

*Ciencia e Ingeniería*Revista Interdisciplinar de Estudios en Ciencias
Básicas e Ingenierías

ISSN 2389-9484

Año 2026, julio-diciembre, Vol. 13, N.º 2, e21065787

Facultades de Ciencias Básicas y Aplicadas e

Ingeniería. Universidad de La Guajira

La Guajira, Riohacha, Colombia

<http://revistas.uniguajira.edu.co/index.php/cei>

Este documento fue depositado en Zenodo.

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.21065787>ARK: <https://n2t.net/ark:/60540/21065787>

Yeison Orlando Torres Mejía

<https://orcid.org/0000-0002-1494-1341>

oxford90@hotmail.com

Universidad Benito Juárez G., México

INTEGRACIÓN DE SABERES ANCESTRALES Y PRINCIPIOS BIOECONÓMICOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE SOSTENIBILIDAD EN PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS

Integration of Ancestral Knowledge and Bioeconomic Principles for the Diagnosis of Sustainability in Small and Medium-Sized Enterprises

RESUMEN

El estudio analizó prácticas productivas ancestrales con orientación bioeconómica en comunidades indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta y propuso una matriz diagnóstica preliminar para orientar procesos de sostenibilidad en pequeñas y medianas empresas. La investigación se desarrolló bajo un enfoque descriptivo y exploratorio, con componentes cualitativos y cuantitativos. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas, observación participante y una lista de cotejo bioeconómica a 40 participantes pertenecientes a las comunidades Arhuaca, Wiwa, Kogui y Kankuama. Los resultados mostraron niveles altos de correspondencia con principios bioeconómicos en las comunidades evaluadas: Arhuaco 80 %, Kogui 70 %, Wiwa 60 % y Kankuama 60 %. Las prácticas identificadas se relacionaron principalmente con uso responsable de recursos, manejo de residuos, cooperación comunitaria, producción de bajo impacto y conservación del equilibrio ecológico. A partir de estos hallazgos se estructuró una matriz diagnóstica que articula saberes ancestrales, bioeconomía, economía circular y arquetipos de modelos de negocio sostenibles. Se concluye que los saberes tradicionales pueden aportar criterios útiles para orientar procesos de sostenibilidad empresarial; sin embargo, la herramienta propuesta requiere validación posterior en pymes reales antes de afirmar impactos sobre eficiencia productiva, reducción de costos o desempeño ambiental.

Palabras clave: bioeconomía; conocimiento ancestral; simbiosis industrial; pymes; sostenibilidad.

ABSTRACT

The study analyzed ancestral productive practices with a bioeconomic orientation in indigenous communities of the Sierra Nevada de Santa Marta and proposed a preliminary diagnostic matrix to guide sustainability processes in small and medium-sized enterprises. The research was conducted under a descriptive and exploratory approach, with qualitative and quantitative components. Semi-structured interviews, participant observation, and a bioeconomic checklist were applied to 40 participants belonging to the Arhuaco, Wiwa, Kogui, and Kankuama communities. The results showed high levels of correspondence with bioeconomic principles in the communities evaluated: Arhuaco 80%, Kogui 70%, Wiwa 60%, and Kankuama 60%. The practices identified were mainly related to the responsible use of resources, waste management, community cooperation, low-impact production, and conservation of ecological balance. Based on these findings, a diagnostic matrix was structured that articulates ancestral knowledge, bioeconomy, circular economy, and archetypes of sustainable business models. It is concluded that traditional knowledge can provide useful criteria to guide business sustainability processes; however, the proposed tool requires subsequent validation in real SMEs before asserting impacts on productive efficiency, cost reduction, or environmental performance.

Keywords: bioeconomy; ancestral knowledge; industrial symbiosis; SMEs; sustainability.

Recibido: 10-02-2026

Aceptado: 28-05-2026

Publicado: 01-07-2026



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la estructura de producción basada en modelos lineales está incrementando la presión sobre los recursos naturales, la generación de residuos y la pérdida de eficiencia en el uso de materiales. Con una nueva visión, la economía circular aparece como una propuesta con un enfoque orientado a reducir la extracción de recursos, prolongar el valor de los materiales y reducir los impactos socioambientales relacionados con la producción y el consumo (Geissdoerfer et al., 2017).

La denominada bioeconomía circular propone el uso responsable de recursos biológicos, la valorización de subproductos, la reducción de pérdidas y el aprovechamiento de procesos naturales para generar valor económico bajo criterios de sostenibilidad (Muscat et al., 2021). La aplicación de estos principios en pequeñas y medianas empresas implica un enfoque diagnóstico para reconocer: prácticas sostenibles, identificar oportunidades de mejora y orientar cambios progresivos en los modelos productivos. Es clave entender que, la denominación de modelo de negocio sostenible ofrece una base útil para clasificar estrategias relacionadas con eficiencia material y energética, creación de valor a partir de residuos, sustitución por recursos renovables, suficiencia y generación de valor social (Bocken et al., 2014). Recientemente, los estudios sobre bioeconomía circular en pymes comprueban que la sostenibilidad empresarial está estrechamente ligada a las capacidades organizacionales, uso eficiente de recursos y a formas alternativas de creación de valor (D'Amato et al., 2020).

Por otro lado, los saberes ancestrales aportan criterios importantes para comprender las formas sostenibles de manejo del territorio y sus recursos. La literatura sobre ecología tradicional reconoce el papel de las comunidades indígenas en el desarrollo de prácticas locales de adaptación y gestión de ecosistemas que pueden contribuir a la resiliencia socioecológica y al manejo sostenible de recursos (Berkés et al., 2000). La integración de estos saberes en procesos de investigación implica evitar su apropiación de una forma instrumental y reconocer su valor dentro de sistemas propios de conocimiento y relación con el entorno (Mistry & Berardi, 2016).

Las comunidades indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta, entre ellas los pueblos Arhuaco, Wiwa, Kogui y Kankuama, conservan por tradición numerosas prácticas productivas que pueden interpretarse desde principios bioeconómicos. Entre ellas el uso responsable de recursos, el principio de cooperación, la producción de bajo impacto, el manejo de residuos y la conservación del equilibrio ecológico. No obstante, su incorporación en herramientas aplicables a pequeñas y medianas empresas sigue siendo limitada, especialmente cuando se busca articular saberes ancestrales, bioeconomía, economía circular y sostenibilidad empresarial en un instrumento operativo de diagnóstico.

Este artículo caracteriza prácticas ancestrales con orientación bioeconómica y propone una matriz diagnóstica preliminar. La pregunta que orientó el estudio fue: ¿qué prácticas productivas ancestrales de comunidades indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta pueden interpretarse desde principios bioeconómicos y utilizarse como base para una matriz diagnóstica preliminar aplicable a procesos de sostenibilidad en pymes?

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque y diseño del estudio

La investigación se desarrolló bajo un enfoque descriptivo y exploratorio, con componentes cualitativos y cuantitativos (Hernández-Sampieri et al., 2022). El estudio tuvo un alcance aplicado, orientado a caracterizar prácticas productivas ancestrales con enfoque bioeconómico en comunidades indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta. Basado en esto, se propuso una matriz diagnóstica preliminar para orientar los procesos de sostenibilidad en pequeñas y medianas empresas (European Commission, 2022; D'Amato et al., 2020).

Participantes e instrumentos

La información fue tomada de una muestra intencional de 40 participantes pertenecientes a las comunidades Arhuaca, Wiwa, Kogui y Kankuama (10 participantes por comunidad), integrada por líderes comunitarios, sabedores tradicionales y representantes de asociaciones productivas locales. Se utilizó un protocolo de muestreo no probabilístico por conveniencia (Etikan & Bala, 2017), ajustado a la necesidad del estudio.

Se aplicaron entrevistas semiestructuradas, observación participante y una lista de cotejo bioeconómica construida a partir de principios de bioeconomía, economía circular y sostenibilidad (Kirchherr et al., 2017; Geissdoerfer et al., 2017). La lista de cotejo estuvo conformada por 10 ítems relacionados con uso responsable de recursos, manejo de residuos, aprovechamiento de materiales, cooperación comunitaria, producción de bajo impacto y conservación del equilibrio ecológico. Cada ítem se evaluó mediante una escala dicotómica (cumple = 1; no cumple = 0). El instrumento fue sometido a validación de contenido mediante juicio de expertos (Zamanzadeh et al., 2015).

Construcción de la matriz diagnóstica

Se calculó el porcentaje bioeconómico de cada comunidad como la relación entre el número de ítems con los que se constató que cumple y el total de ítems evaluados, expresado en porcentaje. Basados en esto, se definieron tres niveles de clasificación: bajo (0-30 %), medio (31-59 %) y alto (60-100 %), siguiendo criterios de categorización utilizados en estudios recientes de evaluación ambiental y sostenibilidad (OECD, 2021).

Con estos datos se conformó una matriz diagnóstica preliminar para pymes, la cual integra prácticas ancestrales, principios de bioeconomía, criterios de economía circular y arquetipos de modelos de negocio sostenibles (Bocken et al., 2014). El concepto de relacionamiento bioeconómico se empleó como un marco interpretativo para analizar las relaciones entre empresa, sociedad, ambiente y sector público (D'Amato et al., 2020).

Análisis de datos

La información cualitativa de las entrevistas y la observación participante se analizó mediante codificación temática y triangulación de fuentes (Flick, 2022). Los datos cuantitativos obtenidos con la lista de cotejo se analizaron mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias y porcentajes para comparar el nivel de correspondencia bioeconómica entre las comunidades estudiadas (Hernández-Sampieri et al., 2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización bioeconómica de las comunidades

La lista de cotejo bioeconómica permitió identificar el nivel de correspondencia entre las prácticas productivas ancestrales y los principios de bioeconomía, economía circular y sostenibilidad en las comunidades Arhuaca, Wiwa, Kogui y Kankuama. Estos datos muestran que, las comunidades presentan un grado considerable de cumplimiento en aspectos que guardan relación con el uso responsable de recursos y la producción de bajo impacto.

Entre los modelos de base biológica aplicados por los grupos étnicos identificados en la investigación; se destaca la etnia arhuaca como la de mayor porcentaje bioeconómico, su desarrollo de interacciones entre comunidades cercanas, que permiten el intercambio de conocimiento y desarrollo endógeno en conjunto, las prácticas ecológicas que preservan los recursos ambientales disponibles y fabricación de bienes absolutamente útiles, a un bajo costo ecológico, duraderos y fácilmente reparables (artesanías y vestuarios).

El porcentaje bioeconómico calculado para cada comunidad mostró variaciones moderadas, ubicándose en su mayoría dentro del nivel alto (60-100 %). Este resultado sugiere fuerte correspondencia entre las prácticas tradicionales y los principios analizados en este estudio. En las comunidades Arhuaca y Kogui alcanzaron los mayores niveles de cumplimiento. Se destacan aquí el enfoque en la armonía con el entorno natural y la gestión sostenible de los recursos. Un resultado que coincide con hallazgos recientes en lo que se refiere al papel del conocimiento tradicional como base para sistemas productivos sostenibles en contextos de alta biodiversidad (FAO, 2019; OECD, 2009).

Entre tanto, las comunidades Wiwa y Kankuama presentaron niveles de cumplimiento ligeramente inferiores, pero dentro de rangos medios y altos. Esta diferencia puede estar relacionada con procesos de transición de prácticas productivas, en particular en lo relacionado con el manejo de residuos y el aprovechamiento de materiales. Hallazgos recientes muestran que la incorporación de principios de economía circular en comunidades rurales necesita procesos paulatinos de adaptación cultural (Kirchherr et al., 2017; UNEP, 2019).

Resultados por dimensiones evaluadas

Los resultados muestran que se identificó un alto cumplimiento en el uso responsable de recursos naturales y la conservación del equilibrio ecológico (prácticas ancestrales). Esta información sugiere el carácter implícito del principio de gestión sostenible promovido por la bioeconomía moderna. Estudios recientes han señalado que los sistemas indígenas de manejo

de recursos contribuyen significativamente a la conservación de ecosistemas y a la mitigación del cambio climático (IPBES, 2019; UNEP, 2019). En la misma lógica, la cooperación comunitaria se evidenció como un elemento transversal en todas las comunidades, fortaleciendo los procesos productivos y la sostenibilidad social. Este componente se alinea con enfoques actuales de economía solidaria y gobernanza participativa (European Commission, 2020; FAO, 2019).

En contraste con estos resultados, los ítems asociados al manejo de residuos y al aprovechamiento de materiales presentaron mayor variabilidad entre comunidades. Esto se muestra como oportunidad de mejora en la incorporación de principios de economía circular en casos específicos. De aquí la necesidad de fortalecer estrategias que integren innovación tecnológica con prácticas tradicionales, sin afectar la coherencia cultural de los sistemas productivos locales.

Integración de resultados en la matriz diagnóstica

A partir de los resultados obtenidos, se estructuró la matriz diagnóstica preliminar para Pymes (Figura 1), integrando las prácticas ancestrales identificadas con principios de bioeconomía, criterios de economía circular y arquetipos de modelos de negocio sostenible. Esta matriz permite establecer un marco de referencia para evaluar el nivel de relacionamiento bioeconómico entre empresa, sociedad, ambiente y sector público. El concepto de relacionamiento bioeconómico facilitó la interpretación de los resultados, evidenciando que las prácticas ancestrales no solo cumplen con criterios de sostenibilidad, sino que también ofrecen elementos clave para la innovación en modelos de negocio orientados a la sostenibilidad. Este enfoque responde a la creciente necesidad de integrar conocimientos tradicionales en la innovación empresarial sostenible, tal como lo plantean recientes marcos de bioeconomía inclusiva (OECD, 2009; FAO, 2019).

Las generalidades sobre la adopción de prácticas sostenibles abordadas en este estudio, apoyan lo planteado por la mayoría de expertos, donde la bioeconomía solo contribuirá a un futuro sostenible si se desarrollan principios y criterios que involucren aspectos ecológicos, sociales y económicos; que integren los sectores de la política, ciencia y sociedad. Lo expresado se relaciona con lo descrito por Berkes (2000), en el que los grupos étnicos trabajan el concepto de autoconciencia como forma de protección del bienestar ecológico. Este análisis permitió establecer un instrumento con una importante proyección de aporte complementario al concepto de simbiosis industrial, estableciendo actividades bioeconómicas de diagnóstico, niveles de razonamiento simbiótico y escalas de medición cuantitativa y cualitativa para el sector de pymes.

La bioeconomía cada día toma relevancia como posible alternativa al modelo económico actual consumista, en detrimento del medio ambiente y la igualdad social. La idea es brindar una nueva visión que integre las teorías bioeconómicas simbióticas industriales con los conocimientos étnicos, en el diseño e identificación de modelos biológicos que faciliten la transición hacia una economía amigable. Dicha idea se relaciona con lo expresado por Etikan & Bala (2017), quienes defienden el desarrollo económico sostenible, teniendo en cuenta los actuales vínculos económicos entre los sectores bioeconómicos y el resto de la economía, o,

como expresa De Simone (2019), la bioeconomía puede ser una gran oportunidad para nuestra sociedad y romper la dependencia de los recursos fósiles.

Cada uno de los lineamientos antes mencionados estableció conceptos multidisciplinarios concretados en un instrumento que permitirá diagnosticar el porcentaje bioeconómico de cada empresa, categorizar su nivel según el porcentaje, mejorar continuamente con el desglose de actividades puntuales para mejorar su desempeño bioeconómico y, finalmente, el nivel de relacionamiento de acuerdo con los actores identificados en el modelo económico actual.

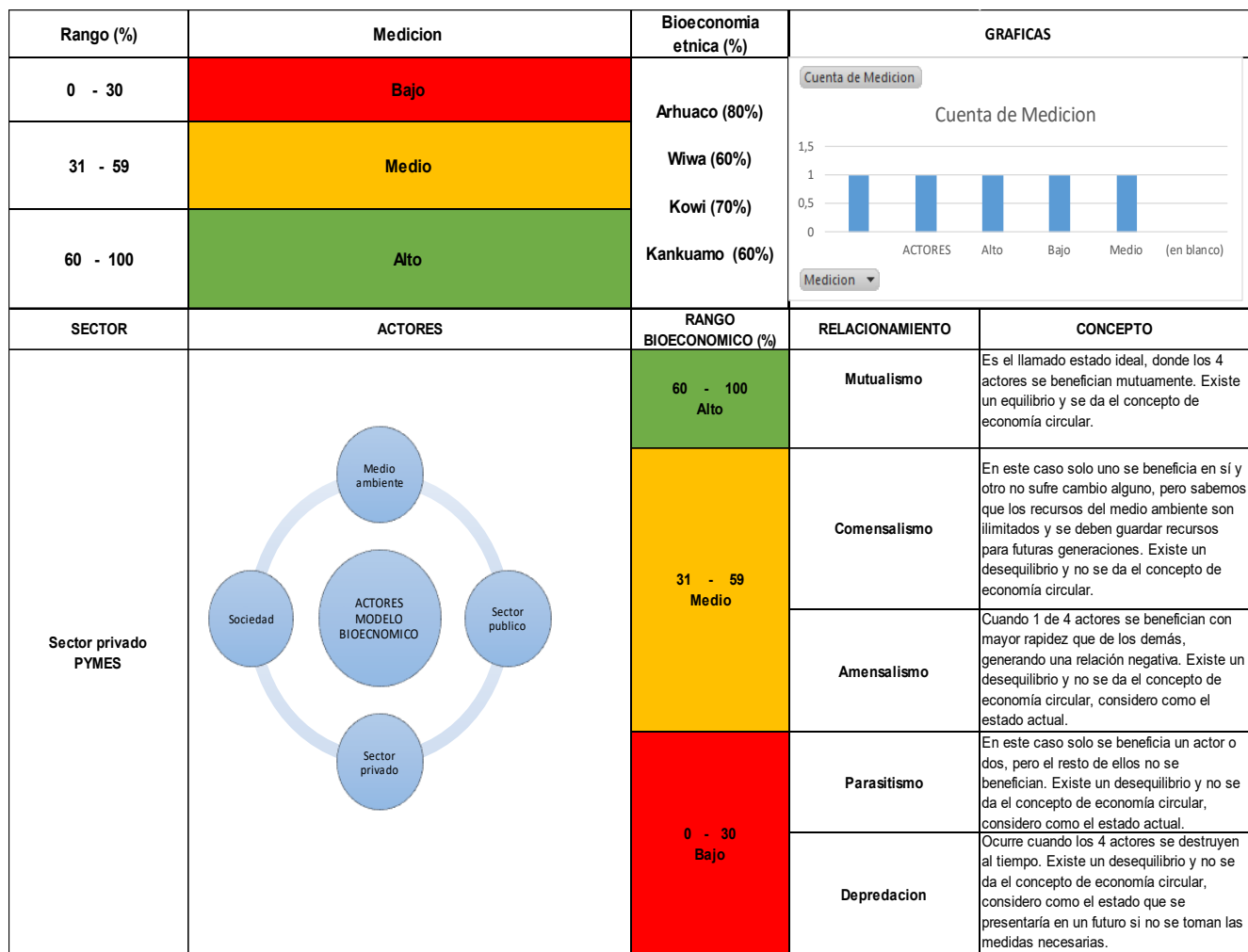


Figura 1. Porcentaje y nivel étnico bioeconómico

CONCLUSIONES

Las comunidades Arhuaca, Wiwa, Kogui y Kankuama presentaron correspondencia alta con principios bioeconómicos, principalmente en el uso responsable de recursos, cooperación comunitaria, producción de bajo impacto y conservación del equilibrio ecológico.

La matriz diagnóstica propuesta integra saberes ancestrales, bioeconomía, economía circular y arquetipos de modelos de negocio sostenibles. Su utilidad principal es orientar una evaluación preliminar de sostenibilidad en pymes, mediante la identificación de prácticas, niveles de cumplimiento y oportunidades de mejora.

Los resultados sugieren que los saberes ancestrales pueden aportar criterios metodológicos para el diseño de instrumentos de diagnóstico empresarial orientados a la sostenibilidad. Sin embargo, estos saberes deben ser abordados desde un enfoque ético, contextual y no extractivo.

El alcance del estudio fue descriptivo y exploratorio. La matriz no fue validada en pymes reales; por tanto, no permite afirmar efectos sobre eficiencia productiva, reducción de costos, desempeño ambiental o simbiosis industrial. Se recomienda validar el instrumento en sectores productivos específicos e incorporar indicadores cuantitativos de desempeño.

LITERATURA CITADA

- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*, 10(5), 1251–1262. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1251:ROTEKA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2)
- Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, 42–56. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039>
- Causapé, A. J. (2019). Análisis de los sectores de bioeconomía a través de matrices de contabilidad social específicas (BioSAMs): El caso de España. *Investigaciones Regionales - Journal of Regional Research*, 45, 273–282. <https://investigacionesregionales.org/es/article/analisis-de-los-sectores-de-bioeconomia-a-traves-de-matrices-de-contabilidad-social-especificas-biosams-el-caso-de-espana/>
- D'Amato, D., Veijonaho, S., & Toppinen, A. (2020). Towards sustainability? Forest-based circular bioeconomy business models in Finnish SMEs. *Forest Policy and Economics*, 110, 101848. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.12.004>
- De Simone, F. (2019). Think globally, act locally: Opportunities and policy challenges of the bioeconomy [Tesis doctoral, LUISS Guido Carli]. http://tesi.luiss.it/23899/1/632702_DE%20SIMONE_FABIOLA.pdf

- Etikan, I., & Bala, K. (2017). Sampling and sampling methods. *Biometrics & Biostatistics International Journal*, 5(6), 215–217. <https://doi.org/10.15406/bbij.2017.05.00149>
- European Commission. (2020). A new Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe. European Commission.
- European Commission. (2022). EU Bioeconomy Strategy Progress Report: European bioeconomy policy: Stocktaking and future developments. Publications Office of the European Union.
- FAO. (2019). The state of the world's biodiversity for food and agriculture (J. Bélanger & D. Pilling, Eds.). FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments.
- Flick, U. (2022). An introduction to qualitative research (7th ed.). Sage Publications.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & 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>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2022). Metodología de la investigación (7.^a ed.). McGraw-Hill.
- IPBES. (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services. IPBES Secretariat.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Mistry, J., & Berardi, A. (2016). Bridging Indigenous and scientific knowledge. *Science*, 352(6291), 1274–1275. <https://doi.org/10.1126/science.aaf1160>
- Muscat, A., de Olde, E. M., Ripoll-Bosch, R., Van Zanten, H. H. E., Metze, T. A. P., Termeer, C. J. A. M., van Ittersum, M. K., & de Boer, I. J. M. (2021). Principles, drivers and opportunities of a circular bioeconomy. *Nature Food*, 2, 561–566. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00340-7>
- OECD. (2009). The bioeconomy to 2030: Designing a policy agenda. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264056886-en>
- OECD. (2021). Measuring distance to the SDG targets 2021: An assessment of where OECD countries stand. OECD Publishing.
- UN Environment. (2019). Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy planet, healthy people. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108627146>
- Zamanzadeh, V., Ghahramanian, A., Rassouli, M., Abbaszadeh, A., Alavi-Majd, H., & Nikanfar, A. R. (2015). Design and implementation content validity study: Development of an

instrument for measuring patient-centered communication. Journal of Caring Sciences, 4(2), 165–178. <https://doi.org/10.15171/jcs.2015.017>

BIODATA

Yeison Orlando Torres Mejía

Doctor en Administración Gerencial y Magíster en Administración de Empresas, ejerciendo más de 5 años la docencia universitaria y actualmente como en la Universidad de La Guajira y la Universidad de Pamplona, en Colombia. Su trayectoria investigativa y de opinión pública destaca por tres aportes significativos realizados en los últimos años: el estudio de viabilidad para la creación de una empresa de cerveza artesanal en Bucaramanga y su área metropolitana, desarrollado en la Universidad Autónoma de Bucaramanga; la publicación de los artículos de opinión "La evolución convergente del antiguo Valledupar" y "Un mundo representado en la mente del autoritarismo y el sentido de la vida" en el diario El Espectador; y la presentación de la ponencia internacional basada en su investigación doctoral.