYD": Introdução, materiais e métodos, resultados e discussão. O texto não deve exceder 20 páginas, incluindo a bibliografia, tabelas e figuras.

**Introdução:** Deve especificar o objetivo do trabalho, o resumo do estado da arte. Destacam-se os antecedentes teóricos e práticos do estudo, o escopo, as limitações e a importância e utilidade dos resultados.

**Materiais e métodos:** Deve descrever o tipo de estudo, a população em que se fez o estudo, o tamanho e tipo de amostra, indicar o local em que o estudo foi conduzido, descrever todas as técnicas e elementos que foram usados durante a execução do trabalho. Deve ser incluído o tipo de análise estatística. Nesta seção é essencial mencionar as considerações éticas e aprovação do comitê de ética da instituição.

**Resultados:** Apresentados em sequência lógica no texto; não devem ser repetidos nesta seção os dados das tabelas ou gráficos.

**Discussão:** Os aspectos relevantes do estudo são apresentados. Os resultados são comparados com outros estudos. As conclusões são estabelecidas claramente em resposta à pergunta da investigação contida nos objetivos ou na hipótese.

**Artigos de reflexão:** Este tipo de artigo é composto por uma introdução e um tema central que se desenvolve com relação aos conteúdos do mesmo, os quais devem aparecer como subtítulos



sem numeração. O texto não deve exceder 15 páginas incluindo referências, tabelas e figuras.

**Artigo de revisão:** O texto deve ser composto pelas seguintes seções: a) Introdução: especifica o objetivo do trabalho e resume as razões para o seu estudo ou observação; b) Metodologia: indica os bancos de dados consultados, os parâmetros de busca (palavras-chave) e o período de tempo estabelecido pelo autor em relação às datas de publicação dos artigos consultados; c) Conclusões: onde são apresentadas as ideias mais importantes da revisão e a opinião do autor sobre o tema exposto. A extensão do texto deve ser maior que 20 páginas incluindo referências, tabelas e figuras. d) Referências: O número de referências não deve ser inferior a 50.

**Relato de caso:** Pode ser enquadrado nos seguintes quatro tipos de relatório: relato de caso sem revisão da literatura, relato de caso com revisão da literatura, relatório de uma série de casos e revisão sistemática de casos. No geral, deve conter a seguinte estrutura: Título, resumo e abstract, palavras-chave (5), introdução, apresentação do caso, discussão, conclusões e referências bibliográficas. O autor deve especificar o tipo de relato de caso a que se refere.

## 5. DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSES

Um parágrafo será incluído com “renúncias de responsabilidade”, onde são declarados os conflitos de interesse e informação sobre fontes de financiamento, caso tenham existido (por exemplo, contribuições de Colciencias ou o Banco da República; Contribuições da indústria farmacêutica, de um fornecedor de equipamentos ou implementos etc).

## 6. AGRADECIMENTOS

Poderão ser incluídas contribuições que precisem ser reconhecidas, mas que não justificam autoria, como por exemplo o apoio geral dado pelo diretor de um departamento. Outros exemplos incluem consultores científicos, revisores, coletores de dados, etc.

## 7. REFERÊNCIAS

A revista utiliza o “Estilo Vancouver” para citar referências bibliográficas. As referências são identificadas com números arábicos e são listadas de acordo com a ordem de apresentação das citações no texto. As referências no texto aparecem como números em parênteses ao final da ideia ou texto que deseja ser referenciado. A seguir são apresentados alguns exemplos para o estilo de referências seguindo as normas de Vancouver.



**Revista científica:** a maneira correta de citar revistas científicas é a seguinte. Devem ser considerados a ordem dos dados, espaços e sinais de pontuação:

Autores (sobrenome seguido pelas iniciais do nome). Título. Abreviatura da revista. Ano; Volume: página inicial-página final. <http://dx.doi.org/>

Quando existem mais de seis autores, lista-se os primeiros seis autores seguido por et al.

**Livro ou documento:** devem ser considerados a ordem dos dados, espaços e pontuação:

Autores (sobrenome seguido pelas iniciais do nome). Título. Edição (quando aplicável). Cidade da publicação; Editora; ano. página inicial-página final ou o número total de páginas.

**Capítulo de livro ou documento:** devem ser considerados a ordem dos dados, espaços e pontuação:

Autores (sobrenome seguido pelas iniciais do nome). Título do capítulo. Autor do livro, editores. Título do livro. Edição (quando aplicável). Cidade da publicação; Editora; ano. página inicial-página final.

**Documentos páginas da web:** devem ser considerados a ordem dos dados, espaços e pontuação:

Autores (sobrenome seguido pelas iniciais do nome). Título. Data de consulta: dia, mês, ano. Disponível em: Página exata onde o documento pode ser consultado.

## 8. TABELAS E FIGURAS

As tabelas e figuras devem ser enviadas em arquivos separados em formato jpg ou gif de boa resolução (mínimo de 300 dpi), cada uma deve ter um título na parte superior e se for o caso anotações na parte inferior. Indicar o ponto exato onde é requerido colocar as tabelas e figuras no texto, com a legenda inserir aqui a tabela ou figura xx. Se fotografias ou dados de pacientes forem reproduzidos, eles não devem identificar o sujeito. Em todos os casos os autores são responsáveis pela obtenção do consentimento informado escrito do paciente autorizando a sua publicação, reprodução e divulgação.

The logo features the text "ISUB" in a serif font, centered within a white circle. This circle is set against a background of two horizontal gray bands that intersect at the circle's center.

ISUB



**REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD**  
**UNIVERSIDAD DE BOYACÁ**  
**ISSN: 2389-7325**

## **DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE, ÉTICA, GARANTIAS E CESSÃO DE DIREITOS AUTORAIS**

Os autores do artigo (título do manuscrito) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
certificamos ter verificado e validado o manuscrito e ter contribuído com o material científico e intelectual, análise de dados e redação e que qualquer material nele contido não está incluído em qualquer outro manuscrito. Nós somos responsáveis por seu conteúdo e aprovamos sua publicação.

Nós declaramos que o manuscrito não será submetido à consideração de comitês de outras publicações, até que se obtenha resposta escrita da decisão de publicação deste artigo.

Registramos constância de ter obtido consentimento informado dos pacientes sujeitos de pesquisa em humanos, de acordo com os princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki, bem como de ter recebido a aprovação do protocolo pela Comissão de Ética Institucional, onde houver.

Cedemos à REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD os direitos de autor e propriedade intelectual e direitos de cópia em todas as formas e meios conhecidos. No caso de o trabalho não ser publicado, a Universidade de Boyacá devolve os direitos previstos para os autores.

Em testemunho do anterior, a declaração foi assinada na cidade de \_\_\_\_\_ no dia \_\_\_\_\_ do mês de \_\_\_\_\_, do ano de \_\_\_\_\_.

Nome completo

Assinatura

Tipo e número do documento de identidade

_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

*Por favor, envie este documento assinado e digitalizada junto com o artigo.*

The logo features the text "ISUB" in a serif font, centered within a white circle. This circle is set against a horizontal gray band that spans the width of the image. The gray band is composed of two parallel lines, creating a central channel where the circle is placed.

ISUB

ÍNDICE DE ARTÍCULOS PUBLICADOS (2014-2021/1)  
INDEX OF ARTICLES PUBLISHED (2014-2021/1)  
ÍNDICE DE ARTIGOS POSTADOS (2014-2021/1)



**REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.**  
**UNIVERSIDAD DE BOYACÁ**  
**ISSN: 2389-7325 - Enero - Junio de 2014**

**EDITORIAL**

*Sandra Helena Suescún Carrero*

**ARTÍCULOS ORIGINALES**

**Efectividad de la tos en pacientes neuromusculares del hospital San Rafael, Tunja, Colombia.**

Effectiveness of cough in patients with neuromuscular disease in the Hospital San Rafael of Tunja

*María del Pilar Rojas Laverde, Marcela América Roa Cubaque, Adriana Sofía Valero Ortiz*

**Impacto de la separación materna durante la lactancia sobre el tamaño del cerebro y en otros aspectos morfofisiológicos.**

Impact of maternal separation during nursing on brain size and on GABA-Areceptor immunoreactivity

*Jenny Patiño, Laura Corredor, Zulma Dueñas*

**Efecto de la degradación post mórtem sobre la detección inmunohistoquímica de antígenos en el cerebro de ratón.**

Effect of postmortem degradation on the immunohistochemical detection of antigens in the mouse brain

*Jeison Alexander Monroy-Gómez, Orlando Torres-Fernández*

**Actividad antibacteriana de extractos de Gnaphalium polycephalum Michx contra S. aureus, E. coli y P. aeruginosa.**

Antibacterial activity of Gnaphalium polycephalum Michx extracts against Staphylococcus aureus, Escherichia coli and Pseudomonas aeruginosa

*Román Yesid Ramírez Rueda, Diana Natalia Mojica Ávila*

**ARTÍCULOS DE REVISIÓN**

**Interacción fisiológica de la hormona eritropoyetina, relacionada con el ejercicio físico en altitud moderada y alta**

Physiological interaction erythropoietin hormone connection with exercise in moderate and high altitude

*Martha Inés Bernal, Shiley Cruz Rubio*



## REPORTE DE CASO

### **Patella en guijarro como variación anatómica: reporte de un caso y revisión de la literatura.**

Patella (kneecap) in pebble- shape as an anatomical variation: case report and literature review

*Myriam Sofía Buitrago Walteros, Martha Inés Bernal*

## REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.

UNIVERSIDAD DE BOYACÁ

ISSN: 2389-7325 - Julio - Diciembre de 2014

## EDITORIAL

### **Investigación en pregrado, semilleros de investigación y creación del SemiLAC.**

*Alfonso J. Rodríguez-Morales, Andrés Felipe López*

## ARTÍCULOS ORIGINALES

### **Calidad del sueño de los estudiantes de la Facultad de Salud de la Universidad Santiago de Cali en el año 2013.**

Quality of sleep in students from Universidad Santiago de Cali's Health Faculty

*Anisbed Naranjo Rojas, Helmer Zapata, Angélica María Díaz Mina, Nathaly Ramírez, Leidy Montero*

### **Norovirus y coinfección con parásitos intestinales en pacientes con diarrea en el Hospital San Rafael de Tunja, Colombia.**

Norovirus and coinfection with parasites in patients with diarrhea at Hospital San Rafael, Tunja, Colombia

*Claudia Patricia Jaimes-Bernal, Román Yesid Ramírez-Rueda, Marta Beatriz Rodríguez-Mesa*

### **Ejercicio terapéutico para desarrollar cambios posturales en estudiantes universitarios.**

Therapeutic exercise for developing postural changes in university students

*Yudy Alexandra Rondón-Villamil*

### **Evaluación de la orientación empática en estudiantes de medicina de la Universidad de Boyacá.**

Empathic assessment guidance in medical students of the University of Boyacá

*Iván Mauricio García, Amanda Elizabeth García*

### **Staphylococcus aureus resistente a meticilina en estudiantes de Bacteriología y Laboratorio Clínico.**

Methicillin-resistant Staphylococcus aureus from students of Bacteriology and Clinical Laboratory.

*Diana Paola López-Velandia, Viviana Alexandra Benítez-Matallana, Jenny Carolina Hernández-Barrera, Román Yesid Ramírez-Rueda, Adriana María Pedraza-Bernal.*

**Prevalencia de sobrepeso, obesidad, comportamientos alimentarios y de actividad física en estudiantes Universitarios - Boyacá 2013.**

Prevalence of overweight, obesity, behaviour food and physical activity in college students - Boyacá 2013

*Martha Inés Farfán Briceño, Graciela Olarte Rueda*

**Prevalencia de lesiones músculo-esqueléticas en docentes de odontología de una Universidad de Bogotá. año 2013.**

Prevalence skeletal muscle injury in teaching of dentistry University of Bogotá. year 2013

*Luz Amanda Malagón Fajardo, Oscar Fernando Murillo Pintor, Yeily Isabel Thomas Alvarado, Edgar Antonio Ibáñez Pinilla*

**ARTÍCULOS DE REFLEXIÓN**

**Simulación clínica en la mediación pedagógica y su relación con la práctica clínica.**

Clinical simulation on the pedagogical mediation and its relationship to clinical practice

*Ninfa Lilia Ruda-Rodríguez*

**REPORTE DE CASO**

**Divertículo del íleo o de Meckel: descripción de un caso anatómico.**

Ileal diverticulum (Meckel): Anatomical description of a case

*Nohora Sánchez-Capacho*

**REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD. UNIVERSIDAD DE BOYACÁ**

**ISSN: 2389-7325 - Enero - Junio de 2015**

**EDITORIAL**

**Crisis de la profesión del docente universitario.**

*Jorge Enrique Correa-Bautista*

**ARTÍCULOS ORIGINALES**

**Factores de riesgo para infección respiratoria aguda en los barrios Ciudad Jardín y Pinos de Oriente, Tunja, Colombia.**

Risk factors for acute respiratory infection in the neighborhoods Ciudad Jardín and Pinos de Oriente, Tunja, Colombia

*Sandra Patricia Corredor, Flor Ángela Umbacía, Carolina Sandoval, María del Pilar Rojas*



## ARTÍCULOS DE REVISIÓN

**Consumo de sustancias psicoactivas legales e ilegales, factores de protección y de riesgo: estado actual.**

Consumption of legal and illegal psychoactive substances, factors of protection and risk: State of the art

*Paola Barreto, Mónica Patricia Pérez, Marcela América Roa, Astrid Paola López, Guiomar Haydee Rubiano*

## REPORTE DE CASO

**Origen alto de la arteria radial y la ulnar: reporte de caso y revisión bibliográfica.**

Origin of high radial artery and ulnar: case report  
*Miguel Andrés Vertel, Martha Inés Bernal, Iván Darío Castro*

## ARTÍCULOS DE REVISIÓN DE TEMA

**La vitamina A: reguladora de la espermatogénesis.**

Vitamin A: regulator of spermatogenesis  
*Laura Ximena Ramírez, Carlos Fernando Prada-Quiroga*

## REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.

UNIVERSIDAD DE BOYACÁ

ISSN: 2389-7325 - Julio - Diciembre de 2015

## EDITORIAL

**¿Por qué hablamos, aún, de sexualidad “humana”?**

*Francisco Juan José Viola*

## ARTÍCULOS ORIGINALES

**Actividad física y función cognitiva: una comparación en dos grupos de adultos mayores, un estudio piloto.**

Physical activity and cognitive function: A comparison of two groups of older adults, a pilot study  
*Mayra Johanna Gualdrón, Jenny Carolina Valencia, Angélica María Monsalve, Jorge Enrique Correa-Bautista*

**Caracterización fenotípica de bacilos Gram negativos con betalactamasas de espectro extendido y carbapenemasas.**

Phenotypic characterization of gram negative bacilli with extended-spectrum beta-lactamases and carbapenemases

*Lisbeth Teresa Castro, María Inés Torres, Luz Maribel Castañeda, Diana Paola López, Carlos Fernando Prada-Quiroga*

**Caracterización de los resultados de fibrobronoscopias en el Hospital San Rafael de Tunja, 2003 a 2012.**

Characterization of Results of Fibrobronchoscopy at San Rafael Hospital in Tunja, Colombia from 2003 to 2012.

*Marizol Orjuela, Julieth Helena Ibarra, Javier Alfonso Blanco, Nubia Yalile Castro, Giomar Maritza Herrera, Adriana Sofía Valero*

**Disección experimental de la banda miocárdica ventricular.**

Experimental dissection of the ventricular myocardial band

*David Ricardo Salamanca, Martha Bernal-García, Iván Darío Castro*

**Agentes etiológicos de mastitis bovina en municipios con importante producción lechera del departamento de Boyacá.**

Etiological agents of bovine mastitis in municipalities with important milk production in the department of Boyacá

*Jenny Carolina Hernández-Barrera, Maritza Angarita-Merchán, Diego Alejandro Benavides-Sánchez, Carlos Fernando Prada-Quiroga*

**Calidad de la atención desde la perspectiva del usuario en una comunidad terapéutica en Veracruz, México.**

Quality of care considering the user perspective in a therapeutic community in Veracruz, Mexico

*María Sobeida Leticia Blázquez-Morales, Patricia Pavón-León, María del Carmen Gogeoascoechea Trejo*

**ARTÍCULOS DE REVISIÓN DE TEMA**

**Cuestionarios para medir la calidad de vida en cáncer de mama.**

Questionnaire for measuring the quality of life in breast cancer

*Pedro Antonio Calero, Lyda Fabiola Vallejo, Sandro Gustavo Lemus*

**REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.**

**UNIVERSIDAD DE BOYACÁ**

**ISSN: 2389-7325 - Enero - Junio de 2016**

**EDITORIAL**

**La educación con base en la ciencia: del mito a la realidad.**

*Jorge Eduardo Duque*



## **ARTÍCULOS ORIGINALES / ORIGINAL ARTICLES**

### **Percepción de riesgo y consumo de drogas legales en estudiantes de psicología de una universidad mexicana**

Risk perception and use of legal drugs in students of psychology in a mexican university

*Xóchitl de San Jorge-Cárdenas, Montserrat Montes-Mendoza, Paulina Beverido-Sustaeta, Betzaida Salas-García*

### **Cualidades físicas del adulto mayor activo de la ciudad de Tunja.**

Physical qualities of elderly assets of tunja city

*Lina Margoth Buitrago, Angélica María Sáenz, Ana María Cardona, Lida Yovanna Ruiz, Deisy Marcela Vargas, Elisa Andrea Cobo-Mejía, Marlene Edith Ochoa, Carolina Sandoval-Cuellar*

### **Abuso de sustancias ilegales en estudiantes de una institución de educación superior.**

Illicit substance abuse among students in a higher education institution

*Guiomar Rubiano-Díaz, Marcela Roa-Cubaque, Paola Barreto-Bedoya, Mónica Pérez-Prada*

## **ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REFLECTIVE ARTICLES**

### **Aplicabilidad del proceso de consentimiento informado en fisioterapia.**

Applicability of informed consent process in physiotherapy

*Angie Viviana Muñoz, Luis Gabriel Gaviria, Amanda Elizabeth García, Martha Lucía Naranjo*

## **REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.**

### **UNIVERSIDAD DE BOYACÁ**

**ISSN: 2389-7325 - Julio - Diciembre de 2016**

## **EDITORIAL**

*Rafael Antonio Parra Serna*

## **ARTÍCULOS ORIGINALES / ORIGINAL ARTICLES / ARTIGOS ORIGINAIS**

### **Determinación de genes que codifican la resistencia de betalactamasas de espectro extendido en bacilos Gram negativos aislados de urocultivos.**

Determination of genes encoding beta-lactamase resistance spread spectrum Gram negative bacteria isolated from urine cultures

Determinação de genes que codificam resistência a Beta-lactamases de espectro estendido em Bacilos negativos isolados de urocultura

*Diana Paola López, María Inés Torres, Luz Maribel Castañeda, Carlos Fernando Prada*

**Validez del cuestionario CISS-V15 para el diagnóstico de la insuficiencia de convergencia.**

Validity of the CISS-V15 questionnaire for diagnosis of the convergence insufficiency

Validação do questionário CISS-V15 para o diagnóstico da insuficiência de convergência

*Catherine Arenas-Mejía, Ingrid Sulay Tavera-Pérez*

**Características clínico-epidemiológicas de pacientes con esquizofrenia atendidos en el Hospital Psiquiátrico Universitario del Valle, Colombia.**

Clinical and epidemiological features of patients with schizophrenia and treated at the Psychiatric University Hospital del Valle, Colombia

Características clínicas e epidemiológicas de pacientes com esquizofrenia atendidos no Hospital Universitário de Psiquiatria del Valle, Colômbia

*Mercedes Benavides-Portilla, Pedro Nel Beitia-Cardona, Carolina Osorio-Ospina*

**Validación del test de Fagerström para adicción a la nicotina (FTND).**

Validation of Fagerström Test for Nicotine Dependence (FTND)

Validação do teste de Fagerström para dependência à nicotina (FTND)

*Marcela América Roa-Cubaque, Zulma Estefanía Parada-Sierra, Yudy Cecilia Albarracín-Guevara, Eli Johana Alba-Castro, Mariluz Aunta-Piracon, María Cristina Ortiz-León*

**ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLES/ ARTIGOS DE REVISÃO**

**Cambios fisiológicos de la aptitud física en el envejecimiento.**

Physiological changes in aging physical fitness  
Alterações fisiológicas da aptidão física no envelhecimento

*Pedro Antonio Calero-Saa, Marco Antonio Chaves-García*

**ARTÍCULO DE REFLEXIÓN NO DERIVADO DE INVESTIGACIÓN/ ARTICLE OF REFLECTION NOT DERIVED FROM RESEARCH/ ARTIGO DE REFLEXÃO DERIVADO NENHUMA PESQUISA**

**Inserção do enfermeiro no mercado de trabalho internacional: relato de uma experiência.**

Inserción del enfermero en el mercado de trabajo internacional: relato de una experiencia

Incorporation of the nurse in the international labor market:report of an experience

*Carolina Heluy de Castro, Ángel Manuel de la Fuente Vilchez*



**REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.  
UNIVERSIDAD DE BOYACÁ  
ISSN: 2389-7325 - Enero - Junio de 2017**

**EDITORIAL**

*Franklyn Edwin Prieto*

**ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH  
ARTICLES / ARTIGOS  
DE PESQUISA**

**Efecto citotóxico de fosfolipasas A2 del  
veneno de *Crotalus durissus cumanensis* de  
Colombia**

Cytotoxic effect of A2 phospholipases of the  
venom of *Crotalus durissus cumanensis* from  
Colombia

Efeito citotóxico da fosfolipase A2 do veneno de  
*Crotalus durissus cumanensis* da Colômbia

*Juan Carlos Quintana-Castillo, Isabel Cristina Ávila-  
Gómez, Juan Felipe Ceballos-Ruiz, Leidy Johana  
Vargas-Muñoz, Sebastián Estrada-Gómez*

**Determinación del perfil de sensibilidad a  
antibióticos de *Listeria* spp. en aislamientos  
de leche cruda de vaca, Tunja**

Determination of antimicrobial sensibility  
pattern of *Listeria* spp. isolated from raw cow  
milk, Tunja

Determinação do perfil de susceptibilidade a  
antibióticos de *Listeria* spp. em isolados de leite  
cru de vaca, Tunja

*Eliana Ximena Urbano, Astrid Maribel Aguilera, Claudia*

*Patricia Jaimes*

**Prevalencia de vida por autorreporte y factores  
asociados de infecciones de transmisión sexual  
en estudiantes universitarios de Pamplona  
(Colombia), 2013, estudio SEXUNI**

Prevalence of life by self-reported and associated  
factors of sexually transmitted infections in  
university students in Pamplona (Colombia),  
2013, SEXUNI study

Prevalencia de vida por auto-relato e fatores  
associados de infecções sexualmente  
transmissíveis entre os estudantes universitários  
em Pamplona (Colômbia), 2013, estudo SEXUNI  
*Javier Martínez-Torres, Óscar Alexander Gutiérrez-  
Lesmes, Judith Patricia Morales-Velandia*

**Comportamiento epidemiológico de la  
leishmaniasis cutánea en Boyacá, 2012-2015**

Epidemiological behavior of cutaneous leishmaniasis in Boyacá, 2012-2015  
Comportamento epidemiológico da leishmaniose cutânea em Boyacá, 2012-2015  
*Yelson Alejandro Picón-Jaimes, Lina Rosa Abril-Sánchez, Engreet Johanna Ruiz-Rodríguez, Óscar Mauricio Jiménez-Peña*

**ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLES/  
ARTIGOS DE REVISÃO**

**Capacidad funcional del anciano relacionada con la actividad física**

Functional capacity related to physical activity in the elderly

**Capacidade funcional dos idosos relacionada com atividade física**

*Aura Cristina Quino-Ávila, Magda Juliette Chacón-Serna, Lida Fabiola Vallejo-Castillo*

**REPORTES DE CASO / CASE REPORTS /  
RELATÓRIOS DE CASO**

**Síndrome de Guillain-Barré, reporte de un caso en un lactante mayor y revisión de la literatura**

Guillain-Barré syndrome, an older infant case report and literature review

Síndrome de Guillain-Barré, relatório de caso em lactente maior e revisão da literatura

*Edison Rodríguez-Coy, Federico Díaz-Melgarejo, Johant David Mojica-Vargas*

**REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.  
UNIVERSIDAD DE BOYACÁ  
ISSN: 2389-7325 - Julio - Diciembre de 2017  
EDITORIAL**

Métodos y modelos de la investigación anatómica: disecar sin bisturí

*Gustavo H.R.A. Otegui*

**ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES / ARTIGOS DE PESQUISA**

Factores psicosociales que intervienen en la regulación de la fecundidad en mujeres, Tunja, Colombia, 2014-2016

Psychosocial factors that intervene in the regulation of fertility in women, Tunja, Colombia, 2014-2016

Fatores psicossociais que intervêm na regulação da fertilidade em mulheres, Tunja, Colômbia, 2014-2016

*Ruth Jael Robles-Santos, Isabel Cristina Flórez-Escobar*

Percepción de la calidad de la atención en un servicio de urgencias

Perception of the quality of attention in an emergency service

Percepção da qualidade do atendimento em um pronto-socorro

*Elisa Andrea Cobo-Mejía, Flor Edilia Gómez-Martínez, María Yohana Rodríguez-Leal*

Prevalencia de hipertensión pulmonar y factores asociados en adultos con insuficiencia mitral de una institución prestadora de servicios de salud de tercer nivel de la ciudad de Tunja

Prevalence of pulmonary hypertension and associated factors in adults with mitral regurgitation of a third level health services provider institution of Tunja city

Prevalência de hipertensão pulmonar e fatores associados em adultos com regurgitação mitral de uma instituição prestadora de serviços de saúde de terceiro nível na cidade de Tunja

*Joan Rodrigo Álvarez-González, Jorge Cuervo*

Estudio de egresados de la Facultad de Ciencias de la Salud, cohortes 2014 y 2015, Boyacá, Colombia

Study of graduates of the Facultad de Ciencias de la Salud, 2014 and 2015 cohorts, Boyacá, Colombia

Estudo de graduados da Faculdade de Ciências da Saúde, coortes 2014 e 2015, Boyacá, Colômbia

*Adriana Sofía Valero-Ortiz, Pilar Castellanos-Vega, Yuly Alexandra Pedraza-Páez, Adriana María Pedraza-Bernal, Carol Mayerline Morales-Suárez, Carolina Sandoval-Cuéllar*

Prevalencia y factores de riesgo de la neumonía asociada con la asistencia respiratoria mecánica en una unidad de cuidados intensivos de adultos, Cúcuta, Colombia

Prevalence and risk factors of pneumonia associated with mechanical ventilation in the adult intensive care unit Cúcuta, Colombia

Prevalência e fatores de risco de pneumonia associada à ventilação mecânica em uma unidade de terapia intensiva para adultos, Cucuta, Colômbia

*Leidy Rodríguez-Álvarez, Andrés Lamos-Duarte*

## **REPORTES DE CASO / CASE REPORTS / RELATÓRIOS DE CASO**

Síndrome de embolia grasa con predominio de síntomas neurológicos

Fat embolism syndrome with predominant neurological symptoms

Síndrome de embolia gordurosa com predomínio de sintomas neurológicos

*Yelson Alejandro Picón-Jaimes, Javier Esteban Orozco-Chinome, Leidy Carolina Salazar-Chica*

**REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.  
UNIVERSIDAD DE BOYACÁ  
ISSN: 2389-7325 - Enero - Junio de 2018**

**EDITORIAL**

La investigación científica, ideología causal en ciencias de la salud

Martha Inés Bernal- García

**ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES / ARTIGOS DE PESQUISA**

Determinación de hemólisis en cepas de *Staphylococcus spp.*

causantes de mastitis bovina

Determination of hemolysis in *Staphylococcus spp.* strains which cause bovine mastitis

Determinação de hemólise em cepas de *Staphylococcus spp.* que causam mastite bovina

Yaline Sánchez-Neira, Maritza Angarita-Merchán

Seroprevalencia de infección por *Trypanosoma cruzi* y factores

asociados, en Miraflores, Boyacá, Colombia

Seroprevalence of *Trypanosoma cruzi* infection and associated factors in Miraflores, Boyacá, Colombia

Seroprevalência da infecção por *Trypanosoma cruzi* e fatores associados, em Miraflores, Boyacá, Colômbia

Ángela Monroy-Díaz, Sonia Rodríguez-Niño, Sandra Helena Suescún-Carrero, Laura Ramírez-López

Percepción de la calidad del servicio en un centro de fisioterapia de una institución universitaria

Perception of service quality at the physiotherapy center of a university institution

Percepção da qualidade do serviço em um centro de fisioterapia de uma instituição universitária

Elisa Andrea Cobo-Mejía, Leidy Yohana Archila-León, Estefanía Gutiérrez-Barrera, Ibeth Dayanna Araque-Sepúlveda

Carga de la enfermedad de Chagas en el departamento de Boyacá en los años 2014 a 2016

Burden of Chagas' disease in Boyacá in the years 2014-2016

Carga de doença de Chagas no departamento de Boyacá nos anos de 2014 a 2016

Karen Natalia Gutiérrez-Daza, Karen Nayive Roa-Cortés, Yesenia María Ávila-Peña, Adriana María Pedraza-Bernal

Nivel de sobrecarga en cuidadores informales de personas en situación de discapacidad cognitiva de Duitama, estudio exploratorio

Level of overloading in informal caregivers of

people in situation of cognitive disability of Duitama, exploratory study

Nível de sobrecarga em cuidadores informais de pessoas em situação de deficiência cognitiva na cidade de Duitama na Colômbia, estudo exploratório  
Yesmith Rodríguez-Albañil, Mónica Paola Quemba-Mesa

Prevalencia de la sintomatología respiratoria en trabajadores mineros del municipio de Socotá, Boyacá, 2017

Prevalence of respiratory symptomatology in miners in the municipality of Socotá, Boyacá, 2017

Prevalência de sintomas respiratórios em trabalhadores da mineração no município de Socotá, Boyacá, 2017  
Nelson Camilo Gutiérrez-Alvarado, Yuli Velandia-Cristiano, Lady Hernández-Monguí, Juliet Vargas-Neiza

Caracterización fenotípica de cepas de *Staphylococcus aureus* productoras de  $\beta$ -lactamasas y resistente a la meticilina

Phenotypic characterization of *Staphylococcus aureus* strains that produce  $\beta$ -lactamases and are resistant to methicillin

Caracterização fenotípica de cepas de *Staphylo-*

*coccus aureus* productoras de  $\beta$ -lactamasas e resistentes à meticilina

Yaline Sánchez, Eliana Ximena Urbano, Fernando José González, Atilio Junior Ferrebuz

## **CARTA AL EDITOR / LETTER TO THE EDITOR / CARTA AO EDITOR**

Trofozoito de Entamoeba coli con cuatro núcleos  
Entamoeba coli trophozoite with four nuclei

Trofozoito de Entamoeba coli com quatro núcleos  
Luis Eduardo Traviezo, Andrea Galíndez

## **REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.**

**UNIVERSIDAD DE BOYACÁ**

**ISSN: 2389-7325**

**ISSN: 2539-2018 (En línea)**

**Julio - Diciembre de 2018**

## **EDITORIAL**

La Investigación en Colombia: una perspectiva hacia el futuro

Atilio Junior Ferrebuz Cardozo

## **ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES / ARTIGOS DE PESQUISA**

Genes codificadores para enterotoxinas de aislamientos de estafilococo coagulasa negativos y

coagulasa positivos a partir de muestras de mastitis bovina

Coding genes for enterotoxins of isolated coagulase-negative and coagulase-positive staphylococci from bovine mastitis samples

Genes codificadores de enterotoxinas em isolados de estafilococos coagulase positivo em amostras com mastite bovina

Maritza Angarita-Merchán, Nuri Andrea Merchán-Castellanos

Percepción de la calidad del Cuidado de Enfermería en pacientes Diabéticos hospitalizados

Perception of the quality of Nursing Care in hospitalized diabetic patients

Percepção da qualidade do cuidado de enfermagem em pacientes diabéticos hospitalizados.

María Olga Jiménez Reyes, Nieves Fuentes González

Validación de un circuito que evalúa habilidades técnicas de fútbol

Validation of a circuit that assesses soccer technical skills

Validação de um circuito que avalia habilidades técnicas do futebol

Margareth Lorena Alfonso-Mora, Nubia Esperanza-Camargo,

Paula Andrea Betancourt, Juan Carlos Vélez- Mora, Elizabeth Patricia Duarte, Lucas Alejandro Venegas-Vasques, Pedro Nel Flórez-Melo

Factores de riesgo asociados al nivel de autonomía e independencia en personas mayores, Tunja 2015

Risk factors associated with the level of autonomy and independence in elderly persons, Tunja 2015

Fatores de risco associados ao nível de autonomia e independência em pessoas maiores, Tunja 2015.

Aura Cristina Quino Ávila

Percepción de los usuarios frente a la calidad del servicio de salud en consulta externa en una Institución Prestadora de Servicios de Salud

Perception of users to the quality of the health service in external consultation in a Health Services Provider Institution

Percepção dos usuários diante da qualidade do serviço de saúde em consulta ambulatorial em uma Instituição Prestadora de Serviços de Saúde.

Elisa Andrea Cobo-Mejía, Karem Julieth Estepa-Rodríguez, Carolina Herrera-Triana, Paola Linares-Reyes

**ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLES/**

## ARTIGOS DE REVISÃO

Tratamiento farmacológico y no farmacológico de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Pharmacologic and non-pharmacologic treatment of chronic obstructive pulmonary disease

Tratamento farmacológico e não farmacológico da doença pulmonar obstrutiva crônica

Jessica Molina-Franky, Marcela América Roa Cubaque, Sandra Patricia Corredor Gamba, Alba Yanira Polanía Robayo, María del Pilar Rojas Laverde

El acompañamiento por enfermería en la atención del trabajo de parto y parto: una revisión narrativa de la literatura

Nursing accompaniment in labor and delivery care: A narrative review of the literature

A Assistência de enfermagem no cuidado de parto e parto: uma revisão narrativa da literatura.

Ariadna María Angarita Navarro

## REPORTES DE CASO / CASE REPORTS / RELATÓRIOS DE CASO

Ischemic stroke in a young patient due to protein S deficiency in the context of muscular dystrophy - case report

Accidente cerebrovascular isquémico por déficit de proteína S en el contexto de distrofia muscular.

Acidente Vascular Cerebral Isquêmico em paciente jovem devido à deficiência de proteína S no contexto da distrofia muscular - relato de caso

Juan David Vega Padilla, Juan David Vivas Suárez, Jorge Andrés Sánchez, Viviana Carolina Vargas Quintana

## REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.

UNIVERSIDAD DE BOYACÁ

ISSN: 2389-7325

ISSN: 2539-2018 (En línea)

Enero - Junio de 2019

## EDITORIAL

La Ciencia bien ordenada, su racionalidad y la democratización de la investigación científica

*Paola Barreto Bedoya*

## ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES / ARTIGOS DE PESQUISA

Prevalencia de casos sospechosos de leptospirosis en pacientes reportados con diagnóstico de dengue al SIVIGILA, en el departamento de Boyacá, 2016

Prevalence of suspected cases of leptospirosis in patients reported to SIVIGILA with a diagnosis of dengue, in Boyacá department during, 2016

Prevalência de casos suspeitos de leptospirose em pacientes notificados com diagnóstico de dengue pelo SIVIGILA, no departamento de Boyacá, 2016

Diana Alexandra Cuervo-Díaz, Adriana María Pedraza-Bernal, Tania Alejandra Pinzón-Olmos

Conocimientos y prácticas de médicos generales en el manejo de la ginecomastia

Knowledge and practices of gynecomastia of non-specialist's doctors

Conhecimentos e práticas de clínicos gerais no gerenciamento de ginecomastia

Gina Sofía Montaña Padilla, Gloria Eugenia Camargo, Nohora Sánchez Capacho, Marcela Díaz Matallana, José Gabriel Reyes Mendoza

Percepción de los usuarios frente a la calidad de atención en salud del servicio de consulta externa según el modelo SERVQUAL

Perception of users regarding the quality of health care of the external consultation service according to the servqual model

Percepção dos usuários sobre a qualidade dos cuidados de saúde do serviço de consulta externa de acordo com o modelo servqual

Angélica Viviana Boada-Niño, Adriana Mayeth Barbosa-López, Elisa Andrea Cobo-Mejía

Autoexamen de seno: conocimientos, actitudes y prácticas en mujeres de una institución de educación superior

Self-examination of breast: Knowledge, attitudes and practices in women of a higher education institution

Autoexame das mamas: conhecimentos, atitudes e práticas em mulheres de uma instituição de ensino superior

Daniela Mesa-Gutiérrez, Diana Velandia-González, Mónica Quemba-Mesa

Conocimientos sobre VIH/SIDA en uniformados usuarios de una Clínica Regional de Tunja

Knowledge about HIV / AIDS in uniformed users of a Tunja Regional Clinic

Conhecimento sobre HIV / AIDS em usuários uniformizados de uma clínica regional de Tunja

Clara Milena Niño- Castillo, Kevin Julián Rodríguez- Álvarez, Sandra Lizeth Díaz-Niño

Factores asociados a malnutrición en niños entre 2 y 5 Años Oicatá, Colombia

Factors associated with malnutrition in children between 2 and 5 years Oicatá, Colombia

Fatores associados à desnutrição em crianças entre 2 e 5 anos Oicatá, Colômbia

Gisell Angélica Álvarez Fonseca, Julián Alberto Calvo Hurtado, Yesenia Carolina Álvarez Fonseca, Martha Bernal-García

Perfil de resistencia de microorganismos identificados en una institución prestadora de servicios de salud en el Departamento de Boyacá, 2018

Resistance profile of circulating microorganisms in an institution of health services in Boyacá Department, 2018

Perfil de resistência de microrganismos identificados em uma instituição prestadora de serviços de saúde no Departamento de Boyacá, 2018

Maritza Angarita-Merchán, Giselle Di Filippo-Iriarte, Diana Patricia Mora-Moreno, Atilio Junior Ferrebuz Cardozo

## **ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLES/ ARTIGOS DE REVISÃO**

Tendencias de investigación en torno al cuidado espiritual de enfermería: Revisión de la literatura

Research trends spiritual care in nursing: Literature review

Tendências da pesquisa em torno do cuidado espiritual em enfermagem: revisão da literatura

Lina María Vargas-Escobar, Mildred Guarnizo-Tole, María Fernanda Tovar-Pardo, Claudia Marcela Rojas-Pérez

Uso de cánula nasal de alto flujo en falla respiratoria en adultos

Use of high flow nasal cannula in respiratory failure in adults

Uso de cânula nasal de alto fluxo na insuficiência respiratória em adultos

Adriana Sofía Valero Ortiz, Flor Ángela Umbacía Salas, Clara Lizeth Palencia Mojica, Magda Tixiana Suárez Saavedra, Laura Jimena Silva Rodríguez

## **REPORTES DE CASO / CASE REPORTS / RELATÓ- RIOS DE CASO**

Aspergiloma pulmonar en paciente con síndrome de sobreposición: Reporte de caso

Pulmonary aspergiloma in patient with overposition syndrome: Case's report.

Aspergiloma pulmonar em paciente com síndrome de sobreposição: Relato de caso

Edward Jassir Rozo-Ortiz, Ledmar Jovanny Vargas-Rodríguez, Milena Brigitte Agudelo-Sanabria

## **REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD. UNIVERSIDAD DE BOYACÁ**

**ISSN: 2389-7325**

**ISSN: 2539-2018 (En línea)**

**Julio - Diciembre de 2019**

## EDITORIAL

Amenazas a la integridad en la comunidad científica

Mónica Paola Quemba-Mesa

## ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES / ARTIGOS DE PESQUISA

Perfiles de susceptibilidad de grupos bacterianos aislados de productos cárnicos en Tunja, Boyacá

Susceptibility profiles of bacterial groups of meat products in Tunja, Boyacá

Perfil de susceptibilidade de grupos bacterianos isolados de produtos à base de carne e derivados em Tunja, Boyacá

Daris A Rosas-Leal, Diana P López-Velandia, María I Torres-Caycedo, Maritza Angarita Merchán

Preeclampsia: prevalencia y factores asociados en gestantes de una institución de salud de Boyacá en el periodo 2015 a 2017

Preeclampsia: prevalence and associated factors in pregnant women of a health institution of Boyacá in the period 2015 to 2017

Pré-eclâmpsia: prevalência e fatores associados em gestantes de uma Instituição de saúde de Boyacá no período 2015 a 2017

Andrea L Salamanca-Sánchez, Laura A Nieves-Díaz, Yury M Arenas- Cárdenas

Eficacia de la budesonida/formoterol comparado con la fluticasona/salmeterol en la mejoría de la capacidad pulmonar de personas mayores con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica: revisión sistemática de literatura

Effectiveness of budesonide/formoterol compared to fluticasone / salmeterol in improving the lung capacity of older people with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: systematic literature review

Eficiência da budesonida/formoterol comparado com fluticasona/salmeterol na melhora da capacidade pulmonar de idosos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica: revisão sistemática da literatura  
Ledmar J Vargas-Rodríguez , Flore E Solano-Rojas 2 Sandra L Díaz , Manuel A Pinzón-Olmos

Uso de la crioterapia en la fatiga muscular post-esfuerzo en individuos que realizan práctica deportiva: revisión sistemática

Use of cryotherapy in post-effort muscle fatigue in individuals who practice sports: systematic review  
Uso da crioterapia na fadiga muscular pós-esforço em indivíduos que realizam prática esportiva: revisão sistemática

Lyda F Vallejo-Castillo, Carolina Sandoval-Cuellar, Aura C Quino- Ávila

Comportamiento epidemiológico de la morbilidad materna extrema. Colombia, 2016

Epidemiological behavior of extreme maternal morbidity. Colombia, 2016

Comportamento epidemiológico da morbidade materna extremamente grave Colômbia, 2016

Erika T Sánchez-Barrera, Sandra P Mendieta-Hernández, Eyleen M Pineda-Martínez, Deysi L Cárdenas-Pinzón

Factores asociados a la condición física relacionada con la salud en escolares de la ciudad de Dosquebradas Risaralda

Factors associated with health-related physical condition in schoolchildren in the city of Dosquebradas Risaralda

Fatores associados à condição física relacionada com a saúde em crianças em idade escolar da cidade de Dosquebradas Risaralda.

Brayan E Patiño-Palma

Entrenamiento de capacidades físicas condicionantes en la calidad de vida relacionada con la salud en personas mayores con EPOC estadio I y II. Revisión sistemática de literatura

Training of conditioning physical capabilities in quality of life related to health in older people with copd stadium I and II. Systematic review of literature

Treinamento de capacidades de condicionamento físico na qualidade de vida relacionada à saúde em idosos com epoc estágios I e II. Revisão sistemática da literatura

Yudy M Huertas-Daza, Dhayleen Lozano-Rodríguez, Erika V Sarmiento-Moreno, Yeimy A Preciado-Ríos, Leidy J Pérez-Grosso

## **ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLES/ ARTIGOS DE REVISÃO**

Receptores del hospedero implicados en la invasión del merozoito de *Plasmodium falciparum*: revisión

Host receptors involved in the invasion of *Plasmodium falciparum* merozoite: Review

Receptores do hospedeiro envolvidos na invasão do merozoíto de *Plasmodium falciparum*: revisão

Jessica S Molina-Franky, Alida M Gómez-Rodríguez, César Reyes, David Fernando Plaza

Babesia bovis: Actualidad del desarrollo de una vacuna

Babesia bovis: An Update on vaccine development

Babesia bovis: Atualidade do desenvolvimento de uma vacina

Laura E Cuy-Chaparro, Laura A Ricaurte-Contreras, Anny J Camargo-Mancipe, Darwin A Moreno-Pérez

Revisión de estudios pre-clínicos de candidatos a vacuna contra la malaria causada por *Plasmodium falciparum*

Review of preclinical studies of candidates for malaria vaccine caused by *Plasmodium falciparum*

Revisão de estudos pré-clínicos de candidatos á vacina contra a malária causados por *Plasmodium falciparum*

Anny Jineth Camargo-Mancipe, Diana Díaz-Arévalo, David Ricardo Salamanca- Jiménez, Laura Esperanza Cuy-Chaparro, Diego Fernando Camargo-Mancipe

**REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.  
UNIVERSIDAD DE BOYACÁ**

**ISSN: 2389-7325**

**ISSN: 2539-2018 (En línea)**

**Enero - Junio de 2020**

**EDITORIAL**

Autoría de Regalo

Sandra Helena Suescún Carrero

**ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES / ARTIGOS DE PESQUISA**

Clasificación de riesgo para enfermedad tromboembólica venosa y tromboprolifaxis durante el puerperio, Tunja 2017

Risk classification for venous thromboembolic disease and thromboprophylaxis during puerperium period, Tunja 2017

Fatores de risco e classificação de risco para doença tromboembólica em puérperas

Deiby Marcela Camacho-Torres, Yury Marcela Arenas-Cárdenas

Uso de la miel en el manejo de las úlceras crónicas de miembros inferiores en el adulto. Revisión sistemática

Use of honey in the management of chronic leg ulcers in adults. Systematic review

Uso de mel no tratamento de úlceras crônicas dos membros inferiores no adulto. Revisão sistemática

José Niño; Leidy Hernández

Caries de la temprana infancia y factores de riesgo en niños de nivel socioeconómico medio-bajo, Ecuador

Early childhood caries and risk factors in young children of medium-low socioeconomic status, Ecuador

Cárie na primeira infância e fatores de risco em crianças de nível socioeconômico médio-baixo, Equador

Janeth Parra-Coronel, Diana Astudillo-Neira, Johana Ortiz-Ulloa

Díadas de cuidado y competencia para cuidar al alta hospitalaria en un hospital de Bogotá

Days of care and competition to care for hospital discharge in a Bogotá hospital

Diades de cuidado e competência para cuidar da alta hospitalar em um hospital de Bogotá

Jenny Carolina Rojas Barbosa; Mónica Paola Quemba Mesa

Satisfacción de los pacientes que asisten a consulta externa, Centro de Salud San Miguel de Tuta Boyacá 2019

Satisfaction of patients attending an outpatient clinic, San Miguel Tuta Boyacá health center 2019.

Satisfação dos pacientes atendidos no serviço ambulatorio, do Centro de Saúde San Miguel de Tuta Boyacá 2019

María Alejandra Varela Suárez, Angie Melisa Guzmán Garay, Yury Marcela Arenas

Perfil de tolerancia al triclosán y detección de los genes MexA, MexC, AcrB y oqxA relacionados con la expresión de bombas de expulsión en aislados clínicos del género *Enterobacter aerogenes* y *Enterobacter cloacae*

Detection of genes associated with expulsion pumps and triclosan tolerance profile in *Enterobacter* spp strains

Perfil de tolerância ao triclosan e detecção dos genes mexA, mexC, acrB e oqxA relacionados à expressão de bombas de expulsão em isolados clínicos do gênero *Enterobacter aerogenes* e *Enterobacter cloacae*

Luisa Fernanda Zanguña Fonseca, María Inés Torres Caycedo2, Giselle Di Filippo Iriarte

## ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLES / ARTIGOS DE REVISÃO

Avances en el desarrollo de una vacuna efectiva contra *Cryptosporidium parvum*: una revisión de la literatura

Advances in the development of an effective vaccine against *Cryptosporidium parvum*: An review of the literature

Avanços no desenvolvimento de uma vacina eficaz contra *Cryptosporidium parvum*: uma revisão da literatura

David Ricardo Salamanca; Jessica Stephanie Molina Franky; Anny Jineth Camargo Mancipe; Alida Marcela Gómez Rodríguez

Avances en el desarrollo de una vacuna contra la malaria por *Plasmodium falciparum*: una revisión de literatura

Advances in the development of vaccine against malaria by *Plasmodium falciparum*: a literature review

Avanços no desenvolvimento de uma vacina contra a Malária por *Plasmodium falciparum*: Uma revisão da literatura

Alida Marcela Gómez Rodríguez; Jessica Stephanie Molina; Franky David Ricardo Salamanca Jiménez; César Mauricio Reyes Santofimio

### REPORTES DE CASO / CASE REPORTS / RELATÓRIOS DE CASO

Sarcoma cardíaco metastático a miembros inferiores

Cardiac sarcoma with metastasis to the lower limbs

Sarcoma cardíaco metastático dos membros inferiores

Yelson A Picón-Jaimes, Javier E Orozco-Chinome, Leec Fabían David Ortega-Uribe

**REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.**  
**UNIVERSIDAD DE BOYACÁ**  
**ISSN: 2389-7325**  
**ISSN: 2539-2018 (En línea)**  
**Julio - Diciembre de 2020**

### EDITORIAL

Implicaciones iniciales en la salud mental y emocional de las personas a causa de la pandemia de COVID-19

Martha Bernal-García

### ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES / ARTIGOS DE PESQUISA

Epidemiología de la fractura de cadera en el adulto atendido en un hospital de tercer nivel

Epidemiology of hip fracture in adults treated at a tertiary level hospital

Epidemiologia de fratura do quadril em adultos tratados em um hospital (nível III)

Diana Fernanda Caicedo Sanguino , Andrés Eduardo Araque Melo, Nicolás Ricardo Rojas Quintero, Salvador Enrique Villamizar Quintero

Validación de contenido del Cuestionario de Percepción del Aprendizaje de la Anatomía a través del sistema interactivo en 3D, Cyber Anatomy

Content validation of the Anatomy learning perception questionnaire through the interactive 3-D system, Cyber Anatomy

Validação de conteúdo do Questionário de Percepção de Aprendizagem de Anatomia por meio do sistema interativo 3D, Cyber Anatomy

Sara Raquel Silva-Ortiz, Elisa Andrea Cobo-Mejía, Jhon Fredy Cepeda-Sainea

Factores de riesgo y clasificación de riesgo para enfermedad tromboembólica en mujeres posparto

Risk factors and risk classification for thromboembolic disease in postpartum women

Fatores de risco e classificação de risco para doença tromboembólica em mulheres no pós-parto

Mario Santiago Mesa Espinel, Mónica Paola Quemba Mesa, Nubia Mercedes González Jiménez, Gina Sofía Montaña Padilla, Juan David Vega Padilla

Tiempos y barreras de acceso para procedimientos quirúrgicos electivos en la población de Viracachá (Boyacá, Colombia), durante el periodo 2018-2019

Waiting Times and Barriers for Elective Surgical Procedures in the Population of Viracacha (Boyaca, Colombia) during the period 2018-2019

Tempos e barreiras de acesso para procedimentos cirúrgicos eletivos na população de Viracachá (Boyacá, Colômbia), no período 2018-2019

Cristian Camilo Becerra Gómez, Javier Martínez Torres

## **ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLES/ ARTIGOS DE REVISÃO**

Effects of angiotensin II receptor blockers and angiotensin-converting enzyme inhibitors on COVID-19: a narrative review of the literature

Efectos de bloqueadores del receptor de angiotensina II e inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina en COVID-19: una revisión narrativa de la literatura

Efeitos dos bloqueadores do receptor da angiotensina II e inibidores da enzima de conversão da angiotensina no COVID-19: uma revisão narrativa da literatura

Juan David Muñoz Loaiza, Heitmar Santiago Infante, Brenda Stefania Pérez Mahecha, Juan Esteban Herrera Cardona, David Ricardo Salamanca

Proteínas homólogas de unión a reticulocitos de *Plasmodium falciparum* involucradas en el proceso de invasión al eritrocito: revisión de la literatura

*Plasmodium falciparum* reticulocyte-binding homologous proteins involved in the process of erythrocyte invasion: literature review

Proteínas de ligação a reticulócitos de *Plasmodium falciparum* homólogas envolvidas no processo de invasão de eritrócitos: revisão da literatura

Wendy Royero-Bermeo, César Mauricio Reyes Santofimio, Mabel Patricia Franky Rojas, Yelson Alejandro Picón Jaimés, Jessica Molina Franky

Rehabilitación Pulmonar en Pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

Pulmonary Rehabilitation in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Reabilitação pulmonar em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

Flor Á Umbacía-Salas, Laura J Silva-Rodríguez, Clara L Palencia-Mojica, Alba Y Polanía-Robayo

Fundamentos y aplicaciones biomédicas de las principales tecnologías de secuenciación: una revisión de literatura

Biomedical Foundations and Applications of Major Sequencing Technologies: A Literature Review

Fundamentos e aplicações biomédicas das principais tecnologias de sequenciamento: uma revisão da literatura

Anny Jineth Camargo Mancipe, Karen Nattaly Valero González, Alida Marcela Gómez Rodríguez, Diego Fernando Camargo Mancipe, Carlos Fernando Suárez Martínez, Laura Esperanza Cuy Chaparro

Utilidad de los índices de oxigenación en pacientes adultos y pediátricos con insuficiencia respiratoria. Revisión narrativa

Usefulness of oxygenation indices in adult and pediatric patients with respiratory failure. Narrative review

Utilidade dos índices de oxigenação em pacientes adultos e pediátricos com insuficiência respiratória. Revisão narrativa

Yelson A Picón-Jaimes, Javier E Orozco-Chinome, Leec Fabían David Ortega-Uribe

**REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.  
UNIVERSIDAD DE BOYACÁ**

**ISSN: 2389-7325**

**ISSN: 2539-2018 (En línea)**

**Enero - Junio de 2021**

#### **EDITORIAL**

COVID-19 en la Gestación: Un desafío para la atención en salud

Jorge Enrique Correa-Bautista

#### **ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES / ARTIGOS DE PESQUISA**

Prevalencia de desnutrición infantil en menores de tres años en dos cantones de Ecuador

Prevalence of Child Malnutrition in Children under Three Years Old in Two Cantons of Ecuador

Prevalência da desnutrição infantil em menores de três anos em dois cantões do Equador

Mary Consuelo Mosso Ortiz, Mery Rocío Rea Guamán, Katherine Madeley Beltrán Moso, José Ivo Óscar Contreras Briceño

Una mirada desde la percepción del cuerpo de la persona mayor

A Look from the Perception of the Elderly Person's Body

Um olhar desde a percepção do corpo do idoso  
Eliana Monsalve-Jaramillo, Claudia Inés Bohórquez-Olaya,  
Elisa Andrea Cobo-Mejía

Riesgo psicosocial intralaboral y síndrome de desgaste profesional en psiquiatras de una clínica de Antioquia (Colombia) en el 2020: serie de casos

Intra-Labor Psychosocial Risk and Burnout Syndrome in Psychiatrists at a Clinic in Antioquia (Colombia) in 2020: Case Series

Risco psicossocial laboral e síndrome de Burnout em psiquiatras de uma clínica de Antioquia (Colômbia) em 2020: série de casos  
María Angélica López Rincón, Julián David Palacio Jaramillo,  
Yadilfa Palacios Palacios, Yaline Sánchez Neira

Prevalencia de acantosis nigricans y factores asociados con el síndrome metabólico en Nobsa (Boyacá, Colombia)

Prevalence of Acanthosis Nigricans and Associated Factors to Metabolic Syndrome in Nobsa (Boyacá, Colombia)

Prevalência de acantose nigricans e fatores associados com a síndrome metabólica em Nobsa (Boyacá, Colômbia)

Ángela Viviana Carreño Fernández, Daniel Arturo Avella Chaparro

## ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLES/ ARTIGOS DE REVISÃO

Proteínas importantes para la invasión de *Babesia bovis* a las células huésped

Important Proteins for *Babesia bovis* Invasion to Host Cells

Proteínas importantes para a invasão das células hospedeiras por *Babesia bovis*

Laura Esperanza Cuy-Chaparro, Anny Camargo Mancipe,  
Álida Marcela Gómez Rodríguez, César Reyes Santofimio,  
Darwin Andrés Moreno Pérez

Variables clínicas del parto en posición vertical y horizontal: revisión exhaustiva de literatura

Clinical Behavior of Vertical and Horizontal Deliveries: Exhaustive Literature Review

Variáveis clínicas do parto em posição vertical e horizontal: revisão abrangente de literatura

Laura Cuy-Chaparro, David Ricardo Salamanca, Diana Margoth Riaño-Carreño, Gloria Camargo-Villaba, Nohora Sánchez-Capacho, Rosario Soto Bringas

Políticas públicas latinoamericanas en la comunidad LGBTIQ (lesbianas, gays, bisexuales, trans, intersexuales, queer): revisión documental

Latin American Public Policies in the LGBTIQ (Lesbian, Gay, Bisexual, Trans, Intersex, Queer) Community: Documentary Review

Políticas públicas latino-americanas sobre a comunidade LGBTIQ (lésbicas, gays, bissexuais, trans, intersexual, queer): uma revisão documental

Aura Katherine Gutiérrez-Díaz, Liset Carolina Fierro-Orozco, Ariadna María Angarita-Navarro

Relevancia de los factores de riesgo laborales en personal de recolección de residuos: una revisión

Relevance of Labor Risk Factors in Waste Collection Personnel. A Review

Relevância dos fatores de risco ocupacional nos trabalhadores de coleta de resíduos: uma revisão

Sindy Johana Forero Gauna, Laura Viviana Parra Hurtado, Ángela Liliana Monroy Díaz

Los sistemas de alerta temprana, una herramienta que fortalece la vigilancia epidemiológica en el marco de la seguridad y salud en el trabajo

Early Warning Systems, A Tool That Strengthens Epidemiological Surveillance within the Framework of Occupational Health and Safety

Os sistemas de alerta precoce, um instrumento para reforçar a vigilância epidemiológica no âmbito da saúde e segurança no trabalho

Víctor Zein Rizo Tello, Astrid Maribel Aguilera Becerra, Laura Ximena Ramírez López

Fiebre y sus implicaciones en el diagnóstico del paciente neurológico, revisión narrativa de la literatura

Fever and Its Implications in the Diagnosis of the Neurological Patient: A Review

Febre e suas implicações no diagnóstico do paciente neurológico, uma revisão narrativa da literatura

Germán Gustavo Gutiérrez Torres, Fabio Enrique Hernández Cubides, Yaline Sánchez Neira

## **REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.**

**UNIVERSIDAD DE BOYACÁ**

**ISSN: 2389-7325**

**ISSN: 2539-2018 (En línea)**

**Julio - Diciembre de 2021**

## **EDITORIAL**

Comunicación científica e información en la pandemia por COVID-19

María Inés TorresCaycedo

## **ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES / ARTIGOS DE PESQUISA**

Relación entre el signo del lóbulo hendido y enfermedad cardiovascular en pacientes del Hospital Universitario de Los Andes, diciembre de 2017 a julio de 2018

Relationship between the Cleft Lobe Sign and Cardiovascular Disease in Patients at the Hospital Universitario de los Andes, December 2017 to July 2018

Relação entre sinal de lóbulo fendido e doença cardiovascular em pacientes no Hospital Universitário de Los Andes, dezembro de 2017 a julho de 2018

John Eliseo Castro Gutiérrez, Magaly Quiñonez, Luis Andrés Dulcey Sarmiento

Aborto espontáneo en estudiantes universitarias en Pamplona (Norte de Santander, Colombia) en el periodo 2007-2016. Un estudio transversal

Miscarriage in University Students in Pamplona (Norte de Santander, Colombia) during 2007-2016. A Cross Sectional Study

Aborto espontâneo em estudantes universitárias em Pamplona (Norte de Santander, Colômbia) no período 2007-2016. Um estudo de corte transversal

Paola Andreína Malpica-Cárdenas, Ingrid Xiomara Flórez Peñaloza, Javier Martínez Torres<sup>1</sup>, Nixon Albeiro Zambrano Medina, Belinda Inés Lee-Osorno, Marco Fredy Jaimes Laguado

Infecciones asociadas con dispositivos, perfil microbiológico y resistencia bacteriana en unidades de cuidados intensivos de Casanare (Colombia)

Device-Associated Infections, Microbiological Profile and Bacterial Resistance in Intensive Care Units of Casanare – Colombia

Infecções associadas a dispositivos, perfil microbiológico e resistência bacteriana em unidades de terapia intensiva em Casanare (Colômbia)

Yeimy Yised Ávila Torres, María Fernanda Cáceres Rojas, Astrid Maribel Aguilera-Becerra

Factores sociodemográficos y clínicos asociados con el control de la tensión arterial en pacientes hipertensos de un programa de enfermos crónicos en Boyacá (Colombia), 2017

Sociodemographic and Clinical Factors Associated with Blood Pressure Control in Hypertensive Patients of a Chronic Program in Boyacá (Colombia), 2017

Fatores sociodemográficos e clínicos associados ao controle da pressão arterial em pacientes com hipertensão arterial de um programa de doenças crônicas em Boyacá (Colômbia), 2017

Ibeth Vanessa Hernández-Franco, Mónica Paola Quemba-Mesa, Nubia Mercedes González-Jiménez

Tolerancia al triclosán en cepas de *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli* de origen clínico

Triclosan tolerance in *Klebsiella pneumoniae* and *Escherichia coli* strains of clinical origin

Tolerância a Triclosan em cepas de *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli* de origem clínica

Yaline Sánchez Neira, Eliana Ximena Urbano Cáceres, Nadia Catalina Alfonso Vargas

### **ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLES/ ARTIGOS DE REVISÃO**

Adaptación transcultural y validación de un contenido del cuestionario Texas Textbook Evaluation Tool (T-TET) de evaluación de libros de texto para ciencias de la salud

Cross-Cultural Adaptation and Content Validation of Texas Textbook Evaluation Tool (T-TET) a Book Evaluation Questionnaire for Health Sciences

Adaptação transcultural e validação de um questionário para as ciências da saúde

Gloria Eugenia Camargo Villalba, Nohora Sánchez Capacho, Diana Margoth Riaño Carreño, Kelly Ávila Ávila, Rocío del Pilar Castellanos Vega, Laura Melissa González Zipa

Sistemas de expresión de proteínas recombinantes para el análisis funcional de antígenos de *Plasmodium falciparum* y *Plasmodium vivax*: una revisión

Recombinant Protein Expression Systems for Functional Analysis of *Plasmodium falciparum* and *Plasmodium vivax* Antigens: A Review

Sistemas de expressão de proteínas recombinantes para o análise funcional de antígenos de *Plasmodium falciparum* e *Plasmodium vivax*: uma revisão

Álida Marcela Gómez Rodríguez, Laura Esperanza Cuy Chaparro, Anny Jineth Camargo Mancipe

Estrés laboral: una revisión de las principales causas consecuencias y estrategias de prevención

Work Stress: A Review of the Main Causes, Consequences, and Prevention Strategies

O estresse no trabalho: uma revisão das principais causas, consequências e estratégias de prevenção.

Mayra Andrea Barrera Verdugo, Catalina Chaparro Penagos, Lina Yessenia Plazas Serrano, Luz Ángela Buitrago Orjuela

Efectos adversos por el uso de sustancias químicas en la salud de los trabajadores de la industria de la construcción. Artículo de revisión

Adverse Health Effects of Construction Industry Workers Due to the Use of Chemical Substances. Review Article

Efeitos adversos do uso de produtos químicos sobre a saúde dos trabalhadores da indústria da construção civil. Artigo de revisão

Solaindy Andrea Zapata Álvarez, Dayanis Bautista Ávila, Carla Patricia Laguna Acosta, Pier Paolo Rojas Valderrama, Yessica Alejandra Rincón Rojas, Fabiola Contreras Pacheco

## **REVISTA INVESTIGACIÓN EN SALUD.**

**UNIVERSIDAD DE BOYACÁ**

**ISSN: 2389-7325**

**ISSN: 2539-2018 (En línea)**

**Enero - Junio de 2022**

### **EDITORIAL**

Genes asociados con la resistencia a las enfermedades infecciosas. Enfoques empleados para su hallazgo

Claudia Patricia Jaimes Bernal, Antonio Caruz

### **ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES / ARTIGOS DE PESQUISA**

Frequency of metabolic syndrome and stratification of cardiovascular risk in patients with HIV by using three scoring systems

Frecuencia del síndrome metabólico y estratificación del riesgo cardiovascular en pacientes con VIH mediante tres sistemas de puntuación

Frequência da síndrome metabólica e estratificação do risco cardiovascular em pacientes HIV-positivos usando três sistemas de pontuação

Luis Andrés Dulcey Sarmiento, Jhon Fredy Castillo Blanco, Juan Sebastián Theran León, Raimondo Caltagirone Miceli, Jonathan Antonio Pineda Parada

Relación de problemas disciplinarios y de rendimiento académico con el consumo de sustancias psicoactivas en escolares colombianos

Disciplinary and Academic Issues Related with Psychoactive Substances Consumption, in Colombian Scholars

Relação entre problemas disciplinares e desempenho acadêmico e o uso de substâncias psicoativas em crianças colombianas em idade escolar

Jhaira Daniela Mosquera-Fernandez, Miguel Leonardo Arias-Duarte, Javier Martínez-Torres, Astrid Maribel Aguilera-Becerra

Perceived self-efficacy and breast self-examination in women from Monteria (Colombia)

Autoeficacia percibida y autoexamen de mamas en mujeres de Montería (Colombia)

Auto-eficácia percebida e auto-exame da mamas mulheres em Montería (Colômbia)

Lercy López-Hoyos, Cristina Bohórquez Moreno, Irma Castillo Ávila

Perceptions of the return to face-to-face education and reconfiguration of the domestic burden of university teachers during Covid-19 post-pandemic times

Percepções sobre o retorno à educação presencial e a reconfiguração da carga doméstica de docentes universitárias em tempos de pós-pandemia por covid-19

Percepções sobre o retorno à educação presencial e a reconfiguração da carga doméstica de docentes universitárias em tempos de pós-pandemia por covid-19

Diana Isabel Girón-Madroño, Edward Javier Ordóñez

Efecto de la recuperación activa en la potencia pico y el lactato después de protocolos de sprints repetidos, realizados en cicloergómetros: una revisión sistemática

Active Recovery Effect in the Peak Power and the Lactate, after Repeated Sprints Protocols, Executed in Cycloergometer: A Systemic Review

Efeito da recuperação ativa sobre a potência de pico e o lactato depois de repetidos protocolos de Sprints realizados em cicloergómetros: uma revisão sistemática

Sonia Viviana Anzola-Cruz

## ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLES/ ARTIGOS DE REVISÃO

Análisis del somatotipo en el taekwondo. Revisión de la literatura

Somatotype analysis in taekwondo. Literature review

Análise somatotípica no taekwondo. Revisão da literatura

Cristian C. Peña-Sánchez, Melba R. Mieles-Ramírez, Brayan E. Patiño-Palma

Instrumentos de evaluación del riesgo psicosocial en trabajadores de diferentes sectores laborales. Revisión narrativa descriptiva

Instruments for assessing psychosocial risk in workers in different occupational sectors. Descriptive narrative review

Instrumentos de avaliação de riscos psicossociais para trabalhadores de diferentes sectores de trabalho. Revisão narrativa descritiva

Yenni Paola Vargas Velasco, Laura Vanessa Vásquez Barrera, Aura Cristina Quino Ávila, Deysi Lorena Arias Condia, Eduardo Alfonso Avella Tejedor

Síndrome de agotamiento psicológico en personal de la salud durante la pandemia por COVID-19: revisión narrativa

Burnout syndrome in health personnel during the COVID-19 pandemic: narrative review

Síndrome de Burnout psicológico em trabalhadores da saúde durante a pandemia de COVID-19: revisão narrativa

Yeison Camilo Alarcón Moreno, Andrea Carolina Rodríguez Pugliesse, Yaline Sánchez Neira

Seguridad y salud en el trabajo para operarios de maquinaria pesada en la industria de la construcción

Occupational Health and Safety for Heavy Machinery Operators in the Construction Industry

Segurança e saúde no trabalho para operadores de maquinaria pesada na indústria da construção

Lina Natalia Paredes-Sánchez, Yenny Marcela Sainea-Rodríguez, Yesika Paola González-Villamil, Yussely Márquez Benítez

## **ARTÍCULOS DE REFLEXIÓN / REFLECTION ARTICLES/ ARTIGOS DE REFLEXÃO**

Fortalecimiento de la autoeficacia en estudiantes de enfermería como preparación para el ingreso a prácticas clínicas en una universidad de Boyacá (Colombia)

Strengthening Self-Efficacy in Nursing Students as Preparation for Admission to Clinical Practices at a university in Boyacá – Colombia

Reforçar a auto-eficácia dos estudantes de enfermagem em preparação para a entrada na prática clínica numa universidade em Boyacá (Colômbia)

Mónica Paola Quemba-Mesa , Yury Marcela Arenas-Cárdenas, Leidy Yemile Vargas-Rodríguez, Jenny Katherine Díaz-Fernández, Sandra Lizeth Díaz-Niño