

# LA EMERGÍA COMO MÉTODO DE VALORACIÓN QUE CONTRIBUYE A LOS PROCESOS BIOCONTABLES EN EL MARCO DE LA ECOCONTABILIDAD: UNA REVISIÓN LITERARIA

*Emergence as a valuation method contributing to bioaccounting processes in the  
framework of Ecoaccounting: a literature review.*

VICTOR JULIO BALANTA MARTINEZ<sup>1</sup>

 ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8875-3282>

<sup>1</sup>Doctorando, Universidad de Manizales,  
Docente Universidad de la Amazonia  
E-mail: v.balanta@udla.edu.co

DIDIMO NAZARIT CALDERON<sup>2</sup>

 ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2527-5863>

<sup>2</sup>Maestrante, Universidad Surcolombiana  
E-mail: d.nazarit@udla.edu.co

## RESUMEN

Los diversos cambios globales concernientes a lo político, social, económico y ambiental han obligado al hombre a replantearse su actuar frente a sus prácticas diarias, abriendo una brecha paradigmática hacia la visión ecocéntrica. La contabilidad no es ajena a esta situación, y ha tenido que reinventarse día a día para lograr apuntar a la sustentabilidad con base en supuestos como la biocontabilidad que orienta desde sus postulados a que se surta el proceso contable, por lo cual, su principal reto es la valoración de la riqueza y la unificación de los métodos de valoración como los biofísicos. Es así como este estudio contó con una ruta metodológica de diseño no experimental de alcance descriptivo, de corte transaccional, con enfoque cualitativo, teniendo como objetivo analizar la emergencia como método de valoración que contribuye a los procesos biocontables en el marco de la ecocontabilidad. A partir del análisis documental, se infiere que frente a las magnitudes para el análisis energético desde los postulados de la termodinámica, la emergencia se presenta como el método de valoración con mayor claridad metodológica, direccionándose hacia la sustentabilidad de los ecosistemas, permitiendo la contabilización e interpretación de los elementos y fenómenos naturales a partir de los flujos de materias, energías y capital, contribuyendo a la comprensión de las interacciones del ser humano y naturaleza dentro del planeta.

## PALABRAS CLAVE

Biocontabilidad,  
ecosistema, emergencia,  
métodos de valoración  
y reconocimiento  
biocontable

Para citar este artículo | To cite this article

Balanta Martinez, V. J. & Nazarit Calderon, D. (2024). La emergencia como método de valoración que contribuye a los procesos biocontables en el marco de la ecocontabilidad: una revisión literaria. Revista FACCEA, Vol. 14(1), 44-62pp. <https://doi.org/10.47847/faccea.v14n1a3>

Recibido/Received: 28/11/2023 | Aprobado/Approved: 12/01/2024 | Publicado/Published: 31/01/2024



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

Revista FACCEA - Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas |  
ISSN-e: 2539-4703 | Periodicidad: Semestral | Vol. 14, Núm. 1, enero - Junio 2024 |  
Universidad de la Amazonia, Colombia  
<https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/faccea>

## ABSTRACT

The various global changes concerning political, social, economic and environmental issues have forced man to rethink his daily practices, opening a paradigmatic gap towards an ecocentric vision. Accounting is no stranger to this situation, and has had to reinvent itself day by day to achieve sustainability based on assumptions such as bioaccounting, which orients the accounting process from its postulates; therefore, its main challenge is the valuation of wealth and the unification of valuation methods such as biophysical ones. Thus, this study had a methodological route of non-experimental design of descriptive scope, transactional cut, with a qualitative approach, aiming to analyze the emergy as a valuation method that contributes to the bioaccounting processes within the framework of eco-accounting. From the documentary analysis, it is inferred that compared to the magnitudes for energy analysis from the postulates of thermodynamics, the emergy is presented as the valuation method with greater methodological clarity, heading towards the sustainability of ecosystems, allowing the accounting and interpretation of natural elements and phenomena from the flows of materials, energies and capital, contributing to the understanding of the interactions of human beings and nature within the planet.

## KEYWORDS

Bioaccounting, ecosystem, emergy, valuation methods and bioaccounting recognition.

---

## Introducción

El cambio climático y las actividades humanas han conducido a la degradación, deterioro y extinción de los recursos naturales afectando el bienestar humano y la sobrevivencia de especies de flora y fauna (Costanza et al., 1997; 2014; Rockström et al., 2009; Serna et al., 2015). De ahí, que se plantee la necesidad de valorar los servicios ecosistémicos que presta la naturaleza donde la demanda creciente supera la oferta, la cual tiende a disminuir como lo demuestra la ley de los rendimientos decrecientes (Balanta y Serna, 2021).

Frente a esta problemática, los sistemas contables emergentes deben apuntar al progreso a partir de los retos que plantea la sustentabilidad, donde se deben identificar y comprender los procesos que realiza cada ecosistema, reconociendo estas interacciones desde enfoques de valoración biofísicos que permitan incorporar la riqueza natural en el proceso contable, percibiéndola más que externalidades, desde enfoques economicistas, contribuyendo a que la contabilidad articule información no financiera para la planeación y toma de decisiones elementales para satisfacer las necesidades de usuarios que requieren datos objetivos y precisos (Odum, 1994; 1988; 1996; Odum y Odum, 1981; 2000; 2008).

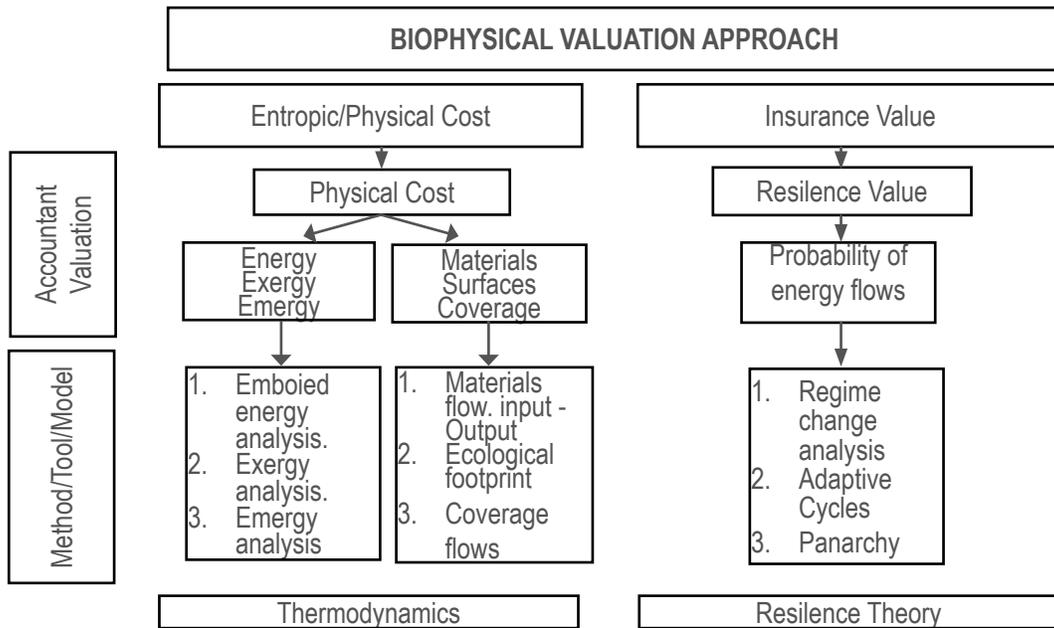
Simultáneamente, la contabilidad tradicional se queda corta frente a los retos actuales (García, 2008; García y Fronti, 1996; Morgan, 1988), donde se evidencia la necesidad de un sistema de contabilidad que apunte hacia la sustentabilidad (Ascani et al., 2021; Marrone et al., 2020; Mejía, 2014), por lo cual, Kortenkamp y Moore (2001) plantean que las disciplinas deben entender al ecocentrismo como un modelo de ética y responsabilidad social que propone a la vida como centro del universo, eliminando el antropocentrismo de su realidad; por ende, la contabilidad deberá abordar las discusiones entre los dilemas de los bienes comunes, suscitando la preservación y cuidado de la riqueza natural.

Es necesario recalcar que los sistemas de contabilidad emergentes se fundamentan en la sustentabilidad, reconociendo métodos de valoración cuantitativos y cualitativos basados en la interdisciplinariedad, multidisciplinariedad y transdisciplinariedad, cuyo objeto es la sustentabilidad de la vida y de la naturaleza (Álvarez, 2020). Sin embargo, Costanza et al. (1997) plantea que se debe evaluar la oferta de bienes y servicios ambientales para identificar su incidencia en el desarrollo de las naciones, por lo cual, este planteamiento contribuye a la visión antrópica de la naturaleza como un recurso para la constante explotación. Conviene subrayar que esta mirada no es compatible con el progreso de la humanidad debido a que la oferta natural es limitada (Serna, 2016), por lo cual, Odum (1970) refiere la necesidad de que las valoraciones se aborden desde una visión ecocéntrica, reconociendo no solo las dimensiones económicas propias de las valuaciones tradicionales, sino a partir de los métodos biofísicos y principios de la termodinámica mediante una valoración objetiva de la riqueza natural (Figura 1).

En consecuencia, la ecocontabilidad es una apuesta teórica desligada de la visión antrópica y creada bajo los cimientos de la visión ecocéntrica, en donde se puede hacer un reconocimiento desde la dimensión de la biocontabilidad a los ecosistemas, diferente de la percepción crematística. Por lo anterior, autores como Álvarez (2019) y Soto et al. (2014) proponen postulados biocontables que permiten reconocer, medir y revelar (proceso contable) las riquezas naturales, suministrando información integral útil para la toma de decisiones por parte de los usuarios a partir del ciclo de vida o la termodinámica (Artuzo et al., 2021; Hu et al., 2021; Lankia et al., 2020; Vassallo et al., 2017).

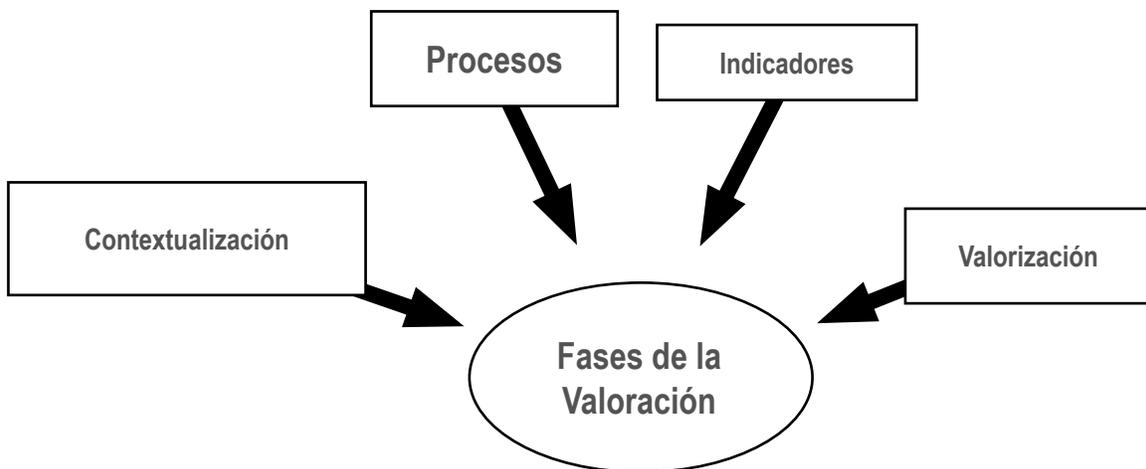
En particular, la biocontabilidad constituye un quebrantamiento paradigmático de las teorías contables existentes, centrándose en estudiar todos los elementos ecosistémicos a partir de unidades físicas bajo la lógica de inventario, lo cual permite conocer la existencia y circulación de la riqueza natural, además de comprender estos fenómenos naturales, contribuyendo a la vez con su conservación y preservación (Bedoya Parra et al., 2016) mediante una visión holística de la vida y de la limitación de los productos y servicios que provee la naturaleza, lo cual permite el fomento de la sustentabilidad ecológica a partir del análisis de la escasez de los recursos ecológicos por cuenta del sistema económico extractivista.

Figura 1 Enfoque de valoración biofísica.



Fuente: Gómez et al. (2010) y Balanta y Serna (2021).

Figura 2 Fases para la valoración.



Fuente: autores (2022).

Además, Bedoya et al. (2016) enfatizan que durante el proceso de valoración es fundamental que se

incorpore el proceso contable con el propósito de que la contabilidad contribuya a la sustentabilidad desde el enfoque biocontable de la ecocontabilidad, y por ende, se surtan las fases de la valoración a partir de la lógica de inventarios desde un diagnóstico de los elementos ecológicos encontrados y la identificación de los mercadeables y no mercadeables; posteriormente, se comprenden los procesos naturales que se realizaron a partir de sus interacciones, estableciendo indicadores que permitan homogenizar los datos, para finalmente valorarlos mediante los métodos biofísicos (Figura 2).

Por otra parte, la riqueza ecológica se dimensiona como todas las interacciones (relaciones, dinamismo, funciones y procesos) que contribuyen al abastecimiento de servicios ecosistémicos, por ende, desde 1989 se han firmado diversos acuerdos internacionales en busca de la sustentabilidad que incide en la supervivencia de las especies del planeta (Martin, 2021). De ahí que Li et al. (2019) señalen una constante demanda socioeconómica de la riqueza en lo concerniente a su accesibilidad, cantidad y calidad, así que, para garantizar el progreso de la humanidad, se deban integrar importantes esfuerzos para preservar y conservar la riqueza ecológica, es decir, generando justicia ecológica para la humanidad a partir de la institucionalidad de este como derecho de tercera generación.

Por consiguiente, la gestión de los ecosistemas parte desde la creación de indicadores que permitan comprender su uso y disfrute directa e indirectamente (Amarasinghe y Smakhtin, 2014; Liu et al., 2016; Monfreda et al., 2004; Peng et al., 2021; Viglia et al., 2018; Wu et al., 2022), planteando Miller et al. (2014) que la planificación ecológica y las políticas públicas deban estar articuladas hacia el progreso más allá del desarrollo económico, debido a que los retos climáticos demandan una óptima gestión hacia la mejora de las condiciones actuales, con lo cual podrían generarse escenarios de conservación y protección de la riqueza en el territorio, estableciéndose un uso razonable de los recursos sin vulnerar la capacidad de carga y resiliencia (Wang et al., 2016).

Desde los retos que expone la medición de los fenómenos ecosistémicos las mediciones no monetarias deben realizarse en unidades físicas de energía, lo que permitirá efectivamente realizar un balance de la energía disponible en los elementos naturales (Mattessich, 1964). Odum (1996) en Environmental Accounting desarrolla una forma de contabilizar estos fenómenos mediante mediciones basadas en emjulios solares como estrategia para medir los fenómenos naturales a partir de postulados de la termodinámica en unidades físicas, y acceder a construir unidades de medidas no monetarias desde magnitudes como los Julios energéticos, Julios emergéticos o Emjulios y Julios Exergéticos.

En consecuencia, Brown et al. (2004) refiere la capacidad de integrar los flujos de materia, energía y capital desde una base energética común y cuantificable a partir de la determinación de los costos de un proceso; sin embargo, enfatiza en que la evaluación integral tenga como desafío medir la calidad de la energía desde su

potencial de uso en los procedimientos, estableciendo con ello una jerarquía energética de las magnitudes ya mencionadas. No obstante, no toda la energía es aprovechable por presentar diferentes niveles de calidad, ante lo cual la emergía se presenta como la energía útil de un determinado tipo que se ha usado directa o indirectamente en las transformaciones necesarias para generar un producto o servicio (Torres et al., 2006).

Por lo anterior, la intencionalidad de este estudio se situó en el análisis de la emergía como método de valoración que contribuye a los procesos biocontables en el marco de la ecocontabilidad, a partir de elementos teóricos desarrollados por diversos autores que han contribuido a la discusión biocontable.

## METODOLOGÍA

Con el propósito de alcanzar el objetivo planteado, el presente estudio de revisión literaria aborda como temática central la emergía en el marco de su aplicabilidad en la contabilidad, a partir de un método deductivo con alcance descriptivo de carácter interpretativo, y desde un diseño no experimental con enfoque cualitativo, bajo un análisis de contenido sobre las principales tendencias investigativas y aportes a la biocontabilidad desde una visión teórica. Cabe mencionar, qué esta revisión contó con dos fases: una fase heurística a partir de indagaciones y sistematización de la información disponible en las bases de datos desde información bibliográfica (Tabla 1), y la segunda fase hermenéutica, desde la selección e interpretación de los elementos comunes de la temática en cuestión.

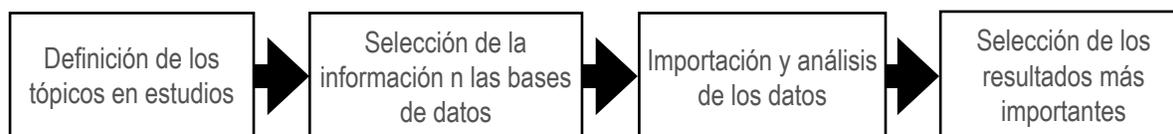
**Tabla 1** Resultados de las búsquedas en las bases de datos.

Bases de datos	Término de búsqueda	Resultados
Scopus	TITLE-ABS-KEY ( ( " Emergy" OR "Emergetic Synthesis" OR "Emergetic Analysis" OR "Solar Emjoules" OR "Emjoules"	521
Web of Science	OR "Emergetic Valuation" ) AND ( "Accounting" )	409

**Nota.** Esta tabla muestra la fórmula de búsqueda usada en el proceso de revisión literaria.

Conviene subrayar que para el desarrollo de la revisión bibliográfica se evidenciaron cuatro fases que soportan un análisis crítico y reflexivo sobre las variables y conceptos a partir de la búsqueda de información en las bases de datos Web of Science, y Scopus; asimismo, utilizando la herramienta Bibliometrix de RStudio (Aria y Cuccurullo, 2017) para la indagación bibliométrica de la emergía como método de valoración que contribuye a los procesos biocontables en el marco de la ecocontabilidad.

Figura 3 Fases del proceso metodológico



Fuente: elaboración propia (2023).

En el análisis de la información, se construyó un árbol de la ciencia el método de valoración energético que permitió la comprensión de la evolución de términos y autores que han contribuido a la discusión, siendo base para los postulados biocontables; a partir del análisis de citas, análisis de coocurrencia de palabras, análisis de concitaciones, y análisis de acoplamiento bibliográfico. Por lo anterior, los elementos de la raíz son los autores con indegree más alto, siendo los clásicos y hegemónicos de la temática. Los elementos del tronco comprenden las orientaciones del campo científico, y, por último, las hojas representan las líneas de investigación más reciente sobre los tópicos en cuestión. Con relación a los conceptos de búsqueda mediante las fórmulas booleanas, estos se realizaron en el año 2022 en las dos bases de datos anteriormente mencionadas, arrojando los resultados evidenciados en la Tabla 1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

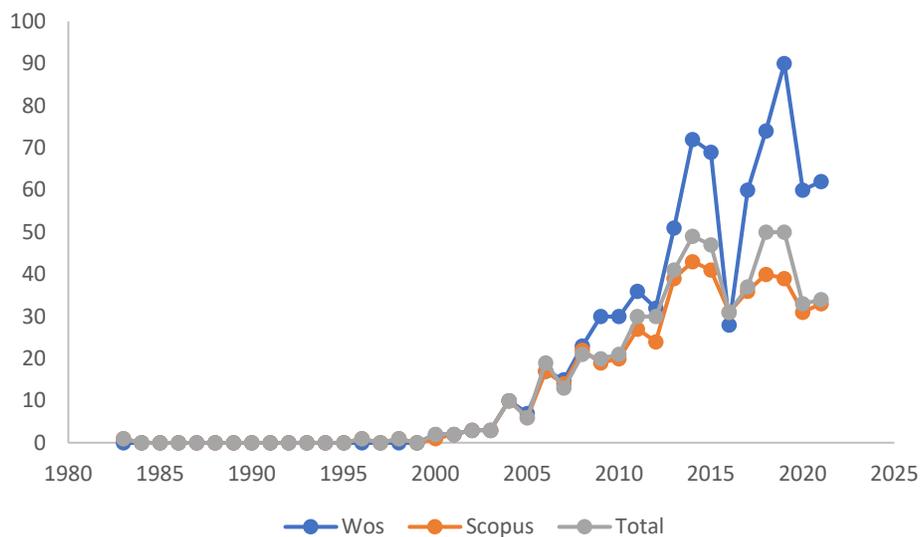
A continuación, se expone un análisis bibliométrico y de revisión bibliográfica que permite evidenciar la evolución de los conceptos teóricos relacionados con los métodos de valoración planteados que pueden contribuir a la biocontabilidad apuntando al progreso en el marco de la sustentabilidad de la riqueza natural del planeta:

### Análisis de la emergía (Emjulos)

En los últimos años, las discusiones sobre la emergía han aumentado ya que se visiona como un método de valoración útil para homogenizar la medición de los procesos e interrelaciones de los individuos y la naturaleza; así como lo muestra la figura 4 el número de publicaciones de la emergía, evidenciando que desde el año 1984 se tienen registros de publicaciones:

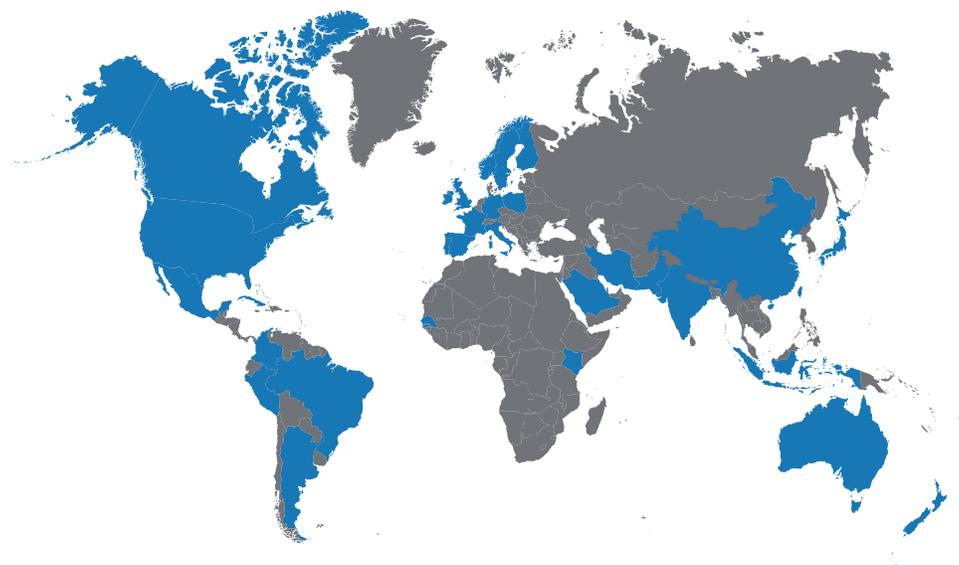
En síntesis, las investigaciones que tienen como tópico central la emergía en los métodos de valoración mantienen una constante oferta de publicaciones científicas, resaltando que el 98% de los documentos se encuentran en inglés, y los restantes en chino y otros idiomas. Se destaca que Brasil, Argentina, Perú y Colombia son los únicos países de Suramérica que contribuyen con esta línea de investigación (Figura 4).

Figura 4 Numero de publicaciones por años.



Fuente: elaboración propia (2023).

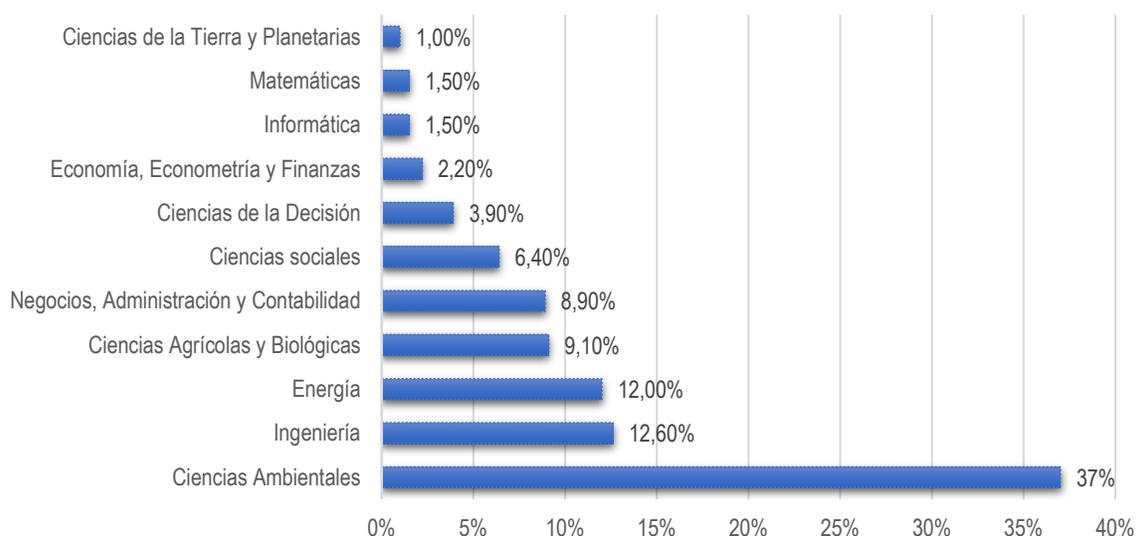
Figura 5 Distribución por países por el número de publicaciones.



Fuente: elaboración en Bibliometrix a partir de Aria y Cuccurullo (2017).

Cabe resaltar que los estudios que tienen como tópico central se han desarrollado principalmente en las ciencias ambientales e ingeniería que concentra 49.6%. Sin embargo, áreas como negocios, administración, contabilidad, economía, econometría y finanzas albergan el 11.1% de las investigaciones, lo que representa un interés marcado en desarrollar pesquisas transdisciplinarias que permiten la comprensión de diversos fenómenos desde miradas no crematísticas.

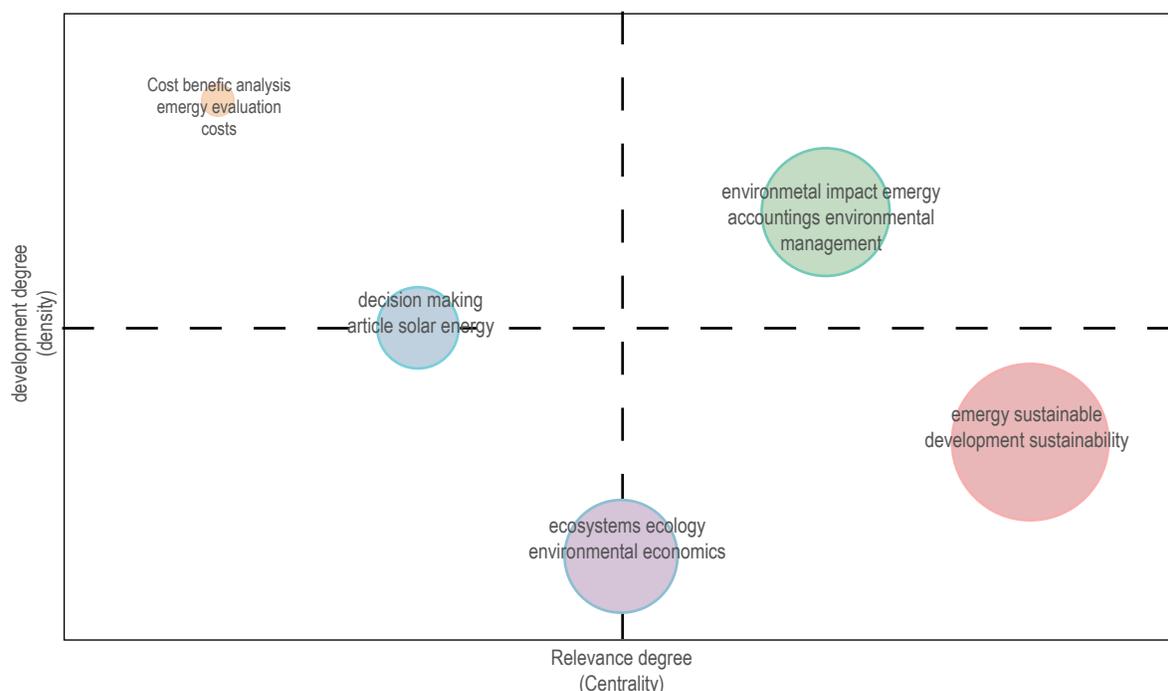
Figura 6 Áreas de conocimiento.



Fuente: elaboración propia a partir de Scopus (2023).

En tal sentido, se observa que los conceptos motores del método de la emergencia y la contabilidad se encuentran centrados en el estudio de los impactos ambientales, la contabilidad de la emergencia y la gestión ambiental de las organizaciones. Por otra parte, los estudios que abordan los ecosistemas, la relación ecológica y la economía ambiental se posicionan como conceptos emergentes que igualmente se estudian como conceptos transversales de la mano del desarrollo sostenible y la sustentabilidad. Finalmente, se observa que la toma de decisiones es un concepto emergente al abordar investigaciones la emergencia y la contabilidad, pero también, se aborda como un tema relacionado con la temática en mención, así como en el análisis de los costos/beneficio, los costos y la evaluación de la emergencia, lo cual permite afirmar que los estudios de la emergencia y la contabilidad cada vez tiene mayor importancia en las líneas de investigación que apuntan a contribuir teóricamente y en aplicaciones de las organizaciones en la superación de los desafíos futuros frente al uso eficiente de cualquier tipo de riqueza (Figura 7). Es de mencionar que el análisis emergéctico tiene sus elementos enraizados en las iniciativas de extensión del análisis de la disponibilidad de la emergencia a la calidad de la misma.

Figura 7 Tendencias conceptuales de la emergía en la contabilidad



Fuente: elaboración propia a partir de Scopus (2023).

En este sentido, Odum (1988), así como Brown y Herendeen (1996) trabajan la transformidad de la energía a la emergía desde una visión comparativa de los sistemas de información en la auto-organización. Así mismo se resalta, la relación del análisis de la emergía con la carga ambiental y la sustentabilidad que permitiera la valoración de los servicios ecosistémicos para el seguimiento de las economías hacia la innovación ecológica mediante índices basados en la suficiencia de la riqueza. (Ulgiati et al., 1994; Brown y Ulgiati, 1997; Costanza et al., 1997; Campbell, 1998; Higgins, 2003; Lefroy y Rydberg, 2003; Jiang et al., 2007).

Los anteriores aportes científicos se utilizaron como fundamento para los estudios realizados por Zhou et al. (2009) y Pang et al. (2015), desde los cuales se evalúa la emergía en el manejo eficiente de la riqueza hídrica. De igual forma, Yang et al. (2013) orienta los postulados de la síntesis emergética en la medición de la sustentabilidad de la energía eólica como riqueza atmosférica, mientras que Chen et al. (2006), Wei et al. (2009), y Su et al. (2020) buscaron la cuantificación de la sustentabilidad de las producciones agropecuarias, evidenciando de esta manera la integración de las organizaciones rurales con los ecosistemas locales.



**Tabla 2** Perspectivas teóricas de la emergía como método biofísico para la valoración de la riqueza ecológica.

<b>Emergía</b>	
<b>Concepto</b>	Es la suma de la energía disponible de un tipo proveniente requerido directa e indirectamente a través de vías de entrada para hacer un producto o servicio.
<b>Características</b>	Por usar solo la energía útil o aprovechable.
<b>Método</b>	La emergía se mide en unidades de emjulios solares, una unidad que se refiere a la energía disponible consumida en las transformaciones, además de la calidad de la energía que circula en los sistemas.
<b>Alcance</b>	La emergía tiene en cuenta diferentes formas de energía y recursos a través de procesos de transformación en la naturaleza, y tiene una determinada capacidad para realizar trabajos.
<b>Ventajas contables</b>	La emergía por medio de los emjulios busca medir la energía disponible consumida en las transformaciones y su calidad.
<b>Desventajas contables</b>	La emergía solo usa la energía útil de una determinada forma usada directa o indirectamente para generar un determinado producto o servicio. Se requiere de unidades de conversión para realizar las transformidades, las cuales llegan a ser altamente subjetivas o limitadas.

**Nota.** Esta tabla muestra las contribuciones de la emergía como método biofísico para la valoración de la riqueza ecológica desde los procesos biocontables. Fuente: elaboración propia (2023).

Así las cosas, se realizó un análisis profundo de los documentos publicados frente a las diversas transformidades usadas en los estudios de los últimos 10 años para convertir los Julios en Emjulios:

**Tabla 3** Compilación transformidades Emjulios Solares.

<b>Recurso</b>	<b>Transformidad Sej/J</b>	<b>Fuente</b>
Luz solar / radiación solar	1	Howard Odum (1996)
Potencial químico de lluvia	3,05 E+4	Odum, Brown y Brandt (2000)
Geopotencial de lluvia	4,68E+04	Howard T Odum (2000)
Nitrógeno fijado de la atmósfera	6,38E+12	Cavalett (2008)
Cinética del viento	2,45E+03	Vivas y Brown (2006)
Olas	5,10E+04	Odum et al. (2000)
Mareas	7,37E+04	Odum et al. (2000)

Potencial químico de ríos	8,14E+04	Odum et al. (2000)
Geopotencial de ríos	4,70E+04	Odum et al. (2000)
Ciclo de la tierra	5,80E+04	Odum et al. (2000)
Hidroelectricidad	1,59E+05	Howard Odum (1996)
Electricidad eólica	6,21E+04	Brown y Ulgiati (2002)
Consumo de madera	3,49E+04	Vivas y Brown (2006)
Producción agrícola	2,00E+05	Prado y Brown (1997)
Producción pecuaria	2,00E+06	Prado y Brown (1997)
Pesca	2,00E+06	Prado y Brown (1997)
Producción forestal y silvicultura	3,49E+04	Prado y Brown (1997)
Producción de alcohol combustible	6,00E+04	Howard Odum (1996, pág. 311)
Gas natural	4,80E+04	Howard Odum (1996)
Petróleo	5,30E+04	Howard Odum (1996)
Carbón	3,40E+04	Howard Odum (1996)
Minerales	1,68E+09	Howard Odum (1996)
Perdida de suelo	1,68E+09	Howard Odum (1996)
Perdida de suelo de capa superficial	7,40E+04	Vivas y Brown (2006)
Perdida neta de materia orgánica del suelo	1,24E+05	Brown y Ulgiati (2004)
Aguas subterráneas	1,60E+05	Vivas y Brown (2006)
Importaciones producto de la agricultura	2,00E+05	McLachlan y Odum (2001)
Importaciones producto de la ganadería	2,00E+06	McLachlan y Odum (2001)
Importaciones silvicultura y extracción de madera	2,00E+06	McLachlan y Odum (2001)
Importaciones papel / cartón	3,60E+09	Luchi y Ulgiati (2000)
Gasolina	1,11E+05	Odum (1996, pág. 308)
Metales	4,13E+09	Brown y Buranakarn (2000)
Plásticos y cauchos	5,85E+09	Brown y Buranakarn (2000)
Fertilizantes	2,19E+10	Vivas y Brown (2006)
Plaguicidas	2,49E+10	Vivas y Brown (2006)
Fungicidas	2,49E+10	Brown y Ulgiati (2004)
Insecticidas	2,49E+10	Brown y Ulgiati (2004)
Herbicidas	2,49E+10	Brown y Ulgiati (2004)
Maquinaria y transporte	6,70E+09	Vivas y Brown (2006)
Tractores		
Cosechadora	1,13E+10	Brown y Ulgiati (2004)
Sembradora		
Pulverizadora		
Productos terminados	2,00E+06	McLachlan y Odum (2001)

Productos agroindustriales	8,50E+04	McLachlan y Odum (2001)
Servicios	2,70E+12	Nead, (2010)
Servicios de exportación	3,90E+12	Nead, (2012)
Nafta (sin plomo)	1,11E+05	Odum (2000)
Gasoil	1,11E+05	Odum (2000)
Electricidad	2,81E+05	Brown y Ulgiati (2004)
Agua para pulverización de agroquímicos	7,61E+05	Buenfill (2000)
Semillas	2,73E+09	Cavalett, (2008)
Fosfato	6,54E+09	Odum (2000)
Azufre	9,13E+07	Brown y Ulgiati (2004)
Potasio	1,85E+09	Odum (2000)
Fósforo	2,20E+10	Giannetti et al. (2016)
Nitrógeno	2,41E+10	Giannetti et al. (2016)
Trabajo humano	4,05E+06	Brandt (2002)
Servicios anuales en la producción agrícola	3,93E+06	Giannetti et al. (2016)
Evapotranspiración	2,33E+12	Brandt (2002)
Agua azul	2,59E+04	Aguilar et al. (2015)
Presión atmosférica	2,37E+11	Rodríguez (2018)
	2,45E+03	Vivas y Brown (2006)

**Nota.** Esta tabla muestra las transformidades de la emergía como método biofísico para la valoración de la riqueza ecológica. Fuente: elaboración propia (2023).

En síntesis, se presentan las diferentes transformidades que permiten realizar la conversión de los julios a emjulios solares, evidenciando los recursos, unidades de transformación y los sustentos teóricos para cada proceso de conversión.

## CONCLUSIONES

La revisión documental y bibliométrica permite evidenciar el creciente interés en estudiar la emergía como método de valoración que fomenta la medición de la existencia y circulación de la riqueza natural (ecosistemas) mediante metodologías y procesos que logran articular la contabilidad de forma transdisciplinar contribuyendo a la comprensión de los elementos naturales y su apuesta a la sustentabilidad.

Cabe mencionar, que aunque el análisis energético presenta tres magnitudes para la medición de la energía; autores como Hau y Bakshi (2004) plantean que la emergía al basarse en la energía útil que tiene en cuenta la calidad de esta; tiene la potencialidad de contribuir desde los procesos biocontables en el marco de la eco contabilidad o teoría tridimensional de la contabilidad; por lo cual, se evidencia que la exploración de

los métodos de valoración en el reconocimiento, medición y revelación de cualquier tipo de riqueza puede unificar de forma razonable y pertinente mediante un sistema de información confiable, por ende, fomentando a enfrentar los retos que suscitan entorno a la uso eficiente de la energía y sustentabilidad concerniente al papel de las organizaciones y el progreso de los territorios evidenciando una tendencia hacia el desarrollo sustentable como motor la evaluación de la emergencia relacionada con los modelos e indicadores emergéticos, logrando con ello que emerjan temáticas alrededor de la contabilidad ecológica basada en los ciclos de vida de cualquier tipo de riqueza.

## REFERENCIAS

Álvarez, H. (2019). Buscando La Ruta De La Medición-Valoración Ecológica No Monetaria, En La Teoría Tridimensional De La Contabilidad, T3C. *Identidad Bolivariana*, 3(2), 1–18. <https://identidadbolivariana.itb.edu.ec/index.php/identidadbolivariana/article/view/62/138>

Álvarez, H. (2020). Una aproximación al reconocimiento, medición y valoración de la Riqueza Patrimonial a la luz de la Ecocontabilidad (Teoría Tridimensional de la Contabilidad,– T3C). *Identidad Bolivariana*, 4(1), 1–14. <https://identidadbolivariana.itb.edu.ec/index.php/identidadbolivariana/article/view/80/154>

Amarasinghe, U. A., & Smakhtin, V. (2014). Water productivity and water footprint: misguided concepts or useful tools in water management and policy? *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/02508060.2015.986631*, 39(7), 1000–1017. <https://doi.org/10.1080/02508060.2015.986631>

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>

Artuzo, F. D., Allegretti, G., Santos, O. I. B., da Silva, L. X., & Talamini, E. (2021). Emergy unsustainability index for agricultural systems assessment: A proposal based on the laws of thermodynamics. *Science of the Total Environment*, 759, 143524. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143524>

Ascani, I., Ciccola, R., & Chiucchi, M. S. (2021). A Structured Literature Review about the Role of Management Accountants in Sustainability Accounting and Reporting. *Sustainability 2021*, Vol. 13, Page 2357, 13(4), 2357. <https://doi.org/10.3390/SU13042357>

Balanta Martiez, V. J., & Serna Mendoza, C. A. (2021). Bio-accounting: an alternative to the challenges of the accounting science. In Warszawa (Ed.), *Conflicts over use of urban and regional spaces in the time of*

climate changes (pp. 1–305).

Bedoya Parra, L. A., Serna Mendoza, C. A., & Mejía Soto, E. (2016). Contabilidad y sustentabilidad un enfoque desde las T3C. In Universidad Libre. <https://hdl.handle.net/10901/19161>

Brown, M. T., Odum, H. T., & Jorgensen, S. E. (2004). Energy hierarchy and transformity in the universe. *Ecological Modelling*, 178(1–2), 17–28. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2003.12.002>

Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 1997 387:6630, 387(6630), 253–260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>

Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S., & Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26(1), 152–158. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2014.04.002>

García Casella, C. (2008). Necesidad De Reconstruir La Teoría De La Contabilidad Financiera . *Contabilidad y Auditoría*, 27, 29. <http://157.92.136.232/index.php/Contyaudit/article/view/81>

García Casella, C. L., & Fronti de García, L. (1996). Enfoque multiparadigmático de la contabilidad: modelos, sistemas y prácticas deducibles para ciertos contextos. 02(11). [http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/econ/collection/cya/document/cya\\_v2\\_ne2](http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/econ/collection/cya/document/cya_v2_ne2)

Gómez-Baggethun, E., de Groot, R., Lomas, P. L., & Montes, C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 69(6), 1209–1218. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2009.11.007>

Hau, J. L., & Bakshi, B. R. (2004). Promise and problems of emergy analysis. *Ecological Modelling*, 178(1–2), 215–225. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2003.12.016>

Hu, Q., Huang, H., & Kung, C. C. (2021). Ecological impact assessment of land use in eco-industrial park based on life cycle assessment: A case study of Nanchang High-tech development zone in China. *Journal of Cleaner Production*, 300, 126816. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.126816>

Jiang, M. M., Chen, B., Zhou, J. B., Tao, F. R., Li, Z., Yang, Z. F., & Chen, G. Q. (2007). Emergy account

for biomass resource exploitation by agriculture in China. *Energy Policy*, 35(9), 4704–4719. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2007.03.014>

Kortenkamp, K. V., & Moore, C. F. (2001). Ecocentrism And Anthropocentrism: Moral Reasoning About Ecological Commons Dilemmas. *Journal of Environmental Psychology*, 21(3), 261–272. <https://doi.org/10.1006/JEVP.2001.0205>

Lankia, T., Neuvonen, M., Pouta, E., Sievänen, T., & Torvelainen, J. (2020). Outdoor recreation in ecosystem service accounting: pilot accounts from Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 35(3–4), 186–197. <https://doi.org/10.1080/02827581.2020.1760342>

Li, T., Qiu, S., Mao, S., Bao, R., & Deng, H. (2019). Evaluating Water Resource Accessibility in Southwest China. *Water* 2019, Vol. 11, Page 1708, 11(8), 1708. <https://doi.org/10.3390/W11081708>

Liu, X., Liu, G., Yang, Z., Chen, B., & Ulgiati, S. (2016). Comparing national environmental and economic performances through energy sustainability indicators: Moving environmental ethics beyond anthropocentrism toward ecocentrism. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 1532–1542. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2015.12.188>

Marrone, M., Linnenluecke, M. K., Richardson, G., & Smith, T. (2020). Trends in environmental accounting research within and outside of the accounting discipline. *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, 33(8), 2167–2193. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-03-2020-4457>

Martin, N. (2021). Risk Assessment of Future Climate and Land Use/Land Cover Change Impacts on Water Resources. *Hydrology* 2021, Vol. 8, Page 38, 8(1), 38. <https://doi.org/10.3390/HYDROLOGY8010038>

Mattesich, R. (1964). *Accounting and Analytical Methods*, Scholars Book Co. 4131 MT Vernon, Houston, Texas 77006, p. 139.

Mejía Soto, E. (2014). Biocontabilidad: Hacia una definición de una nueva disciplina contable. *Lúmina*, 15(15), 106–129. <https://doi.org/10.30554/LUMINA.15.1069.2014>

Miller, K. A., Belton, V., Miller, K. A., & Belton, V. (2014). Water resource management and climate change adaptation: a holistic and multiple criteria perspective. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 2014 19:3, 19(3), 289–308. <https://doi.org/10.1007/S11027-013-9537-0>

- Monfreda, C., Wackernagel, M., & Deumling, D. (2004). Establishing national natural capital accounts based on detailed Ecological Footprint and biological capacity assessments. *Land Use Policy*, 21(3), 231–246. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.10.009>
- Morgan, G. (1988). Accounting as reality construction: Towards a new epistemology for accounting practice. *Accounting, Organizations and Society*, 13(5), 477–485. [https://doi.org/10.1016/0361-3682\(88\)90018-9](https://doi.org/10.1016/0361-3682(88)90018-9)
- Odum, H. T. (Howard T. (1970). *Environment, power, and society*. Wiley-Interscience.
- Odum, H. T. (1994). *Ecological and General Systems An Introduction to Systems Ecology Revised Edition* (University Press of Colorado (ed.)). <https://upcolorado.com/university-press-of-colorado/item/1685-ecological-and-general-systems>
- Odum, Howard T. (1988). Self-Organization, Transformity, and Information. *Science*, 242(4882), 1132–1139. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.242.4882.1132>
- Odum, Howard T. (1996). Environmental accounting : EMERGY and environmental decision making. 370.
- Odum, Howard T., & Odum, E. C. (1981). *Energy basis for man and nature* (2. ed.). McGraw-Hill.
- Odum, Howard T., & Odum, E. C. (2008). *A Prosperous Way Down Principles and Policies*.
- Odum, T. H., & Odum, E. C. (2000). Energy systems diagramming. *Modelin for All Scales*, 1–38.
- Peng, W., Su, D., & Wang, S. (2021). Development of an Innovative ICT Infrastructure for an Eco-Cost System with Life Cycle Assessment. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 3118, 13(6), 3118. <https://doi.org/10.3390/SU13063118>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., De Wit, C. A., Hughes, T., Van Der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature* 2009 461:7263, 461(7263), 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Serna Mendoza, C. (2016). La Oferta Natural Y La Demanda Social: Un Espacio De Posibilidades Para El Desarrollo Sostenible. Un Estudio De Caso. *Revista Del CESLA. International Latin American Studies*,

19. <http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-dff75d63-950c-41da-9b39-ae3d63f6364e>

Serna Mendoza, C. A., Vélez Rojas, O. A., & Londoño Pineda, A. A. (2015). Cambio climático, balance hídrico y eficiencia energética en algunas estaciones climáticas en Colombia. *Espacios*. <https://www.revistaespacios.com/a16v37n07/16370707.html>

Mejía Soto, E., Roa, G. M., Alberto, C., Salazar, M., De Jesús, O., & Galvis, M. (2014). Marco conceptual de la biocontabilidad. *Revista Sinapsis*, 6(1), 94–111. <http://app.eam.edu.co/ojs/index.php/sinapis/article/view/137>

Torres-Verzagas, B. E., Leyva-Galán, Á., & Del Pozo-Rodríguez, P. P. (2006). Emergy assessment of integrated production systems of grains, pig and fish in small farms in the South Brazil. *Ecological Modelling*, 193(3–4), 205–224. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2005.07.023>

Vassallo, P., Paoli, C., Buonocore, E., Franzese, P. P., Russo, G. F., & Povero, P. (2017). Assessing the value of natural capital in marine protected areas: A biophysical and trophodynamic environmental accounting model. *Ecological Modelling*, 355, 12–17. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.03.013>

Viglia, S., Civitillo, D. F., Cacciapuoti, G., & Ulgiati, S. (2018). Indicators of environmental loading and sustainability of urban systems. An emergy-based environmental footprint. *Ecological Indicators*, 94, 82–99. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.060>

Wang, J., Hou, B., Jiang, D., Xiao, W., Wu, Y., Zhao, Y., Zhou, Y., Guo, C., & Wang, G. (2016). Optimal Allocation of Water Resources Based on Water Supply Security. *Water* 2016, Vol. 8, Page 237, 8(6), 237. <https://doi.org/10.3390/W8060237>

Wu, M., Li, Y., Xiao, J., Guo, X., & Cao, X. (2022). Blue, green, and grey water footprints assessment for paddy irrigation-drainage system. *Journal of Environmental Management*, 302, 114116. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2021.114116>