



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

CCP

Centro Centroamericano
de Población

Doi: <https://doi.org/10.15517/psm.v22i1.57743>

Volumen 22, número 1, Art. Cient. Julio-diciembre 2024



Población y Salud en Mesoamérica

Tendencias mundiales para reducir la huella de carbono: retos y oportunidades para el sector salud en Costa Rica

Ericka Murillo-Rodriguez y Wendel Mora-Rivera

Cómo citar este artículo:

Murillo-Rodriguez, E. y Mora-Rivera, W.(2024). Tendencias mundiales para reducir la huella de carbono: retos y oportunidades para el sector salud en Costa Rica. *Revista Población y Salud en Mesoamérica*, 22(1). <https://doi.org/10.15517/psm.v22i1.57178>



ISSN-1659-0201 <http://ccp.ucr.ac.cr/revista/>

Revista electrónica semestral

Centro Centroamericano de Población

Universidad de Costa Rica

Tendencias mundiales para reducir la huella de carbono: retos y oportunidades para el sector salud en Costa Rica

Global trends to reduce carbon footprint: challenges and opportunities for the Costa Rican health sector

Ericka Murillo-Rodriguez¹ y Wendel Mora-Rivera²

Resumen: Introducción: La reducción de la huella de carbono en todos los sectores es imprescindible como parte de la acción climática, y la ejecución de estrategias específicas incluye el accionar de los servicios de atención sanitaria. Costa Rica se ha destacado por un sólido sistema de salud con enfoque de atención primaria; sin embargo, se documentan pocas evidencias científicas respecto a los roles e impactos del sistema de salud en la reducción de la huella de carbono a nivel nacional. **Objetivo:** Analizar la producción científica sobre huella de carbono en los servicios de salud a nivel global y contrastarla con la realidad costarricense. **Método:** Se realizó un mapeo de la literatura en español e inglés en la base de datos Scopus, a partir de términos de tesauros en línea. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión, y se utilizó la herramienta Bibliometrix en el software R para el análisis. Posteriormente, se realizó una revisión integrativa de los documentos seleccionados con apoyo de la plataforma Covidence. **Resultados:** Se analizaron 46 publicaciones en el análisis bibliográfico y 25 documentos en la revisión de alcance, identificando los temas investigados actualmente para la reducción de la huella de carbono en la atención sanitaria. Estos tópicos incluyen análisis de insumos hospitalarios, gestión de residuos sólidos, técnicas de evaluación de impacto ambiental, diseño de estrategias de sostenibilidad, educación ambiental, infraestructura sanitaria, compras sustentables y consumo energético. **Conclusiones:** Los estudios, independientemente de la región o país, presentan opciones para mejorar la práctica sanitaria en relación a la huella de carbono, impactando también la salud de las poblaciones. Sin embargo, la mayoría de estos estudios, según la metodología GRADE, presentan baja evidencia debido a las particularidades del diseño metodológico empleado. Las colaboraciones internacionales pueden ser una herramienta útil para avanzar en la implementación de tecnologías y estrategias políticas adaptables a la realidad costarricense, haciendo sostenible el sector salud y, por ende, la atención sanitaria.

Palabras clave: sostenibilidad, huella de carbono, servicios de salud, salud planetaria.

Abstract: Introduction: The reduction of carbon footprints across all sectors is a crucial aspect of climate action. The implementation of specific strategies to achieve this goal includes the actions of healthcare services. Costa Rica has been noted for a robust health system with a primary care approach. However, there is a paucity of scientific evidence regarding the roles and impacts of the health sector in reducing the national carbon footprint. **Objective:** To analyze the scientific production on carbon footprint in health services at a global level and contrast it with the Costa Rican reality. **Method:** A mapping of the literature in Spanish and English was carried out in the Scopus database, based on online thesaurus terms. Inclusion and exclusion

¹ Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia, Universidad de Costa Rica. San José, COSTA RICA, ericka.murillo@ucr.ac.cr

² Centro Interamericano para la Salud Global (CISG); Universidad Latina de Costa Rica. San José, COSTA RICA, wendel.mora@ulatina.net

criteria were applied, and the Bibliometrix tool in R software was used for the analysis. Subsequently, an integrative review of the selected documents was conducted with the support of the Covidence platform. A total of 46 publications were analyzed in the bibliographic analysis and 25 documents in the scoping review, identifying currently researched topics for carbon footprint reduction in healthcare. These topics include hospital input analysis, solid waste management, environmental impact assessment techniques, sustainability strategy design, environmental education, healthcare infrastructure, sustainable purchasing, and energy consumption. **Conclusions:** The studies, regardless of region or country, present options for improving healthcare practice in relation to the carbon footprint, also impacting the health of the populations. However, the majority of these studies, according to the GRADE methodology, present low evidence due to the particularities of the methodological design employed. International collaborations can be a useful tool to advance the implementation of technologies and political strategies that are adaptable to the Costa Rican reality, thereby making the health sector and, consequently, healthcare sustainable.

Keywords: Sustainability, Carbon footprint, Health services, Planetary health

Recibido: 07 dic, 2023 | **Corregido:** 16 jun, 2023 | **Aceptado:** 25 jun, 2023

1. Introducción

Desde hace más de 40 años en el mundo se han realizado llamados de atención en relación a temáticas ambientales, esto con la elaboración de acuerdos internacionales. También, ha aumentado la concienciación de la salud ambiental como un determinante de la salud (Pichler et al., 2019).

El sector salud tiene un papel fundamental en la acción climática, debido a que éste posee impactos significativos sobre la salud poblacional. Al mismo tiempo, las acciones generadas también tienen impacto en el medio ambiente y en el cambio climático (Salud sin Daño, 2019), ya que la huella de carbono en términos de CO₂ corresponden al 5% de las emisiones globales netas. Es por esto, que las instituciones y actores sanitarios han incluido dentro de sus agendas estrategias destinadas a reducir su huella de carbono y a fomentar la resiliencia ante los efectos del cambio climático.

Las áreas de acción corresponden al consumo de energía, el transporte, y la fabricación, así como el uso y disposición de productos, donde, el 71% de estas emisiones son originadas por la cadena de suministros (Banco Mundial, 2017).

Los autores expresan que la huella del sector de la salud se relaciona con el gasto en salud, existiendo una fuerte correlación entre ésta y el gasto en salud de cada país (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE] et al. 2017). Según los datos se concluyó que los países pertenecientes a esta entidad son responsables en conjunto del 4,4 % del total de emisiones generadas.

La salud es una dimensión importante y un indicador sensible del desarrollo sostenible. Del mismo modo, representa el efecto colectivo de las condiciones de vida a nivel social, económico, y material. Ante esto, el sector sanitario debe tener un compromiso auténtico con la búsqueda del bienestar de las personas, desde su gestión institucional en atención con su entorno para garantizar el cuidado desde todas las aristas (Wight & Middleton, 2019).

La sostenibilidad pretende involucrar las áreas social, económica y ambiental; sin embargo, el ejercicio común en el sector salud ha priorizado a las esferas social y económica (Herrera, 2019; Merino et al.; 2022; Zevallos, 2018). Por ejemplo, las acciones por el clima adaptadas en el Acuerdo de París requieren esfuerzos operativos para los prestadores de servicio sanitarios, ya que a pesar de que las instituciones protegen la salud de las personas contribuyen de igual forma al cambio climático, cuestión que se debe transformar para cumplir con el fundamento bioético del ejercicio profesional “primero no hacer daño” como lo expresa el expresidente de la OMS, Tedros Adhanom.

Es evidente que el cambio climático es la mayor amenaza a la salud pública (Roca et al., 2019), lo que ha originado la gestación de paradigmas como el de Una Salud (*One Health*) y la Salud Planetaria (Asaduzzaman et al., 2022), para el trabajo a nivel internacional así como un llamado a la adaptación y la mitigación desde ámbitos de la atención sanitaria (Lokmic-Tomkins et al., 2023). No obstante, la mayoría de países latinoamericanos, y puntualmente Costa Rica, no cuentan con el diagnóstico del impacto del sector salud para promover acciones fundamentadas como siguiente paso (Salud sin Daño, 2019). Por tanto, se aplica la premisa de que lo que no se define, no se puede medir, y por ende, es imposible mejorar; es por ello, que se pretende crear evidencia sobre las tendencias mundiales en investigación para poder responder a la información faltante de los países.

Previo al desarrollo del documento es menester definir conceptos importantes que se mencionan en la literatura y puede no ser familiar a los conocimientos del personal sanitario. Para iniciar, se entiende sostenibilidad como la posición que considera en primer lugar el componente ambiental desplazando el componente humano, no se subordina a los capitales social y económico, sino que considera el valor intrínseco de la naturaleza, en donde el enfoque ético se centra en la preservación del ambiente (Madroñero-Palacios, & Guzmán-Hernández, 2018).

El desarrollo de centros de salud u hospitales evidencia esa relación entre el crecimiento y la degradación ambiental que se ha dado históricamente con nula sostenibilidad (Sexto Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente citado en Bermejo, 2014). Teniendo presente este equilibrio entre el factor social, económico y ambiental, es prioritario definir el reto ambiental del momento, el cambio climático, una variación del estado del clima identificable en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos (Panel Intergubernamental del Cambio Climático, 2013). Donde Bárcena, et al. (2020) indica que es atribuible directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural.

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2013) define los gases de efecto invernadero (GEI) como componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como

antropogénicos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Los principales son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃) (Mondragón-Suárez et al., 2019).

Ese incremento gradual de la temperatura como consecuencia de la GEI se conoce como calentamiento global (Mondragón-Suárez, et al., 2019) y dichos gases en niveles normales lo que pretenden es mantener la temperatura idónea para la vida en la Tierra, absorbiendo la radiación terrestre emitida en cualquier punto de la atmósfera (IPCC, 2013).

Es por ello, que en la actualidad se pretende controlar la cantidad de estas sustancias que se emite por persona, empresa u organización, estimulando su medición mediante la huella de carbono (García, 2020). Es por ello que atender a esta necesidad se vincula directamente con la Salud y Bienestar de las personas (ODS 3); con la producción y consumo responsables (ODS 12) y la acción por el clima (ODS 13) para poder generar alianzas (ODS 17) para el alcance de los objetivos de desarrollo sostenibles a las que las naciones hacen llamado.

En este contexto, se planteó un mapeo de la literatura disponible sobre huella de carbono en el sector salud a través de la metodología de revisión integrativa. Para ello, se estableció la siguiente pregunta de revisión: ¿Cuál es la evolución del conocimiento en el campo de la sostenibilidad sanitaria para la reducción de su huella de carbono? Derivado de esta interrogante, se planteó el objetivo general de analizar la producción científica sobre huella de carbono en los servicios de la salud a nivel global.

2. Metodología

Se realizó una revisión integrativa, los autores Whitemore & Knafl (2005) establecen el rigor de este método responde a la consecución de los pasos: identificación del problema, búsqueda bibliográfica, evaluación de datos, análisis de datos y presentación. En donde, la revisión integrativa permite resumir e integrar la variedad de enfoques metodológicos para proporcionar evidencia en torno al tema de interés.

La formulación de la pregunta de investigación se realiza con la técnica PICORT, descrita a continuación: Población: Centros de salud, hospitales u otros; Intervención: Mapeo bibliográfica y revisión de literatura; Comparación: Huella de carbono; Resultado: Medición o disminución huella de carbono; Contexto: Sector de la salud y Tiempo: sin definir.

2.1 Fuentes de datos y estrategia de búsqueda

Existen diferentes bases de datos con alta rigurosidad científica disponibles, entre ellas Scopus, WOS, Redalyc y SciELO. Para esta revisión, se seleccionó la base de datos Scopus debido tanto a su amplitud referencial como a la facilidad de uso en conjunto a la herramienta Bibliometrix en el software R. Se utilizaron restricciones de idioma inglés-español y de texto completo. Por su parte, las palabras clave según los descriptores DeCS/MeSH de la búsqueda fueron: Sostenibilidad, Salud

y Huella de carbono (Sustainability, Healthcare y Carbon footprint). Los criterios de exclusión comprenden los idiomas diferentes a los mencionados y formato diferente al artículo. A continuación, en la Tabla 1, se detalla el criterio de la búsqueda, filtración y sus resultados en la base de datos.

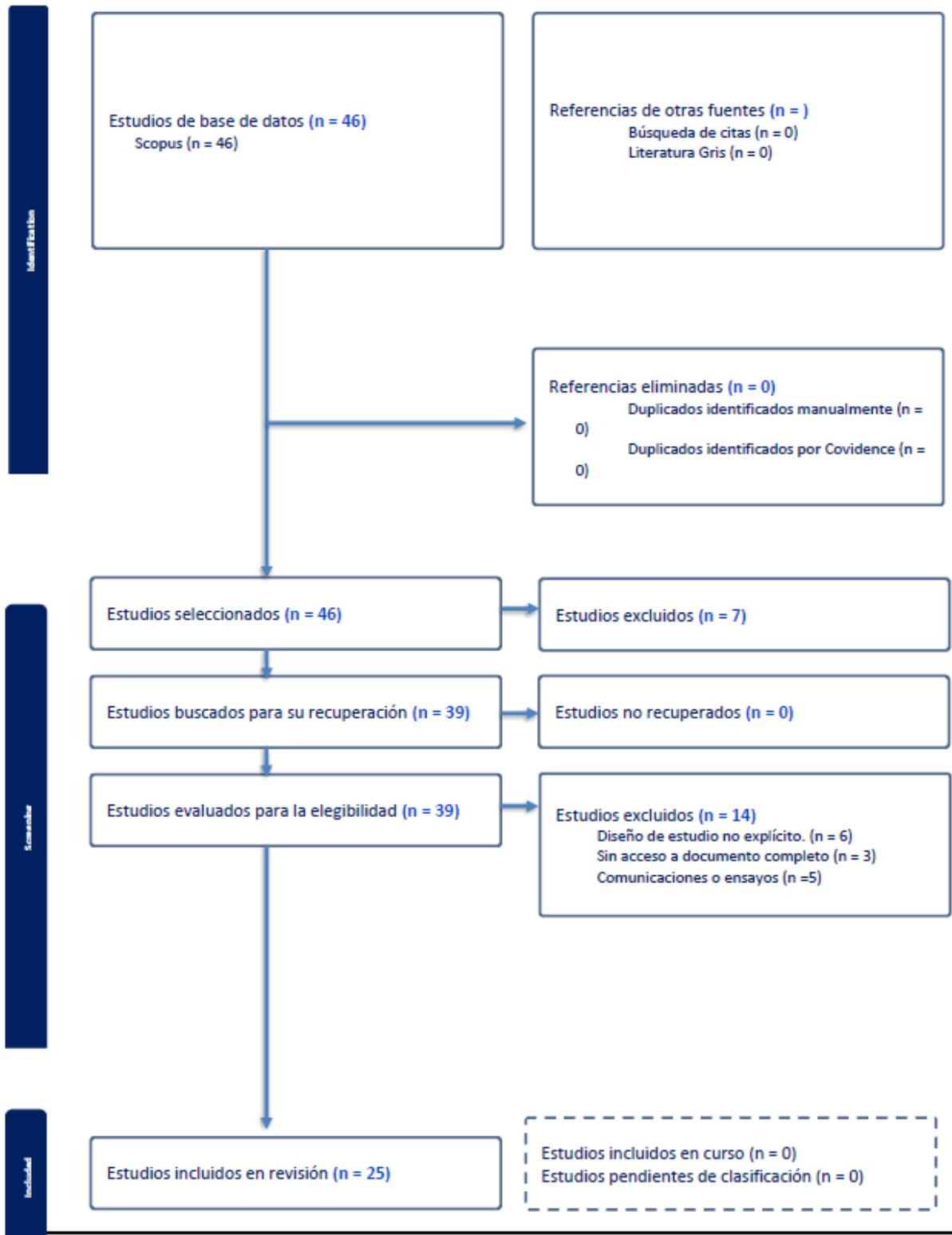
Tabla 1
Criterios de búsqueda del piloto

Base de datos	Fórmula de búsqueda	n
Scopus	TITLE-ABS-KEY (sustainability AND "healthcare" AND "carbon footprint") AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , "final")) AND (LIMIT-TO (OA , "all")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish"))	46

Fuente: Elaboración propia.

Basados en criterios de inclusión, se seleccionaron artículos originales: estudios cuantitativos, cualitativos y mixtos. Asimismo, se descartaron artículos que no tuvieran texto completo disponible para el periodo seleccionado, publicados en un idioma diferente al español o inglés, artículos duplicados y retractados, los textos cuyo título y/o resumen no describiera relación entre el tema de huella de carbono y el sector salud. Para finalizar, se eliminaron las revisiones de la literatura, coloquios, comunicaciones y cartas editoriales (Figura 1).

Figura 1.
Diagrama PRISMA



Fuente: Elaboración propia basado en Page et al. (2022)

El análisis de las publicaciones primeramente se llevó a cabo mediante técnicas bibliométricas. El análisis bibliométrico se desarrolló a través de Bibliometrix, un código abierto desarrollado en el lenguaje R. Las variables permiten presentar una visualización de la investigación en el campo, produciendo revisiones estructuradas de la literatura (Aria & Cuccurullo, 2017). La elección se debe a su compatibilidad con la base de datos utilizada, a las múltiples funciones analíticas, el acceso libre, y la facilidad en la identificación de tendencias.

Dentro de las variables generales analizadas se encuentran: evolución de las publicaciones, países con mayor número de publicaciones, artículos más citados, y principales revistas. Derivado de estas variables, se recuperó información acerca de tendencias de investigación, compromiso y esfuerzos de los países, liderazgo ambiental, estudios y fuentes influyentes (que pueden servir como base para futuras investigaciones y planeamiento de políticas públicas), y buenas prácticas ambientales en el sector salud. Todo lo anterior, permite además crear una visión panorámica sobre la producción científica acerca de la huella de carbono en los servicios de la salud.

Los estudios incluidos en la revisión se revisaron con detalle, iniciando con el título y resumen; se continuó con una revisión completa del texto a través de la plataforma Covidence (Versión gratuita) por parte de los dos autores del documento y posteriormente se extrajo información para el análisis. Se identificaron aspectos comunes relativos a la revisión bibliométrica y de alcance, la guía de selección se puede observar en el diagrama PRISMA. Con el apoyo de Biblioshiny, se identificaron clústeres de temas a partir de las palabras clave de los autores junto con la medida de impacto de la puntuación global de citas y etiquetado con las Keywords Plus.

Además, los artículos se evaluaron con apoyo de los documentos CASPe Systematic Review Checklist, validados y traducidos al español (Cabello, 2005). Adicionalmente, con el sistema GRADE se evaluó la calidad de evidencia y graduación de fuerza de las recomendaciones para asegurar consistencia de los mismos (Aguayo-Albasini et al., 2014)

3. Resultados

Este apartado del mapeo bibliográfico ha sido dividido en las unidades más importantes del análisis bibliométrico: los artículos, los autores y las palabras clave. En la Tabla 2 se muestra información resumida de los documentos encontrados en la búsqueda realizada.

Tabla 2

Información bibliométrica principal de las publicaciones analizadas

	Parámetro	Resultado
Información general	Período de búsqueda	2011-2023
	Documentos	46
	Autores	206
	Fuentes de publicación	42
	Citas promedio por documento	18.24
	Referencias citadas en todo el conjunto de documentos	2417
	Documentos de autoría individual	5
	Documentos de autoría múltiple	41
Colaboración de autores	Coautores por documento	4.72
	Índice de colaboración	36.9%

Fuente: Elaboración en Bibliometrix a partir de los resultados de búsqueda.

3.1 Identificación de las características de la producción científica sobre huella de carbono en los servicios de la salud

Con el fin de analizar la tendencia y evolución en este campo de investigación, se realizó un contraste del número de publicaciones registradas en Scopus con los filtros antes descritos. Según los datos obtenidos, se observa que el primer artículo en esta área fue publicado en el año 2011 (Mackenzie, 2011); sin embargo, a partir del año 2017 se presenta una tendencia de aumento en la producción hasta el 2022, lo que indica que este tema está recibiendo cada vez más la atención de la comunidad científica internacional. Además, se identificó que el 80% del total de los documentos (37 de 46) fue publicado entre los años 2019-2023; esto demuestra la actualidad de este campo de estudio.

De los artículos seleccionados, se obtuvieron un total de 2417 citas, con un promedio de 14.52 referencias por documento. Se ha publicado en 41 revistas diferentes. El análisis revela que el 32.6%

de los artículos se han publicado en las revistas Journal of Cleaner Production, International Journal of Environmental Research and Public Health y Journal of Climate Change and Health (Tabla 3).

Tabla 3

Relevancia bibliométrica de las revistas científicas disponibles en Scopus según Cantidad de publicaciones, Cite score, e Impact factor.

Revista	Cantidad de publicaciones	Cite Score (2022)	Impact factor (2021)
Journal of Cleaner Production	3	15.8	11.072
International Journal of Environmental Research and Public Health	2	4.5	-
Journal of Climate Change and Health	2	-	4,054
Sustainability (Switzerland)	2	5.0	3.889
Advances In Therapy	1	-	4.070
Age and Ageing	1	-	12.782
American Journal of Infection Control	1	5.8	4.303
Anaesthesia And Intensive Care	1	0.6	1.512
Antibiotics	1	-	5.222
Applied Health Economics and Health Policy	1	-	3.686

Fuente: Elaboración en Bibliometrix a partir de los resultados de búsqueda.

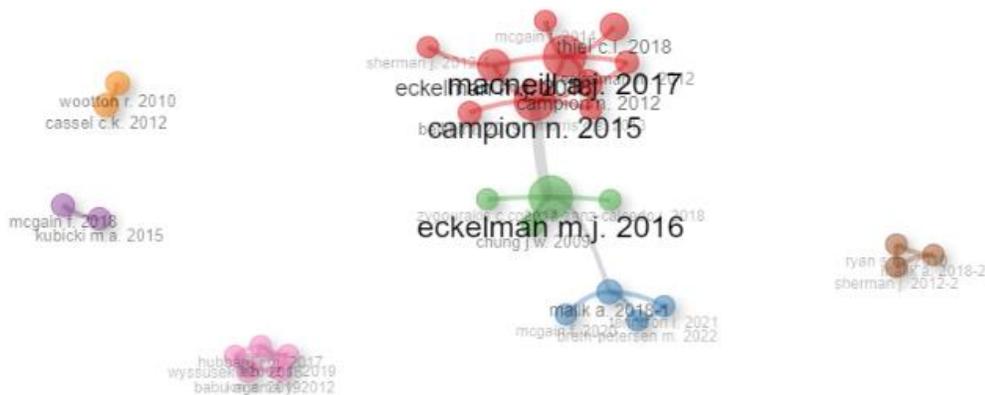
La red de co-citación de autores (Figura 2) permite identificar a los investigadores que más se destacan al interior de la red, esto a partir del número de veces que han sido referenciados, lo que permite determinar cuáles son los autores más influyentes en el tema. Se seleccionaron los 10 autores más citados, y entre ellos se destacan como los cinco principales 1) McGain, 2) Barratt, 3) Breth-Petersen, 4) Eleftheriades y 5) García-Sanz-Calcedo; correspondiente al 26% de las publicaciones.

En relación con la producción científica por país encabezan la lista Reino Unido (46), Australia (41), Estados Unidos (19), Países Bajos (12) y Suiza (6). Se puede visualizar la colaboración internacional entre los países mediante mapas y redes, tal como se muestra en la Figura 3. La intensidad del color es proporcional al número de publicaciones por país, y las líneas representan las colaboraciones científicas entre los países. Se evidencian pocas colaboraciones ya que el grosor de estas líneas es

proporcional al número. Se aprecia que el Reino Unido, Estados Unidos y Países Bajos son los que tienen más colaboraciones internacionales.

Figura 2

Autores y red de co-citación.

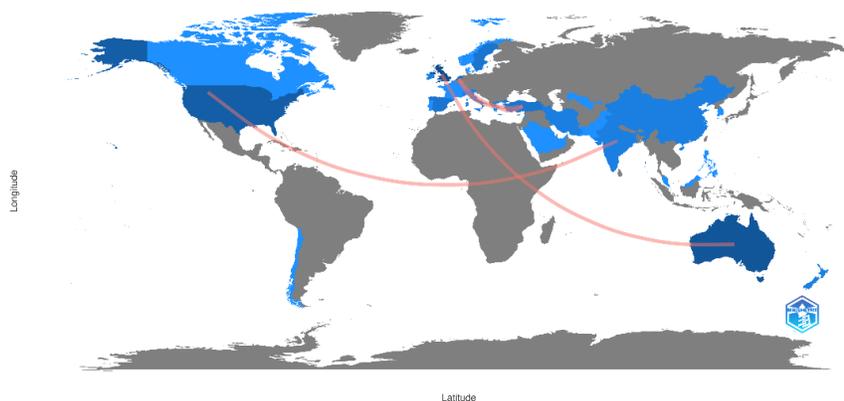


Fuente: Elaboración propia en Bibliometrix.

La Tabla 4 presenta las diez instituciones con el mayor número de publicaciones registradas en este estudio bibliométrico. La University of Sheffield del Reino Unido, seguida de las Leiden University Medical Center en los Países Bajos y Nyu Langone Health en New York con 3 documentos respectivamente. Se observa que las diez instituciones abajo descritas concentran el 58.7% de la producción científica en el área.

Figura 3

Países con mayor producción científica con colaboraciones



Fuente: Elaboración propia en Bibliometrix.

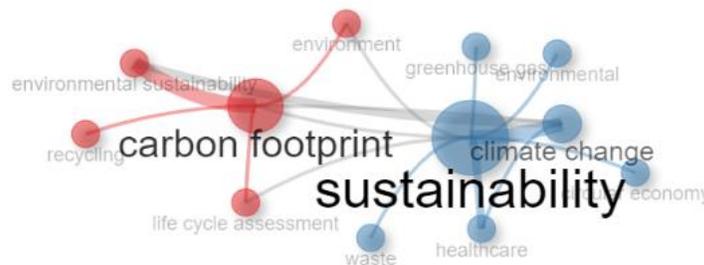
Tabla 4
Instituciones afiliadas a autores con mayor cantidad de publicaciones

Afiliación	Documentos
The University of Sheffield	4
Leiden University Medical Center	3
Nyu Langone Health	3
University of Extremadura	3
University of Rochester	3
University of Sydney	3
Amity University Tashkent	2
Luleå University of Technology	2
Marmara University	2
Monash Health	2

Fuente: Elaboración en Bibliometrix a partir de los resultados de búsqueda.

En la Figura 4 se sintetiza la evolución de las palabras clave de los documentos analizados, donde se identificaron dos clústeres de temas a partir de éstas. El tamaño de cada palabra es proporcional al número de veces que aparece en los documentos y sus conexiones. Para la realización del mapa de clústeres por acoplamiento de documentos, se debe saber que el acoplamiento es cuando dos o más documentos fuentes citan a un mismo documento, es decir, una línea se dibuja entre dos nodos si las palabras correspondientes aparecen juntas en los mismos documentos.

Figura 4
Red de co-ocurrencia de palabras claves de autores.



Fuente: Elaboración propia con datos de revisión.

Los enfoques de investigación se dividieron en ocho categorías, muchas interrelacionadas entre sí, a saber: Análisis de insumos y productos, Diseño de estrategias y legislación, Energía, Infraestructura hospitalaria, Medicamentos inhalados, Educación y Gestión de residuos, y Compras sostenibles.

Seis estudios se realizan específicamente según especialidades como la anestesiología, pediatría, odontología, geriatría y cuidados intensivos; resaltando sus procesos y la huella ambiental de la atención. De los estudios de investigación originales incluidos, más de la mitad midieron directamente el impacto medioambiental relacionado con el cambio climático y la atención sanitaria; por ejemplo, a través de la gestión de los residuos en cuidados intensivos neonatales (Nichols & Mukonoweshuro, 2017), neurocirugía (Talibi, et al., 2022), salas de operaciones (De Ridder et al., 2022) y cuidados intensivos (Prasad et al., 2022).

El análisis del ciclo de vida (ACV), fue la herramienta más utilizada en las diversas publicaciones (Vozzola, et al., 2018; Keller, 2021; Power, et al., 2021; Williams et al., 2023). Sin embargo, también se menciona el Triple Resultado final (TBL) para la evaluación de intervenciones en salud (Vergunst et al., 2020). Y el análisis input-output lo utiliza Kjaer et al., (2015) exponiendo tres casos de uso de base de datos híbrida de insumos y productos ambientales como base para las cuentas de la huella ambiental, incluyendo toda la cadena de suministro.

De Ridder (2022) describe un inventario sistemático de los residuos quirúrgicos paso a paso, cuantifica su impacto ambiental, identifica los puntos críticos y ofrece soluciones para mejorarlos, en su propuesta llamada HSMEA, un método para mejorar eficazmente el impacto ambiental de los quirófanos.

Vozzola (2018) implementó una comparación de impacto ambiental entre las batas desechables y las reutilizables. Las segundas muestran una reducción en consumo de energía, generación de GEI, consumo de agua y generación de residuos. Das et al., (2020) analiza la metodología utilizada para desarrollar mascarillas faciales totalmente biológicas a base de gluten para reemplazar las tradicionales. Duane et al., (2020) investigaron cómo intervenir la salud bucodental, encontrando a través de un ACV, que los cepillos de plástico reciclado continuamente eran la opción más sostenible.

Por su parte, Power, et al. (2021) realizaron el ACV de la inyección intravítrea, concluyendo que cambios en los procedimientos como el uso de agentes de acción prolongada y omisión de artículos desechables en los envases de las inyecciones también podría reducir las emisiones en aproximadamente 0,56 kg en cada una.

En el 2022, cuatro artículos se refieren a diversas estrategias sobre cómo optimizar la programación sostenible en el sector sanitario, por ejemplo la iniciativa Choosing Wisely en Australia (Walsh et al., 2022), para reducir las pruebas innecesarias a su vez la huella de carbono y otros costos asociados, a través de cuatro pasos auditar las prácticas locales, definir las pruebas innecesarias, educar a las partes interesadas y medir el impacto de la intervención mediante una nueva auditoría; o la estrategia 2021-2026 del Instituto Nacional para la Salud y la Excelencia Sanitaria (NICE), Reino Unido, donde se destaca la importancia de evaluar el impacto ambiental en sus orientaciones y la

responsabilidad que tiene como líder sanitario de promover la sostenibilidad medioambiental (Sharma et al., 2022).

Respecto al enfoque de educación, se buscó comprender los conocimientos sobre las prácticas de sostenibilidad y gestión de residuos del personal a quienes trabajaban en una unidad de neonatología (Nichols & Mukonoweshuro, 2017), y por otro lado, Peng et al., (2022) investigaron los factores que pueden mejorar el comportamiento proambiental de los empleados, mejorando sus esfuerzos hacia la descarbonización al mejorar el comportamiento de consumo de energía de los empleados a través del marco de liderazgo de servicio, la autoeficacia ecológica y el apoyo organizacional percibido desde el punto de vista ecológico.

Otro tema de investigación fue la infraestructura sanitaria. En España, González-Domínguez, et al. (2020) evaluaron 25 centros de salud para proponer herramienta con el fin de programar el mantenimiento preventivo de las instituciones; además, en García-Sanz-Calcedo et al. (2020) calcularon las emisiones asociadas a la fabricación, el transporte y la colocación de los materiales en las construcción de 6 instalaciones de salud. En cuanto, Keller et al., (2021), determinaron en 33 hospitales de cuidados intensivos en Suiza, las áreas con más impacto ambiental, destacando la construcción de infraestructuras y la restauración como los principales responsables, seguidos de la calefacción y la electricidad.

Solo un documento tiene enfoque de compras sustentables comparando entre dos países sus prácticas de sostenibilidad, en este caso Italia y España, donde en ambos solicitan a los proveedores que mejoren su desempeño ambiental a lo largo del tiempo, incluida la huella de carbono, pero las organizaciones italianas se centran más en cumplir con las leyes y reglamentos obligatorios en materia de medio ambiente y seguridad (Chiarini et al., 2017). En el tema energía, los autores Imran et al. (2020) realizaron un análisis del flujo de materiales (AFM) en hospitales de Malasia, evaluando el desarrollo de los proyectos de contratación de rendimiento energético en hospitales gubernamentales, lo cual logró compensar alrededor del 16% del objetivo nacional de reducción de emisiones de los edificios gubernamentales.

Por último, según el sistema GRADE (Aguayo-Albasini, et al. 2014), de calidad de evidencia y graduación de fuerza, el único de los documentos revisados que se considera alto es "Exploración de la integración de los impactos ambientales en el análisis de costes del ensayo piloto MEL-SELF de vigilancia del melanoma dirigida por el paciente" (Williams et al. 2023), por ser un estudio aleatorizado controlado.

Los demás documentos revisados, muestran evidencia baja, ya que sus diseños de investigación incluyen estudios de casos (5), propuesta de investigación (1), investigación cuantitativa longitudinal (3), estudio sobre la precisión de las pruebas diagnóstica (1), Experimental no aleatorizado (1), cohorte (1), estudio de corte transversal (8), estudios mixtos (1) y estudios cualitativos (3). Sin embargo, la información suministrada en las investigaciones en cada contexto, permite poder replicar las diversas investigaciones.

3.3 Retos y oportunidades para Costa Rica

Se puede señalar que existe un camino largo por recorrer hacia la sostenibilidad, comenzando por la necesidad de políticas públicas para regular los aspectos relacionados con la descarbonización en general, especialmente en el sector salud. Esto incluye la regulación puntual para la atención sanitaria y la medición de la huella de carbono de cada institución ligada, con el fin de evaluar el impacto y fomentar mejoras específicas.

Muchos de los temas antes expuestos en el país tienen legislación relacionada, más su limitante es la aplicación y la medición de las estrategias implementadas. Desde el año 2009, se ha implementado en Costa Rica la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Desde el año 2012, el Programa País Carbono Neutralidad 2.0, y el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050 están bajo la dirección de la Dirección de Cambio Climático del Ministerio Nacional de Ambiente y Energía [MINAE]. El sector salud se menciona dentro del Plan Nacional de Adaptación; no obstante, únicamente se incluye dentro del eje en la gestión de conocimiento, condicionado al presupuesto externo, en el eje 3 seguridad y sostenibilidad hídrica, y en el eje 4 vinculado a los servicios públicos y la infraestructura resiliente (p.35) siendo necesario mayor involucramiento.

En la categoría organizacional, se produce información verificada sobre los inventarios de GEI para cumplir con el contexto normativo internacional (ISO) sobre gestión ambiental INTE B5:2021 e ISO 14064, así como con la Ley 8279. Sin embargo, no es necesario cumplir con el programa, ya que la participación es voluntaria. Solo se han unido a la iniciativa estatal empresas farmacéuticas y de dispositivos médicos.

Además, el Reglamento para la elaboración de los Programas de Gestión Ambiental Institucional [PGAI] (Comisión Técnica Evaluadora del Ministerio de Ambiente y Energía - Ministerio de Salud, 2011) establece que las entidades públicas o estatales deben cumplir con el programa y presentar informes anuales. Para lograr los objetivos de sostenibilidad en Costa Rica y a su vez en la adaptación para el cambio climático, es esencial que estas leyes y reglamentos se lleven a cabo de manera adecuada en el sector salud y sus servicios, más que por solo cumplimiento, por la búsqueda real del bienestar humano.

En cuanto al Ministerio de Salud [MS] de Costa Rica, no hay ninguna publicación disponible para conocer la huella de carbono del sector. Sin embargo, la Caja Costarricense de Seguridad Social [CCSS] cuenta con el documento PGAI, creado anualmente desde 2014, que demuestra su esfuerzo en este ámbito, con limitaciones de plazas profesionales específicas para su trabajo así como el no cumplimiento total de los 145 comités ambientales locales que lo conforman.

En la última edición 2019-2022, la institución hace un recuento de las mejoras que se debe tener en el cumplimiento del mismo, menciona la falta de integración presupuestaria en el tema de gestión ambiental, ausencia de diagnóstico energético e inventario GEI, ausencia de sistematización de datos organizacionales teniendo como barrera el tamaño de la institución así como las diversas tareas que

ejecutan, falta de sensibilización ambiental a funcionarios así como retraso en la aplicación de compras sustentables (CCSS, 2022).

Además, existe regulación en temas relacionados con la gestión de residuos (Ley para la Gestión Integral de Residuos No. 8839). Para ello reglamentos y decretos, como el Reglamento de la Ley Gestión Integral de Residuos (DE-37567), el Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios (DE-36093), el Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial (DE-38272), el Reglamento Residuos Electrónicos (DE-35933), el Reglamento disposición medicamentos, materias primas y sus residuos (DE-36039), el Reglamento residuos peligrosos (DE-37788), el Reglamento Desechos peligrosos industriales (DE-27000 y 27001), el Reglamento gestión de desechos infectocontagiosos (DE-30965), el Reglamento de Llantas de Desecho (DE-33745), el Reglamento sobre relleno sanitario, el Reglamento sobre condiciones de operación y control de emisiones de instalaciones para co-incineración de residuos sólidos ordinarios. Además, la aceptación de acuerdos internacionales como Ley de aceptación al protocolo de Kyoto (N° 9357) y la Ley de Aceptación al Acuerdo de París (No 39945-RE).

Asimismo, otros documentos legales significativos incluyen la Ley Regulación del Uso Racional de la Energía No. 7447 y su reglamento, la Ley de Uso, Manejo y Conservación del suelo No. 7779, el Decreto Ejecutivo N° 32327-S Reglamento para la Calidad del Agua Potable, el Decreto Ejecutivo N° 35676-S-HMAG-MINAET sobre aires acondicionados y el Decreto Ejecutivo N° 33601-MINAET Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales.

La Estrategia de Economía Circular del 2023 fue presentada por el MINAE con el objetivo de convertir a Costa Rica en una nación circular para el año 2050. Uno de los indicadores de impacto será la huella de carbono, y se enfocará en monitorear la transición en temas clave como Materiales, Residuos, Energía, Impacto Ambiental, Competitividad, Transición justa, Desarrollo económico, Innovación e industria 4.0 y la Adaptación al cambio climático. El Gobierno lanzó recientemente la Estrategia Nacional de Bioeconomía en respuesta a políticas internacionales como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el Acuerdo de París sobre Cambio Climático, el Convenio sobre Diversidad Biológica y la Convención de Lucha Contra la Desertificación.

Aunque exista política pública vinculante al tema, es evidente que el sector salud y, por lo tanto, el personal sanitario y administrativo poseen deficiencias en su implementación, como lo afirma Guzmán-Umaña (2021) en su tesis sobre la segregación de desechos sólidos. Mientras tanto, el ciclo de vida de los productos es corto, lo que aumenta la demanda de nuevos productos, ya que el país solo aprovecha el 6.9 por ciento de los desechos valorizables en este tema a nivel local.

El MS no ha publicado datos sobre la cantidad de desechos producidos en la atención sanitaria nacional, por su parte, en la seguridad social la CCSS (2022) en el PGAI indica que se producen 1200 toneladas de residuos ordinarios, 35 toneladas de residuos especiales y 600 toneladas de residuos biopeligrosos, al mes en la institución. En datos de este informe 2019-2022, las 2000 edificaciones y un aproximado de 55 mil funcionarios que son parte de la institución, consume al mes 250.000 metros cúbicos de agua, 7 millones de kWh por mes, en cuanto a combustibles se menciona: diésel

250.000 l/mes, búnker 140.000 l/mes, gasolina 90.000 l/mes y gas licuado del petróleo (LPG) 8.000 l/mes.

Por otra parte, se encontró que algunos centros de salud forman parte de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables en América Latina [RGHVS], iniciativa de Salud sin Daño, a saber; Hospital México (HM), Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia (HDRACG); Hospital Área de Salud Carmen Montes de Oca, Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera, Hospital San Juan de Dios de la Caja Costarricense del Seguro Social y entre los hospitales privados se menciona el Hospital Clínica Bíblica (HCB) (RGHVS, 2020 y 2021).

Estos informes resumen algunas acciones llevadas a cabo en Costa Rica para la atención sanitaria sostenible (RGHVS, 2020 y 2021). En el HCB, los paneles fotovoltaicos, que se instalaron inicialmente en el edificio principal y aumentaron gradualmente en otras edificaciones, disminuyeron el consumo de energía. La estimación de la huella de carbono se ha verificado con el Ente Costarricense de Acreditación [ECA] en alcances 1-2. Recibió el premio a la Trayectoria en la reducción de la huella ambiental en agua y energía de la organización en el año 2022.

El HM fue acreedor del tercer puesto latinoamericano de reducción de huella ambiental en residuos y el primer puesto en liderazgo en la reducción. Un trabajo de 17 años en gestión ambiental según indican, bajo el programa de manejo de residuos, educando desde Enfermería a grupos de riesgo como médicos, servicios auxiliares y demás funcionarios (RGHVS, 2020). Las 50 toneladas mensuales de residuos de riesgo biológico son tratadas por autoclave a vapor que trabajan con búnker C como combustible (RGHVS, 2020).

Desde 2002, se ha reciclado cartón, plástico 1 y 2, tetrapack y aluminio, lo que representa el 18 % de los desechos producidos en dicho centro. El tetrapack y otros productos de desecho se separan por materiales para la fabricación de materiales de construcción y otras materias primas, y el aceite de cocina usado se trata para producir biodiesel por proveedores externos. El HM ha calculado su huella de carbono desde 2017. Se implementan compras de aire acondicionado con mayor eficiencia energética, se aplican directrices del MINAE para el cambio de bombillos y motores para producir aire con grado médico, entre otras cosas (RGHVS, 2020).

Por otro lado, debido a la optimización de las calderas de agua caliente y el uso de autoclaves, el HDRACG ha reducido el consumo de energía en hasta el 50%. Además, se reemplazó el equipo de cocina con tecnología a base de gas y energía eléctrica en los edificios (RGHVS, 2020). De la misma forma, el Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera, Hospital San Juan de Dios (RGHVS, 2021) y Hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega (RGHVS, 2022) han participado en esta iniciativa en búsqueda de la mejora en la gestión ambiental reduciendo su huella y mejorando la sostenibilidad de su funcionamiento.

Con respecto a las nuevas infraestructuras, CCSS ha implementado el uso de bombillos LED en sus nuevas sedes y el uso de gases refrigerantes como R600 y R290. Se ha requerido la implementación de la Norma NFPA 10/2018 para la adquisición de extintores, se han cambiado los sistemas

refrigerantes y se han realizado revisiones preventivas y correctivas de la flota de ambulancias según sea necesario. Además, se ha implementado el Programa de Conducción Eficiente y Ahorro de Combustible para capacitar a los choferes en la planificación de rutas y organización de traslados para los usuarios de los servicios de salud.

Desde el 2015 se formuló la Política Nacional de Compras Públicas Sustentables y en el 2022 se actualizó la Guía de Compras Públicas Sostenibles. En 2018, Argentina, Chile, Colombia y Costa Rica se comprometieron a realizar compras sostenibles en el marco del Proyecto SHiPP (Salud sin Daño, 2020). El objetivo de esta iniciativa, respaldada por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo en colaboración con Salud sin Daños y financiada por la Agencia Sueca de Desarrollo Internacional, es disminuir los efectos negativos ambientales del uso y desuso de productos sanitarios. De acuerdo con el informe de progreso en CR, el Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia y el Área de Salud Carmen Montes de Oca están involucrados.

Por último, en el tema de Educación ambiental, la sensibilización y el conocimiento así como las prácticas de los funcionarios de salud no han sido evaluadas a nivel nacional. En el HM, mencionan que ésta va de la mano del Centro de Desarrollo Estratégico e Información en Salud y Seguridad Social (CCSS), donde se brindan capacitaciones dos veces al año sobre diversos temas ambientales, no se indica cuales específicamente y en su plataforma.

En el ámbito privado, se interrogó a los docentes de los centros hospitalarios CIMA, HCB y La Católica, pero no obtuvieron respuestas favorables al respecto. Por otro lado, el hospital Metropolitano y el Instituto Nacional de Seguros tienen un departamento de salud ocupacional y personal de gestión ambiental que abordan temas básicos y poseen un programa de voluntariado ambiental. Sin embargo, es evidente la faltante formación que inicia desde la escasez del abordaje de temas de ambiente desde los planes de estudio de las carreras de la salud en el país.

4. Discusión

El mapeo bibliográfico en resumen destaca el análisis de datos entre el 2011 y el 2023; encontrando 46 con la formulación descrita en la base de datos Scopus. Se evidencia aumento de interés en el tema en los últimos años, la revista *Journal of Cleaner Production* encabeza la lista. El autor más citado corresponde a McGain. Los países con mayor producción científica son Reino Unido, Australia y USA. Se evidencian pocas colaboraciones internacionales.

La Universidad de Sheffield del Reino Unido, es la institución que tiene mayor cantidad de afiliaciones en las publicaciones. Los clústeres de palabras clave destacan los temas cambio climático, ambiente, economía circular, basura, evaluación del ciclo de vida, reciclaje y GEI.

En la revisión se determinaron los enfoques de investigación de los documentos, a saber, análisis de insumos hospitalarios; residuos sólidos; técnicas de evaluación de impacto ambiental: ACV, TRF, AFM; diseño de estrategias de sostenibilidad; educación ambiental; infraestructura sanitaria; compras sustentables y consumo energético.

Se encuentran metodologías de análisis de emisiones de gases de efecto invernadero como Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol), Greenhouse Gas Inventory (GHGI) y calculadoras de huella de carbono en línea, así como las alternativas posibles para mejorar la sostenibilidad de la práctica sanitaria como la gestión de sus edificios y servicios, la eficiencia energética, la reducción del uso de materiales de un solo uso y gestión de compras. Además, la gestión adecuada de los residuos está asociada a la omisión de prácticas en salud que se consideran gastos innecesarios.

Costa Rica ha ido evolucionando en el tema hacia la reducción de su huella y en la atención sanitaria, existe vasta legislación al respecto, más no direccionada específicamente al sector, sin embargo, se evidencia falta de publicación de avances o investigación científica que permita comparar las estrategias hasta ahora utilizadas. Se recomienda ampliar colaboraciones internacionales para sumar progresos y tecnologías de los esfuerzos alrededor del mundo, así como estrategias políticas para hacer sostenible la atención sanitaria en el país y la adaptación a las transformaciones que el planeta atraviesa.

Además, es fundamental que las instituciones encargadas de la formación del recurso humano incorporen la educación ambiental en sus currículos y de igual forma, en la educación continua de las instituciones para que la concientización se convierta en acción. Un eje transversal adecuado para conectar la salud humana con la naturaleza se encuentra en el tema emergente de la salud planetaria, por lo que se extiende el llamado a la inclusión en la academia.

De la misma forma, se hace llamado a las autoridades nacionales para que desde políticas públicas fortalezcan las acciones de mitigación de los daños ambientales de la práctica clínica en el país y su involucramiento en materia de sostenibilidad. Desde la rectoría del Ministerio de Salud, es necesaria la apertura de la salud pública conocida, al bienestar del planeta y, por ende, de los que en él habitamos, incluyendo cambios en la planificación operativa y estratégica, sumando esfuerzos intersectoriales y regulando la sostenibilidad en las instituciones del sector salud.

5. Limitaciones

En relación con la metodología de las revisiones sistemáticas de la literatura, se pueden mencionar las limitaciones como no inclusión de estudios relevantes, debido a que ha sido publicado en otro idioma distinto de los seleccionados, haber sido publicado en revistas no indexadas, ser publicados en otros periodos no establecidos para el estudio, o que al diseñar los operadores booleanos no se usará algún término que los excluyera. Por otra parte, a pesar de que Costa Rica tiene políticas de datos abiertas, sus datos públicos son limitados y difíciles de acceder.

Agradecimiento

Agradecimientos a los docentes del curso Sostenibilidad y Desarrollo del Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo (DOCINADE), PhD. Tomas Guzmán y PhD. Ingrid Varela; además, al Ing. Adrián Sandí, por su asesoría en este manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

Contribución de autores

Conceptualización y Metodología: Ericka Murillo (EM). Análisis formal: EM. Investigación: EM y Wendel Mora (WM). Redacción - borrador original: EM. Redacción - revisión y edición: EM y WM. Supervisión y Administración del proyecto: EM.

6. Referencias

- Aguayo-Albasini, J., Flores-Pastor, B., & Soria-Aledo, V. (2014). Sistema GRADE: clasificación de la calidad de la evidencia y graduación de la fuerza de la recomendación. *Cirugía Española*, 92(2), 82-88. <https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2013.08.002>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Asaduzzaman, M., Ara, R., Afrin, S., Meiring, J. E., & Saif-Ur-Rahman, K. M. (2022). Planetary health education and capacity building for healthcare professionals in a global context: current opportunities, gaps and future directions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), 11786. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811786>
- Banco Mundial. (2017). *Climate Smart Health Care: Low Carbon and Resilience Strategies for the Health Sector* [Cuidado de la salud climáticamente inteligente: Estrategias de resiliencia y baja emisión de carbono para el sector de la salud]. <http://documents.worldbank.org/curated/en/322251495434571418/Climate-smart-healthcare-lowcarbon-and-resilience-strategies-for-the-health-sector>.
- Bárcena, A., Samaniego, J., Peres Núñez, W., & Alatorre, J. (2020). La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción? Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), UN. <https://doi.org/10.18356/1f198404-es>

- Bermejo, R. (2014) Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis. Bilbao, Hegoa, 1, 59. <https://publicaciones.hegoa.ehu.eus/publications/315>
- Cabello, J. (2005). Plantilla para ayudarte a entender una Revisión Sistemática. En: CASPE. Guías CASPe de Lectura Crítica de la Literatura Médica (pp.13-17). CASPe. <https://redcaspe.org/materiales/>
- Caja Costarricense del Seguro Social [CCSS]. (2022). Programa de Gestión Ambiental Institucional 2019-2022 [Manuscrito no publicado]. Dirección de Gestión Ambiental.
- Chiarini, A., Opoku, A., & Vagnoni, E. (2017). Public healthcare practices and criteria for a sustainable procurement: A comparative study between UK and Italy. *Journal of Cleaner Production*, 162, 391-399. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.027>
- Comisión Técnica Evaluadora del Ministerio de Ambiente y Energía - Ministerio de Salud. (2011). Guía para la elaboración de Programas de Gestión Ambiental Institucional (PGAI) en el sector público de Costa Rica. Decreto Ejecutivo N° 36499-S-MINAET. [Archivo PDF]. <https://www.seguridadpublica.go.cr/ministerio/gestion%20ambiental/guias%20y%20manuales/Guia%20elaboracion%20Programas%20Gestion%20Ambiental%20Institucional.pdf>
- Das, O., Neisiany, R. E., Capezza, A. J., Hedenqvist, M. S., Försth, M., Xu, Q., Jiang, L., Ji, D., & Ramakrishna, S. (2020). The need for fully bio-based facemasks to counter coronavirus outbreaks: A perspective. *Science of the Total Environment*, 736. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139611>
- De Ridder, E. F., Friedericy, H. J., van der Eijk, A. C., Dankelman, J., & Jansen, F. W. (2022). A New Method to Improve the Environmental Sustainability of the Operating Room: Healthcare Sustainability Mode and Effect Analysis (HSMEA). *Sustainability (Switzerland)*, 14 (21). <https://doi.org/10.3390/su142113957>
- Decreto 39945-RE de 2016. [Poder Ejecutivo]. Ratificación de la República de Costa Rica al Acuerdo de París. 06 de octubre del 2016.
- Decreto 9357 de 2016. [Asamblea Legislativa]. Aprobación de la Enmienda de DOHA al Protocolo de KYOTO, "Aprobación del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático". 08 de julio del 2016.
- Duane, B., Ashley, P., Saget, S., Richards, D., Pasdeki-Clewer, E., & Lyne, A. (2020). Incorporating sustainability into assessment of oral health interventions. *British Dental Journal*, 229(5), 310-314. <https://doi.org/10.1038/s41415-020-1993-9>

- García, F. (2020). Economía circular en la industria de la moda: avances y valorización del PET. Análisis de la huella de carbono. Repositorio Abierto de la Universidad de Cantabria. <http://hdl.handle.net/10902/19160>
- García-Sanz-Calcedo, J., de Sousa, N., & Fernandes, J. (2020). Assessment of the global warming potential associated with the construction process of healthcare centres. *Journal of Building Physics*, 44(4), 309-325. <https://doi.org/10.1177/1744259120914333>
- González-Domínguez, J., Sánchez-Barroso, G., & García-Sanz-Calcedo, J. (2020). Scheduling of preventive maintenance in healthcare buildings using Markov chain. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(15), 5263. <https://doi.org/10.3390/APP10155263>
- Guzmán-Umaña, A. (2021). Situación de los residuos bioinfecciosos en tres establecimientos de salud de diferente complejidad en Costa Rica [Tesis de maestría]. Escuela de Química, Tecnológico de Costa Rica. [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12454/TFG_Abiga%
c3%adl_Guzman_Uma%
c3%b1a.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12454/TFG_Abiga%c3%adl_Guzman_Uma%c3%b1a.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Herrera, M. (2019). Sistema de Gestión de Residuos Sólidos Hospitalarios para Reducir el Impacto Ambiental en el Hospital III Daniel Alcides Carrión de Tacna-2018 [Tesis de maestría] Universidad Privada de Tacna. [https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/972/Herrera-Rejas-
Milagros.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/972/Herrera-Rejas-Milagros.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Imran, M. S., Rahman, N. M. A., & Mohamed, R. (2020). Energy Performance Contracting Initiative in Malaysian Public Hospitals. *International Journal of Integrated Engineering*, 12(9), 234-245. <https://doi.org/10.30880/ijie.2020.12.09.028>
- Keller, R., Muir, K., Roth, F., Jattke, M., & Stucki, M. (2021). From bandages to buildings: Identifying the environmental hotspots of hospitals. *Journal of Cleaner Production*, 319, 128479. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128479>
- Kjaer, L., Høst-Madsen, N., Schmidt, J., & McAlloone, T. (2015). Application of environmental input-output analysis for corporate and product environmental footprints-learnings from three cases. *Sustainability*, 7(9), 11438-11461. <https://doi.org/10.3390/su70911438>
- Ley 8839 de 2010. Para la Gestión Integral de Residuos. 13 de julio de 2010. La Gaceta N°135.
- Lokmic-Tomkins, Z., Borda, A., & Humphrey, K. (2023). Designing digital health applications for climate change mitigation and adaptation. *Medical Journal of Australia*, 218(3), 106-110. <https://doi.org/10.5694/mja2.51826>

- Mackenzie, J. (2011). The old care paradigm is dead, long live the new sustainable care paradigm: How can gp commissioning consortia meet the demand challenges of 21st century healthcare? *London Journal of Primary Care*, 1, 65-69. <https://doi.org/10.1080/17571472.2011.11493330>
- Madroñero-Palacios, S., & Guzmán-Hernández, T. (2018). Desarrollo sostenible. Aplicabilidad y sus tendencias. *Revista Tecnología En Marcha*, 31(3), 122-130. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i3.3907>
- Merino, W., Quispe, I., Guentelicán, C., Herrero, S., Inostroza, S., Henríquez, G & Estrada, R. (2022). 5R y Sustentabilidad hospitalaria: Nuestro aporte en la emergencia climática. Parte I. Reducir, Reutilizar y Reciclar. *Revista Chilena de Anestesia*, 51(1), 10-16. <https://doi.org/10.25237/revchilanestv5127121130>
- Mondragón-Suárez, J., Sandoval-Villalbazo, A., & Breña-Ramos, F. (2019). Calentamiento global: una secuencia didáctica. *Revista Mexicana de Física E*, 65(1), 52-57. <http://dx.doi.org/10.31349/RevMexFisE.65.52>
- Nichols, A., & Mukonoweshuro, R. (2017). Understanding and knowledge of sustainable waste management within the neonatal unit: A qualitative investigation. *Journal of Neonatal Nursing*, 23(3), 127-133. <https://doi.org/10.1016/j.jnn.2016.10.002>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, Eurostat y Organización Mundial de la Salud. (2017). A system of health accounts 2011: revised edition [Un sistema de cuentas de salud 2011: Edición revisada]. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264270985-en>
- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., Moher, D. (2022). A declaração PRISMA 2020: Diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 46, e112. <https://doi.org/10.26633/rpsp.2022.112>
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático [IPCC]. (2013). Glosario [Planton, S. (ed.)]. Cambio Climático. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [Archivo PDF]. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf
- Peng, J., Samad, S., Comite, U., Ahmad, N., Han, H., Ariza-Montes, A., & Vega-Muñoz, A. (2022). Environmentally Specific Servant Leadership and Employees' Energy-Specific Pro-Environmental Behavior: Evidence from Healthcare Sector of a Developing Economy.

- International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(13). <https://doi.org/10.3390/ijerph19137641>
- Pichler, P., Jaccard, I., Weisz, U. y Weisz, H. (2019). International comparison of health care carbon footprints. [Comparación internacional de huellas de carbono del sector de la salud], Environmental Research Letters, 14(6),1-8. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab19e1>
- Power, B., Brady, R., & Connell, P. (2021). Analyzing the carbon footprint of an intravitreal injection. Journal of Ophthalmic and Vision Research, 16(3), 367-376. <https://doi.org/10.18502/jovr.v16i3.9433>
- Prasad, P., Joshi, D., Lighter, J., Agins, J., Allen, R., Collins, M., Pena, F., Velletri, J., & Thiel, C. (2022). Environmental footprint of regular and intensive inpatient care in a large US hospital. International Journal of Life Cycle Assessment, 27(1), 38-49. <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01998-8>
- Red Global de Hospitales Verdes y Saludables en América Latina. (2022). Hospitales que curan el planeta 2022. <https://hospitalesporlasaludambiental.org/informe-2022>
- Red Global de Hospitales Verdes y Saludables en América Latina. (2021). Hospitales que curan el planeta 2021. <https://hospitalesporlasaludambiental.org/informe-2021>
- Red Global de Hospitales Verdes y Saludables en América Latina. (2020). Hospitales que curan el planeta 2020. <https://hospitalesporlasaludambiental.org/informe-2020>
- Roca, B., Beltrán, M., & Gómez, R. (2019). Cambio climático y salud. Revista Clínica Española, 219(5), 260-265. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2019.01.004>
- Salud sin Daño. (2019). Huella climática del sector de la salud. Cómo contribuye el sector de la salud a la crisis climática global: oportunidades para la acción. Serie Cuidado de la salud climáticamente inteligente. Libro Verde. [Archivo PDF]. <https://saludsindanio.org/HuellaClimaticaSalud>
- Sharma, M., Walpole, S., & Shah, K. (2022). Spotlight environmental sustainability: A strategic priority for NICE. Journal of public health, 44(4), 593-595. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdac077>
- Vergunst, F., Berry, H. L., Rugkåsa, J., Burns, T., Molodynski, A., & Maughan, D. L. (2020). Applying the triple bottom line of sustainability to healthcare research—A feasibility study. International Journal for Quality in Health Care, 32(1), 48-53. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzz049>

- Vozzola, E., Overcash, M., & Griffing, E. (2018). Environmental considerations in the selection of isolation gowns: A life cycle assessment of reusable and disposable alternatives. *American Journal of Infection Control*, 46(8), 881-886. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.02.002>
- Walsh, O., Harris, R., Flower, O., Anstey, M., & McGain, F. (2022). Everyone's a winner if we test less: The CODA action plan. *Australian Health Review*, 46(4), 460-462. <https://doi.org/10.1071/AH22145>
- Whittemore, R., & Knafl, K. (2005). The integrative review: Updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, 52(5), 546-553. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>
- Wight, J., & Middleton, J. (2019). Climate change: the greatest public health threat of the century. *BMJ*, 365, l2371. <https://doi.org/10.1136/bmj.l2371>
- Williams, J., Bell, K., Morton, R., & Dieng, M. (2023). Exploring the Integration of Environmental Impacts in the Cost Analysis of the Pilot MEL-SELF Trial of Patient-Led Melanoma Surveillance. *Applied Health Economics and Health Policy*, 21(1), 23-30. <https://doi.org/10.1007/s40258-022-00765-6>
- Zevallos, E. (2018). Contabilidad de gestión ambiental y costo de servicio de salud hospitalario–Lima Metropolitana. *Quipukamayoc*, 26(51), 91-99. <http://dx.doi.org/10.15381/quipu.v26i51.15138>

Población y Salud

en Mesoamérica

¿Quiere publicar en la revista?

Ingrese [aquí](#)

O escribanos:

revista.ccp@ucr.ac.cr



Población y Salud en Mesoamérica (PSM) es la revista electrónica que cambió el paradigma en el área de las publicaciones científicas electrónicas de la UCR. Logros tales como haber sido la primera en obtener sello editorial como revista electrónica la posicionan como una de las más visionarias.

Revista PSM es la letra delta mayúscula, el cambio y el futuro.

Indexada en los catálogos más prestigiosos. Para conocer la lista completa de índices, ingrese [aquí](#).



 Revista Población y Salud en Mesoamérica -

Centro Centroamericano de Población
Universidad de Costa Rica

