



<http://doi.org/10.5154/r.textual.2023.82.1>

CIRCULAR ECONOMY: A SUSTAINABLE MODEL TO BOOST THE GLOBAL COCOA-CHOCOLATE VALUE CHAIN. BIBLIOMETRIC ANALYSIS

ECONOMÍA CIRCULAR: MODELO SOSTENIBLE PARA IMPULSAR LA CADENA GLOBAL DE VALOR CACAO-CHOCOLATE. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

Viviana A. Carvajal Salazar¹, Gustavo Almaguer Vargas^{1*},
Carlos H. Avendaño Arrazate², J. Reyes Altamirano Cárdenas¹

ABSTRACT

Consolidating a sustainable model involves integrating economic, social, and environmental factors contributing to the population's well-being. This type of model reflects a commitment to implementing strategies by all stakeholders in the economic segments of the global cocoa-chocolate value chain in a coordinated manner. This research aimed to identify scientific literature on the circular economy to discover strategies that help reduce the global negative externalities associated with this chain: child labor, deforestation, climate change, and poverty. The research was conducted in four stages: identification, filtering, visualization, and analysis using network maps generated with VOSviewer and Bibliometrix software. During the analysis stage, we identified the available strategies that contribute to developing a sustainable model for the cocoa-chocolate chain. Among the most notable ones, we found: a) carbon sequestration by plant species integrated into the cacao agroforestry system to mitigate the effects of deforestation and climate change; b) vegetative cover to capture nitrogen and sequester carbon; c) complementary bio-fertilizers for cocoa cultivation; and d) waste management. All of these strategies contribute to increasing the income of cocoa farmers and improving the economic, environmental, and social sustainability of the core components of the cocoa-chocolate chain.

Keywords: Circular economy, systematic review, circularity.

¹Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), carretera México-Texcoco, km 38.5, Chapingo, Texcoco Estado de México, C. P. 56230. México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), km 18 carretera Tapachula-Cacahotán, Tuxtla, Chico, Chiapas, C. P. 30870. México.

*Corresponding author: gustavoalmaguervargas@gmail.com Tel: 595 1089113. ORCID ID: 0000-0002-9462-2913

Received: March 11, 2023 / **Accepted:** July 17, 2023

RESUMEN

La consolidación de un modelo sostenible implica la integración de factores económicos, sociales, y ambientales que contribuyen al bienestar de la población; este tipo de modelo refleja el compromiso para implementar estrategias por parte de todos los actores de los segmentos económicos de la cadena global de valor cacao-chocolate de manera articulada. El propósito de esta investigación fue identificar literatura científica referente a economía circular para encontrar estrategias que contribuyan a disminuir las externalidades negativas globales de dicha cadena: trabajo infantil, deforestación, cambio climático y pobreza. La investigación se llevó a cabo en cuatro etapas, identificación, filtrado, visualización y análisis; a través de mapas de redes utilizando los softwares VOSviewer y bibliometrix; en la etapa de análisis se encontraron estrategias disponibles que contribuyen a desarrollar un modelo sostenible para la cadena cacao-chocolate; entre las más destacadas se encontraron: a) el secuestro de carbono por parte de las especies vegetales incluidas en el sistema agroforestal cacao para disminuir el efecto de la deforestación y del cambio climático; b) coberturas vegetales para la captura de nitrógeno y carbono, c) bio-fertilizantes al cultivo de cacao de manera complementaria, y d) gestión de residuos; las cuáles contribuyen a incrementar los ingresos de los cacaoteros y mejorar la sostenibilidad económica ambiental y social del pilar principal de la cadena cacao-chocolate.

Palabras clave: Economía circular, revisión sistemática, circularidad.



INTRODUCTION

The analysis of the global cocoa-chocolate value chain (GCCVC) has allowed the identification of global negative externalities such as child labor, deforestation, climate change, and poverty (World Cocoa Foundation (WCF), 2022), which limit the setup and transparency of this industry. There are different models of sustainable development that help reduce these types of externalities and prove to be suitable solutions because they involve the integration of economic, social, and environmental factors.

The circular economy (CE) is one such approach and can be an effective transition to a new model that allows for the restructuring of the unsustainable current production and consumption system,

INTRODUCCIÓN

El análisis de la cadena de valor global cacao-chocolate (CGVCC) ha permitido identificar externalidades negativas globales como son: el trabajo infantil, la deforestación, el cambio climático y la pobreza (World Cocoa Foundation (WCF), 2022); las cuales limitan la configuración y transparencia de esta industria. Existen diferentes modelos de desarrollo sostenible que permiten contribuir a disminuir este tipo de externalidades y muestran ser soluciones adecuadas porque implican la integración de factores económicos, sociales y ambientales.

La (EC) es uno de este tipo y puede ser una transición efectiva hacia un nuevo modelo, que permita reestructurar el insostenible sistema de producción y consumo ac-

which involves greater resource use and depletion (Kumeh et al., 2021). The focus of this sustainable model began with studies by the ecological economist Boulding (1966), in which he compared the economy to a closed system, marking a solid theoretical precursor to what we now understand as sustainable development. Lyle (1996) and Stahel (1982) exemplified a series of principles that integrate the development of activities within the limits of available renewable resources without degrading the environment. They mention that all systems, starting with agriculture, must be organized in a regenerative manner and create long-lasting goods. However, it was formally introduced by environmental economists Pearce and Turner (1990) in their book “Economics of Natural Resources and the Environment,” who exemplified a set of principles that integrate the development of activities within the limits of available renewable resources without environmental degradation; all systems, starting from agriculture, must be organized in a regenerative manner and create long-lasting goods (Lyle, 1996).

The European Commission (2017) has defined the circular economy as “an economy in which the value of products, materials, and resources is kept within the system for as long as possible and the generation of waste is minimized.” According to this definition, the priority involves circulated products such as plastics, food waste, critical raw materials, construction materials, biomass, and bio-based products. It is conceptually a holistic and regenerative model. It ensures that

tual, que implica mayor uso y agotamiento de los recursos (Kumeh et al., 2021).

El enfoque de este modelo sostenible inició con estudios del economista ecológico Boulding (1966), en el que comparó la economía con un sistema cerrado, marcando un sólido antecedente teórico de lo que hoy entendemos por desarrollo sostenible. Lyle (1996) y Stahel (1982) ejemplificaron una serie de principios que integran el desarrollo de las actividades dentro de los límites de los recursos renovables disponibles y sin degradar el medio ambiente; mencionan que todos los sistemas, a partir de la agricultura, deben ser organizados de forma regenerativa y crear bienes de larga duración. Sin embargo, fue introducido formalmente por los economistas ambientales Pearce y Turner (1990) en su libro “Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente”, quienes ejemplificaron una serie de principios que integran el desarrollo de las actividades dentro de los límites de los recursos renovables disponibles y sin la degradación del medio ambiente; todos los sistemas, a partir de la agricultura, deben ser organizados de forma regenerativa y con una creación de bienes con larga duración (Lyle, 1996).

La Comisión Europea (2017) ha definido la economía circular como: “una economía en la que el valor de los productos, materiales y recursos se mantiene en el sistema durante el mayor tiempo posible y, se minimiza la generación de residuos”. Según esta definición, la prioridad involucra productos circulados, como plásticos, desechos de alimentos, materias primas

products, components, and materials retain value and utility throughout the production and use cycle. It generates undeniable environmental advantages, social benefits, and added value for businesses, which are essential to ensure the sustainability of agri-food chains in a globalized context (Espaliat, 2017).

In fact, the current production and consumption system is defined as a model in which extraction, production, use, and disposal are part of its DNA (Ghisellini et al., 2016). Furthermore, it does not consider other factors, such as the impact on social capital, including human resources, and the conservation of natural resources. In contrast to this model, the circular economy has been conceived as a high-level strategy and a significant opportunity to reduce waste and improve the way resources are used by creating a closed-loop system (Geissdoerfer et al., 2017) to enhance both the economy and the environment in line with sustainable thinking (Winkler, 2011).

Esposito et al. (2020) propose that future research should focus on integrating the different stages of the supply chain with CE models and tools to create a closed-loop agri-food system; this aligns with the rationale of this document, as this model is a global practice where value chains need to optimize their resources from their processes and throughout the production and commercial chain (Mendoza et al., 2020). FAO (2020) suggests a new strategic framework relying on driving transformations within agri-food chains.

críticas, materiales de construcción, biomasa y productos de base biológica. Es conceptualmente un modelo holístico y regenerativo. Propicia que productos, componentes y materiales mantengan su valor y su utilidad de modo permanente a lo largo de todo el ciclo de producción y uso. Genera indiscutibles ventajas ambientales, beneficios sociales y valor añadido para las empresas aspectos necesarios para garantizar la sostenibilidad de las cadenas agroalimentarias en un contexto globalizado (Espaliat, 2017).

De hecho, el sistema de producción y consumo actual se define como un modelo en el cual extraer, producir, usar y desechar, hace parte de su ADN (Ghisellini, et al., 2016). Además, este no considera otros factores como el impacto en los capitales sociales, incluidos los recursos humanos, y la conservación de los recursos naturales; a diferencia de este modelo, la economía circular se ha concebido como una estrategia de alto nivel y como una gran oportunidad para reducir los desechos y mejorar la forma en que se utilizan los recursos, a través de crear un sistema de circuito cerrado (Geissdoerfer et al., 2017), con el fin de mejorar la economía y el medio ambiente de la mano con un pensamiento sostenible (Winkler, 2011).

Esposito et al. (2020) postulan que las investigaciones futuras deberían concentrarse en la integración de diferentes etapas de la cadena de suministro con modelos y herramientas de EC para crear un sistema agroalimentario cerrado, siendo esto parte de la justificación del presente documento, ya que este modelo es una

Principles are used to guide understanding of CE when addressing it. The Ellen MacArthur Foundation (2013) adopts five principles, while the CE standard BS8001, proposed by the British Standards Institute (BSI), uses six; other authors speak of three principles (Serón, 2020); however, some of them are shared: a) Elimination of waste and pollution; b) Circularity of products and materials (at their highest value); and c) Regeneration of nature. The implementation of CE principles requires new visions and strategies, along with a fundamental redesign of concepts related to resource scarcity, food loss, and waste generation throughout the chain (Lewandowski, 2016). Furthermore, climate change and biodiversity loss have contributed to defining an imperative and urgent paradigm shift toward a new economic model (Esposito et al., 2020), as well as value chains that focus on long-term resource efficiency (Geissdoerfer et al., 2017), turning end-of-life goods into new resources (Stahel, 2016). In conclusion, it has been widely recognized that transitioning from the current linear model to a circular one will bring significant environmental, social, and economic benefits (Lewandowski, 2016).

Currently, there are capacities for the development of CE; however, these initiatives are disparate at the country level (Perea et al., 2021). In addition, the research comes from various disciplines, which leads to the use of different definitions, approaches, and indicators to assess and measure this model. This fragments the information and highlights the limited cooperation among multidisciplinary groups.

práctica global donde las cadenas de valor necesitan optimizar sus recursos, desde sus procesos y a través de la cadena productiva y comercial (Mendoza, et al., 2020); FAO (2020) postula un nuevo marco estratégico que se basa en el impulso y las transformaciones al interior de las cadenas agroalimentarias.

Para abordar la EC, se usan principios con el objetivo de guiar su entendimiento. La Fundación Ellen MacArthur (2013) adopta cinco principios, mientras que la norma de EC BS8001, postulada por British Standards Institute (BSI), utiliza seis; otros autores hablan de tres principios (Serón, 2020); no obstante, algunos de ellos son compartidos: a) Eliminación de los desechos y de la contaminación. b) Circularidad de productos y materiales (a su valor más alto). c) Regeneración de la naturaleza. La implementación de los principios de la EC requiere nuevas visiones y estrategias al igual que un rediseño fundamental de los conceptos de escasez de recursos, pérdida de alimentos y generación de desechos a lo largo de la cadena. (Lewandowski, 2016). Además, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad han ayudado a definir un cambio de paradigma imperativo y urgente hacia un nuevo modelo de economía (Esposito et al., 2020), así como cadenas de valor que se enfoquen en la eficiencia a largo plazo de los recursos (Geissdoerfer et al., 2017), convirtiendo los bienes que están al final de su ciclo de vida en nuevos recursos (Stahel, 2016). En definitiva, ha sido ampliamente reconocido que cambiar del modelo lineal actual a uno circular, traerá grandes beneficios ambientales, sociales y económicos (Lewandowski, 2016).

CE has positive impacts in many applications, including supply chains. However, transitioning from a linear to a circular model requires a paradigm shift and having adequate information to facilitate the implementation of strategies to advance its applicability. Therefore, it is essential to explore the concepts of circular economy implementation within the context of the cocoa-chocolate supply chain. Consequently, this research aimed to identify scientific literature on the circular economy through bibliometric analysis to discover strategies that can help reduce negative externalities in the global cocoa-chocolate value chain and propose a more sustainable model.

METHODOLOGICAL APPROACH

One of the initial steps in transitioning toward the restructuring of agri-food chains with sustainable models involves conducting a systematic review through bibliometric analysis, with a particular focus on identifying documents related to the circular economy that contain strategies contributing to the proposal of alternatives to address the negative externalities of the cocoa-chocolate GVC.

The bibliometric analysis was conducted in four stages: identification, filtering, visualization (graphical representation), and analysis (Figure 1). First, an appropriate sequence of keywords was carefully selected based on the research objectives. Identification involved selecting the keywords “Circular economy” AND “Cocoa”; “Circular economy” AND “Agri*,” and the Boolean operator AND was used, con-

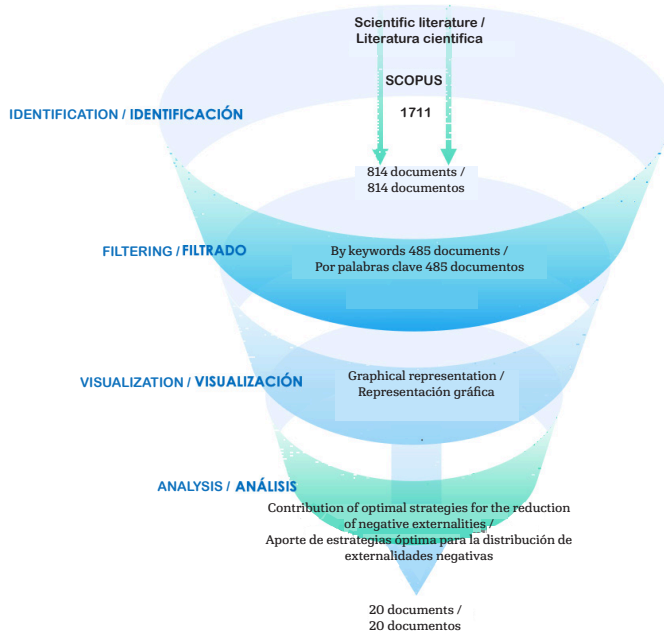
A la fecha, existen capacidades para el desarrollo de la EC, sin embargo, estas iniciativas resultan ser dispares a nivel de los países (Perea et al., 2021). Aunado a esto, las investigaciones son de diversas disciplinas lo que conlleva a utilizar definiciones, enfoques e indicadores distintos para evaluar y medir este modelo. Esto fragmenta la información y resalta la escasa cooperación entre grupos multidisciplinarios.

La EC tiene impactos positivos en muchas aplicaciones, incluidas las cadenas de suministro, pero pasar de un modelo lineal a uno circular requiere un cambio de paradigma, tener información adecuada, que ayude a implementar estrategias para avanzar en su aplicabilidad. Por lo tanto, es indispensable explorar los conceptos de implementación de la economía circular dentro de la perspectiva de la cadena de suministro del cacao-chocolate. Por lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo identificar la literatura científica relacionada con la economía circular mediante análisis bibliométrico, para encontrar estrategias que contribuyan a disminuir las externalidades negativas presentes en la cadena global de valor cacao-chocolate y proponer un modelo más sostenible.

ENFOQUE METODOLÓGICO

Para transitar hacia la reestructuración de las cadenas agroalimentarias con modelos sostenibles, uno de los primeros pasos es realizar una revisión sistemática mediante un análisis bibliométrico, dando énfasis a la identificación de documentos

Figure 1. Stages of the methodology
Figura 1. Etapas de la metodología



Source: Own elaboration
Fuente: Elaboración propia

figuring the field “Article Title, Abstract, Keywords” in SCOPUS. This scientific repository was chosen because it is the most important worldwide. If any of the chosen keywords from the chain were not present in the title, abstract, or keywords, the article was deemed irrelevant to the purpose of the research.

In a subsequent stage, the documents were filtered on the basis of the following variables: subject area (Agricultural and Biological Sciences; Social Sciences; Business, Management, and Accounting; Economics, Econometrics, and Finance); the time frame covered was from 2001 to 2022, as in the first year, the generation

referentes a economía circular que contengan estrategias que puedan contribuir a plantear alternativas a las externalidades negativas de la CGV cacao-chocolate.

El análisis bibliométrico se realizó en cuatro etapas: identificación, filtrado, visualización (representación gráfica) y análisis (Figura 1). Primero, se seleccionó cuidadosamente una secuencia apropiada de palabras clave, con base en los objetivos de la investigación. La identificación consistió en seleccionar las palabras clave “Circular economy” AND “Cocoa”; “Circular economy” AND “Agri*”, y se empleó el operador booleano AND configurando el campo “Título del artículo, Resumen, Pa-

of information on the circular economy began; and up to 2022, which is the most recent year for obtaining information and publication types (articles and reviews). After applying this filter to 1,711 documents, 814 remained, which were further filtered by considering that their keywords corresponded to the subject of agri-food chains, resulting in 485 documents.

Subsequently, stage three (visualization) was developed, where the databases of the 1,711, 814 and 485 documents were graphically represented through clusters in network maps using VOSviewer and bibliometrix software.

In the final stage, the remaining 485 documents were reviewed and analyzed. Initially, the abstract was read, and if it met the criteria for selection (that would help address some of the negative externalities present in the cocoa-chocolate chain), the full document was retrieved; otherwise, it was discarded. Consequently, the conclusions will provide suitable strategies for reducing negative externalities such as child labor, deforestation, climate change, and poverty, which will contribute to the development of a sustainable model. This characteristic was found in only 20 documents. The strategies provided by these 20 writings were extracted and classified into four categories.

RESULTS AND DISCUSSION

The bibliometric analysis of scientific literature on CE applied to the agricultural sector made it possible to identify trends in the scientific field related to proposals

labras clave” en SCOPUS; se utilizó este repositorio científico por ser uno de los más importantes a nivel mundial. Si una de las palabras clave elegidas de la cadena no está presente en el título ni en el resumen o las palabras clave, el artículo no es relevante para el propósito de la investigación.

En una siguiente etapa, se filtraron los documentos por las siguientes variables: área temática (Ciencias agrícolas y biológicas; ciencias sociales; negocio, gestión y contabilidad; economía, econometría y finanzas); se abarcó del año 2001 al 2022, debido a que en el primero era cuando iniciaba la generación de información acerca de economía circular y hasta el 2022, porque es el más reciente para obtener información y tipo de publicación (artículos y revisiones); después de aplicar este filtro a 1 711 documentos, quedaron 814, los cuales fueron filtrados nuevamente, tomando en cuenta que sus palabras clave correspondieran al tema de cadenas agroalimentarias y se obtuvieron 485 documentos.

Posteriormente, se desarrolló la etapa tres (visualización), en donde se representaron gráficamente las bases de datos de los 1 711, 814 y 485 documentos, a través de clústeres en mapas de redes utilizando el software VOSviewer y bibliometrix.

En la última etapa se revisaron y analizaron cada uno de los 485 documentos restantes, primero se leyó el abstract y en caso de que se considerará que cumplía los criterios para ser seleccionado (que ayudará a responder alguna de las externalidades negativas presentes en la cadena cacao-chocolate) se procedía a re-

of strategies for agri-food chains, aiming to transition toward a more suitable model, as follows:

STAGE 1. IDENTIFICATION

The search in Scopus generated 1,711 documents, with the main characteristic of generally addressing the topic of circular economy. These documents showed a significant increase from 2016 onwards (Figure 2), possibly driven by national and global policies favoring this area, such as the United Nations Climate Change Conference of 2015, the plan to reduce waste and promote recycling in key industries in China (Murray et al., 2017), the Europe 2020 strategy issued in 2014 concerning a CE action plan (Duque et al., 2020), and the Rio de Janeiro Sustainable Development Conference of 2012, which aimed to gather strategies for

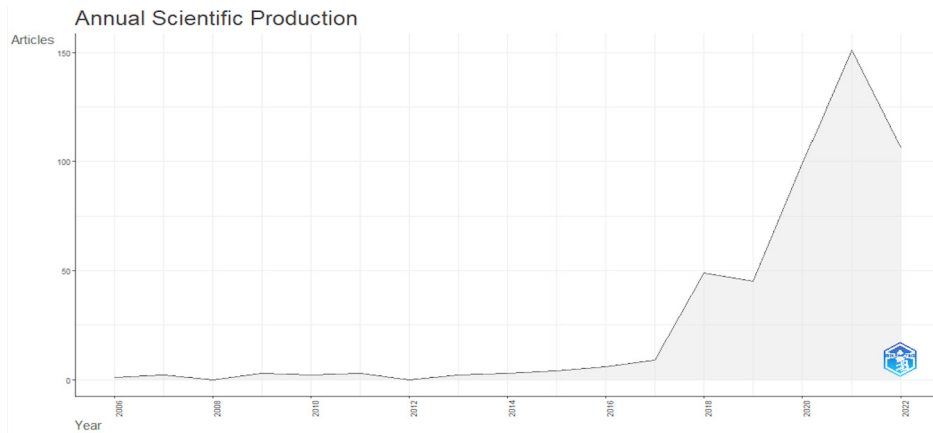
cuperar el documento por completo o de lo contrario se eliminaba. Por consiguiente, las conclusiones aportarán estrategias adecuadas para la disminución de las externalidades negativas: trabajo infantil, deforestación, cambio climático y pobreza y que contribuirán a proponer un modelo sostenible; y solo se encontró esta característica en 20 documentos. Las estrategias aportadas por estos 20 escritos, se extrajeron y clasificaron en cuatro categorías.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis bibliométrico de la literatura científica de la EC aplicada al sector agrícola permitió encontrar las tendencias en el campo científico, referentes a las propuestas de estrategias para las cadenas agroalimentarias, para la transición hacia un modelo más adecuado, de la siguiente manera:

Figure 2. Number of documents published per year.

Figura 2. Cantidad de documentos publicados por año.



Source: Own elaboration based on SCOPUS dataset, Bibliometrix. /.

Fuente: Elaboración propia con base en el conjunto de datos de SCOPUS, Bibliometrix.

environmental conservation and poverty reduction (D'Amato et al., 2017). The agri-food sector has significant potential for transitioning to a low-carbon and climate-friendly economy.

The countries that have paid the most attention to the circular economy because of the advantages it offers for optimizing, promoting, and managing natural resources are Italy, Spain, and China, which have the highest representation in the ranking of the leading authors referring to the scientific literature (Figure 3).

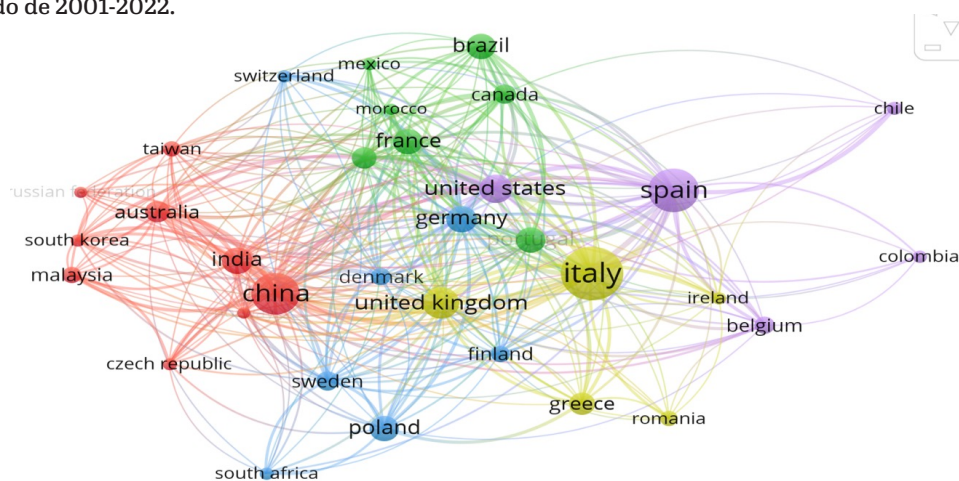
Figure 3 also shows the formation of five clusters based on co-authorship among the leading authors on circular economy-related topics. Italy leads a re-

ETAPA 1. IDENTIFICACIÓN

La búsqueda en Scopus generó 1 711 documentos; cuya principal característica es que tratan el tema de economía circular de manera general y tuvieron un incremento notable a partir del año 2016 (Figura 2), posiblemente impulsado por políticas nacionales y globales en pro de esta área, como lo son la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2015; el plan para disminuir la reducción de desechos y el reciclaje en industrias clave de China (Murray et al., 2017), la estrategia Europa 2020, emitida en 2014, sobre un plan de acción de EC (Duque et al., 2020) y la Conferencia sobre el Desarrollo Sostenible de Río de Janeiro de 2012 que apuntó a reunir estrategias

Figure 3. Initial search. Countries with the most scientific literature related to CE from 2001 to 2022.

Figura 3. Búsqueda inicial. Países con mayor literatura científica relacionada a EC, en el período de 2001-2022.



Source: Own elaboration using VOSviewer, based on the SCOPUS dataset.

Fuente: Elaboración propia a partir de VOSviewer, con base en el conjunto de datos de SCOPUS.

presentative cluster, working together with the United Kingdom, Greece, Rome, and Ireland. Another cluster follows, where Spain stands out in collaboration with the USA, Belgium, Colombia, and Chile. China is linked with India, Australia, Malaysia, Russia, the Czech Republic, South Korea, and Taiwan. The last cluster is composed of Brazil, Canada, Mexico, Morocco, France, and Portugal.

STAGE 2. FILTERING

In the identification stage, we filtered the 1,711 documents obtained based on the following variables: subject area (Agricultural and Biological Sciences; Social Sciences; Business, Management, and Accounting; Economics, Econometrics, and Finance), year (2001-2022), and type of publication (articles and reviews). After applying this filter, 814 documents remained, which were then graphically represented based on the country of origin and co-authorship among the leading authors to form the following cooperation clusters:

Figure 4 shows a cooperation network based on co-authorship among the leading authors of documents filtered using the aforementioned criteria. The map includes five clusters. The countries interested in such scientific literature mainly belong to the European Union, possibly because this region has generated significant funding initiatives to facilitate the transition from a linear to a circular model.

Furthermore, it is worth noting that even though the same concept may be widespread in various countries, govern-

para la conservación ambiental y reducir pobreza (D'Amato et al., 2017), siendo el sector agroalimentario el que tiene un potencial importante en la transición hacia una economía baja en carbono y respetuosa con el clima.

Los países que han dado mayor atención a la economía circular, por las ventajas que ofrece para optimizar, promover y gestionar los recursos naturales, son Italia, España y China, quienes son los que tienen la mayor representación dentro del ranking de los principales autores referentes a la literatura científica (Figura 3).

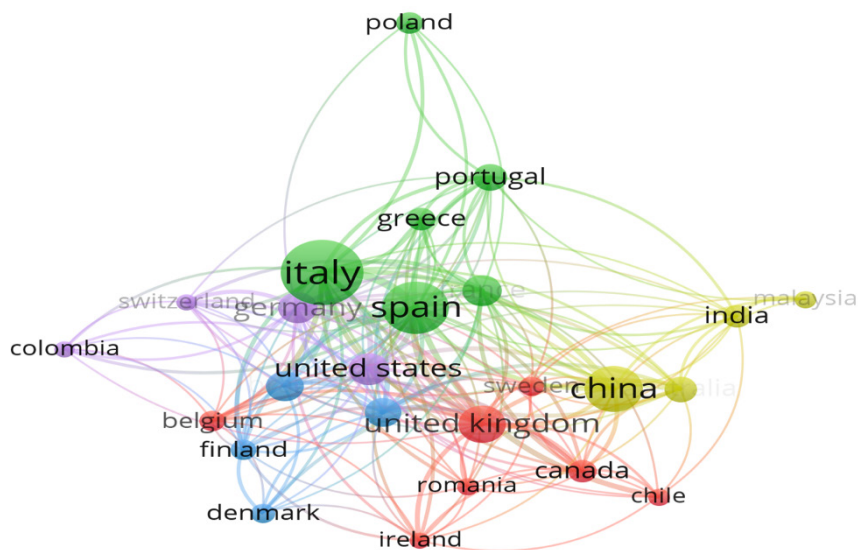
La misma Figura 3 muestra la formación de cinco clústeres elaborados en función de la coautoría entre los autores principales de temas referentes a economía circular. Un clúster representativo está liderado por Italia, quien trabaja juntamente con Reino Unido, Grecia, Roma e Irlanda. Está seguido por otro, donde destaca España en colaboración con EE. UU., Bélgica, Colombia y Chile. China aparece vinculado con India, Australia, Malasia, Rusia, República Checa, Korea del sur y Taiwán. El último clúster está formado por Brasil, Canadá, México, Morroco, Francia y Portugal.

ETAPA 2. FILTRACIÓN

Los 1 711 documentos obtenidos en la identificación fueron filtrados por las siguientes variables: área temática (Ciencias agrícolas y biológicas; ciencias sociales; negocio, gestión y contabilidad; economía, econometría y finanzas), año (2001-2022) y tipo de publicación (artículo

Figure 4. Second search. Countries with the most scientific literature on CE from 2001 to 2022.

Figura 4. Segunda búsqueda. Países con mayor literatura científica de EC, en el período de 2001-2022.



Source: Own elaboration using VOSviewer, based on SCOPUS dataset

Fuente: Elaboración propia a partir de VOSviewer, con base en el conjunto de datos de SCOPUS.

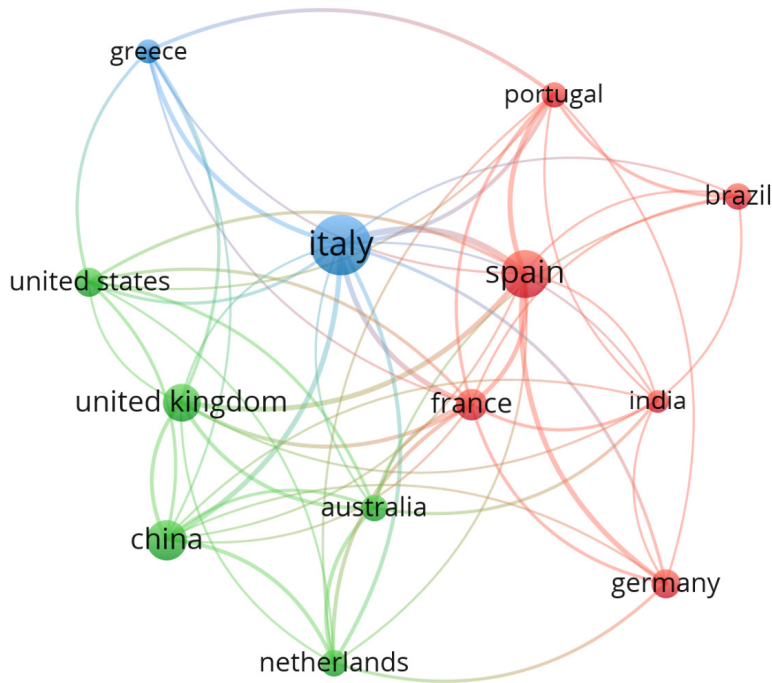
ments may address these concepts differently based on their proposed strategic approach.

The 814 documents were filtered again, considering that their keywords corresponded to the topic of agri-food chains, resulting in 485 documents. Italy continued to stand out, but Greece also appeared. Cooperation between China and European countries is evident, and Spain stands out with links to five countries, and Brazil represents Latin America.

In this last group (Figure 5), there are thirteen countries interested in scientific production related to CE, where three

los y revisiones); después de aplicar este filtro quedaron 814 documentos, los cuales se representaron gráficamente en función del país de origen y de la coautoría entre los autores principales para formar los clúster de cooperación siguientes:

En la Figura 4, se muestra una red de cooperación basada en la coautoría entre los autores principales de los documentos arrojados con los filtros anteriormente mencionados. El mapa incluye cinco clústeres. Los países interesados en este tipo de literatura científica en su mayoría pertenecen a la Unión Europea, posiblemente debido a que es en esta región en donde se han generado grandes inicia-

Figure 5. Final search. Countries with the most scientific literature from 2001 to 2022.**Figura 5.** Búsqueda final. Países con mayor literatura científica en el período de 2001-2022

Source: Own elaboration using VOSviewer, based on SCOPUS dataset.

Fuente: Elaboración propia a partir de VOSviewer, con base en el conjunto de datos de SCOPUS.

clusters are observed, with Italy standing out, followed by Spain and China. The only Latin American country that appears is Brazil, in the second cluster; therefore, it is necessary to promote research on this topic to ensure impact strategies for Latin America, a fundamental key to the development of countries and nations.

STAGE 3. VISUALIZATION

This stage involved the graphical generation of each group of documents found,

tivas de financiamiento para generar un cambio de transición de un modelo lineal a uno circular.

Además, cabe señalar que, aunque el mismo concepto puede ser popular en varios países, pueden existir diferencias intrínsecas en la forma en que se tratan dichos conceptos, de acuerdo con el enfoque estratégico propuesto por los gobiernos.

Los 814 documentos fueron filtrados nuevamente, tomando en cuenta que sus

which was developed throughout the document according to the specific theme of the circular economy. Within circular models, sustainable development models have been the central focus of international environmental policies. According to these models, human activities must be compatible with nature preservation to achieve intra- and intergenerational ecological equity. Both the green economy and sustainable development, stemming from a new awareness of humanity's role in nature, aim to establish a different balance between human activities and needs and the environment (Borrello, 2016; Chiaraluce, 2021).

It can be observed (Figure 6) that, in general terms, there is a relationship among the keywords of the circular economy. This indicates that most authors work in a similar way, even if they come from different disciplines, as the goal is to enhance the way resources are used (Geissdoerfer et al., 2017), aiming to improve the economy while adopting a sustainable mindset (Winkler, 2011). According to the International Cocoa Agreement (2020), in Chapter 2, Article II, the sustainable cocoa economy entails an integrated value chain in which all stakeholders develop and promote appropriate policies aimed at achieving economically viable, environmentally sound, and socially responsible levels of production, processing, and consumption for the benefit of present and future generations. The goal is to enhance productivity and profitability in the cocoa value chain for all stakeholders, especially small-scale producers.

palabras clave correspondieran al tema de cadenas agroalimentarias; y se obtuvieron 485 documentos; Italia se siguió destacando, pero apareció Grecia; se observa la existencia de cooperación entre China y los países europeos y España se destaca con el vínculo generado con cinco países y Brasil como la representación de América Latina.

En este último grupo (Figura 5), aparecen trece países interesados en la producción científica referente a EC, en donde se observan tres clústeres destacándose el del país italiano, seguido de España y China. El único país latinoamericano que aparece es Brasil, en el segundo clúster, por lo que es necesario promover investigación alrededor de esta temática que garantice estrategias de impacto para América Latina, pieza clave fundamental del desarrollo de los países y de las naciones.

ETAPA 3. VISUALIZACIÓN

Esta etapa correspondió a la generación gráfica de cada uno de los grupos de documentos encontrados que se fue desarrollando a lo largo del documento, de acuerdo con la temática particular de la economía circular. Dentro de los modelos circulares, los modelos de desarrollo sostenible han sido el eje central de las políticas ambientales internacionales. De acuerdo con este tipo de modelos, las actividades humanas deben ser compatibles con la preservación de la naturaleza para lograr la equidad ecológica intra e intergeneracional. Tanto la economía ecológica como el desarrollo sostenible, derivados de una nueva conciencia del papel

Figure 6. Co-occurrence analysis according to keywords.**Figura 6.** Análisis de coocurrencia de acuerdo con palabras clave.

Source: Own elaboration using VOSviewer, based on SCOPUS dataset.

Fuente: Elaboración propia a partir de VOSviewer, con base en el conjunto de datos de SCOPUS.

4. ANALYSIS AND PRESENTATION OF PROPOSALS

Each of the 485 documents obtained in stage 2 was reviewed, and those documents related to agri-food chains that presented specific strategies for reducing negative externalities in the cocoa-chocolate value chain were selected to develop a sustainable model (Table 1) that could be applied to the cocoa-chocolate GVC. Unfortunately, only 20 documents had this characteristic, and their proposals were grouped into four categories, which are shown in the same table.

Each of these categories is described below.

1. Carbon sequestration and climate change

Greenhouse gases (GHG) are one of the primary drivers of climate change. The-

del hombre en la naturaleza, pretenden establecer un equilibrio diferente entre las actividades y necesidades humanas y el medio ambiente (Borrello, 2016; Chiaraluce, 2021).

Se puede observar (Figura 6) que en términos generales hay relación en las palabras clave de la economía circular, lo que indica que la mayoría de los autores trabajan de manera similar, aunque sean de diferentes disciplinas, ya que se trata de mejorar la forma en que se utilizan los recursos (Geissdoerfer et al., 2017), con el fin de mejorar la economía, acompañada con un pensamiento sostenible (Winkler, 2011).

De acuerdo con el convenio internacional de cacao (2020) en el capítulo 2, artículo II; la economía cacaotera sostenible supone una cadena de valor integrada en la que todas las partes interesadas desarrollan y promueven políticas apropiadas destinadas a conseguir niveles de produc-

Table 1. Grouping of proposals to contribute to the reduction of negative externalities in the cocoa-chocolate GVC and classification.

Cuadro 1. Agrupación de propuestas para contribuir a la disminución de externalidades negativas en la CGV cacao-chocolate y clasificación.

1. Carbon sequestration and climate change / 1. Secuestro de carbono y cambio climático	Kucher et al., 2022 Pérez Neira, 2016 Silvestri C. et al., 2022 Chiaraluce, 2021 Chiaraluce et al., 2021 Diéguez-Santana et al., 2022 Velasco-Muñoz et al., 2021
2. Coberteras vegetales, alternativas de producción agroecológica / 2. Vegetative cover, agroecological production alternatives	Mosquera-Losada et al., 2018 Morais et al., 2021 Zarbà C. et al., 2021 Diéguez-Santana et al., 2022
3. Producción de biofertilizantes y productos específicos / 3. Production of biofertilizers and specific products	Guirlanda, Silva Takahashi, 2021 Nattassha R. et al., 2020 Ciccullo et al., 2020 Esposito et al., 2020
4. Gestión de residuos / 4. Waste management	Salimi, 2020; Chiaraluce, 2021 Mehmood A. et al., 2021 Mendoza et al., 2020 Arias et al., 2022

refore, it is essential to explore alternatives to mitigate their production. Major corporations are the leading contributors to GHG emissions (Gates, 2021), which can be reduced through two primary approaches: promoting agroforestry systems (AFS) that sequester more CO₂ and adopting renewable energy sources (Diéguez-Santana et al., 2022). These strategies apply to the global cocoa-chocolate chain and offer viable solutions. It is imperative to address the mitigation of 51 billion tons of GHGs by 2050 to prevent a catastrophe, as emphasized by Gates (2021).

Diéguez-Santana et al. (2022), in their study conducted on pitahaya in Ecuador,

ción, elaboración y consumo económica-mente viables, ecológicamente racionales y socialmente responsables en beneficio de las generaciones presentes y futuras, con el fin de mejorar la productividad y la rentabilidad en la cadena de valor del cacao para todas las partes interesadas, en particular para los pequeños productores.

ETAPA 4. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS

Se revisaron cada uno de los 485 documentos que se obtuvieron en la etapa 2 y se seleccionaron aquellos documentos referentes a cadenas agroalimentarias que presentaron estrategias concretas para dis-

found that the evaluated energy indicators, which include raw materials, design, manufacturing, business cycle, distribution and sales, consumption and use, remanufacturing, and sustainability, ranged from 1.83 to 2.4. In their typology of analysis, these values are considered low but can be improved through the implementation of the CE model and by enhancing interactions between producers and marketers, especially to achieve a more equitable income distribution. Pérez (2016) conducted a study on cocoa, identifying irrigation and fertilization as the most significant aspects in terms of energy, especially in the case of mechanized management. These authors propose involving ministries, public policy decision-making entities, and others in the flexibility of marketing-export mechanisms and the establishment of fair prices for producers throughout the year. Another distinctive element could be the adoption of good practices that contribute to increasing income and creating new value-added products, which will be addressed in the fourth proposal of this document.

Other selected documents include those by Kucher et al. (2022), Silvestri C. et al. (2022), and Chiaraluce (2021), emphasizing the significance of developing circular models for future generations. Mosquera-Losada et al. (2018) propose that organizations establish an eco-efficient industrial chain by internally circulating materials and energy. Serón (2020) underscores that this model is not an alternative but a necessity.

Diéguez-Santana et al. (2022) propose a circular economy to boost the economic and environmental development of the

minuir externalidades negativas de la cadena de valor cacao-chocolate en ir estructurando un modelo sostenible (Cuadro 1), que se pudiera aplicar a la CGV cacao-chocolate. Desafortunadamente solo 20 eran los que tenían esta característica y sus propuestas se agruparon en cuatro categorías, que se muestran en este mismo cuadro.

A continuación, se desarrollan cada una de estas categorías.

1. Secuestro de carbono y cambio climático

Los gases de efecto tipo invernadero (GEI) son una de las causas principales del cambio climático, por lo que se hace necesario buscar alternativas para contrarrestar la producción de estos. Las grandes empresas son las principales causantes de la producción de gases de efecto invernadero (GEI) (Gates, 2021), los cuales se pueden disminuir de dos formas: fomentando los sistemas agroforestales (SAF) que capten mayor cantidad de CO₂ e implementando energías renovables (Diéguez-Santana et al., 2022). Estas son estrategias viables de aplicarse en la cadena global de cacao-chocolate. Actualmente debemos contrarrestar 51 000 millones de toneladas de gases de efecto invernadero antes del 2050 para evitar una catástrofe según lo expuesto por Gates (2021).

Diéguez-Santana et al. (2022) en su estudio realizado en pitahaya en Ecuador, encontraron en los indicadores energéticos evaluados, los cuales son: materia prima, diseño, manufactura, ciclo de negocio, distribución y ventas, consumo y

pitahaya, explicitly requiring innovation and thoughtful actors. Its implementation must have the support of stakeholders to enable changes in policies and decision-making tools while preserving and improving natural resources and renewable flows, achieving good practices that contribute to increasing income, and creating new value-added products. The management of environmentally friendly practices stands out (Borello, 2016), and circular economy strategies are postulated as an opportunity to reduce the negative externalities found in the global cocoa-chocolate value chain.

China aims to improve resource efficiency, reduce CO₂ emissions, promote competitiveness, and eliminate green trade barriers, as it has become the world's largest CO₂ emitter and is now responsible for more than a quarter of global greenhouse gas emissions (Global Energy Monitor, 2022). The Chinese literature on the implementation of CE practices considers addressing the urgent problems of environmental degradation and resource scarcity in the country (Su et al., 2013). China views CE as a unique policy to prevent resource depletion, conserve energy, reduce waste, manage land, and manage water resources in an integrated manner.

However, it faces challenges such as the absence of clear and standardized quantitative measures and objectives, poor data quality, a lack of advanced technology, ineffective enforcement of regulations, suitable economic incentives, poor leadership and management, and low public awareness. A broader range of

uso, remanufactura y sostenibilidad; estuvieron entre 1.83 y 2.4; valores que en su tipología de análisis son bajos, pero pueden ser mejorados si se implementa el modelo de EC y se mejoran las interacciones entre productores y comercializadores, principalmente para buscar una mejor distribución del ingreso. Pérez (2016) realizó un estudio en cacao, identificando el riego y la fertilización como los rubros más importantes en términos energéticos, especialmente en el caso del manejo tecnificado. Estos mismos autores proponen involucrar a los ministerios, entidades decisorias de políticas públicas y otros en la flexibilización de los mecanismos de comercialización-exportación y el establecimiento de precios justos para los productores durante todo el año. Otro elemento distintivo podría ser la adopción de buenas prácticas que contribuyan a incrementar los ingresos y crear nuevos productos de valor agregado, que se abordarán en la cuarta propuesta de este mismo documento.

Otros documentos seleccionados fueron los de Kucher et al. (2022), Silvestri C. et al. (2022) y Chiaraluce (2021) que postulan la importancia del desarrollo de modelos circulares para las próximas generaciones. Mosquera-Losada et al. (2018) proponen que las organizaciones establezcan una cadena industrial ecoeficiente mediante la circulación interna de materiales y energía. Serón (2020) destaca que este modelo no es una alternativa, sino una necesidad.

Diéguez-Santana et al. (2022) proponen una economía circular para impulsar

policies and economic incentives is required to overcome the above challenges so that successful CE can be implemented as a sustainable development strategy (Heshmati, 2017).

On the other hand, cocoa cultivation is one of the primary drivers of deforestation, especially in the Ivory Coast and Ghana. GHG emissions from deforestation linked to agriculture and livestock have doubled globally since 1961 (Gates, 2021). It is estimated that the emissions generated by the land-use and land-use change sectors and forestry account for the most considerable contribution to total GHG emissions (Ivanova, 2020).

The effects of deforestation include loss of biodiversity, destruction of the livelihoods of those communities that depend on forest products beyond cocoa, and environmental transformation at the local and regional levels (FAO, 2020; Brack, 2020).

Different research indicates that cocoa in monoculture can capture up to 67.3 t of carbon per hectare. On the other hand, when cocoa is established in agroforestry systems (AFS), carbon sequestration can reach up to 131.1 t of carbon per hectare, depending on the planting design, the forest species incorporated, and ecological conditions (Callo-Concha et al., 2002; Alvarado, 2008; Vela et al., 2014; Ortiz et al., 2016; Zavala et al., 2018). This makes it a more efficient model of carbon sequestration.

In research conducted in Ecuador by Pérez Neira (2016), it was found that GHG

el desarrollo económico y medio ambiente de la pitahaya, siendo explícito el requerimiento de innovación y actores pensantes; su implementación debe contar con el apoyo de las partes interesadas para permitir cambios en las políticas y las herramientas de toma de decisiones mientras se preservan y mejoran los recursos naturales y los flujos renovables logrando buenas prácticas que contribuyan a incrementar los ingresos y crear nuevos productos de valor agregado. Sobresale el manejo de prácticas respetuosas con el medio ambiente (Borello, 2016) y se postulan estrategias de economía circular como una oportunidad para disminuir las externalidades negativas encontradas en la Cadena global de valor cacao- chocolate.

China apunta mejorar la eficiencia del uso de materiales y energía, reducir las emisiones de CO₂, promover la competitividad y eliminar barreras verdes en el comercio internacional, ya que se ha convertido en el mayor emisor de CO₂ del mundo y ahora es responsable de más de una cuarta parte de las descargas globales de gases de efecto invernadero para el planeta (Monitor de energía global, 2022). En la literatura china sobre la implementación de prácticas de EC se considera el abordaje de los problemas urgentes de degradación ambiental y escasez de recursos en el país (Su et al., 2013). China considera que la EC presenta una política única para evitar el agotamiento de los recursos, la conservación de la energía, la reducción de desechos, la gestión de la tierra y la gestión integrada de los recursos hídricos.

Sin embargo, enfrenta desafíos que incluyen la falta de medidas y objetivos

emissions are 2.49 and 2.82 kg CO₂-eq·kg⁻¹ for traditional and technified cocoa, respectively. The cocoa-chocolate chain activities with the highest environmental impact, according to energy expenditure, are production, transportation, and processing. It's worth noting that clean energy sources are necessary to reduce GHG production at various stages of agri-food chains.

One of the ideal options to combat global climate change is the implementation of *Paulownia tomentosa* trees in an agroforestry system. According to the field study by Noble et al. (2020), they found that the total carbon in the biomass of five-year-old *P. tomentosa* trees in Nepal sequestered 4.52 ± 0.53 kg C·yr⁻¹ per tree, equivalent to 9.04 tons C·ha⁻¹. This higher total biomass could be a significant asset in carbon sequestration.

2. Vegetative cover, agroecological production alternatives

The transition from a linear economy to a circular one will not be simple in the case of production models based on extraction, production, use, and disposal, but it is a priority. In this regard, Zarbà et al. (2021) emphasize the need to focus efforts on agroecological production as a fundamental part of the circular economy, particularly in managing waste as by-products. This allows the implementation of circularity strategies in the agri-food sector. Given the numerous production chains and their specific characteristics, various processes of regeneration and reuse of specific resources can be represented to achieve an agroecological transition. Some scholars argue

cuantitativos claros y estandarizados, la calidad de los datos, la falta de tecnología avanzada, la aplicación deficiente de legislaciones, los incentivos económicos adecuados, el liderazgo, la gestión y la falta de conciencia pública. Se requiere implementar una gama más amplia de políticas e incentivos económicos para superar los desafíos anteriores de modo que una EC exitosa pueda implementarse como una estrategia de desarrollo sostenible (Heshmati, 2017).

Por otro lado, el cultivo de cacao constituye una de las principales causas de deforestación, especialmente en Costa de Marfil y Ghana. Las emisiones de GEI provenientes de la deforestación asociada a la agricultura y la ganadería, se han duplicado a nivel mundial desde 1961 (Gates, 2021). Se estima que las emisiones generadas por el sector de uso y cambio de uso del suelo y silvicultura representan el mayor aporte en el total de emisiones de GEI (Ivanova, 2020).

Entre los efectos de la deforestación se cuentan la pérdida de biodiversidad, la destrucción de los medios de subsistencia de aquellas comunidades que dependen de los productos del bosque más allá del cacao y la transformación medioambiental en el ámbito local y regional (FAO, 2020; Brack, 2020).

Diferentes investigaciones indican que el cacao en monocultivo puede capturar hasta 67.3 t de carbono por hectárea; en cambio, cuando el cacao se establece en sistemas agroforestales (SAF), la captura de carbono puede llegar hasta 131.1 t de

that involving all economic segments in the chain, especially consumers, is crucial for transitioning from a linear to a circular economy. In fact, one of the most effective strategies to achieve this is using vegetative covers (Mosquera-Losada et al., 2018).

Vegetative covers are used to improve soil structure and eliminate weeds, employing them for weed control while simultaneously aiding in nutrient uptake and soil regeneration (Ayala et al., 2009).

3. Production of biofertilizers and specific products

This element allows the identification of barriers and potential determinants for creating by-product supply chains (Esposito et al., 2020). In the cocoa-chocolate value chain, the use of cocoa honey, as proposed by Guirlanda et al. (2021), a by-product of cocoa harvesting, can be implemented. Also, cocoa shells can be used to make infusions. This implies that agricultural waste can be turned into bio-products such as fertilizers, energy, materials, and compounds. Halting and converting agri-food waste into new materials or products that embody the principles of reuse, repair, and recycling could help local economies generate a stream of benefits and, in the long term, reduce environmental damage (Natassha et al., 2019).

4. Waste Management

CE emerges as an innovative alternative to the linear model. The idea is to redefine an essentially regenerative economic system by maintaining products, compo-

carbono por la misma superficie, dependiendo del diseño de siembra, las especies forestales incorporadas y las condiciones ecológicas (Callo-Concha, et al., 2002; Alvarado, 2008; Vela et al., 2014; Ortiz et al., 2016; Zavala, et al., 2018) por lo que resulta ser un modelo más eficiente de captura de carbono.

En la investigación realizada en Ecuador por Pérez Neira (2016), encontraron que, las emisiones de GEI son de 2.49 y 2.82 kg CO₂-eq·kg⁻¹ para cacao tradicional y tecnificado, respectivamente. Las actividades de la cadena de cacao-chocolate de acuerdo con el gasto de energía con mayor impacto ambiental son la producción, el transporte y la transformación; cabe resaltar que es necesario emplear energías limpias para disminuir la producción de GEI en las diferentes etapas de las cadenas agroalimentarias.

Una de las opciones ideales para abatir el cambio climático global es la implementación de árboles de *Paulownia tomentosa* en un sistema agroforestal. De acuerdo con estudio de campo de Noble et al. (2020) encontraron que el carbono total de la biomasa de *P. tomentosa* de cinco años en Nepal secuestró $4,52 \pm 0,53$ kg C·año⁻¹ por árbol, es decir, 9,04 toneladas C·ha⁻¹; teniendo mayor biomasa total que podría ser un elemento de gran apoyo en la fijación de carbono.

2. Coberteras vegetales, alternativas de producción agroecológica

La transición de una economía lineal a una circular no será fácil en el caso de modelos de producción basados en ex-

nents, and materials at their highest utility and value under the principle of eliminating waste and not unnecessarily depleting resources to preserve natural capital. According to Ciccullo (2020), the circular economy requires sustainable management of raw materials, manufactured products, and generated waste, as well as responsible consumption by society. This will help reduce ecosystem pollution, lower biodiversity loss, and decrease the risks to human health from food consumption.

Food loss and waste within various stages of the food supply chain significantly contribute to overall waste production and GHG emissions (Borrello et al., 2016). According to the Food and Agriculture Organization, approximately one-third (around 1.3 billion tons) of all food produced worldwide is lost (FAO, 2020). Food waste occurs throughout the entire food supply chain, from agricultural production to final domestic consumption (Staffas et al., 2013; Parfitt et al., 2010). On the other hand, Salimi (2021) proposes minimizing waste in agri-food systems to meet food demand. Chiaraluce et al. (2021) offer a similar alternative through the reuse and valorization of waste and by-products to add value. Esposito et al. (2020) discuss the opportunity for value creation by reducing food loss and waste, as reducing food loss also reduces GHG emissions.

Implementing CE in agri-food systems not only reduces waste but also provides the opportunity to use them as by-products or co-products (Mehmood et al., 2021). Likewise, Salimi (2021) highlights that innovation in supply chains and tech-

traer, producir, usar y desechar, pero es prioritario hacerlo. Al respecto, Zarbà et al. (2021) recalcan que es muy importante dirigir los esfuerzos hacia la producción agroecológica como parte fundamental de la economía circular, sobre todo, la gestión de residuos como subproductos, permitiendo implementar estrategias de circularidad en el sector agroalimentario y, dada la multitud de cadenas productivas y las peculiaridades de cada una de ellas, se pueden representar diversos procesos de regeneración y reutilización de recursos específicos, con el fin de lograr la transición agroecológica. Algunos estudiosos sostienen que la participación de todos los segmentos económicos de la cadena, y en particular de los consumidores, es fundamental para hacer la transición de una economía lineal a una circular. De hecho, una de las mejores estrategias para lograrlo es el uso de coberteras (Mosquera-Losada et al., 2018).

Las coberteras son empleadas para mejorar la estructura del suelo y eliminar malezas; aprovechándola para el control de malezas y al mismo tiempo para la captación de nutrientes y la regeneración del suelo (Ayala et al., 2009).

3. Producción de biofertilizantes y productos específicos

Este elemento permite identificar las barreras y los determinantes potenciales para la creación de cadenas de suministro de subproductos (Esposito et al., 2020). En la cadena de valor cacao-chocolate se puede implementar el aprovechamiento de la miel de cacao como lo propone Guir-

nology will pave the way for an economy that integrates environmental considerations and ensures sustainable access to essential services for the underserved.

Numerous examples exist of low-cost, low-carbon, and low-maintenance core technological services applicable to housing, energy, clean water, sanitation, and waste disposal services in rural and urban areas (UNEP, 2015). However, Salimi (2021) and Chiaraluce (2021) note that only a limited number of options are available for waste valorization, including the extraction of organic material for fertilization and waste incineration for energy recovery. Arias et al. (2022) exemplify the need for information exchange and coordination among legislators of current organic waste regulations, the scientific community, and other stakeholders to promote the transition to circular models.

Diverse initiatives worldwide have already embraced this model as an immediate global strategy. The Ellen MacArthur Foundation is actively working to expedite the transition to a circular economy by mobilizing large-scale solutions across the globe. AgroCycle, a Horizon 2020 project, seeks to establish a sustainable value chain by efficiently using agricultural waste, co-products, and by-products. Economists Without Borders (ECWB), a non-governmental development organization founded in 1997 within the academic realm, presently unites individuals committed to building a just, supportive, and sustainable economy with a primary focus on eradicating poverty and reducing inequalities.

landa et al. (2021) que es subproducto de la cosecha de cacao; también la cáscara del cacao puede ser empleada como té. Lo anterior implica que residuos agrícolas pueden convertirse en bio-productos como fertilizantes, energía, materiales y compuestos. Frenar y convertir los residuos agroalimentarios en nuevos materiales o productos que inculquen los principios de reutilización, reparación y reciclaje podría ayudar a las economías locales a generar un flujo de beneficios y, a largo plazo, reducir el daño medioambiental (Nattassha et al., 2019).

4. Gestión de residuos

La EC se presenta como una alternativa innovadora al modelo lineal. La idea es redefinir un sistema económico esencialmente regenerativo a base de mantener los productos, componentes y materiales en su nivel más alto de utilidad y valor, bajo el principio de eliminar el despilfarro y no destruir innecesariamente los recursos para conservar el capital natural. De acuerdo con Ciccullo (2020) la economía circular exige una gestión sostenible de las materias primas, los productos fabricados y los residuos generados, así como un consumo responsable por parte de la sociedad. Esto ayudará a tener la reducción de la contaminación de ecosistemas, menor pérdida de la biodiversidad, así como una disminución de los riesgos para la salud humana con los alimentos consumidos.

La pérdida y el desperdicio de alimentos dentro de los diferentes pasos de la cadena de suministro de alimentos contribuyen de manera significativa a la producción general de desechos y genera-

The 2030 Circular Economy Strategy of Euskadi establishes three objectives to be achieved within ten years: (a) increase material productivity by 30 %; (b) raise the rate of circular material use by 30 %; and (c) decrease waste generation per gross domestic product (GDP) unit by 30 %. Additionally, the strategy includes two complementary objectives related to two priority areas defined by the European Commission: halving food waste generation and ensuring that 100 % of plastic packaging is recyclable. Achieving these objectives will result in a series of positive impacts on the economic, social, and environmental dimensions of the region, as these three dimensions are inherent to the concept of the circular economy. Therefore, we can assert that the transition to a circular economy will create prosperity and well-being in an intelligent, innovative, and sustainable manner. In Mexico, the Senate passed the Circular Economy Law in February 2023, aiming to promote a circular economy under a systemic, restorative, regenerative, sustainable, cultural, inclusive, and community-oriented approach, thereby fostering the adoption of service models that are environmentally sustainable and socially responsible.

CONCLUSIONS

The bibliometric analysis proved to be a suitable tool for selecting scientific documents related to the circular economy. However, out of the 1,711 documents identified through the analysis of scientific literature, only 20 provided strategies that contributed to reducing the identified negative externalities in the global

ción de GEI (Borrello et al., 2016). Según la Organización para la Agricultura y la Alimentación, alrededor de un tercio (aproximadamente 1 300 millones de toneladas) de todos los alimentos producidos en el mundo se pierde a nivel mundial (FAO, 2020). El desperdicio de alimentos ocurre a lo largo de toda la cadena de suministro de alimentos, desde la producción agrícola hasta el consumo doméstico final (Staffas et al., 2013; Parfitt et al., 2010). Salimi por su parte, (2021) propone minimizar el desperdicio en los sistemas agroalimentarios y satisfacer la demanda de alimentos. Una alternativa similar la esgrimen Chiaraluce et al. (2021) en la reutilización y valorización de residuos y subproductos para dar valor agregado. Esposito et al. (2020) comentan la oportunidad de creación de valor al poder reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos, al disminuir la pérdida de alimentos se reduce la emisión de GEI.

La implementación de la EC en los sistemas agroalimentarios puede conducir a una reducción de los desechos y existe la posibilidad de utilizarlos como subproductos o coproductos en los sistemas agroalimentarios (Mehmood et al., 2021). Asimismo, Salimi (2021) menciona que innovar en las cadenas de suministro y en la tecnología, logrará conseguir una economía que incorpore los temas ambientales y el acceso de los pobres a unos servicios básicos obtenidos de manera sostenible.

Abundan los ejemplos de servicios tecnológicos básicos de bajo costo, bajo consumo de carbono y bajo mantenimiento aplicables a la vivienda, la energía,

cocoa-chocolate value chain. These strategies included the reduction of greenhouse gas emissions through decreased food loss, increased carbon sequestration through the establishment of agroforestry systems, use of cover crops to capture nutrients for the soil, agroecological transition, design of specific products, and waste management.

The countries with the highest scientific production regarding the circular economy are Italy, China, Spain, the United Kingdom, and Germany. The most significant cooperation occurs on the European continent, possibly because this topic is already a priority in their policies.

The keywords of the articles found related to the circular economy topic included food waste, sustainability, climate change, supply chains, COVID-19, agricultural crops, and sustainable development.

After grouping the 20 documents that presented proposals to contribute to the reduction of negative externalities in the cocoa-chocolate GVC, the following conclusions can be drawn:

Carbon sequestration can be achieved in two ways: by promoting agroforestry systems (AFS) that capture more CO₂ and by implementing renewable energies. These are viable strategies that can be applied to the global cocoa-chocolate chain.

Organizations can establish an eco-efficient industrial chain through the internal circulation of materials and energy by using innovations and public

el agua potable, el saneamiento, los servicios de disposición de residuos, tanto en áreas rurales como urbanas (PNUMA, 2015). Sin embargo, Salimi (2021) y Chiraluce (2021) comentan que solo existe un pequeño porcentaje de opciones para valorar los residuos generados; esas opciones incluyen la extracción de material orgánico para la fertilización y la incineración de desechos para la recuperación de energía. Arias et al. (2022) ejemplifican la necesidad de intercambio de información y la coordinación entre los legisladores de la normativa actual de los residuos orgánicos y la comunidad científica, así como otros actores, para promover la transición a modelos circulares.

Se identificaron diferentes iniciativas en el mundo, que ya incluyen este modelo como una estrategia inmediata a nivel global: Ellen Macarthur Foundation, trabaja para acelerar la transición a una economía circular, movilizando soluciones de escala a nivel mundial. AgroCycle es un proyecto de Horizonte 2020, que tiene como objetivo ofrecer una cadena de valor sostenible mediante el uso de residuos agrícolas, coproductos y subproductos de manera eficiente. Economistas sin Fronteras (EsF) es una Organización No Gubernamental de Desarrollo (ONGD), fundada en 1997 en el ámbito universitario, que actualmente integra a personas interesadas en construir una economía justa, solidaria y sostenible, con una orientación prioritaria en la erradicación de la pobreza y las desigualdades.

La Estrategia de EC de Euskadi 2030 establece tres objetivos a alcanzar dentro

policies. This will help enhance natural resources and renewable flows, promoting best practices that increase revenue and create new value-added products. Emphasizing environmentally friendly practices and advocating circular strategies represent an opportunity to reduce the negative externalities found in the global cocoa-chocolate value chain.

It is essential to direct efforts toward agroecological production as a fundamental part of CE, especially waste management as by-products. This allows for the implementation of circular strategies in the agri-food sector. Given the number of production chains and their specific characteristics, specific products can be developed. In the cocoa-chocolate value chain, this could include using cocoa beans for cocoa water, transforming mucilage into cocoa candy, preparing jellies with honey, and using cocoa shells to make infusions. This implies that agricultural waste can be converted into bio-products such as fertilizers, energy, materials, and compounds. It is crucial to consider that for the transition from a linear economic system to a circular one within a sustainable context, a systemic approach is necessary. This approach integrates economic, social, and environmental factors at all stages of agri-food chains, from production to consumption, where the importance of the role and decisions in each economic segment cannot be disregarded by other stakeholders.

It is suggested to conduct studies to measure circular economy indicators in the global cocoa-chocolate value chain

de diez años; A) Aumentar en un 30 % la productividad material. B) Aumentar en un 30 % la tasa de uso de material circular. C) Reducir en un 30 % la tasa de generación de residuos por unidad de Producto Interno Bruto (PIB). Adicionalmente, la estrategia recoge dos objetivos complementarios a este último objetivo en relación con dos de las corrientes priorizadas por la Comisión Europea, que son: reducir a la mitad la generación de desperdicios alimentarios y lograr que el 100 % de los envases de plástico sean reciclables. El cumplimiento de los objetivos conllevará una serie de impactos positivos sobre el ámbito económico, el social y el medio ambiental del territorio, y es que esa triple dimensión es inherente al concepto de economía circular. Por lo tanto, podemos decir que la transición a una economía circular creará prosperidad y bienestar de una forma inteligente, innovadora y sostenible. En México fue aprobada la ley de EC en febrero del 2023 por la Cámara de Senadores, en donde se propone impulsar una economía circular bajo un enfoque sistémico, un desarrollo restaurativo, regenerativo, sustentable, cultural, inclusivo y comunitario; generando la adopción de modelos de servicio y una producción ambientalmente sostenible y responsable socialmente.

CONCLUSIONES

El análisis bibliométrico resultó ser una herramienta adecuada para seleccionar documentos científicos relacionados con la economía circular. Sin embargo, de los 1 711 documentos localizados a través del análisis de la literatura científica, solo

at both micro and macro levels to validate their applicability and assess their impacts. Significant environmental and sustainability challenges persist, as agriculture contributes to greenhouse gas emissions through the use of herbicides, fertilizers, pesticides, and the high consumption of substantial amounts of water.

Finally, it is essential to promote increasingly resilient and sustainable agricultural and food systems. One possible approach is soil regeneration through the use of cover crops, the application of biofertilizers, and the implementation of AFS to ensure nutrient recirculation. This strategy helps reduce GHG emissions, enhances biodiversity, and combines good agricultural practices with current innovations. The feasibility of implementing these practices in the cocoa-chocolate GVC is high.

End of English version

REFERENCES / REFERENCIAS

- Alvarado, J. R., da Veiga, J. B., y de Santana, A. C. (2008). Quantificação do carbono em sistemas de uso-da-terra no Distrito de José Crespo E Castillo, Peru. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 16(3):130-142.
- Arias O., Pulgar J. A., y Soto M. (2022). Application of organic wastes to soils and legislative intricacies in a circular economy context.
- Ayala Sánchez, A. Krishnamurthy, L., y Basulto Graniel, J. A. (2009). Leguminosas de cobertera para mejorar y sostener la productividad de maíz en el sur de Yucatán. *Terra Latinoamericana*, 27(1), 63-69.

20 aportaban estrategias que contribuían a disminuir las externalidades negativas identificadas en la cadena global de valor cacao-chocolate; como son: reducción de gases efecto invernadero a través de la disminución de la pérdida de alimentos, captación de mayor carbono mediante el establecimiento de sistemas agroforestales, utilización de coberteras para captar nutrimentos para el suelo, transición agroecológica, diseño de productos específicos y gestión de residuos.

Los países con mayor producción científica referente a economía circular son: Italia, China, España, Reino Unido y Alemania. La mayor cooperación se da en el continente europeo, posiblemente por tener dentro de sus políticas ya establecidas este tema como prioridad.

Las palabras clave de los artículos encontrados referentes al tema de economía circular correspondieron a: residuos de alimentos, sostenibilidad, cambio climático, cadenas de suministro, COVID 19, cultivos agrícolas y desarrollo sostenible.

Una vez agrupados los 20 documentos que presentaban propuestas para contribuir a la disminución de externalidades negativas de la CGV cacao-chocolate, se puede concluir lo siguiente:

El secuestro de carbono se puede realizar de dos formas: fomentando los sistemas agroforestales (SAF) que capten mayor cantidad de CO₂ e implementando energías renovables. Estas son estrategias viables de aplicarse en la cadena global de cacao-chocolate.

- British Standards Institute (BSI). (2017). EC BS8001. <https://www.bsigroup.com/en-GB/standards/benefits-of-using-standards/becoming-more-sustainable-with-standards/bs8001-circular-economy/>
- Borello, M., Lombardi, A., Pascucci, S., y Cembalo, L. (2016). The seven challenges for transitioning into a bio-based circular economy in the agri-food sector. *Recent patents on food, nutrition & agriculture*, 8(1), 39-47.
- Boulding, K. E. (1966). The economics of the coming spaceship earth. In H. Jarrett (Ed.), *Environmental quality in a growing economy* (pp. 3–14). Baltimore, MD: Resources for the Future/Johns Hopkins University Press.
- Brack, D. (2020). Hacia la sostenibilidad de las cadenas de suministro del cacao: opciones de regulación para la UE. Fern, Tropenbos International, Fairtrade International y la Oficina de Defensa del Comercio Justo.
- Callo-Concha D., Krishnamurthy L., y Alegre J. (2002). Secuestro de carbono por sistemas agroforestales amazónicos. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 8(2):101-106.
- Cicullo, F., Cagliano, R., Bartezzaghi, G., Perego A., (2021). Implementing the circular economy paradigm in the agri-food supply chain: The role of food waste prevention technologies. *Resources, Conservation and Recyclin*, volume 164, pag
- Comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones sobre la aplicación del plan de acción para la economía circular. (2017).
- Chiaraluce, G., Bentivoglio, D., y Finco, A. (2021). Circular economy for a sustainable agri-

Las organizaciones pueden establecer una cadena industrial ecoeficiente mediante la circulación interna de materiales y energía, a través de innovaciones y políticas públicas, lo que permitirá mejorar los recursos naturales y los flujos renovables logrando buenas prácticas que contribuyan a incrementar los ingresos y crear nuevos productos de valor agregado. Sobresale el manejo de prácticas respetuosas con el medio ambiente y se postulan estrategias de circularidad como una oportunidad para disminuir las externalidades negativas encontradas en la Cadena global de valor cacao-chocolate.

Es importante dirigir los esfuerzos hacia la producción agroecológica como parte fundamental de la EC, sobre todo, la gestión de residuos como subproductos, permitiendo implementar estrategias circulares en el sector agroalimentario y, dada la multitud de cadenas productivas y las peculiaridades de cada una de ellas, se pueden desarrollar productos específicos; en la cadena de valor cacao-chocolate puede ser el aprovechamiento de los granos para agua de cacao, la transformación del mucílago a dulce de cacao, la preparación de gelatinas con la miel, también la cáscara del cacao para la elaboración de té. Lo anterior implica que residuos agrícolas pueden convertirse en bio-productos como fertilizantes, energía, materiales y compuestos. Es importante plantear que para la transición de un sistema económico lineal a uno circular, en un contexto sostenible, es preciso asumir una visión sistémica en donde los factores económicos, sociales y ambientales se integren en todas las etapas de las cadenas agroa-

- food supply chain: A review for current trends and future pathways. *Sustainability*, 13(16), 9294.
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B. D., y Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716–734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>.
- Diéguez-Santana, K., Sarduy-Pereira, L. B., Sa-blón-Cossío, N., Bautista-Santos, H., Sánchez-Galván, F., y Ruíz Cedeño, S. D. M. (2022). Evaluation of the circular economy in a Pitahaya agri-food chain. *Sustainability*, 14(5), 2950.
- Duque-Acevedo, M., Belmonte-Ureña, L. J., Cortés-García, F. J., y Camacho-Ferre, F. (2020). Agricultural waste: Review of the evolution, approaches and perspectives on alternative uses. *Global Ecology and Conservation*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00902>.
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition. <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>.
- Espaliat C, M. (2017). Economía Circular y Sostenibilidad: Nuevos enfoques para la creación de Valor.
- Esposito, B., Sessa, M. R., Sica, D., y Malandrino, O. (2020). Towards circular economy in the agri-food sector. A systematic literature review. *Sustainability (Switzerland)*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/SU12187401>.
- FAO. (2020). Marco estratégico para el periodo 2022 al 2031.
- Alimentarias, desde la producción hasta el consumo, donde la importancia del papel y las decisiones en cada segmento económico no pueden ser ignoradas por los demás actores.
- Se sugieren realizar estudios para medir los indicadores de economía circular en la cadena global de cacao-chocolate a nivel micro y macro para validar su aplicabilidad y considerar los impactos. Los retos medioambientales y de sostenibilidad siguen siendo grandes, ya que la agricultura contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero, al utilizar herbicidas, fertilizantes y pesticidas y el alto consumo de grandes cantidades de agua.
- Por último, es importante plantear sistemas agrícolas y alimentarios cada vez más resilientes y sostenibles y una respuesta posible es la regeneración de los suelos a través de su protección con coverteras, aplicación de biofertilizantes y SAF que garanticen una recirculación de los nutrientes, logrando reducir las emisiones de GEI, aumentando la biodiversidad y combinando las buenas prácticas agrícolas con las innovaciones actuales, cuya factibilidad de implementación en la CGV cacao-chocolate, es total.

Fin de la versión en español

FAO, P. (2020). El estado de los bosques del mundo 2020: Los bosques, la biodiversidad y las personas.

Gates, B. (2021). *Como evitar un desastre climático: Las soluciones que ya tenemos y los avances que aún necesitamos* Companhia das Letras.

- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., y Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.
- Ghisellini, P., Cialani, C. y Ulgiati, S. (2016). “A Review on Circular Economy: The Expected Transition to a Balanced Interplay of Environmental and Economic Systems.” *Journal of Cleaner Production* 114: 11–32.
- Guirlanda, C. P., da Silva, G. G., y Takahashi, J. A. (2021). Cocoa honey: Agro-industrial waste or underutilized cocoa by-product? *Future Foods*, 4(July), 100061. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100061>.
- Heshmati, A. (2017). A review of the circular economy and its implementation. *International Journal of Green Economics*, 11(3–4), 251–288. <https://doi.org/10.1504/IJGE.2017.089856>.
- Ivanova, Y., Tristán, M. C., Romero, M., Andrés Charry, Lema, S., Sánchez C., Vélez, A., Castro, A., y Quintero, M. (2020). Hacia una cadena de cacao y chocolate libre de deforestación y baja en emisiones de gases de efecto invernadero en la región Ucayali. Alianza de Bioersity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Kucher, L., Kucher, A., Morozova, H., & Pashchenko, Y. (2022). Development of circular agricultural economy: potential sources of financing innovative projects. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 8(2), 206–227. <https://doi.org/10.51599/are.2022.08.02.11>
- Kumeh, E. M., Kyereh, B., Birkenberg, A., y Birner, R. (2021). Customary power, farmer strategies and the dynamics of access to protected forestlands for farming: Implications for Ghana’s forest bioeconomy. *Forest Policy and Economics*, 133(September), 102597. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102597>
- Lewandowski, M. (2016). Designing the business models for circular economy-towards the conceptual framework. *Sustainability (Switzerland)*, 8(1), 1–28. <https://doi.org/10.3390/su8010043>.
- Lyle, J. T. (1996). Regenerative design for sustainable development. New York, USA: John Wiley & Sons.
- Mehmood, A., Ahmed, S., Viza, E., Bogush, A., & Ayyub, R. M. (2021). Drivers and barriers towards circular economy in agri food supply chain: a review. *Business Strategy & Development*, 4(4), 465–481.
- Mendoza, M. L. B., Cedeño, M. R., y Cossío, N. S. (2020). Prospective of the circular economy in the agri-food chain of fine organic aromatic cocoa in the province of manabí | Prospectivas de la economía circular en la cadena agroalimentaria del cacao ecológico fino de aroma en la provincia de manabí | Perspecti. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 37(1), 95–110.
- Mosquera-Losada, M. R., Santiago-Freijanes, J. J., Rois-Díaz, M., Moreno, G., den Herder, M., Aldrey-Vázquez, J. A., Ferreiro Domínguez, N., Pantera, A., Pisanelli, A., & Rigueiro-Rodríguez, A. (2018). Agroforestry in Europe: A land management policy tool to combat climate change. *Land use policy*, 78, 603–613.
- Murray, A., Skene, K., y Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *J Bus Ethics* 140, 369–380 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>.
- Nattassha, R., Handayati, Y., Simatupang, T.

- M., y Siallagan, M. (2020). Understanding circular economy implementation in the agri-food supply chain: the case of an Indonesian organic fertiliser producer. *Agri-culture & Food Security*, 9, 1-16.
- Noble, A. D. , Orr, D. M., Middleton., C. H., Rogers, L. G. 2000. Legumes in native pasture – asset or liability? A case history with stylo. In: Pastures for production and protection. Proceedings of the 6th Tropical Pastures Conference, Emerald, Queensland, 26–28 April 2000. Tropical Grasslands, 34: 199–206.
- Ortiz O., Villamizar R., Naranjo C., Garcia R., y Castañeda M. T. (2016). Carbon Footprint of the Colombian Cocoa Production. *Engenharia Agrícola* 36(2):260-270.
- Parfitt, J., Barthel, M., y Macnaughton, S. (2010). Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, 365(1554), 3065-3081.
- Pearce, D. W., & Turner, R. K. (1990). Economics of natural resources and the environment. Baltimore, MD, USA: JHU Press.
- Perez Neira, D. (2016). Energy sustainability of Ecuadorian cacao export and its contribution to climate change. A case study through product life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2560–2568. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.003>.
- Perea M., L. N., Gaviria, A. D., y Barrera R, A. M. (2021). Bioeconomía: análisis bibliométrico en América Latina y el Caribe.
- PNUMA. (2015). *Erradicando la pobreza a través de una economía verde e inclusiva*.
- Salimi, N. (2021). Circular economy in agri-food systems. *Strategic decision making for sustainable management of industrial networks*, 57-70.
- Staffas L., Gustavsson M., y McCormick K. (2013). Strategies and Policies for the Bioeconomy and Bio-Based Economy: An Analysis of Official National Approaches. *Sustainability*. 5(6):2751-2769. <https://doi.org/10.3390/su5062751>
- Serón G, D. (2020). Economía circular: de alternativa a necesidad COEPLAN (Fundación Ecología y Desarrollo).
- Stahel, W. R. (1982). The product life factor. *An Inquiry into the Nature of Sustainable Societies: The Role of the Private Sector (Series: 1982 Mitchell Prize Papers)*, NARC, 74-96.
- Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435–438. <https://doi.org/10.1038/531435a>.
- Silvestri, C., Silvestri, L., Piccarozzi, M., y Ruggeri, A. (2022). Toward a framework for selecting indicators of measuring sustainability and circular economy in the agri-food sector: a systematic literature review. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 1-39.
- Su, H., Tan, D., Gao, Y., y Liu, J. (2012). Research on Eco-Industrial Development and league mechanism construction of Breeding Industry. *Journal of Convergence Information Technology*, 7(19).
- Vela, C., Pisco G. P., y Ruiz E. M. (2014). Captura de Carbono En un sistema agroforestal con *Theobroma cacao* en el Campus de la Universidad Nacional de Ucayali - Pucallpa-Perú. *Revista TZHOECOEN* 6 (2):165-180.
- WCF, World Cocoa Foundation. 2022. <https://www.worldcocoafoundation.org/blog/je-demande-a-ce-quon-nous-vienne-en-appui-pour-quon-puisse-sauver-cette-foret/>.
- Winkler, H. (2011). Closed-loop production systems—A sustainable supply chain

- approach. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 4(3), 243–246.
- Zarbà, C., Chinnici, G., La Via, G., Bracco, S., Pecorino, B., y D'Amico, M. (2021). Regulatory elements on the circular economy: Driving into the agri-food system. *Sustainability*, 13(15), 8350.
- Zavala W., Merino E., y Peláez P. (2018). Influencia de tres sistemas agroforestales del cultivo de cacao en la captura y almacenamiento de carbono. *Scientia Agropecuaria* 9(4):493-501.