
COSTOS Y HUELLA DE CARBONO: EXPLORANDO LA LITERATURA CONTEMPORÁNEA

VESNIA ORTIZ-CEA, VALESKA V. GELDRES-WEISS, JAIRO DOTE-PARDO
Y ROBERTO REVECO-SEPÚLVEDA

RESUMEN

En los últimos años, el cambio climático ha suscitado un creciente interés y preocupación a nivel global. La relación entre los costos empresariales y la huella de carbono se ha convertido en un tema esencial, dado que las organizaciones buscan estrategias sostenibles que equilibren la responsabilidad ambiental con la viabilidad económica. Ante este contexto, con el objetivo de conocer qué se ha investigado en la literatura científica sobre los costos y la huella de carbono, se realizó un análisis bibliométrico utilizando como fuente de información las publicaciones indexadas en Web of Science (WoS). Tras la búsqueda y análisis de los

resultados, se identificaron 250 publicaciones. Para el análisis de datos, se empleó VOSviewer. Dentro de los principales resultados, se observa que la relación entre costos empresariales y huella de carbono está emergiendo con relevancia en investigaciones recientes, con un enfoque en la sostenibilidad y la economía verde. Se detecta una carencia en publicaciones contables específicas sobre el tema, por lo que se sugieren futuras líneas de investigación que aborden el análisis de la huella de carbono, las cuales varían en su enfoque desde el ser humano, las organizaciones, la tecnología, la energía y los modelos de optimización.

Introducción

Quienes crean políticas ambientales han reconocido la necesidad de cuantificar el impacto ambiental de las emisiones y acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) generados por las organizaciones, para buscar medidas que faciliten su disminución (Kanakoudis, 2015; Kanakoudis y Papadopoulou, 2014). Paralelamente, la creciente conciencia ambiental de los consumidores sobre las emisiones de

carbono ha incrementado el interés por cuantificar este impacto en el sector empresarial y en la toma de decisiones individuales (Manos y Xydis, 2022). En este contexto, el concepto de “huella de carbono” ha adquirido cada vez mayor importancia (Grofelnik y Kovačić, 2023; Scrucca *et al.*, 2021), ya que se reconoce cada vez más como un indicador relevante en el ámbito de la gestión de emisiones de carbono y GEI (Kayakuş *et al.*, 2023; Wang y Zhao, 2023).

La huella de carbono tiene sus orígenes en la huella ecológica

propuesta por Wackernagel y Rees (1996) y surge como una medida para cuantificar las repercusiones que una actividad o proceso tiene sobre el cambio climático (Han y Dalaibaatar, 2023; Miralles *et al.*, 2023), siendo una métrica clave en la evaluación del impacto ambiental y social generado por las actividades humanas y empresariales, ya que permite cuantificar las emisiones de GEI que son liberadas tanto de forma directa como indirectamente por una entidad, evento o producto en particular (Manos y Xydis, 2022; Solinas *et al.*, 2021).

PALABRAS CLAVE / Análisis Bibliométrico / Costos / Huella de Carbono / Sustentabilidad / Web of Science /

Recibido: 26/03/2024. Modificado: 27/09/2024. Aceptado: 02/10/2024.

Vesnia Ortiz-Cea. Magíster en Gestión de Empresas, Universidad del Bío-Bío, Chile. Académica, Departamento de Administración y Economía, Universidad de La Frontera, Chile.

Valeska V. Geldres-Weiss. Doctora en Dirección de Empresas y Gestión de Marketing. Académica, Departamento de Administración y Economía, Universidad de La Frontera, Chile.

Jairo Dote-Pardo (Autor de correspondencia). Magíster en Gestión de Empresas, Universidad del Bío-Bío, Chile. Académico, Departamento de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Católica de Temuco, Chile. Dirección: Manuel Montt 056, Temuco, 4780000, Chile. e-mail: jairo.dote@uct.cl.

Roberto Reveco-Sepúlveda. Doctor en Economía de Empresa. Académico, Departamento de Administración y Economía, Universidad de La Frontera, Chile.

La investigación de la huella de carbono ha sido abordada desde áreas de estudio tan diversas como el sector vitivinícola (Navarro *et al.*, 2017; Rugani *et al.*, 2013), cultivos para zonas semiáridas (Gan *et al.*, 2011), la calidad nutricional de diferentes elecciones dietéticas humanas (González-García *et al.*, 2018), edificios (Fenner, 2018), energía eólica marina (Kaldellis y Apostolou, 2017), operaciones quirúrgicas (Rizan *et al.*, 2020), industria de la construcción (Sizirici *et al.*, 2021), sector agroalimentario (Karwacka *et al.*, 2020), instituciones de educación superior (Valls-Val y Bovea, 2021), entre otras. Sin embargo, pese a que el cambio climático ha ganado cada vez mayor atención, siendo ampliamente abordado desde las ciencias naturales, las ciencias sociales no han recibido la misma atención en esta área de la investigación (Haunschild *et al.*, 2016).

Existen varias investigaciones que han analizado la huella de carbono y los costos del ciclo de vida de diferentes productos (Baumann *et al.*, 2017; Florindo *et al.*, 2017; Moungsree *et al.*, 2022). Sin embargo, hay una falta de análisis exhaustivo sobre cómo los costos están vinculados a las acciones para reducir la huella de carbono en diferentes contextos y escenarios empresariales, lo cual es relevante dado que todas las acciones para disminuir la huella de carbono a nivel empresarial tienen costos involucrados, y su medición y análisis son fundamentales para la ejecución de medidas de sostenibilidad al interior de la empresa.

En concordancia con lo anterior, tomando en cuenta lo señalado por Baker *et al.* (2023) quienes sugieren como temas emergentes en contabilidad y finanzas la sostenibilidad y el cambio climático, el objetivo de la presente investigación es analizar la literatura publicada en la *Web of Science* que involucra dentro de su tema central tanto los costos como la huella de carbono, buscando dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación: i) ¿Qué revistas de la *Web of Science* han capturado el interés de la investigación sobre costos y huella de carbono?; ii) ¿Qué autores son los más relevantes en esta temática?; iii) ¿Cuáles son los aportes en investigación sobre costos y huella de carbono que han sido más valorados por la investigación científica?, y; iv) ¿Qué líneas de investigación se detectan y pueden ser sugeridas en esta temática? A continuación, se presenta la metodología empleada, los principales resultados y discusión, y las conclusiones de este trabajo.

Metodología

Datos

Para llevar a cabo esta investigación se recopilaron datos a partir de los artículos publicados en la *Web of Science* (WoS). La búsqueda fue realizada en marzo de 2023 desde la base de datos *Web of Science Core Collection* y se consideraron los índices de citas con trabajos publicados en: *Science Citation Index Expanded* (SCI-EXPANDED), *Social Sciences Citation Index* (SSCI), *Emerging Sources Citation Index* (ESCI), *Conference Proceedings Citation Index-Science* (CPCI-S), *Arts & Humanities Citation Index* (A&HCI) y *Conference Proceedings Citation Index-Social Science & Humanities* (CPCI-SSH). El periodo de búsqueda contempló todos los años para los cuales hubiera artículos publicados hasta el 2022 (2008-2022).

Se realizaron búsquedas a través de seis ecuaciones que combinan las palabras clave “Cost” en el criterio Título, con la palabra clave “Carbon Footprint” en el criterio Tópico, ambos incluidos en la búsqueda avanzada de la WoS. De las seis ecuaciones se decidió utilizar aquella combinaba la palabra Cost* en el Título con la palabra “Carbon Footprint” en el Tópico, ya que a través de esta búsqueda se limitan los resultados exclusivamente a artículos que incorporan textualmente la “Carbon Footprint”, pero respecto a “Cost” abre la posibilidad a que aparezcan otros términos relacionados directamente, tales como *costeo*, *costear*, entre otros.

Criterios de exclusión e inclusión

La búsqueda permitió encontrar 275 artículos, los cuales fueron sometidos a una revisión minuciosa, que consistió en la verificación de las palabras clave en el título, en el resumen y en las palabras clave de cada artículo. Para garantizar que los artículos seleccionados se encontraran dentro del tema de esta investigación, se revisaron los resúmenes de cada resultado. De esta muestra inicial, se excluyeron 25 artículos debido a diversas razones: a 12 de ellos no se pudo tener

acceso, 12 no abordaban directamente la pregunta de investigación y uno estaba duplicado, lo que redujo la cantidad de resultados a 250 publicaciones (Figura 1).

Análisis de los datos

Los datos de la muestra de artículos tales como autores, publicaciones por año, por revista, palabras clave, afiliación de los autores, entre otros, fueron incorporados en un archivo Excel para llevar a cabo un análisis descriptivo que permitió explorar la evolución de la investigación sobre costos y huella de carbono a lo largo de los años, junto con el cálculo de algunos indicadores bibliométricos como el número de autores por artículo, el número de artículos por revista y el número de autores por organización (Donthu *et al.*, 2021; Mukherjee *et al.*, 2022). Además, se analizaron las principales revistas, publicaciones y los autores más representativos de la temática a partir de la cantidad de citas recibidas. Posteriormente, los datos de la muestra se exportaron a un archivo de texto para aplicar el software VOSviewer, lo que permitió generar y analizar mapas que describen las redes de colaboración entre autores, incorporando el criterio de que al menos hayan publicado un artículo de la muestra (McAllister *et al.*, 2021).

Para comprender las tendencias del discurso científico y la fuerza de los términos considerados en la búsqueda, se analizaron las palabras clave, ya que esto permite identificar aquellos temas que más preocupan a la investigación sobre un área específica (Soler-Costa *et al.*, 2021). El análisis de palabras clave se realizó a través del software VOSviewer, considerando un mínimo de ocurrencia igual a 5, de tal manera que se genere una red perceptible y capaz de ser analizada visualmente (Martins *et al.*, 2022). Para un adecuado análisis en función de las ocurrencias de las palabras clave, se verificó y se corrigió la base de datos en aquellos casos en los que había similitud de términos que hacían alusión a la misma palabra (Tabla I).

Para identificar futuras líneas de investigación se realizó un análisis de las *Keywords Plus*, las cuales son

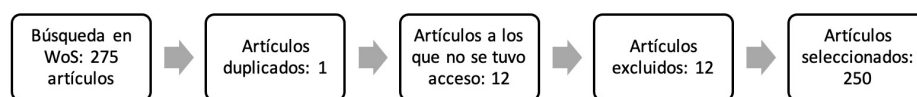


Figura 1. Criterios de inclusión y exclusión.

TABLA I
CORRECCIÓN DE KEYWORDS Y KEYWORDS PLUS

Keyword original	Keyword corregida
<i>climate change</i>	
<i>climate-change</i>	<i>climate change</i>
<i>environmental impact</i>	
<i>environmental-impact</i>	<i>environmental impact</i>
<i>environmental impacts</i>	
<i>impact</i>	
<i>impacts</i>	<i>impact</i>
<i>lca</i>	
<i>life cycle analysis</i>	<i>life cycle analysis</i>
<i>life cycle assessment</i>	
<i>life-cycle assessment</i>	<i>life cycle assessment</i>
<i>system</i>	
<i>systems</i>	<i>system</i>

palabras que aparecen con frecuencia en los títulos de las referencias, pero no aparecen en el título del artículo en sí. Basado en un algoritmo especial de las bases de datos de Clarivate, KeyWords Plus mejora el poder de la búsqueda de referencias citadas al buscar todos los artículos que han citado referencias en común (Clarivate, 2022; Liu, 2021). Dado que las Keywords Plus se encuentran presentes desde 1991, constituyen un parámetro interesante para identificar tendencias de investigación relevantes que son sugeridas en este artículo como líneas de investigación futuras, teniendo en cuenta la escasez de investigaciones en esta temática. Para nombrar cada línea de investigación se consideraron aquellas palabras que se encontraban con mayor fuerza de acuerdo con el número de ocurrencias en cada clúster.

Resultados y Discusión

Tendencias de investigación en costos y huella de carbono

La investigación sobre costos y huella de carbono ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años, reflejando la creciente importancia y conciencia de estos temas en el ámbito científico y ambiental (Figura 2). En 2008, este campo de estudio estaba en sus etapas iniciales, con solo 2 publicaciones. Durante los primeros años, la producción de artículos fue modesta, pasando de 2 artículos en 2008 a 4 en 2011. Sin embargo, aunque hubo una leve disminución en 2017 con 14 publicaciones, el crecimiento retomó su ritmo ascendente en los años siguientes, alcanzando 51 publicaciones en 2022. Este aumento constante en las

publicaciones refleja la urgencia y el compromiso de la comunidad científica con los desafíos y oportunidades que presentan los costos y la huella de carbono en el contexto contemporáneo.

Principales revistas

Respecto a las revistas (Tabla II), el Journal of Cleaner Production destaca con 26 artículos y un factor de impacto de 11,1 (Q1), abarcando áreas como Ingeniería Ambiental, Ciencias Ambientales y Ciencia y Tecnología Verde y Sostenible. Sustainability ha presentado 10 publicaciones con un factor de impacto de 3,9, mientras que Energies y Applied Energy, con factores de impacto de 3,2 (Q3) y 11,2 (Q1) respectivamente, han contribuido con 9 y 8 artículos. Además, Hortscience, centrado en Horticultura, aporta 8 publicaciones. Building and Environment, Energy, Energy and Buildings y Sustainable Cities and Society han producido 4 artículos cada una, con factores de impacto que varían entre 6,7 y 11,7, cubriendo categorías desde Energía y Combustibles hasta Ingeniería Civil y Tecnología Verde y Sostenible. Por otro lado, se destaca la presencia de 112 revistas que han publicado 1 artículo cada una (0,4%).

En relación a las categorías de WoS, resulta llamativo que, a pesar de la diversidad de áreas cubiertas por las revistas analizadas, ninguna de ellas pertenece o se asocia directamente con áreas de negocio. Es sorprendente que temas relacionados con los costos no aparezcan en revistas propias de contabilidad.

Principales autores

Como muestra la Tabla III, los principales autores, de acuerdo al número de publicaciones, son Hall e Ingram con 8 publicaciones cada uno, seguidos por Knight con 5.

Tras examinar las publicaciones de los tres principales autores, es evidente la sólida colaboración entre ellos. Hall e Ingre han trabajado en conjunto en los 8 artículos y en 5 de ellos, también participó Knight. Los tres autores han llevado a cabo destacadas investigaciones en áreas relacionadas con la huella de carbono, costos variables y otros factores ambientales vinculados a la producción de plantas en contenedores. Entre sus trabajos conjuntos se incluyen estudios sobre arbustos (2016), plantas jóvenes (2017) crisantemos (2018), Euphorbia pulcherrima (2019) y plantas anuales de 11,4 cm (2018).

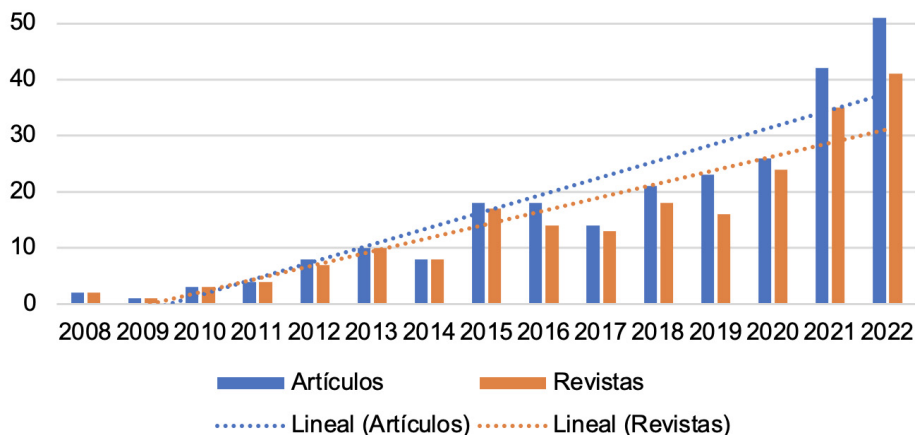


Figura 2. Evolución de la investigación sobre Costos y Huella de Carbono.

TABLA II
PRINCIPALES REVISTAS QUE HAN PUBLICADO DE COSTOS Y HUELLA DE CARBONO

Revista	Categorías WoS	Factor de impacto	Q	Artículos publicados
<i>Journal of Cleaner Production</i>	Ingeniería ambiental	11,1	Q1	26
	Ciencias ambientales			
	Ciencia y tecnología verde y sostenible			
<i>Sustainability</i>	Ciencias ambientales	3,9	Q2	10
	Estudios ambientales		Q2	
	Ciencia y tecnología verde y sostenible		Q3	
<i>Energies</i>	Energía y combustibles	3,2	Q3	9
<i>Applied Energy</i>	Energía y combustibles	11,2	Q1	8
	Ingeniería química		Q1	
<i>Hortscience</i>	Horticultura	1,9	Q2	8
<i>Building and Environment</i>	Tecnología de construcción y edificación	7,4	Q1	4
	Ingeniería civil		Q1	
	Ingeniería ambiental		Q2	
Energy	Energía y combustibles	9	Q1	4
	Termodinámica		Q1	
<i>Energy and Buildings</i>	Tecnología de construcción y edificación	6,7	Q1	4
	Energía y combustibles		Q2	
	Ingeniería civil		Q1	
<i>Sustainable Cities and Society</i>	Tecnología de construcción y edificación	11,7	Q1	4
	Energía y combustibles		Q1	
	Ciencia y tecnología verde y sostenible		Q1	

TABLA III
PRINCIPALES AUTORES SEGÚN NÚMERO DE ARTÍCULOS PUBLICADOS

Autor	Publicaciones	Citas	Índice H	Institución (País)
Hall CR	8	60	19	Texas A&M University College Station (Estados Unidos)
Ingram DL	8	60	41	University of Kentucky (Estados Unidos)
Knight J	5	39	6	University of Kentucky (Estados Unidos)
Baral NR	3	70	18	Joint BioEnergy Institute (Estados Unidos)
Bhutta MF	3	27	22	Brighton & Sussex University Hospital Trust (Inglaterra)
Chan EHW	3	20	35	Hong Kong Polytechnic University (China)
Chang NB	3	102	48	University of Central Florida (Estados Unidos)
Kanakoudis V	3	54	20	University of Thessaly (Grecia)
Qi C	3	102	20	Tongji University (China)
Rizan C	3	27	11	University of Sussex (Inglaterra)
Scown CD	3	70	25	Lawrence Berkeley National Laboratory (Estados Unidos)
Yang CH	3	63	12	Ming Chuan University (Taiwán)

Principales artículos publicados

Tal como se observa en la Tabla IV, el artículo de mayor impacto, con 488 citas, es de Ghosh y Shah (2015), que estudia los costos compartidos de contratos en decisiones de cadena de suministro, en el marco de objetivos de

ecologización. Se estudian dos tipos de contratos: (i) el minorista ofrece un contrato de distribución de costos y (ii) los actores negocian el parámetro del contrato de distribución de costos. Se utilizó la modelación de un canal ecológico donde el fabricante incurre en el costo de ecologización y establece el precio mayorista.

En segundo lugar, y con 274 citas, se encuentra la publicación de Kneife (2010) en la que se presentan los costos en los que se incurren para la incorporación de infraestructura con eficiencia energética, tales como aislamiento térmico, ventanas doble panel y equipos de calefacción, ventilación y aire

TABLA IV
TOP 10 ARTÍCULOS SEGÚN EL NÚMERO DE CITAS

N	Artículo	Revista	Autores	Citas	Año
1	Supply chain analysis under green sensitive consumer demand and cost sharing contract	<i>International Journal of Production Economics</i>	Ghosh D, Shah, J	488	2015
2	Life-cycle carbon and cost analysis of energy efficiency measures in new commercial buildings	<i>Energy and Buildings</i>	Kneifel J	274	2010
3	Interfacial Solar Steam Generation Enables Fast-Responsive, Energy-Efficient, and Low-Cost Off-Grid Sterilization	<i>Advanced Materials</i>	Li JL, Du MH, Lv GX, Zhou L, Li, XQ, Bertoluzzi L, Liu, CH, Zhu SN, Zhu J	182	2018
4	Fresh food sustainable distribution: cost, delivery time and carbon footprint three-objective optimization	<i>Journal of Food Engineering</i>	Bortolini M, Faccio M, Ferrari E, Gamberi M, Pilati F	128	2016
5	2050 LCOE (Levelized Cost of Energy) projection for a hybrid PV (photovoltaic)-CSP (concentrated solar power) plant in the Atacama Desert, Chile	<i>Energy</i>	Parrado C, Girard A, Simon F, Fuentealba E	123	2016
6	Impact of drone delivery on sustainability and cost: Realizing the UAV potential through vehicle routing optimization	<i>Applied Energy</i>	Chiang WC, Li YY, Shang J, Urban TL	113	2019
7	Does a battery-electric truck make a difference? - Life cycle emissions, costs, and externality analysis of alternative fuel-powered Class 8 heavy-duty trucks in the United States	<i>Journal of Cleaner Production</i>	Sen B, Ercan T, Tatari O	110	2017
8	The environmental cost of subsistence: Optimizing diets to minimize footprints	<i>Science of the Total Environment</i>	Gephart JA, Davis KF, Emery KA, Leach AM, Galloway JN, Pace ML	102	2016
9	The impact of greening on supply chain design and cost: a case for a developing region	<i>Journal of Transport Geography</i>	Mallidis I, Dekker R, Vlachos D	102	2012
10	CO2 Footprint and Life-Cycle Costs of Electrochemical Energy Storage for Stationary Grid Applications	<i>Energy Technology</i>	Baumann M, Peters JF, Weil M, Grunwald A.	99	2017

acondicionado, para reducir la huella de carbono en edificios comerciales.

Con 182 citas Li *et al.* (2018) se posicionan como el tercer artículo más citado. Este trabajo se refiere a las ventajas prometedoras del vapor solar para los procesos de esterilización, superando el uso de la esterilización a vapor tradicional, que depende principalmente de la electricidad, un recurso limitado en muchos países y áreas de desarrollo. Sin embargo, la incorporación de vapor solar requiere un aumento en los costos asociados a la implementación de este tipo de sistemas.

Bortolini *et al.* (2016) analizan la optimización de redes de distribución de alimentos frescos, utilizando un sistema experto asociado a un modelo de programación lineal de tres objetivos, con restricciones tales como distribución, calidad de los alimentos, tiempos de entrega y demanda de mercado. El sistema minimiza el costo operativo, la huella de carbono y los tiempos de entrega.

De acuerdo con la Tabla IV, la investigación realizada por Parrado *et al.* (2016) se ubica en quinto lugar. En esta se calcula el costo asociado a la

utilización de energía limpia en la Plataforma Solar de Atacama de Chile para tres plantas: (1) Planta fotovoltaica; (2) Planta de energía solar concentrada y (3) Planta híbrida (fotovoltaica y energía solar concentrada). Los cálculos se llevan a cabo considerando proyecciones de escenarios denominados Blue Map y Roadmap hasta el año 2050.

Por su parte, Chiang *et al.* (2019) indican que cerca del 15% de las emisiones globales de dióxido de carbono se pueden atribuir al sector de Transporte. Se explora en este artículo la posibilidad de reemplazar el consumo de gasolina/diésel de un vehículo terrestre de reparto por un vehículo aéreo no tripulado o dron alimentado por batería. No obstante, esta transición en el sector de transporte requiere asumir un aumento en los costos, al menos en los primeros periodos de funcionamiento bajo este nuevo sistema.

La investigación realizada por Sen *et al.* (2017) presenta un análisis y comparación integral de las emisiones y costos del ciclo de vida, así como los costos de externalidades de contaminación del aire, de diferentes tipos de camiones de remolque de carga

pesada impulsados por diferentes combustibles alternativos.

El estudio de Gephart *et al.* (2016) indica que las huellas ambientales asociadas con la producción de alimentos abarcan varios aspectos, como las emisiones de gases de efecto invernadero (huella de carbono), la liberación de nitrógeno (huella de nitrógeno), el uso de agua (huella de agua azul y verde) y el uso de tierra (huella de tierra). Los cambios requeridos para disminuir la huella de carbono en estos sectores generarán incrementos iniciales en los costos, los cuales deberían ir en disminuyendo a medida que las nuevas formas de operar se vayan consolidando en el tiempo.

En el año 2012, Mallidis *et al.* (2012) se refirieron a la optimización de las decisiones de transporte, minimizando su impacto en emisiones, considerando la geografía del transporte de una región. Específicamente, se plantea un modelo que aborda: (i) el diseño de la red de la cadena de suministro, y (ii) costos de transporte.

Finalmente, dentro de los estudios más citados, se encuentra el realizado por Baumann *et al.* (2017), en el

cual se combina la evaluación del ciclo de vida, la simulación de Monte Carlo y la optimización de tamaño para determinar los costos del ciclo de vida y las emisiones de carbono de diferentes tecnologías de baterías.

Mapeo de Palabras clave

Referente al análisis de las palabras clave (Figura 3), algunas destacan por su frecuencia y relevancia. La terminología carbon footprint, tal como se esperaba dada la ecuación de búsqueda utilizada, ha emergido con gran prominencia en la literatura, con 120 ocurrencias. Le sigue life cycle assessment con 55 ocurrencias, que refleja la relevancia de considerar el impacto ambiental completo de un producto o servicio. Otros términos significativos incluyen performance con 31 ocurrencias, y energy con 30, lo que subraya la importancia de la energía, tanto en términos de consumo como de producción, en el contexto del desarrollo sostenible. Por otro lado, optimization con 20 ocurrencias destaca la necesidad de mejorar y optimizar procesos para lograr una mayor eficiencia y sostenibilidad. Palabras clave adicionales son sustainability, design, greenhouse-gas emissions, management y emissions. Llama la atención que entre de las palabras clave que presentaron mayor ocurrencia no se encuentra el concepto “costo” con la misma frecuencia que aquellos que han sido mencionados anteriormente.

Con relación a las tendencias de la investigación sobre costos y huella de carbono, se tienen las Keywords Plus, que son generadas por un algoritmo informático automático de la WoS y que considera a aquellas palabras que aparecen con frecuencia en los títulos de las referencias de los artículos sobre la temática (Tomaszewski, 2023). Para este caso, las palabras clave se dividen en 5 clústers, lo que sugiere 5 líneas de investigación que deben ser tenidas en cuenta para desarrollar trabajos desde el punto de vista de los costos. El primer clúster (rojo) carbon footprint y greenhouse gas emissions sugiere seguir desarrollando investigación relativa a cómo se pueden optimizar los costos en la industria energética, que genera una huella de carbono importante a partir de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas. El segundo clúster (verde) life cycle assessment and management for the sustainability requiere avanzar en asuntos relacionados con la gestión de los costos y el análisis del ciclo de vida de los productos desde una mirada cada vez más sostenible. El tercer clúster (celeste) green optimization models plantea la necesidad de

seguir trabajando en la búsqueda del diseño de modelos de optimización de producción verde, considerando los cambios en las formas y métodos de costeo. El cuarto clúster (amarillo) performance and environmental impact indica que se debe seguir estudiando el desempeño y el impacto que producen algunas actividades económicas sobre el medio ambiente, incorporando los costos como insumo de relevancia en el análisis. El último clúster (rosado) multiobjective optimization emissions, reafirma lo anterior, ya que destaca la necesidad de seguir identificando modelos de optimización multiobjetivo para las emisiones de gases de efecto invernadero (Figura 4).

Conclusiones

La interacción entre costos empresariales y la huella de carbono es un área de investigación emergente que posee una profunda relevancia tanto en el plano económico como en el ambiental, lo que queda demostrado al observar la evolución y relación que han tenido estos temas, especialmente en los últimos años. En la identificación del estado del arte de los estudios de costos que involucran el análisis de la huella de carbono se puede concluir que los estudios con mayor impacto se han concentrado en temas de

costos compartidos, costo-efectividad, y costos y eficiencia.

Las investigaciones actuales en torno a la huella de carbono y los costos se han diversificado y ampliado significativamente, abarcando distintos aspectos de la sostenibilidad y la economía verde. Se destaca una fuerte inclinación hacia la integración de prácticas sostenibles en la cadena de suministro, reconociendo la necesidad de abordar el impacto ambiental a lo largo de todo el proceso productivo y logístico, siempre teniendo en cuenta la relación costo-beneficio. Asimismo, se observa un interés creciente en identificar y cuantificar las externalidades económicas y ambientales de distintas fuentes de energía y tecnologías, lo que refleja una búsqueda por soluciones más eficientes y sostenibles a largo plazo.

Desde una perspectiva contable, esta investigación resalta una brecha significativa en la literatura: la notable ausencia de revistas específicas en este campo, con una inclinación mayoritaria hacia publicaciones de ciencias ambientales y energéticas. Esta tendencia subraya la necesidad de una mayor inclusión de enfoques contables y de costos en la investigación sobre sostenibilidad. Además, plantea el desafío de que las publicaciones en revistas de costos y contabilidad incorporen en mayor proporción

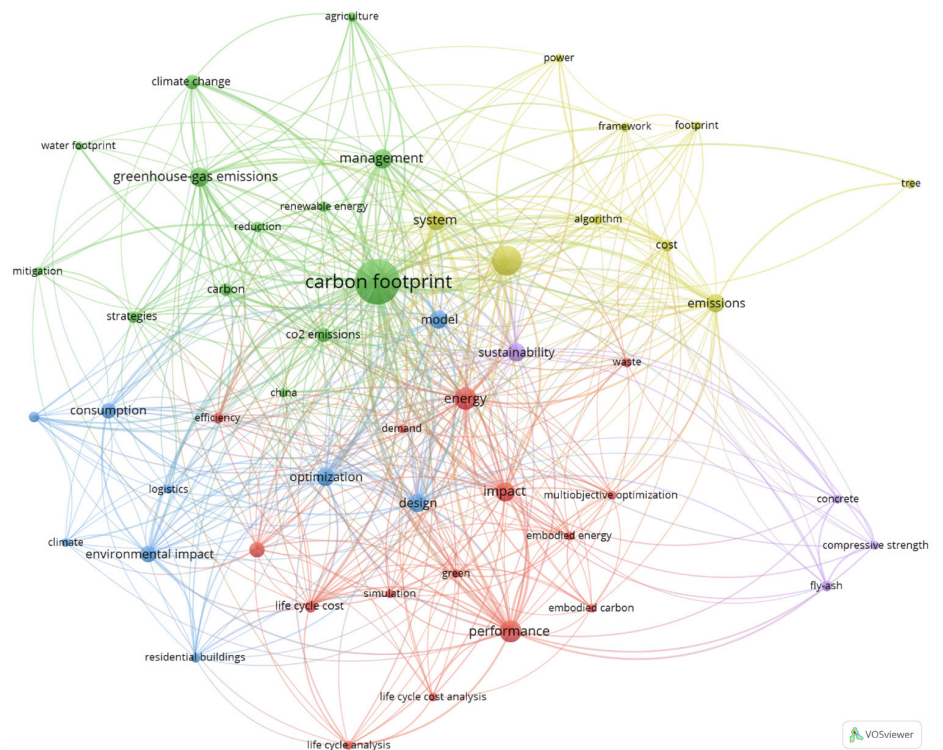


Figura 3. Redes de palabras clave presentes en artículos sobre Costos y Huella de Carbono.

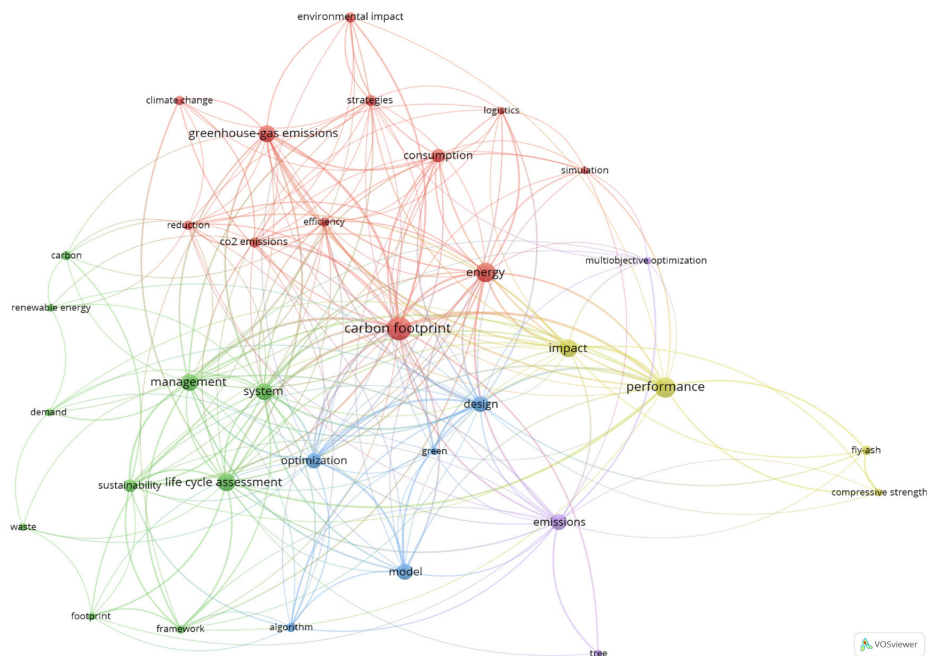


Figura 4. Redes de *Keyword Plus* presentes en artículos sobre Costos y Huella de Carbono.

estudios relacionados con la sostenibilidad.

Una limitación de esta investigación es la muestra utilizada, ya que si bien considera la base de datos más comúnmente utilizada en términos de publicaciones y citas (Birkle *et al.*, 2020), se podría ampliar mediante la incorporación de otras bases de datos como Scopus y Scielo. Esto permitirá obtener resultados y conclusiones más amplias y representativas (Marques *et al.*, 2018).

REFERENCIAS

- Baker HK, Kumar S, Goyal K (2023) Publication trends in the Journal of International Financial Management and Accounting: A retrospective review. *Journal of International Financial Management & Accounting* 34: 131-161. <https://doi.org/10.1111/jifm.12176>
- Baumann M, Peters JF, Weil M, Grunwald A (2017) CO₂ footprint and life-cycle costs of electrochemical energy storage for stationary grid applications. *Energy Technology* 5: 1071-1083. <https://doi.org/10.1002/ente.201600622>
- Birkle C, Pendlebury DA, Schnell J, Adams J (2020) Web of Science as a data source for research on scientific and scholarly activity. *Quantitative Science Studies* 1: 363-376. https://doi.org/10.1162/qss_a_00018
- Bortolini M, Faccio M, Ferrari E, Gamberi M, Pilati F (2016). Fresh food sustainable distribution: cost, delivery time and carbon footprint three-objective optimization. *Journal of Food Engineering* 174: 56-67. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.11.014>
- Chiang WC, Li YY, Shang J, Urban TL (2019) Impact of drone delivery on sustainability and cost: Realizing the UAV potential through vehicle routing optimization. *Applied Energy* 242: 1164-1175. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.03.117>
- Clarivate (2022) KeyWords Plus generation, creation, and changes. https://support.clarivate.com/ScientificandAcademicResearch/s/article/KeyWords-Plus-generation-creation-and-changes?language=en_US
- Donthu N, Kumar S, Mukherjee D, Pandey N, Lim W (2021) How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research* 133: 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Fenner AE, Kibert CJ, Woo J, Morque S, Razkenari M, Hakim H, Lu X (2018) The carbon footprint of buildings: A review of methodologies and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 94: 1142-1152. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.012>
- Florindo TJ, de Medeiros Florindo GIB, Talamini E, da Costa JS, Ruviaro CF (2017) Carbon footprint and Life Cycle Costing of beef cattle in the Brazilian midwest. *Journal of Cleaner Production* 147: 119-129. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.021>
- Gan Y, Liang C, Hamel C, Cutforth H, Wang H (2011) Strategies for reducing the carbon footprint of field crops for semiarid areas. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 31: 643-656. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0011-7>
- Gephart JA, Davis KF, Emery KA, Leach AM, Galloway JN, Pace ML (2016). The environmental cost of subsistence: Optimizing diets to minimize footprints. *Science of the Total Environment* 553: 120-127. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.050>
- Ghosh D, Shah J (2015) Supply chain analysis under green sensitive consumer demand and cost sharing contract. *International Journal of Production Economics* 164: 319-329. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.005>
- González-García S, Esteve-Llorens X, Moreira MT, Feijoo G (2018) Carbon footprint and nutritional quality of different human dietary choices. *Science of the Total Environment* 644: 77-94. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.339>
- Grofelnik H, Kovačić N (2023) Factors Influencing the Carbon Footprint of Major Road Infrastructure—A Case Study of the Učka Tunnel. *Sustainability* 15: 4461. <https://doi.org/10.3390/su15054461>
- Hall CR, Ingram D. (2014). Production costs of field-grown *Cercis canadensis* L. 'Forest Pansy' identified during life cycle assessment analysis. *HortScience* 49: 622-627. <https://doi.org/10.21273/hortsci.49.5.622>
- Han J, Dalaibaatar E (2023) A Study on the Influencing Factors of China's Ecological Footprint Based on EEMD-GeoDetector. *Sustainability* 15: 6680. <https://doi.org/10.3390/su15086680>
- Haunschild R, Bornmann L, Marx W (2016) Climate change research in view of bibliometrics. *PLoS ONE* 11: e0160393. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160393>
- Kaldellis JK, Apostolou D (2017) Life cycle energy and carbon footprint of offshore wind energy. Comparison with onshore counterpart. *Renewable Energy* 108: 72-84. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.02.039>
- Kanakoudis V (2015) Three alternative ways to allocate the cost of the CF produced in a water supply and distribution system. *Desalination and Water Treatment* 54: 2212-2222. <https://doi.org/10.1080/19443994.2014.934117>
- Kanakoudis V, Papadopoulou A (2014) Allocating the cost of the carbon footprint produced along a supply chain, among the stakeholders involved. *Journal of Water and Climate Change* 5: 556-568. <https://doi.org/10.2166/wcc.2014.101>
- Karwacka M, Czurzyńska A, Lenart A, Janowicz M (2020) Sustainable development in the agri-food sector in terms of the carbon footprint: A Review. *Sustainability* 12: 6463. <https://doi.org/10.3390/su12166463>
- Kayakuş M, Kayakuş M, Erdoğan D, Zetter S, Kabar O, Moiceanu G (2023) European Union 2030 Carbon Emission Target: The Case of Turkey. *Sustainability* 15: 13025. <https://doi.org/10.3390/su151713025>
- Kneifel J (2010) Life-cycle carbon and cost analysis of energy efficiency measures in new commercial buildings. *Energy and Buildings* 42: 333-340. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2009.09.011>
- Li JL, Du MH, Lv GX, Zhou L, Li XQ, Bertoluzzi L, Liu CH, Zhu SN, Zhu J (2018) Interfacial Solar Steam Generation Enables Fast-Responsive, Energy-Efficient, and Low-Cost Off-Grid Sterilization. *Advanced Materials* 30: 1805159. <https://doi.org/10.1002/adma.201805159>
- Liu W (2021) Caveats for the use of Web of Science Core Collection in old literature retrieval and historical bibliometric analysis. *Technological Forecasting and Social Change* 172: 121023. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121023>
- Mallidis I, Dekker R, Vlachos D (2012) The impact of greening on supply chain design and cost: a case for a developing region. *Journal of*

- of *Transport Geography* 22: 118-128. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.12.007>
- Manos DP, Xydis G (2022) A multi-criteria linear model on carbon footprint in vertical farms and its relation to energy demand and operational costs. *Environmental Science and Pollution Research* 29: 79331-79342. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21396-3>
- Marques T, Reis N, Gomes J (2018) Responsible Leadership Research: A Bibliometric Review. *Brazilian Administration Review* 15: 1-25. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-7692bar2018170112>
- Martins J, Gonçalves R, Branco F (2022) A bibliometric analysis and visualization of e-learning adoption using VOSviewer. *Universal Access in the Information Society* 23: 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10209-022-00953-0>
- McAllister JT, Lennertz L, Atencio Z (2021) Mapping A Discipline: A Guide to Using VOSviewer for Bibliometric and Visual Analysis. *Science & Technology Libraries* 41: 319-348. <https://doi.org/10.1080/0194262X.2021.1991547>
- Miralles C, Barioni D, Mancini M, Jordá J, Roura M, Salas S, Argelagué L, Galli A (2023) The Footprint of tourism: a review of Water, Carbon, and Ecological Footprint applications to the tourism sector. *Journal of Cleaner Production* 422: 138568. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138568>
- Moungsree S, Neamhom T, Polprasert S, Patthanaisaranukool W (2022) Carbon footprint and life cycle costing of maize production in Thailand with temporal and geographical resolutions. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 28: 1-16. <https://doi.org/10.1007/s11367-022-02021-4>
- Mukherjee D, Marc Lim W, Kumar S, Donthu N (2022) Guidelines for advancing theory and practice through bibliometric research. *Journal of Business Research* 148: 101-115. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.04.042>
- Navarro A, Puig R, Fullana-i-Palmer P (2017) Product vs corporate carbon footprint: Some methodological issues. A case study and review on the wine sector. *Science of the Total Environment* 581: 722-733. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.190>
- Parrado C, Girard A, Simon F, Fuentealba E (2016) 2050 LCOE (Levelized Cost of Energy) projection for a hybrid PV (photo-voltaic)-CSP (concentrated solar power) plant in the Atacama Desert, Chile. *Energy* 94: 422-430. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.11.015>
- Rizan C, Steinbach I, Nicholson R, Lillywhite R, Reed M, Bhutta MF (2020) The carbon footprint of surgical operations: a systematic review. *Annals of Surgery* 272: 986-995. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003951>
- Rugani B, Vázquez-Rowe I, Benedetto G, Benetto E (2013) A comprehensive review of carbon footprint analysis as an extended environmental indicator in the wine sector. *Journal of Cleaner Production* 54: 61-77. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.04.036>
- Scrucca F, Barberio G, Fantin V, Porta PL, Barbanera M (2021) Carbon Footprint: Concept, Methodology and Calculation. In: Muthu, S.S. (eds) *Carbon Footprint Case Studies. Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-9577-6_1
- Sen B, Ercan T, Tatari O (2017) Does a battery-electric truck make a difference? - Life cycle emissions, costs, and externality analysis of alternative fuel-powered Class 8 heavy-duty trucks in the United States. *Journal of Cleaner Production* 141: 110-121. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.046>
- Sizirici B, Fseha Y, Cho CS, Yildiz I, Byon YJ (2021) A review of carbon footprint reduction in construction industry, from design to operation. *Materials* 14: 6094. <https://doi.org/10.3390/ma14206094>
- Soler-Costa R, Moreno-Guerrero AJ, López-Belmonte J, Marín-Marín JA (2021) Co-Word Analysis and Academic Performance of the Term TPACK in Web of Science. *Sustainability* 13: 1481. <https://doi.org/10.3390/su13031481>
- Solinas S, Tiloca MT, Deligios PA, Cossu M, Ledda L (2021) Carbon footprints and social carbon cost assessments in a perennial energy crop system: A comparison of fertilizer management practices in a Mediterranean area. *Agricultural Systems* 186: 102989. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102989>
- Tomaszewski R (2023) Visibility, impact, and applications of bibliometric software tools through citation analysis. *Scientometrics* 128: 4007-4028. <https://doi.org/10.1007/s11192-023-04725-2>
- Valls-Val K, Bovea MD (2021) Carbon footprint in Higher Education Institutions: a literature review and prospects for future research. *Clean Technologies and Environmental Policy* 23: 2523-2542. <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02180-2>
- Wackernagel M, Rees WE (1996) *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Press New Society Publishing, Gabriola C.B. Canadá. 160 pp.
- Wang J, Zhao C (2023) Reducing carbon footprint in a resilient supply chain: examining the critical influencing factors of process integration. *International Journal of Production Research* 61: 6197-6214. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2063088>

COSTS AND CARBON FOOTPRINT: EXPLORING THE CONTEMPORARY LITERATURE

Vesnia Ortiz-Cea, Valeska V. Geldres-Weiss, Jairo Dote-Pardo and Roberto Reveco-Sepúlveda

SUMMARY

In recent years, climate change has sparked increasing interest and concern globally. The relationship between business costs and carbon footprint has become an essential topic, as organizations seek sustainable strategies that balance environmental responsibility with economic viability. In light of this context, with the aim of understanding what has been researched in the scientific literature regarding costs and carbon footprint, a bibliometric analysis was conducted using publications indexed in Web of Science (WoS) as the source of information. After searching and analyzing the

results, 250 publications were identified. For data analysis, VOSviewer was employed. Among the main findings, it is observed that the relationship between business costs and carbon footprint is emerging with relevance in recent research, focusing on sustainability and green economy. There is a noticeable lack of specific accounting publications on the subject, prompting suggestions for future research lines that address the analysis of carbon footprint, which vary in their focus from human factors, organizations, technology, energy, and optimization models.

CUSTOS E PEGADA DE CARBONO: EXPLORANDO A LITERATURA CONTEMPORÂNEA

Vesnia Ortiz-Cea, Valeska V. Geldres-Weiss, Jairo Dote-Pardo e Roberto Reveco-Sepúlveda

RESUMO

Nos últimos anos, a mudança climática despertou um interesse e preocupação crescentes globalmente. A relação entre custos empresariais e pegada de carbono tornou-se um tema essencial, à medida que as organizações buscam estratégias sustentáveis que equilibrem a responsabilidade ambiental com a viabilidade econômica. Diante desse contexto, com o objetivo de entender o que foi investigado na literatura científica sobre custos e pegada de carbono, foi realizada uma análise bibliométrica utilizando como fonte de informação as publicações indexadas na Web of Science (WoS). Após a busca e análise dos

resultados, foram identificadas 250 publicações. Para a análise dos dados, utilizou-se o VOSviewer. Entre os principais resultados, observa-se que a relação entre custos empresariais e pegada de carbono está emergindo com relevância em pesquisas recentes, focando em sustentabilidade e na economia verde. Identifica-se uma falta notável de publicações contábeis específicas sobre o tema, o que leva a sugestões para futuras linhas de pesquisa que abordem a análise da pegada de carbono, as quais variam em seu foco, desde fatores humanos, organizações, tecnologia, energia até modelos de otimização.