Tipo de artículo: revisión

Sección: Sociedad

Artículo resultado del proyecto de investigación "Valoración y análisis de los servicios ecosistémicos y su relación con la seguridad y soberanía alimentaria en la provincia del Sumapaz en Cundinamarca" código 301 de la Universidad de Cundinamarca

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

PREPRINT

Indicadores de sustentabilidad para sistemas agrícolas. Una revisión bibliométrica

Sustainability indicators for agricultural systems. A bibliometric review

Indicadores de sustentabilidade para sistemas agrícolas. Uma revisão bibliométrica

Doi: 10.53995/23463279.1734

Recibido:09/09/2024 Aprobado: 15/01/2025

Por: Nelson Enrique Fonseca-Carreño[1] & Geovanny Andrés Martínez-Jiménez[2]

Resumen

La ausencia de indicadores con fórmulas matemáticas y estudios sobre tendencias impide una valoración cuantitativa precisa en técnicas de medición. El diseño metodológico se realizó a través de un análisis bibliométrico (sustentabilidad, sostenibilidad, Desarrollo Sostenible y autores e indicadores de medición) y el despeje matemático para estandarizar su aplicación. La búsqueda de información se verificó a través de bases de datos Scopus y Web of Science dentro del periodo 2020 – 2024 y se utilizó el análisis de red para concebir la estructura y jerarquía de términos a través del software VOSviewer. Los resultados

[1] Magíster en Desarrollo Rural U.P.T.C. Docente - Investigador Universidad de Cundinamarca. Grupo de investigación ARADO. Contacto: nefonseca@ucundinamarca.edu.co, Orcid: https://orcid.org/0000-0001-6266-7255

[2] Magíster. Docente - Investigador Universidad de Cundinamarca. Grupo de investigación ARADO. Contacto: gmartinez@ucundinamarca.edu.co, Orcid: https://orcid.org/0000-0003-3974-9898

comprueban: i. construcción del mapa de co-citaciones de autor; ii. la evolución de las palabras según el nivel que co-ocurrencia; el término “sustentabilidad” se utilizado 15.235 veces de los 36.296 documentos; iii. priorizaron de indicadores y iv. despeje matemático de 20 indicadores de medición. Se discute la falta de metodologías y criterios para seleccionar indicadores lo cual afecta la confiabilidad de las evaluaciones de sustentabilidad, lo que puede comprometer la validez de resultados. Se concluye que el análisis bibliométrico permite ubicar los documentos necesarios para tipificar y validar los indicadores que señalan el requerimiento mínimo para instituir el valor de la sustentabilidad.

Palabras clave: Agricultura; Sustentabilidad; Ecosistema; Indicadores financieros; Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Abstract

The absence of indicators with mathematical formulas and trend studies prevents a precise quantitative assessment of measurement methodologies. The methodological design was carried out through a bibliometric analysis (sustainability, sustainable development, authors, and measurement indicators) and mathematical clearing to standardize its application. The information search was verified through the Scopus and Web of Science databases within the period 2020–2024, and network analysis was used to conceive the structure and hierarchy of terms through the VOSviewer software. The results confirm: i. construction of the author co-citation map; ii. the evolution of words according to their level of co-occurrence; the term "sustainability" was used 15,235 times out of 36,296 documents; iii. prioritization of indicators; and iv. mathematical clearing of 20 measurement indicators. The lack of methodologies and criteria for selecting indicators is discussed, which affects the reliability of sustainability assessments and can compromise the validity of results. It is concluded that bibliometric analysis allows for locating the necessary documents to classify and validate the indicators that indicate the minimum requirement for establishing the value of sustainability.

Keywords: Agriculture; Sustainability; Ecosystem; Financial indicators; Sustainable Development Goals.

PREPRINT

Resumo

A ausência de indicadores com fórmulas matemáticas e estudos de tendências impede uma avaliação quantitativa precisa nas metodologias de medição. O desenho metodológico foi realizado por meio de análise bibliométrica (sustentabilidade, sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, autores e indicadores de medição) e apuramento matemático para padronizar sua aplicação. A busca de informações foi verificada nas bases de dados Scopus e Web of Science no período 2020 – 2024 e a análise de rede foi utilizada para conceber a estrutura e hierarquia dos termos por meio do software VOSviewer. Os resultados comprovam: i. construção de mapa de cocitação de autores; ii. a evolução das palavras de acordo com o nível de coocorrência; O termo "sustentabilidade" foi utilizado 15.235 vezes em 36.296 documentos; iii. indicadores priorizados e iv. depuração matemática de 20 indicadores de medição. Discute-se a falta de metodologias e critérios para seleção de indicadores, o que afeta a confiabilidade das avaliações de sustentabilidade, podendo comprometer a validade dos resultados. Conclui-se que a análise bibliométrica permite localizar os documentos necessários para classificar e validar os indicadores que indicam o requisito mínimo para estabelecer o valor da sustentabilidade.

Palavras-chave: Agricultura; Sustentabilidade; Ecossistema; Indicadores financeiros; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Códigos JEL: Q56, M00.

1. Introducción

Para muchos el concepto de sustentabilidad se asocia únicamente al medio ambiente o recursos naturales, pero al profundizar su origen e importancia se puede evidenciar que no actúa en dicha dimensión; se refiere también a aspectos económicos, sociales, tecnológicos, productivos, geográficos y políticos. Entonces, la sustentabilidad se funda como uno de los temas más significativos en los sistemas productivos y así determinar su estado, caracterización o métodos de valoración y finalmente, garantizar el aprovechamiento del

PREPRINT

capital natural indispensable en el beneficio de los sistemas agrícolas (Montoya-Rojas y Rivera-Marroquín, 2021).

Desde la década de 1970, comenzaron a surgir cuestionamientos sobre la relación de la evolución económica y el desarrollo, ya que el primero no garantizaba mejoras en la calidad de vida ni en la gestión del capital natural. En este contexto, emergieron dos enfoques clave: "el desarrollo local" y la "sustentabilidad", ambos orientados a promover un modelo más equitativo y ambientalmente responsable (Fonseca y Rodríguez, 2025). Con el tiempo, estas perspectivas se integraron en un nuevo paradigma denominado desarrollo sostenible, el cual busca equilibrar el bienestar social, el progreso económico y la preservación ambiental, respondiendo así a las limitaciones del modelo tradicional, caracterizado por la explotación indiscriminada de los recursos y la concentración del poder en sectores específicos (Beltrán y Sanes 2024).

Según el informe Brundtland publicado en 1987, se entiende por *Sustentabilidad* "aquel que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para alcanzar sus propias necesidades" (Bossa-Benavidez et al., 2023, pág 12).

En tal sentido, es necesario conocer que, a partir de la preocupación del hombre por relacionarse de manera adecuada con el entorno, aparece una nueva tendencia en el Desarrollo Sostenible que orienta los cambios tecnológicos e instituciones para garantizar la satisfacción de las necesidades humanas, pero dentro de un marco de preservación de los recursos que nos ofrece el planeta. De ahí que, se busca preservar y mantener en equilibrio los ecosistemas para obtener rendimientos constantes en un lapso, mediante el uso de metodologías y métodos que garanticen a las generaciones futuras oportunidades de preservar los recursos del capital natural (Forero y Orozco-Toro, 2024).

La valoración de la sustentabilidad en sistemas productivos es interrumpida por las dificultades asociadas al concepto multidimensional y a la polisemia, de ahí que, se requiera de una estimación holística y sistémica que integren un abanico de posibilidades de criterios, indicadores y variables de medición. Diversos autores han propuesto

PREPRINT

metodologías de medición (Martínez y Valdés, 2024; Breffe y Pelegrín, 2024; González y Carreño, 2022; Albarracín-Zaidiza et al., 2019), que permiten evaluar la sustentabilidad, la cual está integrada por diversos ecosistemas y prácticas beneficiosas con destino a la producción agrícola, por lo tanto, resulta significativo medir la sustentabilidad bajo indicadores de tipo económico-productivo, socio-cultural y político-ambiental en relación al consumo de recursos naturales y de capital humano (Abed et al., 2025).

Al mismo tiempo, para el caso de los sistemas agrícolas se discurre la evaluación de sustentabilidad, donde se evidencia que dichos sistemas de producción están conexos a la manipulación de los campesinos, ya que son quienes alteran, modifican, extraen y operan los recursos a conveniencia (Buendía et al., 2024). Igualmente, Correa (2024), señala que la agricultura sostenible demanda de saberes culturales, valores políticos y criterios morales, ya que reflexiona la conservación, sumisión y equilibrio con los ecosistemas, asimismo, la democracia pública y equidad socioeconómica son esenciales para la apropiación de sistemas productivos eficientes en términos sociales, culturales y ambientales (Breffe y Pelegrín, 2023).

No obstante, en la literatura se encontraron estudios sobre dicho término, donde se evidenció que hasta el momento no existe un conceso universal de criterios, variables e indicadores que permitan una medición de sustentabilidad bajo factores socioeconómicos y biofísicos de los sistemas donde se emplazan dichas situaciones (Aponte, 2023). Igualmente, dentro de las metodologías de medición, no se encuentran indicadores con fórmulas y/o despeje matemático que permita la valoración, ni investigaciones que establezca corrientes y tendencias investigativas de indicadores de medición bajo un enfoque cuantitativo, utilizado conjuntamente bases de datos como WoS, Scopus, Dialnet, DOAJ, ERIC, ÍnDICEs-CSIC, LATINDEX, Redalyc, REDINED, SciELO entre otros (Ibrahim et al., 2025).

Por lo tanto, una vez detectado el vacío y como resultado de los pocos estudios que clasificaron la literatura sobre la sustentabilidad en sistemas agrícolas a partir de indicadores de medición, se exponen indicadores con formulación matemática compuesto

PREPRINT

por atributos que calculan el nivel de desempeño de los sistemas agrícolas a través de prácticas productivas, variables biofísicas y socioeconómicas. De ahí que, se utilizaron técnicas y herramientas bibliométricas que permiten una identificación de forma objetiva acerca de las tendencias y comportamientos investigativos en esta área del conocimiento.

2. El concepto de sustentabilidad.

Una vez que surgió el Desarrollo Sostenible como un objetivo mundial de tipo político, social y ambiental, se orientaron esfuerzos para proponer, identificar e implementar prácticas sostenibles en los diferentes sistemas de producción. Ese conjunto de actividades fue denominado como una ciencia de la sustentabilidad haciendo referencia a la investigación científica enfocado en los inconvenientes de origen antrópico (Farnum et al., 2023), causados por las malas prácticas en el manejo de agua, suelo y de tipo forestal (Llovera, 2023).

En concordancia con lo anterior, se señala que la sustentabilidad parte de una condición o estado que permite un equilibrio económico, social y ambiental para salvaguardar la presencia de los seres humanos a través de la satisfacción de las necesidades básicas insatisfechas, una existencia sana, positiva, productiva, reproductiva, con espiritualidad y en armonía con los ecosistemas (Pozo-Suclupe et al., 2023). De la misma manera, diversos autores mencionan que dicha sustentabilidad se debe concebir como una disciplina relacionada con los conocimientos ancestrales, que de padres a hijos promueven prácticas agroecológicas y ecoagrícolas para concebir un equilibrio hombre-naturaleza, a partir de las dimensiones económica, social, política y ambiental (Zarta-Ávila, 2018).

Para entender de una manera más adecuada el concepto de sustentabilidad se contempla sus principios que fueron originados en la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano* en Estocolmo en 1972 y en la *Conferencia de la Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río 1992* (Gonzalez et al., 2020). Estos principios establecen: i. un solo planeta para la vida humana, que implica pensar de manera global y actuar según su contexto geográfico; ii. mantener un principio de precaución para advertir con medidas protectoras frente a las acciones y consecuencias de las prácticas de origen

PREPRINT

antrópico y iii. responsabilidad agrupada, justicia social, equidad de género, conciencia ambiental y prolongación de vida de la generación presente y futura (Carreño, 2021).

Teniendo en cuenta la dimensión económica, social y ambiental enmarcadas en el término sustentabilidad, surgen tres vertientes: la sustentabilidad débil, fuerte y súper fuerte (Gutiérrez y Barton, 2022). La primera, considera el medio ambiente y sus ecosistemas como capital; donde los escenarios de dicho capital natural se pueden intercambiar y la utilidad monetaria de los recursos no renovables se deben reinvertir en varias formas de energía que puedan compensar al ser humano (Carreño, 2024). La segunda, mantiene el capital natural preservando los diferentes ecosistemas por encima de las intenciones económicas de cada territorio y la tercera, expresa una alternativa de desarrollo exponiendo disyuntivas a la ideología del progreso y desarrollo rural, que reconoce el valor cultural, ecológico, religioso y estético del capital natural como igual o más importante que los aspectos económicos (Rojo, 2023).

Por otro lado, autores sugieren tratar la sustentabilidad desde varias dimensiones llamadas de manera distinta: productiva, ecológica, social y económica (Coto-Cedeño et al., 2023), económica, social, ecológica, política (Fibiger et al., 2023) o económica, social, ambiental, tecnológica (Fonseca, 2024). No obstante, dichas dimensiones se relacionan generando correlaciones y compensaciones dentro de un conjunto de sistemas productivos, llámense fincas, parcelas, unidades de producción, sistemas productivos, granjas o arreglos productivos, que tienen la finalidad de establecer cultivos en sus diferentes etapas vegetativas (López et al., 2023).

Atendiendo los objetivos de desarrollo sostenible ODS 2015-2030 propuestos por la *Red de Soluciones para el Desarrollo Sustentable* (Cóndor-Salvatierra et al., 2022) y las cuatro dimensiones citadas, se redefinen cuatro criterios relacionados con la sustentabilidad:

a. **criterio de preservación:** donde la dimensión ambiental solicita la reparación y preservación de los ecosistemas, lo cual implica mantenerlos en funcionamiento y su capacidad para satisfacer las necesidades básicas insatisfechas,

PREPRINT

b. **criterio de eficiencia:** corresponde a la dimensión económica, los sistemas eficientes obtienes más bienes y servicios con la misma materia prima a través de prácticas ecológicas que un solo sistema de producción tradicional; se concibe como eficiencia la capacidad para generar o cumplir una serie de funciones de manera adecuada en un lapso determinado,
c. **criterio de equidad:** se describe la generación de escenarios económicos, sociales y políticos para potenciar la biodiversidad y el espacio para la productividad, las cuales demandan cooperación para una distribución equitativa de los recursos económicos y de capital natural y
d. **criterio capacidad de manejo:** referente a la dimensión institucional, el cual transmuta las relaciones institucionales formales e informales (rutinas, hábitos, prácticas), dichos criterios permiten adaptarse para hacer frente a la amenaza, la vulnerabilidad y su capacidad de respuesta que sitúen en riesgo la sustentabilidad (Padilla y Carreño, 2022).

No es suficiente establecer la definición, objetos de estudio, vertientes y criterios de sustentabilidad, ya que es necesario medirla y evaluarla, de manera que se pueda monitorear los niveles, grados o puntuaciones según los criterios de calificación en los sistemas productivos. Para ello, se deben identificar el estado, contexto, oferta y demanda de cada una de las dimensiones mencionadas (Fonseca y Fonseca, 2024).

3. Indicadores de medición de la sustentabilidad

En la década de 1990 se promovió con la publicación del *Libro Verde* sobre el Medio Ambiente Urbano de la Comisión Europea una serie de indicadores que permitirían establecer que tan sustentable podría ser un sistema productivo (Encarnación, 2024). En 1992 en la *cumbre de Río de Janeiro*, se generaron propuestas de medición como la declaración sobre medio ambiente, donde se propuso indicadores de toma de decisiones, de la cual surge la estrategia mundial para fortalecer el concepto de Desarrollo Sostenible (Moreno y Montero, 2024) y se elabora el programa de acción para su medición o *Agenda 21* que confirmó la necesidad de construir indicadores de sustentabilidad para proporcionar

PREPRINT

bases sólidas y tomar medidas en todas las dimensiones contribuyendo a auto-regular la sustentabilidad de cada sistema de producción integrado los ecosistemas y su desarrollo (Ramírez-Mancilla y Pérez-Montoya, 2023).

En 1993 se publica el *Libro Blanco* para la creación del proyecto de ciudades europeas sostenibles (Maguiño et al., 2024), asimismo en 1994 aparece la idea de poner en práctica un plan de acción para la sostenibilidad en las Agendas de Desarrollo Local (Mateo-Rodríguez y Bollo-Manent, 2023). En 1996 se realizó la *Segunda Conferencia de Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos (Hábitat- II),* en Estambul (Turquía); cabe anotar que, en el proceso de preparación de esta conferencia, la ONU admitió la participación de gobiernos locales como representantes de sus territorios (Azúa y Jara, 2024). Continuando con la línea de tiempo, en 1997 se celebró en Kioto Japón la *Conferencia de Naciones Unidas sobre el cambio climático* donde representantes de los 5 continentes postularon estrategias relacionadas con aquellas responsabilidades que cada nación debe generar para reducir las emisiones a través de indicadores de medición (Olaya-García et al., 2023).

A partir de este punto el concepto de Desarrollo Sostenible comienza a reflexionar sobre la humanidad como eje estratégico para la mejora y provisión de las necesidades básicas insatisfechas, de modo solidario con la conservación del capital natural (Villalobos y Moreno, 2023) y para esto se realizó en el año 2001 el *I Foro Social Mundial* en Porto Alegre (Brasil) como deliberación a la oposición de las políticas neoliberales y la propuesta de alternativas como priorización de desarrollo humano, fin a la pobreza, superar la desigualdad social incorporando indicadores de medición (Martínez y Valenzo, 2023).

Para reafirmar los principios de la *Agenda 21,* se realizó en 2002 la *Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible* en Johannesburgo, la cual reconoce la pertinencia de visualizar la cooperación internacional como el trabajo conjunto de redes de instituciones e intervención de organismos de cobertura mundial; se enmarca entonces, un régimen análogo de principios, criterios e indicadores políticos de cooperación internacional para que los países industrializados asuman mayores compromisos que los países en desarrollo (Vargas-Licona et al., 2023). En el marco de esta cumbre se lanza la *Iniciativa Latinoamericana y Caribeña*

PREPRINT

para el Desarrollo Sostenible [ILAC], que representa un esfuerzo para combatir la pobreza, la contaminación ambiental y la desigualdad de género, donde los países se comprometen a alcanzar las metas para el Desarrollo Sostenible según los ODS 2015-2030 (Moreno y Montero, 2024).

Cuarenta años después del encuentro realizado en Estocolmo (1972) y veinte años después de Río (1992) se celebra la *Conferencia sobre Desarrollo Sostenible*, conocida como *Río+20*, donde se congregaron líderes de varias naciones, actores académicos, científicos, investigadores y sociedad civil con el fin de reorganizar los compromisos políticos concebidos sobre el Desarrollo Sostenible y afrontar los retos en materia de sustentabilidad. La conferencia se concentró en la economía verde, variabilidad climática y eliminación de la pobreza (Encarnación, 2024). En general, se propugnan enfoques, dimensiones, alternativas, medios e indicadores integradores que guían al ser humano a coexistir en armonía con el medio ambiente y aunar voluntades para restaurar los ecosistemas (Cebrián et al., 2024).

En la *Agenda de Naciones Unidas para el desarrollo post-2015*, se vincula la educación en el Desarrollo Sostenible de cara a la crisis socio ambiental, ya que los problemas se verán agravados y como efecto sinérgico surgirán otros difíciles de prever (Acosta-González et al., 2021). Por su parte, Colombia a través del documento CONPES 3918 genera estrategias para implementar los ODS, donde se establecen metas, indicadores, recursos, responsables e instrumentos para su implementación. Finalmente, se exponen las dimensiones provenientes del objeto de estudio de la sustentabilidad y se definen los criterios asociados a cada una de ellas, con el objetivo de plantear una serie de indicadores percibidos desde distintas ópticas, pero que en su conjunto son verdaderamente útiles para la evaluación en distintos sistemas productivos (Viana et al., 2024).

4. Metodología

El diseño metodológico se realizó en dos fases: la primera, a través de un análisis bibliométrico orientado a la producción académica relacionada con los temas: Sustentabilidad, Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible y la búsqueda de autores más

PREPRINT

relevantes en la temática, de los cuales se realizó la pesquisa de indicadores según la jerarquía de los términos y área de conocimiento.

La información se verificó a través de bases de datos Scopus y Web of Science; la importancia de las bases de datos se manifiesta, ya que son calificadas como motores de búsqueda asertivos de artículos, libros y documentos notables a nivel mundial (Rey et al., 2021), y se componen de un extenso número de revistas (Plasencia et al., 2022). Los criterios de exploración (tabla 1) utilizados en la investigación responde a espacio de tiempo, tipos de documentos, términos y consultas de previas revisiones.

Tabla 1.
Criterios de exploración

Bases de datos	**Web of Science**	**Scopus**
Periodo de tiempo	2020 - 2024	
Consulta	2024	
Tipos de documentos	Artículo, libro, Capítulo de libro	
Características	Indexada e indizadas	
Tipo de indagación	Título, resumen o abstract, palabras claves	
Términos de exploración	Sustentabilidad, Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible	

Para el procesamiento de la información derivada de las bases de datos Scopus y Web of Science se utilizó el análisis de red; técnica que concibe la estructura y jerarquía de los términos de búsqueda y el área de conocimiento (Merino y Consuegra, 2022). Las herramientas empleadas fueron Bibliometrix (Barahona et al., 2023), el software VOSviewer (Wilches-Visbal, 2023), e investigaciones que emplearon dichos procedimientos generando valiosos aportes.

En la segunda fase, se tipifico los indicadores de los clústeres principales y se realizó el despeje mediante métodos estadísticos que permitieron establecer valores matemáticos para estandarizar su aplicación (Ec. 1). No obstante, los valores se pueden sesgar por la incorrecta interpretación de los investigadores o la adversidad en el territorio que puede dificultar la toma de información, donde cada indicador contiene un peso relativo diferente, de ahí que, se realiza una corrección de valores a partir de su peso relativo (Ec. 2) (Barahona et al., 2023).

PREPRINT

Ec. 1.
Formulación para establecer indicadores de medición y monitoreo

$$\mathrm{ND} = \left(\frac{\mathrm{V}-\mathrm{Vmin}}{\mathrm{Vmax}-\mathrm{Vmin}}\right) * 100 \text{ [Ec.1]}$$

Dónde: ND: Niveles de desempeño de un indicador; V: Valores moderados de un indicador; Vmax: Valores máximos de un indicador; Vmin: Valores mínimos de un indicador.

Ec. 2.
Formulación para establecer la corrección del valor alcanzado a partir de la categoría relativa.

$$\frac{(\text{valor obtenido}) * (\text{Número de puntos otorgados al indicador})}{\text{valor de referencia}} \text{ [Ec.2]}$$

Para efectuar la corrección se usa un coeficiente que multiplique el valor alcanzado de cada indicador por el número de alternativas de medición y este se divide por un valor referenciado según la literatura. Como resultado, las cifras obtenidas pueden incrementar o reducir según la importancia relativa (Ayon et al., 2023). La fórmula para obtener el nivel de sustentabilidad se muestra en la Ec. 3.

Ec. 3.
Formulación para establecer el nivel de sustentabilidad

$$\mathrm{NS} = (\mathrm{I}_1 * \mathrm{Coef}_1 + \cdots . \mathrm{I}_\mathrm{n} * \mathrm{Coef}_\mathrm{n} / \sum \mathrm{Coef} \text{ [Ec.3]}$$

Dónde: NS= Nivel de sustentabilidad; I: Indicadores; Coef: Coeficiente de los Indicadores.

El nivel de Sustentabilidad se puede establecer en cada indicador o conjunto de indicadores que conforman cada criterio de medición, lo cual permite una comparación entre sistemas o subsistemas que integran un modelo de producción, agroecosistema o finca (Bello-Quevedo y Giménez-Guariguata, 2023; Bossa-Pabon et al., 2022).

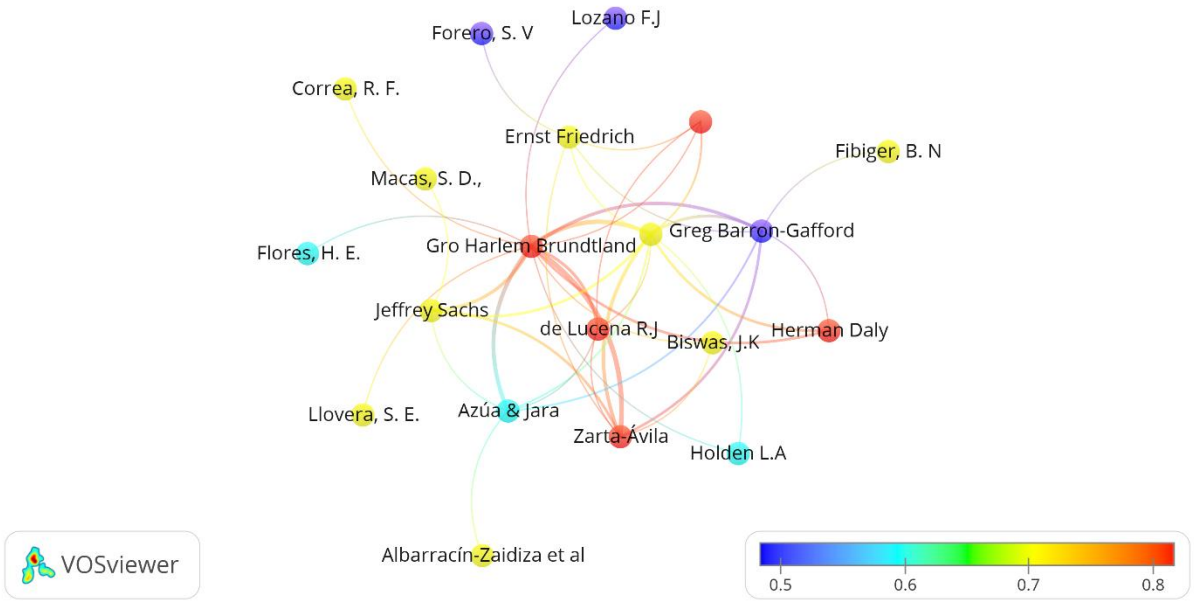
5. Resultados

A través de la fusión de registros derivados de las bases de datos y la construcción de la red de información, se obtuvo un listado de 574.040 documentos, delimitando con espacio de tiempo los años 2020 a 2024 resultan 103.673, excluyendo documentos como notas

PREPRINT

editoriales, tesis, cartas, encuestas y papel de datos, arrojo 81.659. De igual manera, sólo se incluyeron idiomas como español e inglés, arrojando 79.175 y finalmente, depurando las palabras claves arrojo 36.296 documentos. Así, empleando el paquete bibliometrix, se construyó el mapa de co-citaciones de autor (Figura 2), el cual establece los autores más referenciados, convirtiéndolos en influyentes académicos o conocidos como "autores seminales en un área del conocimiento" (Plasencia et al., 2022). Posterior se seleccionaron los 30 autores más citados destacando los más relevantes: Gro Harlem Brundtland; Caroline Fisher; Fernandez P.R., Jr; de Lucena R.J; Biswas, J.K; Holden L.A; Lozano F.J; Zarta-Ávila; Albarracín-Zaidiza et al, entre otros.

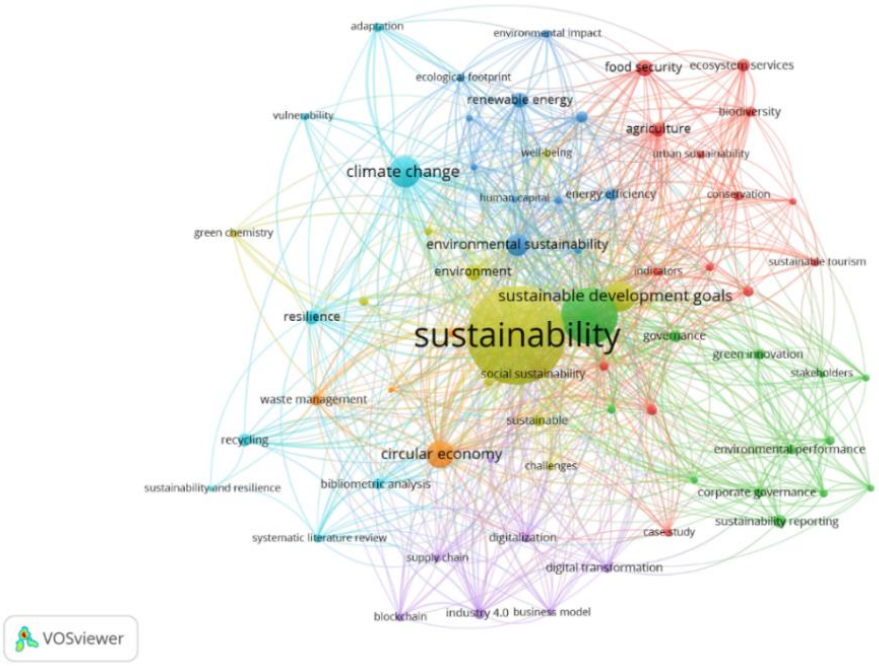
Figura 2.
Red de co-citaciones



En cuanto a la evolución de las palabras claves según el nivel que co-ocurrencia en los temas Sustentabilidad, Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible en Scopus y Web of Science, a través del software VOSviewer, (Figura 3), se observan los tres clúster principales, el más trascendente en el espacio central, "sustentabilidad" (color amarillo lima), el cual se utilizó

15.235 veces, seguido de “Desarrollo Sostenible” (verde), utilizado 8.296 veces y en menor proporción “sostenibilidad” (amarillo estándar), utilizado en 385 ocasiones.

Figura 3.
Palabras claves

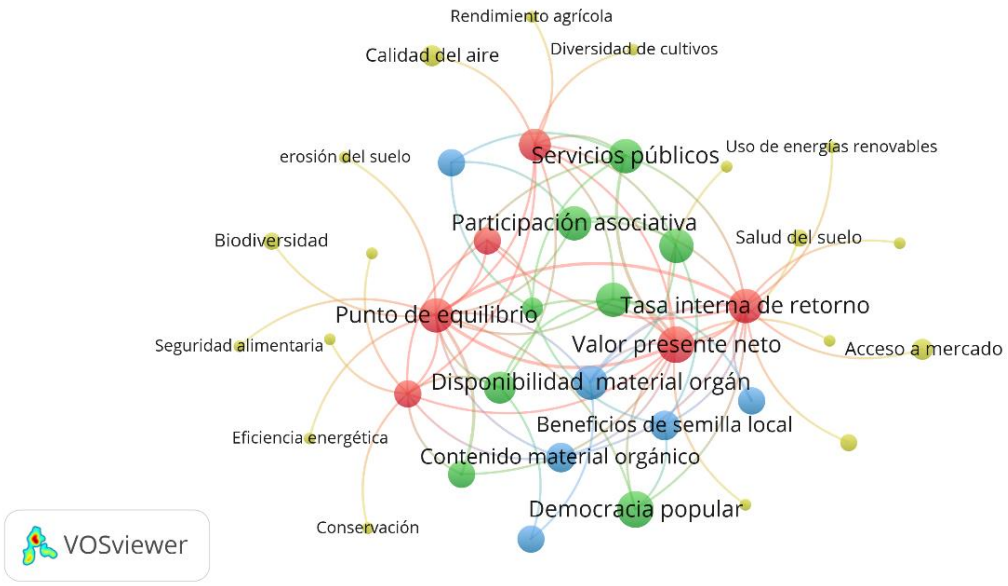


De la misma manera, se tipifico los tres clústeres principales (figura 4) con una serie de indicadores de medición que soportan cada dimensión de la sustentabilidad, que en conjunto pueden determinar qué tan sustentable es un sistema agrícola, estos son:

- **dimensión económica:** VAN-Valor presente neto, TIR-Tasa interna de retorno, PE-Punto de equilibrio, R/BC-Relación Beneficio/Costo, U-Utilidad y R-Rentabilidad;
- **dimensión social:** CTI-Ciencia, Tecnología e Innovación, FAC-Formación académica y de extensión, DVR-Distancia de existencia campesina, SPD-Servicios públicos domiciliarios, DP-Democracia popular, PAL-Participación en agrupaciones asociativas, DIE-Dependencia a materias primas externas y SA-Seguridad Alimenticia;

- **dimensión ambiental:** CV-Cobertura vegetal, DA-Disponibilidad de agua, CMO-Contenido material orgánico, MIP-Manejo de plaga, BSL-Beneficios de semilla local, DUMO-Disponibilidad y usos de material orgánico.

Figura 4.
Indicadores de medición



A partir de dichas dimensiones y criterios de medición se expresa una fórmula matemática para el despeje de los indicadores mencionados, dentro de la escala de valoración de sustentabilidad se mide de 1 a 5 donde: 5> 4> 3> 2> 1 y establece la eficiencia de los sistemas agrícolas, entendiendo que, un sistema productivo sustentable debe mantener su productividad indefinidamente, conservando los recursos naturales, generando sinergias entre los productores agropecuarios y manteniendo una economía competitiva y rentable (García et al., 2023). Los indicadores identificados según la literatura (tabla 3) calculan criterios y atributos paralelamente.

Tabla 3.

Inventario de indicadores de sustentabilidad. Una revisión

Indicador /unidad de medida	Connotación	Ecuación	Interpretación	Escala	Calif
VAN (uds)	La VAN representa el valor actual en términos de producción (COP) de un determinad monto de dinero que recibirá en el futuro. Es el valor del flujo de efectivo proyectado (Sarango et al., 2023).	$\text{VAN} = \frac{FC_1}{(1+i)^t}$	VAN= valor presente neto FC= Flujos de capital en periodos de tiempo (t) i= Tasa de beneficio o interés t= periodos	<5 5 - 10 10 - 20 20 - 30 >30	1 2 3 4 5
TIR (%)	La TIR corresponde a la tasa de interés en un movimiento productivo obtenidos de los egresos e ingresos derivados de un sistema de producción (Sarango et al., 2023).	$TIR = tasa\ i_0 + i_f * \frac{VAN_0}{VAN_0 + VAN_f}$	TIR= tasa interna retorno i 0= Tasa de interés que concibe una VAN positiva i f= Tasa de interés que concibe una VAN negativa	<1 2 - 10 11 - 20 21 - 30 >30	1 2 3 4 5
PE (uds)	Son los volúmenes mínimos de ventas o unidad producida que el sistema debe generar para no incidir en pérdida ni lograr ganancia (Sarango et al., 2023).	$PE\$ = \frac{CF}{1 - \frac{CVu}{PV}}$	PE= punto de equilibrio CF= Costo fijo CVu= Costo variable por elemento PV= Precios de venta	≥4 ≤3 ≤2 ≤1 <1	1 2 3 4 5
R.B/C (uds)	Se utiliza para establecer el beneficio y oportunidad financiera, confrontando valores con inversiones similares (Paredes, 2023).	$R.\frac{B}{C} = \Sigma VAN(ingr) / \Sigma VAN\ (egr)$	R.B/C= relación beneficio VAN (ing)= Valor presente ingresos VAN (egr)= Valor presente egresos	≤1 ≤2 ≤2,5 ≤2,9 >3	1 2 3 4 5
U (uds)	Es el capital o riqueza obtenida como ganancia de una acción monetaria, en el cual se descuentan los costos y gastos (Paredes, 2023).	$U = V - CT$	U= utilidad V= Ventas CT= Costos totales	<1 ≤5 ≤10 ≤20 >20	1 2 3 4 5
R (%)	Es un beneficio que se obtiene de una acción monetaria. Se mide como el ratio de ganancia o pérdida obtenida sobre unidades invertidas (Paredes, 2023).	$R = \frac{U}{CT} * 100$	R= rentabilidad U=Utilidad CT=Costos totales	<1 ≤5 ≤10 ≤20 >20	1 2 3 4 5
CV (%)	La cobertura vegetal es una actividad agrícola que preserva y protege la capa edáfica a través de técnicas de	$CV = \frac{\sum(\text{Ccp} + \text{Cct} + \text{Cp} + \text{Cf} + \text{Cb})}{AT} * 100$	ẊCcp= cultivos permanentes ẊCct= cultivos transitórios ẊCpf= pasto y forraje	≤10 ≤20 ≤50	1 2 3

PREPRINT

Indicador /unidad de medida	Connotación	Ecuación	Interpretación	Escala	Calif
	agricultura convencional y cobertura vegetal (Ontivero et al., 2023)		ẊCf= coberturas forestales ẊCb= coberturas de barbecho AT= Área total de la finca	≤70 >70	4 5
DA (m^3)	La disponibilidad de agua es el volumen de almacenamiento y fuentes de agua que debe tener el sistema productivo para suplir las necesidades hídricas (Castañeda-Ruelas et al., 2023).	$\mathrm{DA} = \frac{\sum(\mathrm{XV1} + \mathrm{XV2} + \mathrm{XV3} \ldots + \mathrm{XVn})/\mathrm{n}}{\mathrm{AT}}$	V= volumen XVn= volumen de agua, diversas fuentes AT= área de la superficie n= número de muestras	<1 ≤1 ≤2 ≤3 ≥4	1 2 3 4 5
CMO (t/ha)	Contenido de compendios orgánicos de tipo vegetal y animal, formada por micro y macro nutrientes esenciales para las plantas (Montenegro-Gómez et al., 2022).	$\mathrm{CMO} = \frac{(\mathrm{S} * \mathrm{P} * \mathrm{De} * \mathrm{Mo})}{(\mathrm{Ms} * K_1)}$	S= superficie (ha) P= profundidad de raíz (m) De= Densidad edáfica (t/ha) Mo= material orgánico (%) Ms= material seco (%) K1= coeficiente iso-húmico	<1 ≤10 ≤30 ≤50 ≥50	1 2 3 4 5
MIP (%)	Esquema de control de plagas de carácter sistemático y planificado, conservando un equilibrio de daños, en el cual se combinan instrumentos biológicos, físicos y químicos (Castiel, 2023).	$\mathrm{MIP} = \frac{\sum(\mathrm{XP1} + \mathrm{XP2} \ldots + \mathrm{XPn})}{\mathrm{Nm}}/100$	MIP= manejo de plagas ∑Pn= Media de ocurrencia o incidencia de plagas Nm= Número de muestra	<1 ≤10 ≤30 ≤50 ≥50	1 2 3 4 5
BSL (%)	Inventario, usos, beneficios y disposiciones de las semillas, plantas o material genético que se utilizan en cada sistema productivo (Hernández, 2024).	$\mathrm{BSL} = \mathrm{SPMgL}/\mathrm{SPMgC}$	BSL= beneficios de semilla, planta o material genético a nivel de finca SPMgL= semillas locales SPMgC= semillas comerciales	≤5 ≤20 ≤50 ≤70 > 70	1 2 3 4 5
DUMO (kg/m^2)	Inventario, disponibilidad, cantidad y uso de materia orgánica que se utiliza en predios, cultivos o sistema de producción (Schebesta, 2021).	$DUMO = \frac{\mathrm{V1} + \mathrm{V2} + \mathrm{V3} + \cdots \mathrm{Vn}}{At} * 100$	DUMO= material orgánico Vn= tipo y volumen de elementos orgánicos (kg/t) At= áreas de cultivo, lote, finca (m^2 /ha)	<1 ≤5 ≤10 ≤20 ≥20	1 2 3 4 5
CTI (uds)	Incorporación de procesos tecnológicos, académicos y productivos en un sistema de producción, para generar acciones de mejora en aspectos de ciencia, tecnología e innovación (Rodríguez et al., 2019).	$CTI = \left[\frac{Et + Ec + Ei + Em \ldots}{n}\right]$	ẊEt= estrategia tecnológica ẊEc= estrategia competitiva ẊEi= estrategia de innovación ẊEm= estrategia de mercadeo n = Número de variables	≤1 ≤5 ≤10 ≤15 ≥15	1 2 3 4 5
FAC (curso/año	Adquisición de conocimientos que permite a los eslabones de la cadena de	$\mathrm{FAC} = 5 > 4 > 3 > 2 > 1$	FAC= formación académica y extensión	≤1 ≤2	1 2

PREPRINT

Indicador /unidad de medida	Connotación	Ecuación	Interpretación	Escala	Calif
)	valor mejorar sus procesos productivos (Sandoval, 2023).		A mayor número de capacitaciones formativas, mayor es la puntuación	≤3 ≤4 >5	3 4 5
DVR (km)	Evalúa la distancia que existe del hogar/casa de la familia rural para acceder a necesidades básicas, cómo alimentos, educación, salud, insumos (Suárez et al., 2023).	$\mathrm{DVR} = 5 > 4 > 3 > 2 > 1$	DVR= distancia de existencia campesina A mayor distancia de recorrido, menor puntuación	≤1 ≤5 ≤10 ≤15 >15	1 2 3 4 5
SPD (No. Servicios)	Se calculan los servicios domiciliarios en cada sistema productivo, tiene como objeto compensar requerimientos mínimos de supervivencia del núcleo familiar (Cajas y Lazo, 2023).	$\mathrm{SPD} = \sum(\mathrm{A1} + \mathrm{A2} + \mathrm{En} + \mathrm{Fc} + \mathrm{Tp})$	A1=Acueducto A2=Alcantarillado En= Energía Fc= Fuentes de combustible Tp=Línea telefónica	≤1 ≤2 ≤3 ≤4 ≤5	1 2 3 4 5
DP (uds)	Sistema democrático en una organización familiar/ productiva donde se conciben decisiones grupales y de género bajo efectos de participación (Castillo-Pérez et al., 2024).	$\mathrm{DP} = 5 > 4 > 3 > 2 > 1$	DP= democracia popular A mayor número de vinculaciones grupales, mayor es la puntuación	≤1 ≤2 ≤3 ≤4 ≤5	1 2 3 4 5
PAL (%)	Estrategias de trabajo generadas entre los eslabones de una cadena de valor que permiten alcanzar metas, objetivos e indicadores de interés común (Reyes et al., 2023).	$\mathrm{PAL} = \frac{Ga}{Na} * 100$	PAL= participación asociativa Ga= Grupos de trabajo (asociaciones, cooperativas) Na= número de asociaciones activas	≤10 ≤40 ≤60 ≤80 >80	1 2 3 4 5
DIE (%)	Cantidad de elementos externos que se adquieren y utilizan a nivel familiar /productivo para realizar actividades (Maciel et al., 2023).	$\mathrm{DIE} = \frac{\$Mp}{\$Cp} * 100$	DIE= dependencia material $Mp= valor materia prima (compra externa) $Cp= valor de la inversión por ciclo productivo	≤20 ≤40 ≤60 ≤80 >80	1 2 3 4 5
SA (uds)	La seguridad alimentaria identifica el acceso físico y económico a un determinado grupo de alimentos que satisfacen las necesidades alimenticias de una persona o grupo de personas (Pozo-Suclupe et al., 2023).	$SA = \frac{\mathrm{At} + \mathrm{Ao} + \mathrm{Ac} \ldots}{n}$	At= Alimento por trayecto Ao= Alimento según origen Ac= Alimento según clasificación n= número de variable	≤2 ≤4 ≤6 ≤8 >8	1 2 3 4 5

PREPRINT

Tomando como referencia los conceptos de la sustentabilidad, se reconoce que la forma más adecuada para evaluarla es a través del planteamiento de indicadores y agregación de índices (Coto-Cedeño et al., 2023). Por tal motivo, se propone una amplitud de indicadores que miden el desempeño de sistemas en un entorno productivo, realizan un despeje matemático, valoración, escala y calificación, que puede evaluar un sistema o conjuntos a través de situaciones desde el punto de vista económicos, sociales, tecnológicos, productivos, geográficos y políticos. Esta diversidad de indicadores contribuye a establecer escenarios favorables de índole socio-económico y biofísico para los sistemas productivos a corto, mediano y largo plazo (Aponte, 2023).

6. Discusión

La sustentabilidad es un término que se pronuncia indiscriminadamente, varias veces, más de lo que se piensa; lo que hace que pierda su significado. De este modo, varios autores coinciden que está compuesta por varias dimensiones a partir de indicadores de medición: i. ambiente saludable y productivo para la dimensión ecológica/ambiental; ii. progreso financiero para la dimensión económica y iii. prosperidad, oportunidades sociales y equitativas para la dimensión social. En síntesis, las demandas agregadas por servicios ecosistémicos, por capitales económicos, cooperación social y prosperidad humana, generan interacciones y equilibrio ambiental a través del uso de capital natural, productividad y progreso económico, bienestar humano, equidad y gobernanza democratizadora; las cuales orientan a utilizar metodologías, métodos, criterios e indicadores de evaluación para medir la sustentabilidad.

La figura 5 muestra indicadores de desempeño de un sistema vistos desde el desarrollo económico, progreso social y protección ambiental. Al disponer de una amplia gama de indicadores, es necesario definir el objetivo de la evaluación para así utilizar los más asertivos. Por lo tanto, la dimensión socio-económica está representada por los escenarios de vivienda, educación, salud y familia y analiza el comportamiento a través de variables como generación de empleo, impactos económicos empresariales, inversión social y ética de los negocios. La dimensión socio-ecológica representa las interacciones de un sistema social y su entorno, se consideran variables como seguridad y soberanía, capital natural, variación climática y cumplimiento normativo y la dimensión eco-económica se fundamenta en un equilibrio

PREPRINT

armónico entre la diversidad de ecosistemas, los procesos antrópicos causados por el ser humano y su ambiente en el territorio.

Figura 5.
Los 3 pilares de la sustentabilidad

Al abordar las diversas definiciones de la sustentabilidad como ciencia y relacionar los aspectos de sociedad y naturaleza, esta requirió de una estructura y métodos para responder a las dinámicas del desarrollo humano y su comportamiento con el planeta, no quedando claro su objeto de estudio, se le otorgó capacidad adaptativa de interacción que dio lugar a diferentes disciplinas, tales como: economía ecológica, política ambiental, ética ambiental, ecología, ecología sociocultural, ecología fabril, ecoagricultura y agroecología, las cuales deben de ocupar un análisis descriptivo y funcional para abordar aquellas interacciones de tipo antrópico que el ser humano ejerce sobre los ecosistemas (Salas et al., 2011).

De otra parte y desde la definición del término de Sustentabilidad, se genera una confusión gramatical del significado y diferencia literaria de Desarrollo Sostenible y Desarrollo Sustentable, al respecto, autores opinan que la diferencia no va más allá de la traducción que se hizo del inglés al español del término (Romero et al., 2022). No obstante, la sustentabilidad es la relación eficiente de varios subsistemas económicos, sociales y ambientales, en donde se puede disuadir: i. la vida se debe prolongar indefinidamente; ii. la idiosincrasia del ser humano se debe renovar, y iii. la cultura y sapiencia se desarrolla de tal forma que las prácticas del ser humano no

PREPRINT

destruyan los ecosistemas, su biodiversidad, y la función de soporte ecológico (Flores et al., 2023).

De igual manera, varios autores mencionan que el término sustentabilidad dio lugar a varias interpretaciones que dependían de su contexto e interpretación (Macas et al., 2023). De ahí que, existe tanto una polisemia como una ambivalencia al referirse a la sustentabilidad, ya que se compone de dos postulados: el primero, que se traduce como sustentable; el cual involucra la globalización del contexto ecológico de los ecosistemas como soporte de actividades económicas y el segundo que traduce sostenible, menciona la permanencia en el tiempo de aquellas interacciones sociales, económicas y ambientales (Ayala, 2023).

En definitiva, los términos sostenibilidad y sustentabilidad se pueden utilizar como sinónimos según las tendencias, ideológicas, contextos, territorios, atributos e indicadores que se enmarcan para su aplicación en los diferentes sistemas de producción (Housni et al., 2024).

Para las dimensiones que integran la sustentabilidad de un sistema de producción dependen del equilibrio y las relaciones identificadas en los ecosistemas presentes del territorio, ya que su dependencia es proporcional a la retribución económica de procesos productivos, materia prima e insumos que se extraen (Mateo-Rodríguez y Bollo-Manent, 2023). Asimismo, se señala que, para conservar la sustentabilidad de un sistema de producción se debe medir o evaluar a través de indicadores de medición, lo cual permite disminuir el gasto de energía humana, minimizar los costos en cada sistema, amplificar la eficiencia de materia prima e insumos, optimizar el reciclaje de nutrientes para producir suministros agrícolas y producto terminado sin vulnerar los ecosistemas presentes (Ayala, 2023; Lloveras, 2023).

Por esto, se debe evaluar un sistema productivo a través de indicadores para mantener el equilibrio de funcionalidad y correlaciones de los ecosistemas (Serrano et al., 2022). De esta manera, la sustentabilidad evoluciona y ofrece la capacidad de manejo integral de los sistemas, flexibilidad para adaptarse a los cambios y contrarrestar situaciones adversas que se puedan presentar en los campos cultural, político, social, económico, geográfico y ambiental (Rojo, 2023).

Finalmente, se puede afirmar que un sistema es sustentable si se cumplen las condiciones de productividad, rentabilidad, preservación del medio ambiente, equidad y apropiación del sistema

PREPRINT

institucional (Breffe y Pelegrín, 2023), lo cual hace necesario obtener ciertos indicadores que identifiquen no solo la interacción y retroalimentación al interior de cada sistema productivo sino también la relación con las dimensiones ecológica, económica, social e institucional (López et al., 2023). Esos indicadores deben interrelacionarse entre sí, asumiendo la disponibilidad y acceso a información cuantitativa y cualitativa confiable para el logro de una medición y evaluación acertada del sistema (Milanés et al., 2020).

7. Conclusiones

Luego de la revisión bibliográfica se puede concluir que el Desarrollo Sostenible es un proceso activo y cooperativo que beneficia no solo el contexto ambiental, sino el económico, social, tecnológico, geográfico y político, ya que, desde su surgimiento, el Desarrollo Sostenible se encuentra en la agenda de los principales gobiernos y ha sido inspiración para muchos autores que promueven el respeto por el medio ambiente y la autonomía del ser humano. Posterior a su aparición se concibió el concepto de sustentabilidad que tiene como principios la armonía entre economía, cultura y ambiente, dicho termino tiene un componente social e institucional constituyendo un ambiente saludable y productivo.

La sustentabilidad en los sistemas agrícolas es un concepto multidimensional que integra factores ambientales, económicos, sociales y políticos, lo que dificulta su medición y valoración objetiva. A pesar del avance en metodologías y enfoques para evaluar la sustentabilidad, aún persisten vacíos en la estandarización de indicadores y en la aplicación de modelos cuantitativos. La revisión de literatura revela una dispersión en los criterios utilizados para la medición, evidenciando la necesidad de enfoques integradores que combinen indicadores biofísicos, socioeconómicos y productivos con formulaciones matemáticas que permitan comparaciones rigurosas entre sistemas agrícolas. En este sentido, las herramientas bibliométricas resultan esenciales para identificar tendencias y vacíos de investigación, promoviendo el desarrollo de modelos más precisos y aplicables en distintos contextos agroproductivos.

A partir de la revisión bibliométrica, se evidencia que los sistemas agrícolas deben ser analizados a través de indicadores interrelacionados que permitan medir su impacto en el desarrollo económico (rentabilidad, eficiencia de recursos), la protección ambiental (disponibilidad de agua, manejo de materia orgánica, biodiversidad) y el progreso social (seguridad alimentaria,

PREPRINT

acceso a servicios, equidad en la participación). La intersección de estos ámbitos refleja la necesidad de adoptar estrategias sostenibles que promuevan la resiliencia del sistema, optimizando recursos sin comprometer el equilibrio ecológico ni la equidad social. Por lo tanto, los indicadores de sustentabilidad para sistemas de producción deben diseñarse considerando un enfoque sistémico que garantice la viabilidad a largo plazo, promoviendo la integración de tecnologías innovadoras, el fortalecimiento de las comunidades rurales y la conservación de los ecosistemas.

Igualmente, el análisis bibliométrico evidencia la creciente importancia de los indicadores de sustentabilidad en sistemas agrícolas, pero también revela vacíos metodológicos que limitan su aplicación cuantitativa precisa. La alta frecuencia del término "sustentabilidad" en la literatura revisada resalta su relevancia, pero la falta de metodologías estandarizadas y criterios claros para la selección de indicadores compromete la confiabilidad de las evaluaciones. La priorización y el despeje matemático de 20 indicadores representan un avance hacia la estandarización de su aplicación, facilitando la construcción de modelos más rigurosos y replicables. Sin embargo, la ausencia de fórmulas matemáticas consolidadas en la literatura revisada refleja la necesidad de desarrollar metodologías cuantitativas robustas que permitan una evaluación más objetiva y comparable de la sustentabilidad en sistemas agrícolas.

En definitiva, los atributos, criterios, variables e indicadores de las dimensiones ambiental, económico, social, tecnológico, geográfico y político de los sistemas agrícolas permiten al productor, agricultor o campesinado la toma de decisiones encaminada a saber que tan sustentable es un sistema de producción, por lo tanto, el documento presenta una revisión bibliográfica sobre dichos conceptos con el propósito de conocer su origen y desarrollo, asimismo, se pretende identificar los principales indicadores de medición para afrontar los desafíos de los sistemas de producción.

Referencias

Abed, N., Kakolaki, MB, Ramesh, MV, Sankarannair, S., Murugan, R., Soundharajan, BS y Pushpalatha, R. (2025). Assessing agricultural sustainability at the farm level in India: A comparative study using a mixed methods approach. *Agricultural Systems*, *224*, 104223. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104223

PREPRINT

Acosta-González, B.V., Suarez-Pineda, M., & Parada-Camargo, J.E. (2021). Pequeñas empresas agroindustriales en Tunja - Boyacá, Colombia. Una descripción del cambio organizacional. *Revista Científica*, *41*(2), 184-198. https://doi.org/10.14483/23448350.17638

Albarracín-Zaidiza, J. A., Fonseca-Carreño, N. E., & López-Vargas, L. H. (2019). Las prácticas agroecológicas como contribución a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Caso provincia del Sumapaz. *Ciencia y Agricultura*, *16*(2), 39-55. https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n2.2019.9139.

Aponte, G. M. (2023). Estado del arte de la sustentabilidad y su incidencia en la gestión de proyectos. *Gestión I+D*, *8*(1), 196-223. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_GID/article/view/25194

Ayala, H. J. (2023). Chocó biogeográfico colombiano: entre el extractivismo, las carencias y el desafío hacia la sustentabilidad territorial. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(1), 8080-8099. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5030

Ayon, D. B., Torres, F. G., Olmos, C. D., Roldán, T, E., Regules, B. M., & Ramos, R. L. (2023). Uso sustentable de los recursos naturales de la reserva ecológica del Tentzo en el municipio de San Juan Atzompa, Puebla. *Brazilian Journal of Development*, *9*(1), 3175-3182. https://doi.org/10.34117/bjdv9n1-221

Azúa, Á. D., & Jara, L. (2024). Adopción de indicadores de sostenibilidad y características de los directorios en Chile post NCG 461. CAPIC REVIEW, 22, 1-16. https://doi.org/10.35928/cr.vol22.2024.222

Barahona, A. C., Molías, L. M., Erazo, N. S., Fassler, M. I., Ortiz, W. C., & Yánez, H. V. (2023). Competencia digital, profesorado y educación superior: Bibliometría desde la Web of Science. *Human Review: International Humanities Review/Revista Internacional de Humanidades*, *16*(5), 1-20. https://doi.org/10.37467/revhuman.v12.4680

Bello-Quevedo, W. J., & Giménez-Guariguata, M. J. (2023). Socio-productividad comunal para el desarrollo sustentable. *Gestio Et Productio. Revista Electrónica De Ciencias Gerenciales*, *5*(8), 72-89. https://doi.org/10.35381/gep.v5i8.48

Beltrán Virgüez, J. E., & Sanes Orrego, A. (2024). Una revisión crítica de la sostenibilidad social en los marcos de la responsabilidad social corporativa y el valor compartido. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–19. https://doi.org/10.31637/epsir-2024-908

Bossa-Benavidez, J., David-Meza, J., Ramos-Franco, D., & Cohen-Padilla, H. (2023). La sostenibilidad en Colombia frente al desarrollo sostenible en el mundo. Una revisión bibliométrica para el análisis del entorno. *Revista Universidad Y Empresa*, *25*(44), 1-29. https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.12770

Bossa-Pabon, K. A., & Fonseca-Carreño, N. E. (2022). La Agricultura y su incidencia en la Seguridad y la Soberanía Alimentaria. Una revisión. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*, *18*(18), 11-19. https://doi.org/10.22463/24221783.3833

Breffe, S.J., & Pelegrín, P. M. (2023). Necesidad de la Educación por la Sustentabilidad en las Universidades y Cómo Lograrla. *Revista Científica Hallazgos21*, *8*(1), 82-91. https://revistas.pucese.edu.ec/hallazgos21/article/view/613

Breffe, S. J., & Pelegrín, P. M. (2024). Ideas de cómo lograr la Educación para la Sostenibilidad en las universidades. *Serie Científica De La Universidad De Las Ciencias Informáticas*, *17*(3), 161-172. https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/1572

Buendía, O. M., Cubillas, A. C., & Algara, S. M. (2024). Las ecotecnias como recurso educativo. El caso del Club de Educación Ambiental para la Sostenibilidad. *Nova Scientia*, *16*(32). https://doi.org/10.21640/ns.v16i32.3425

Cajas, R. B., & Lazo, D. O. (2023). La asociatividad como factor determinante de la innovación de productos, procesos y gestión: una aproximación teórica. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, *8*(2), 969-981. http://dx.doi.org/10.23857/pc.v8i2.5227

Castiel, A. F. (2023). ¿Cómo afecta el cambio climático y la globalización a los insectos plaga ya las enfermedades que transmiten?. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, (347), 66-71. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8860824

Carreño, N. E. F. (2021). Aguacate Hass: Cadena de Valor para Contribuir a la Competitividad de Silvania en Cundinamarca Colombia. *In Vestigium Ire*, *15*(1), 47-66. http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/view/2372

Carreño, N. E. F. (2024). Sistema agroalimentario de la región del Sumapaz en Cundinamarca, Colombia. *SUMMA*, *6*(1), 1-19. https://doi.org/10.47666/summa.6.1.8

Carreño, N. E. F., & González, F.A. (2020). Propuesta metodológica para medir la sustentabilidad en agroecosistemas, a través del marco Mesmis. In *Avances en Investigación Científica* (pp. 1197-1212). Coordinación de investigación de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño. http://www.doi.org/10.47666/avances.inv.2

Castañeda-Ruelas, G. M., Arce-Navarro, K. S., Llanes-Ocaña, J. G., & Jiménez-Edeza, M. (2023). Calidad y uso potencial de la red hidrográfica del centro-norte de Sinaloa, México. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, *14*(2), 337-375. https://doi.org/10.24850/j-tyca-14-02-09

Castillo-Pérez, M. J., Huerta-Velásquez, C., Rivas-Lorca, F., Rojas-Uzcátegui, E., Lescot-Soto, A., Argandoña-Reyes, C., & Araya-Carvajal, K. (2024). Escasez de recursos minerales: consecuencias en la explotación, la sostenibilidad y el desarrollo tecnológico. *FIGEMPA: Investigación Y Desarrollo*, *17*(1), 112-123. https://doi.org/10.29166/revfig.v17i1.5811

Cebrián, C. S., Cano, M. I., Cazorla, G. L., & Guerrero, V. E. (2024). Educación para la sostenibilidad: los ODS a través de la gamificación en educación infantil. Aula, 30, 73-86. https://doi.org/10.14201/aula2024307386

Correa, R. F. J. (2004). Crecimiento económico y medio ambiente: una revisión analítica de la hipótesis de la curva ambiental de kuznets. *Semestre Económico*, *7*(14), 74-104. https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1131

Coto-Cedeño, W., Centeno-Morales, J., & Zúñiga-Arias, Y. (2023). Participación comunitaria y estrategias ciudadanas para la gestión del riesgo de desastres. Experiencias locales para la sustentabilidad en Pandora Oeste de El Valle la Estrella, Limón, Costa Rica. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, *7*(1), 174-185. https://doi.org/10.55467/reder.v7i1.115

Cóndor-Salvatierra, E., Yuli-Posadas, R., & Rutti-Marín, J. (2022). Educación Medioambiental: Desafíos para la agenda del desarrollo sostenible del año 2030. Revista de filosofía, centro de estudios filosóficos, universidad del zulia. maracaibo - venezuela, 39(100), 448-460. https://doi.org/10.5281/zenodo.6001700

Encarnación, M. (2024). Sostenibilidad ambiental. Paradigmas. Impactos del desarrollo y el subdesarrollo. *Revista científica FCES*, *1*(6). https://revistasacad.uasd.edu.do/index.php/rcfces/article/view/13

Farnum, C., F., Murillo G., V., Castillo, G., & Sanguillén, R. (2023). Gestión del conocimiento ancestral y determinación de índices de valor de uso de la diversidad vegetal para la conservación y sustentabilidad. *GECONTEC: Revista Internacional De Gestión Del Conocimiento Y La Tecnología*, *11*(1), 35-56. https://doi.org/10.5281/zenodo.7514221

Fibiger, B. N., Tesan, C., & Scherger, V. P. (2023). Análisis preliminar de la sustentabilidad de los fondos rotatorios de créditos para emprendedores y microemprendedores en el sudoeste

bonaerense. *Pymes, Innovación Y Desarrollo*, *10*(3), 50-83. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pid/article/view/40684

Flores, H. E. M., López, G. W. O., Encalada, S. H. F.., & Paredes, B. A. G. (2023). Educación para la sustentabilidad: Conciencia y educación ambiental. *Revista Iberoamericana De Investigación En Educación*, (7). https://doi.org/10.58663/riied.vi7.82

Fonseca, C. N. E. (2024). Competitividad de las agroempresas del Sumapaz en Colombia: articulación entre los componentes del sistema agroalimentario. *Revista Política, Globalidad Y Ciudadanía*, *11*(21). https://doi.org/10.29105/rpgyc11.21-320

Fonseca, C., N. E., & Fonseca, C. J. A. (2024). Resiliencia socioecológica en agro-ecosistemas agrícolas en Sumapaz Cundinamarca. *Ciencia en Desarrollo*, *15*(1), 1-12. https://doi.org/10.19053/01217488.v15.n1.2024.16652

Fonseca-Carreño, N. E., & Rodríguez-Padilla, M. Y. (2025). Economía circular y gestión de residuos urbanos: una mirada a fusagasugá, provincia del sumapaz en cundinamarca. *Saber, Ciencia Y Libertad*, *20*(1). https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2025v20n1.12611

Forero, S. V., & Orozco-Toro, J. A. (2024). Comunicación de las acciones de sostenibilidad medioambiental en las marcas del sector de la moda. *Anuario Electrónico De Estudios En Comunicación Social "Disertaciones"*, *17*(2). https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/disertaciones/a.13237

García R. P., Alatorre, L. C., & Bravo, L. C. (2023). Modelos de escorrentía superficial en la última década. Una revisión bibliográfica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(1), 7726-7750. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5001

Gonzalez, I. M., Battista, E., & Justianovich, S. H. (2020). Diseño para la Sustentabilidad y Sistema Producto Servicio Sustentable. Aportes para el desarrollo de competencias en el contexto Argentino. *Cuadernos Del Centro De Estudios De Diseño Y Comunicación*, (115). https://doi.org/10.18682/cdc.vi115.4257

González, F. A., & Carreño, N. E. (2022). Identificación y Caracterización de Agroecosistemas en el Municipio de Pasca en la Provincia del Sumapaz en Cundinamarca. En González Gaitán (Ed.), P*ropuestas y resultados de investigación transmoderna, translocal y digital* (1 ed. Vol. 7, pp. 12-18). Editorial Universidad de Cundinamarca. https://doi.org/10.36436/9789585195158

Gutiérrez, A. F., & Barton, J. (2022). ¿Cuánto consumo supone el bienestar? Una geografía urbana basada en un Índice de Sustentabilidad comunal en Chile. *Revista De Geografía Norte Grande*, (84). https://ojs.uc.cl/index.php/RGNG/article/view/26861

Housni, F. E., Lares-Michel, M., Martínez-Armendáriz, A. G., Espinoza-Villegas, J. R., Llanes-Cañedo, C., López-Larios, M. de J., & Barragán-Carmona, M. del C. (2024). Comportamiento alimentario del consumidor mexicano y su relación con la sostenibilidad de su dieta. *Journal of Behavior and Feeding*, *3*(6), 1-8. https://doi.org/10.32870/jbf.v3i6.45

Ibrahim, M., Krishna, BK y Fraser, ED (2025). Bridging the gap in measuring and reporting on the sustainability of agroecosystems: Overview and development of an adaptive sustainability assessment and monitoring framework. *Ecological Indicators*, *170*, 113091. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.113091

Llovera, S. E. (2023). Ecotecnología como base para la Sustentabilidad Ambiental en los Procesos Metalmecánicos. *Revista Digital La Pasión Del Saber*, *13*(23), 29-40. https://www.lapasiondelsaber.ujap.edu.ve/index.php/lapasiondelsaber-ojs/article/view/52

López, T. M., Cobreros, R. C., & Flores, G. A. (2023). Índice de nivel de sustentabilidad para un análisis comparativo simplificado de materiales para la construcción sustentable: la madera laminada y otros elementos estructurales similares en México. *Métodos Y Materiales*, *13*, 1-12. https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/materiales/article/view/51967

Macas, S. D., Sánchez-Mendieta, C. E., Medina-Sánchez, Y.., & Campuzano-Vera, F. L. (2023). Índice de sustentabilidad en corredores urbanos en ciudades intermedias. *Revista Ciencia y Construcción*, *4*(1), 06-17. https://rcc.cujae.edu.cu/index.php/rcc/article/view/154

Maciel, M. D. A., Troian, A., & Breitenbach, R. (2023). Inovação e sustentabilidade: As práticas da agricultura familiar agroecológica em Santana do Livramento/RS. *Revista Grifos*, *32*(60), 01-23. https://doi.org/10.22295/grifos.v32i60.7323

Maguiño, M. A., Perez, Y. F., Choque, M. R., & Pineda, L. H. (2024). Políticas de gestión de sostenibilidad al ecoturismo en Ayacucho, Perú. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*, *29*(105), 49-62. https://doi.org/10.52080/rvgluz.29.105.4

Martínez, A. J., & Valenzo, J. M. (2023). Estrategias Competitivas en la Cadena de Valor Agroalimentaria. *Revista De Gestión Empresarial y Sustentabilidad*, *8*(1), 75-92. https://rges.umich.mx/index.php/rges/article/view/95

Martínez, Á. M., & Valdés, M. F. (2024). La sostenibilidad medioambiental en el ámbito de las instituciones educativas: una revisión de modelos teóricos y empíricos. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, *14*(28). https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1754

Martínez, Á. M., Valdés, M. F., & Jaramillo, B. E. (2023). La Aplicación de la Teoría en la Modelación de Ecuaciones Estructurales: Un análisis Empírico en las Finanzas. *Revista De Gestión Empresarial y Sustentabilidad*, *8*(1), 93-105. https://rges.umich.mx/index.php/rges/article/view/92

Mateo-Rodríguez, J. M., & Bollo-Manent, M. (2023). El paisaje sostenible, una visión desde la geoecología. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, *6*(1), 70-90. https://doi.org/10.46380/rias.vol6.e290

Merino, M. C., & Consuegra, A. I. (2022). Eco-innovación: Una aproximación desde la gestión del conocimiento. *Desarrollo Gerencial*, *14*(2), 1-19. https://doi.org/10.17081/dege.14.2.6092

Milanés, O. A. G., Mezzomo, M. D. M., & Corneli, V. M. (2020). Percepción Sobre El Desarrollo Sostenible De Los Jóvenes Universitários", *Atos de Pesquisa em Educação*, *15*(2), 42-447. https://dx.doi.org/10.7867/1809-0354.2020v15n2p423-447

Montenegro-Gómez, S. P., Nieto-Gómez, L. E., & Giraldo-Díaz, R. (2022). Efecto de prácticas agroecológicas en la conservación del suelo de la Zona de Reserva Campesina de San Isidro, Pradera, Valle del Cauca. *Entramado*, *18*(2), e-8002. https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.8002

Montoya-Rojas, G. A., & Rivera-Marroquín, M. E. (2021). Los componentes ambientales de la cuenca Torca: un insumo para el análisis de los escenarios de variabilidad climática en la ciudad de Bogotá, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, *24*(1). https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1833

Moreno, D, J., & Montero, S. D. (2024). La sostenibilidad del vídeo participativo como práctica comunitaria. El caso de InsightShare. *Ámbitos. Revista Internacional De Comunicación*, (63), 12-28. https://doi.org/10.12795/Ambitos.2024.i63.01

Olaya-García, B., Navia-Espinoza, S. E., & Macera-Cerutti, O. R. (2023). Marco metodológico para transitar hacia una vivienda ecotecnológica básica. *Vivienda Y Comunidades Sustentables*, (13), 177-198. https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i13.237

Ontivero, R. E., Risio Allione, L., Castellarini, F., & Lugo, M. A. (2023). Composición de las comunidades de hongos micorrícicos arbusculares en diferentes usos de suelo en el Caldenal, Argentina. *Ecología Austral*, *33*(1), 095-107. https://doi.org/10.25260/EA.23.33.1.0.1955

Hernández, J. (2024). Sostenibilidad Socioecológica de las Chinampas de Xochimilco: Integración de Factores Humanos y Naturales Hacia el Equilibrio Ambiental. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(2), 8059-8080. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.11242

Padilla, M. Y., & Carreño, N. E. (2022). Propuesta Metodológica para Diagnóstico Organizacional con Base en la Teoría de Competitividad Sistémica. En González Gaitán (Ed.), P*ropuestas y resultados de investigación transmoderna, translocal y digital* (1 ed. Vol. 7, pp. 19-27). Editorial Universidad de Cundinamarca. https://doi.org/10.36436/9789585195158

Paredes, K. L. (2023). Lineamientos de análisis para la predicción de quiebra en las empresas manufactureras del Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(1), 10371-10395. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5220

Plasencia, J. A., Marrero, F., & Nicado, M. (2022). Metodología para contribuir a la sostenibilidad desde el proceso de dirección estratégica. *Ciencias Administrativas*, (21), 90-112. https://doi.org/10.24215/23143738e112

Pozo-Suclupe, L., Dávalos-Almeyda, M., Ramírez-Cerna, J., & Merino-Flores, I. (2023). Seguridad alimentaria: Una revisión crítica a partir del ODS 2. *Revista de Filosofía* [Venezuela], (104), 482-493. https://doi.org/10.5281/zenodo.7647307

Ramírez-Mancilla, L., & Pérez-Montoya, L. (2023). Satisfacción de la vivienda durante la pandemia COVID-19 en México: un tema de sustentabilidad. *Legado De Arquitectura Y DiseñO*, *18*(33), 147-154. https://doi.org/10.36677/legado.v18i33.17865

Rey, J. M. M., Carpio, M. L. O., & Cousinou, G. M. (2021). ¿Seguridad alimentaria, soberanía alimentaria o derecho a la alimentación? Estado de la cuestión. *Cuadernos de desarrollo rural*, *18*. https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr18.sasa

Reyes, J. E. P., Ortiz, L. C. B., & Baque, D. J. C. (2023). La asociatividad en tiempos de crisis económica. caso de estudio: organizaciones de Sancan. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, *8*(2), 1107-1124. https://doi.org/10.24133/ris.v10i01.2917

Rodríguez, P, M., Fonseca, C.N & Vega, B.Z. (2019). Identificación y caracterización de agroecosistemas en el municipio de Pasca en la provincia del Sumapaz en Cundinamarca.

Revista Estudiantil Impactos, *1*(1), 6-13. http://revistas.unimonserrate.edu.co:8080/impactoambiental

Rojo, S., E. (2023). Propuesta Metodológica para Valuar Financieramente la Aportación del Capital Intelectual a la Rentabilidad de las MIPYMES. *Revista De GestióN Empresarial Y Sustentabilidad*, *8*(1), 60-74. https://rges.umich.mx/index.php/rges/article/view/91

Romero, M. del P., Betancourt, P., Sanclemente, O., & Gomez, M. (2022). Sustentabilidad agropecuaria de sistemas campesinos del corregimiento Ayacucho, municipio de Palmira-Valle del Cauca. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, *14*(1), 124-144. https://doi.org/10.22490/21456453.5756

Salas, W. A., Ríos, L. A., & Álvarez del Castillo, J. (2011). La ciencia emergente de la sustentabilidad: de la práctica científica hacia la constitución de una ciencia. Interciencia, 36(9), 699-706. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33921204011

Sanabria, N. C., & Salgado, B, L. (2023). Aproximación al Concepto de Asociatividad Agropecuaria Como Desarrollo Rural. *Revista Vértice Universitario* , *25*(94). https://doi.org/10.36792/rvu.v25i94.68

Sandoval, J. (2023). Competitividad y asociatividad en la microproducción del grano de arroz. *Gestionar: revista de empresa y gobierno*, *3*(2), 17-24. https://doi.org/10.35622/j.rg.2023.02.002

Sarango, A. F. H., Guerrero, M. N. C., Solís, O. P. L., Naranjo, C. E. M., & Ramos, K. E. M. (2023). Razones financieras de liquidez y actividad: Herramientas para la gestión empresarial y toma de decisiones: Financial ratios of liquidity and activity: tools for business management and decision making. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, *4*(1), 2405-2418. https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.425

Schebesta, B. D. (2021). Responsabilidad Social Empresarial, nuevas economías, sostenibilidad y moda. *Cuadernos Del Centro De Estudios De Diseño Y Comunicación*, (128). https://doi.org/10.18682/cdc.vi128.4865

Serrano, A. M., Amado, C. N., & Martínez, B. M. (2022). Implementación de la norma de sostenibilidad. Una aproximación desde las representaciones sociales en empresarios de alojamiento. *Desarrollo Gerencial*, *14*(1), 1-32. https://doi.org/10.17081/dege.14.1.4998

Suárez, C. R. M., Arce, A. G. L., Zambrano, X. M. A., & Pico, M. Y. A. (2023). Asociatividad y su impacto socioeconómico en las actividades agrícolas caso: asociación Los Laureles

parroquia Julcuy. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, *8*(2), 1093-1106. http://dx.doi.org/10.23857/pc.v8i2.5234

Vargas-Licona, G., Chávez-Flores, D. K., & Hernández-Flores, S. D. (2023). Econciencia: Es hora de iniciar, actívate, por un consumo responsable y menos basura. *Uno Sapiens Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 1*, *5*(10), 1-4. https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa1/article/view/10383

Viana, J. G. A., Barros, C. A. P., Ribeiro, C. G., Minella, J. P. G., Santos, C. F., Ribeiro, C. M., Langbecker, T. B., Silveira, V. C. P., & Tourrand, J. F. (2024). Indicadores de sostenibilidad para sistemas agropecuarios en el bioma pampeano de Brasil: un enfoque metodológico NEXUS-MESMIS. *Revista Española de Investigación Agraria*, *22*(2), e0103. https://doi.org/10.5424/sjar/2024222-20523

Villalobos, T., & Moreno., L. (2023). Elementos del Desarrollo de Proveedores Nacionales que Influyen en la Competitividad en la Frontera Norte de México. *Revista De Gestión Empresarial Y Sustentabilidad*, *8*(1), 1-17. https://rges.umich.mx/index.php/rges/article/view/88

Wilches-Visbal, J. H., Castillo-Pedraza, M. C., & Obispo-Salazar, K. J. (2023). Clasificación de revistas científicas Publindex 2022: ¿Scopus/Web of Science o perecer? *Salud UIS*, *55*. https://doi.org/10.18273/saluduis.55.e:23028

Zarta-Ávila (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad", *Revista tabularasa*, *28(1)*, 409-423. https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18

PREPRINT