

ECONOMÍA CIRCULAR: ESTRATEGIAS SOSTENIBLES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA

CIRCULAR ECONOMY: SUSTAINABLE STRATEGIES FOR WASTE MANAGEMENT AND BIODIVERSITY CONSERVATION IN THE ECUADORIAN AMAZON

Daysi Lorena Caiza López¹, Mariano Fabrizio Jácome Viera², Edgar Fernando Macias Farias³,
Diego Andrés González Caiza⁴

{dl.caizal@uea.edu.ec¹, mf.jacomev@uea.edu.ec², ef.maciasf@uea.edu.ec³, da.gonzalezc@uea.edu.ec⁴}

Fecha de recepción: 01/10/2025 / Fecha de aceptación: 06/10/2025 / Fecha de publicación: 07/10/2025

RESUMEN: La creciente presión ambiental sobre la Amazonía, generada por prácticas extractivas y un manejo inadecuado de residuos, justifica la exploración de modelos alternativos de desarrollo sostenible. En este contexto, la economía circular se presenta como una estrategia pertinente para revalorizar los residuos y conservar la biodiversidad mediante ciclos productivos regenerativos. El objetivo del estudio fue proponer estrategias sostenibles de economía circular que integren dimensiones ecológicas, sociales y culturales en la gestión de residuos en la región amazónica. La investigación adoptó un enfoque cualitativo de tipo documental y alcance descriptivo, sustentada en una revisión sistemática de literatura científica publicada entre 2020 y 2025. Se aplicaron criterios de inclusión rigurosos, técnicas de análisis de contenido cualitativo y la metodología PRISMA, a fin de identificar prácticas circulares implementadas en territorios amazónicos, actores involucrados e impactos generados. Los resultados evidencian iniciativas como el compostaje comunitario, la bioconstrucción y la valorización de residuos agroforestales, las cuales han demostrado beneficios en la productividad, resiliencia comunitaria y sostenibilidad ecológica. Asimismo, se constató que las estrategias más eficaces incorporan conocimientos ancestrales, participación comunitaria y liderazgo femenino. La digitalización emergió como un factor habilitante para mejorar la trazabilidad, educación ambiental y gestión participativa, aunque su implementación requiere adaptación al contexto rural. En conclusión, la economía circular representa una alternativa viable para la sostenibilidad amazónica, siempre que se contextualice territorial y culturalmente. Se recomienda fortalecer marcos regulatorios

¹Universidad Estatal Amazónica (UEA), Facultad de Ciencias de la Vida, Puyo - Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-9582-0762>; 0983587981.

²Universidad Estatal Amazónica (UEA), Facultad de Ciencias de la Vida, Puyo - Ecuador, <https://orcid.org/0009-0008-3721-7461>.

³Universidad Estatal Amazónica (UEA), Facultad de Ciencias de la Vida, Puyo - Ecuador, <https://orcid.org/0009-0001-6976-9024>.

⁴Universidad Estatal Amazónica (UEA), Facultad de Ciencias de la Vida, Puyo - Ecuador, <https://orcid.org/0009-0004-7496-7860>.

inclusivos, diseñar indicadores de circularidad específicos, formalizar cooperativas de reciclaje con enfoque de género e integrar tecnologías digitales apropiadas al territorio.

Palabras clave: Amazonía, economía circular, gestión de residuos, saberes ancestrales, tecnologías digitales

ABSTRACT: The increasing environmental pressure on the Amazon, driven by extractive practices and inadequate waste management, justifies the exploration of alternative models for sustainable development. In this context, the circular economy emerges as a relevant strategy to revalorize waste and conserve biodiversity through regenerative production cycles. The aim of this study was to propose sustainable circular economy strategies that integrate ecological, social, and cultural dimensions into waste management in the Amazon region. The research adopted a qualitative documentary approach with a descriptive scope, based on a systematic review of scientific literature published between 2020 and 2025. Rigorous inclusion criteria, qualitative content analysis techniques, and the PRISMA methodology were applied to identify circular practices implemented in Amazonian territories, the stakeholders involved, and the impacts generated. The findings highlight initiatives such as community composting, bioconstruction, and the valorization of agroforestry waste, which have demonstrated benefits in productivity, community resilience, and ecological sustainability. Moreover, the most effective strategies were found to be those that incorporate ancestral knowledge, community participation, and female leadership. Digitalization emerged as an enabling factor to improve traceability, environmental education, and participatory management, although its implementation requires adaptation to rural contexts. In conclusion, the circular economy represents a viable alternative for sustainability in the Amazon, provided it is territorially and culturally contextualized. It is recommended to strengthen inclusive regulatory frameworks, design specific circularity indicators, formalize recycling cooperatives with a gender perspective, and integrate context-appropriate digital technologies.

Keywords: Amazon, circular economy, waste management, ancestral knowledge, digital technologies

INTRODUCCIÓN

La región amazónica, considerada uno de los ecosistemas más biodiversos del planeta, cumple funciones ecosistémicas clave como la regulación del clima, la provisión de agua y la captura de carbono (1) . No obstante, enfrenta crecientes presiones derivadas de la expansión de actividades extractivas, la deforestación y un manejo ineficiente de residuos sólidos, lo que amenaza tanto su integridad ecológica como la calidad de vida de sus habitantes. Ante este escenario, la economía circular emerge como un modelo alternativo al paradigma lineal de producción y consumo, al promover la reducción, reutilización, reciclaje y valorización de residuos dentro de ciclos regenerativos (2).

En este contexto, la economía circular adquiere especial relevancia para territorios como la Amazonía, donde la gestión ambiental debe articularse con dinámicas socioculturales, saberes ancestrales y la resiliencia de comunidades locales (3). Las estrategias circulares permiten reconceptualizar los residuos como recursos, fomentando prácticas de compostaje, reciclaje, ecodiseño, bioeconomía y bioconstrucción, que contribuyen tanto a la conservación de la biodiversidad como a la sostenibilidad de sistemas productivos locales (4).

Sin embargo, la implementación de estas estrategias enfrenta múltiples barreras estructurales: desde la limitada infraestructura técnica y la débil institucionalidad ambiental, hasta la falta de articulación intersectorial y de incentivos normativos adecuados (5). A ello se suma la necesidad de generar marcos de gobernanza ambiental inclusiva que integren actores estatales, comunitarios y del sector privado, para garantizar la escalabilidad de las soluciones circulares.

Desde un enfoque teórico, la economía circular se plantea como un sistema económico restaurativo y regenerativo, en el que los flujos materiales y energéticos se mantienen dentro del sistema mediante el cierre de ciclos biológicos y técnicos (6). Esta lógica permite rediseñar procesos productivos bajo principios de eficiencia ecológica, minimización del impacto ambiental e inclusión social. En el ámbito amazónico, investigaciones aplicadas han demostrado que estrategias como el aprovechamiento de residuos orgánicos en plantaciones agroforestales (cacao o palma), o el uso de subproductos forestales, pueden incrementar la productividad al tiempo que se protege la diversidad biológica (7).

Asimismo, la integración de políticas públicas orientadas a la economía circular resulta fundamental para generar condiciones habilitantes. Se requieren planes diferenciados para residuos sanitarios, agrícolas y forestales, acompañados de normativas que promuevan innovación, inversión verde y participación ciudadana (8), (9). En esta línea, es indispensable la incorporación de indicadores de circularidad y de impacto socioambiental en los planes de ordenamiento territorial y desarrollo regional.

A nivel empírico, diversas experiencias en Brasil, Colombia, Perú y Ecuador evidencian avances en la implementación de estrategias circulares, tanto en contextos urbanos como rurales. Iniciativas comunitarias de compostaje, reciclaje inclusivo o construcción con materiales reciclados han demostrado su viabilidad técnica y social. No obstante, persisten desafíos vinculados con la informalidad del sector, la brecha tecnológica y la débil integración entre los diferentes niveles de gobernanza (10), (11).

En función de este panorama, el presente artículo tiene como objetivo proponer estrategias sostenibles de economía circular para la gestión de residuos y la conservación de la biodiversidad en la Amazonía, incorporando una mirada integral que articule aspectos ecológicos, sociales y económicos. Se aspira a identificar buenas prácticas con potencial de escalabilidad, barreras estructurales persistentes y oportunidades para una gobernanza ambiental multinivel e intercultural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación adoptó un enfoque cualitativo de tipo documental, sustentado en una revisión sistemática de literatura científica (12). La elección metodológica respondió a la necesidad de comprender y proponer estrategias de economía circular pertinentes para contextos de alta diversidad biológica y cultural, como la Amazonía ecuatoriana, desde una perspectiva ecológica, territorial y sociocultural.

El alcance del estudio fue descriptivo, ya que permitió identificar, clasificar y examinar las estrategias implementadas, sus resultados, limitaciones y posibilidades de adaptación, integrando tanto conocimiento científico como saberes ancestrales en la gestión comunitaria del entorno (13). El proceso metodológico se desarrolló de manera cronológica y sistemática, a través de cinco fases interrelacionadas:

Formulación del problema y preguntas orientadoras

Se definieron interrogantes que guiaron la revisión, tales como: ¿Qué enfoques de economía circular se implementaron en territorios amazónicos? ¿Qué impactos tuvieron estas estrategias en la gestión de residuos y la conservación de la biodiversidad? ¿Cómo se integraron los saberes ancestrales en dichas iniciativas? Estas preguntas se formularon considerando estudios previos sobre sostenibilidad territorial y gestión ambiental en zonas de alta biodiversidad (14).

Recolección de literatura científica especializada

Esta fase se ejecutó entre marzo y mayo de 2025, mediante búsquedas estructuradas en bases de datos reconocidas como Scopus, Web of Science, Scielo, Redalyc, Dialnet y Google Scholar. Se aplicaron filtros por idioma (español e inglés), tipo de documento (artículos científicos, libros académicos e informes técnicos) y periodo de publicación (2020–2025).

Uso de operadores booleanos

Para maximizar la precisión en la recuperación de información relevante, se utilizaron operadores booleanos como AND, OR y NOT, combinados estratégicamente. Expresiones utilizadas que se incluyeron:

- "economía circular" AND "Amazonía ecuatoriana"
- "gestión de residuos" OR "manejo de desechos sólidos"
- "biodiversidad" AND "estrategias sostenibles" NOT "zonas urbanas"

Estas combinaciones permitieron delimitar los resultados a fuentes académicas altamente pertinentes al objeto de estudio, optimizando el proceso de selección.

Aplicación de la metodología PRISMA

La revisión bibliográfica se guio por el modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), lo cual permitió transparentar las fases de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de documentos.

La Figura 1 presenta el flujo de selección de estudios siguiendo la metodología PRISMA. Inicialmente, se identificaron 48 registros en bases de datos académicas, de los cuales se eliminaron 8 duplicados. Tras examinar títulos y resúmenes, se excluyeron 18 registros por no ajustarse a los criterios. Los 22 documentos restantes se evaluaron en texto completo, incorporándose finalmente 18 estudios que cumplieron con los requisitos de calidad y pertinencia temática. Este proceso aseguró que la revisión se basara en la evidencia más rigurosa disponible para el contexto analizado, pese a la limitada literatura existente.

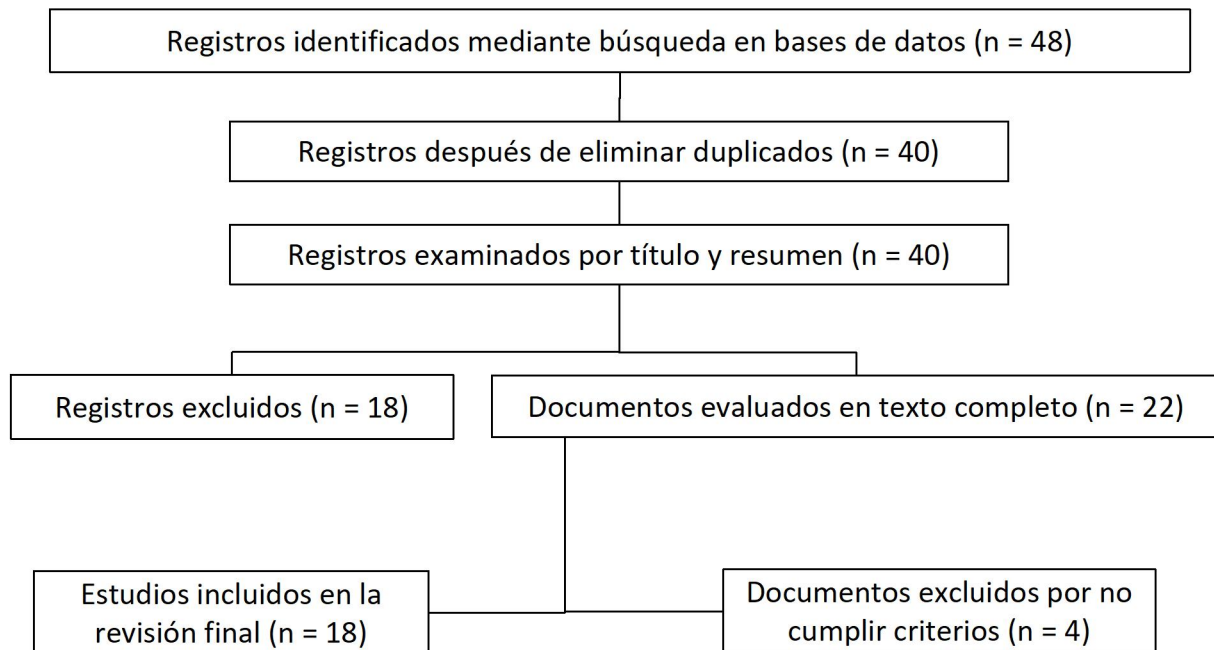


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios según la metodología PRISMA.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron investigaciones empíricas y teóricas con revisión por pares, enfocadas en economía circular, gestión de residuos, biodiversidad y sostenibilidad en territorios amazónicos o contextos análogos. Se excluyeron documentos sin respaldo metodológico, estudios duplicados o publicaciones no relacionadas directamente con la región amazónica.

Las fuentes seleccionadas fueron organizadas en matrices de análisis documental, que permitieron su clasificación de acuerdo con variables clave: tipo de estrategia circular aplicada, actores involucrados (institucionales, comunitarios, académicos), impactos ecológicos, incorporación de saberes ancestrales y marcos normativos. Posteriormente, se aplicaron técnicas de análisis de contenido cualitativo, lo cual facilitó la identificación de categorías emergentes, relaciones temáticas y vacíos de conocimiento.

En síntesis, esta metodología permitió construir un panorama crítico, actualizado y multidimensional sobre la implementación de estrategias de economía circular en la Amazonía ecuatoriana. La articulación de fuentes científicas con el contexto socioambiental permitió evidenciar experiencias locales con potencial replicabilidad, y resaltar la necesidad de modelos sostenibles que integren la diversidad biológica y cultural del territorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Estrategias circulares aplicadas en contextos amazónicos

Los hallazgos evidencian que existen múltiples iniciativas orientadas a la valorización de residuos en la Amazonía, especialmente a través del compostaje comunitario, el reciclaje inclusivo, la bioconstrucción y el aprovechamiento de subproductos agroindustriales. Destacan particularmente las experiencias relacionadas con el uso de residuos del cacao en sistemas agroforestales, donde el compostaje ha mejorado la eficiencia productiva y reducido la presión ambiental.

Según (15), el análisis de ciclo de vida de esta cadena productiva en la provincia de Orellana evidenció emisiones significativas (~228 kg CO₂ por unidad funcional), principalmente por el uso de diésel y transporte, así como afectaciones al agua y al suelo por insumos químicos. Este tipo de evaluaciones permite dimensionar el impacto ambiental de actividades productivas tradicionales y justifica la necesidad de modelos circulares más sostenibles.

A continuación, en la Tabla 1, se muestran estrategias circulares. Estas iniciativas destacan la relevancia de la economía circular en estos países.

Tabla 1. Estrategias de economía circular implementadas en contextos amazónicos y regiones análogas: países, impactos principales y referencias.

Estrategia circular	Países/Región	Impacto principal	Referencias
Políticas forestales y bioeconomía circular en la UE	Unión Europea	Fortalecimiento de políticas integradas para promover una bioeconomía circular basada en madera.	(16)
Desarrollo de economía circular en la construcción con madera	Finlandia / Europa	Incorporación del diseño circular en construcción, uso sostenible de recursos forestales.	(17)
Community Forest Management (CFM).	Sudeste Asiático (Indonesia, Filipinas, Tailandia, Camboya, etc.)	Conservación de biodiversidad, mejoría de medios de vida y gobernanza local.	(18)
Mercado de productos forestales no maderables (PFNM) como estrategia circular.	Amazonía brasileña (región amazónica).	Apoyo a comunidades locales, conservación de bosques, creación de mercados sostenibles.	(3)
Compostaje comunitario de residuos orgánicos	Ecuador, Brasil.	Recuperación de suelos, reducción de residuos domésticos y agrícolas.	(19,20)
Carpintería sostenible con residuos de madera.	Brasil (Manaos).	Valorización de residuos industriales, generación de empleo.	(21)
Aprovechamiento de productos forestales no maderables (PFNM).	Amazonía brasileña.	Conservación de bosques, ingresos para comunidades.	(22)
Integración de ecodiseño y tecnologías sostenibles.	Ecuador, Brasil.	Reducción de residuos técnicos, participación comunitaria.	(1,20)
Revalorización de residuos orgánicos en plantaciones de cacao.	Cantón Loreto, provincia de Orellana (Amazonía ecuatoriana).	Conversión de subproductos agrícolas en insumos útiles; sostenibilidad ambiental y socioeconómica.	(19)
Sistema de gestión integral de residuos sólidos domésticos con compostaje.	Comunidad Cofán A I Dureno, Amazonía ecuatoriana.	Producción de compost, reducción de quema de residuos, propuesta de autogestión comunitaria.	(23)

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de la revisión de literatura realizada en el presente estudio.

Estas experiencias reflejan el potencial transformador de la economía circular para reducir la presión ecológica sobre los ecosistemas amazónicos. Además de mitigar la generación de residuos, estas estrategias permiten mantener los recursos en uso mediante el diseño regenerativo de productos y servicios.

2. Incorporación de saberes ancestrales y liderazgo femenino

La revisión también destaca que las estrategias más exitosas han sido aquellas que integran activamente el conocimiento ancestral y fomentan la co-gestión territorial.

- En la Amazonía Legal brasileña, se documentó que las comunidades locales ya aplican prácticas circulares en el manejo de PFNM como resinas, frutos y fibras vegetales, lo que contribuye a la conservación de los bosques y a su soberanía alimentaria (22).
- La gestión de residuos de cacao en Ecuador ha sido optimizada mediante el uso de compostaje comunitario, donde la participación ciudadana y la educación ambiental han sido claves para el éxito (19).

Otro hallazgo de gran valor estratégico es el rol activo de las mujeres indígenas amazónicas, quienes han logrado integrar conocimientos ancestrales en prácticas agroecológicas, de producción artesanal y uso sostenible de subproductos forestales. En la provincia de Pastaza, estas lideresas han impulsado modelos de economía circular desde una perspectiva culturalmente pertinente, reforzando la soberanía alimentaria, la resiliencia comunitaria y la conservación de la biodiversidad (20). Este tipo de experiencias demuestra que las estrategias de economía circular no deben replicarse de manera homogénea, sino adaptarse a las dinámicas culturales y territoriales de cada comunidad, reconociendo el valor de los conocimientos locales como un componente central en el diseño e implementación de soluciones sostenibles.

En la Tabla 2, se presentan diversas prácticas agroforestales y de manejo sostenible basadas en conocimientos ancestrales de comunidades indígenas amazónicas, destacando aplicaciones circulares tradicionales que promueven la conservación forestal, la fertilidad del suelo y la diversificación económica. Los resultados evidencian mejoras significativas en sostenibilidad ecológica y social, respaldadas por referencias recientes.

Tabla 2. Incorporación de conocimientos tradicionales en estrategias circulares.

Conocimiento ancestral	Aplicación circular	Comunidades/ Pueblos	Resultados obtenidos	Referencias
Agroforestería de cacao y café con conservación forestal.	Agroforestería tradicional circular.	Asháninka (Perú, Brasil).	Sostenibilidad económica, incremento de la diversidad.	(7), (20)
Compostaje orgánico para agricultura.	Uso medicinal y alimentario de subproductos.	Shipibo (Perú).	Fertilidad del suelo, diversificación de ingresos.	(22)
Sistemas de policultivos.	Agroforestería tradicional circular.	Ribereños (Brasil, Perú).	Incremento de la diversidad 60%	(7)
Aprovechamiento integral de recursos.	Uso medicinal y alimentario de subproductos.	Tikuna, Cocama (Amazonía trinacional).	Diversificación de ingresos 30%	(22)
Manejo de residuos orgánicos.	Compostaje con plantas medicinales.	Shuar, Achuar (Ecuador).	Mejora calidad suelos 40%	(3)
Agroforestería, cultivo de plantas medicinales.	Compostaje con plantas medicinales.	Kichwa (Pastaza, Ecuador).	Diversificación de ingresos, mejora de la calidad del suelo.	(3), (20)
Producción con	Bioconstrucción	Shuar (Amazonía)	Fortalecimiento del	(4), (20)

métodos tradicionales y sostenibles.	con fibras vegetales.	ecuatoriana).	conocimiento tradicional, reducción de costos.
--------------------------------------	-----------------------	---------------	--

Fuente: *Elaboración propia de los autores a partir de la revisión de literatura realizada en el presente estudio.*

3. Potencial de la digitalización en la economía circular rural

Aunque la mayoría de las aplicaciones tecnológicas vinculadas a la economía circular se han desarrollado en entornos urbanos e industriales, existe un creciente interés por adaptar herramientas digitales a contextos rurales y biodiversos como la Amazonía. La digitalización, entendida como el uso de tecnologías emergentes para optimizar procesos, recopilar datos y facilitar la toma de decisiones, puede ser un catalizador para la transición hacia modelos circulares más eficientes y resilientes.

Se ha demostrado que la incorporación de herramientas digitales asociadas a la Industria 4.0 como sensores inteligentes, sistemas de trazabilidad y plataformas de gestión de residuos; mejora significativamente la eficiencia en el sector agroindustrial del Guayas (24). Aunque este estudio no se centró en la Amazonía, sus autores sugieren que estas tecnologías podrían adaptarse a territorios amazónicos si se integran con enfoques de bioeconomía, gestión descentralizada y participación comunitaria.

La transformación digital de la gestión de residuos sólidos en América Latina, según el Banco Interamericano de Desarrollo, incluye innovaciones como inteligencia artificial, Internet de las cosas (IoT), plataformas de datos abiertos y aplicaciones móviles para el monitoreo de residuos (25). Estas herramientas permiten optimizar rutas de recolección, mejorar la trazabilidad de materiales reciclables y facilitar la participación ciudadana en la separación de residuos.

En el contexto amazónico, la digitalización puede facilitar:

- La trazabilidad de productos agroforestales mediante códigos QR y blockchain, garantizando prácticas sostenibles.
- El uso de aplicaciones móviles para la educación ambiental y la gestión comunitaria de residuos.
- La implementación de sensores remotos para monitorear la calidad del suelo y el impacto de prácticas circulares en la biodiversidad.
- La creación de plataformas colaborativas para compartir conocimientos entre comunidades indígenas, técnicos y académicos.

Estos avances permiten pensar en una “tecnología socialmente apropiada”, es decir, adaptada a las condiciones de conectividad, infraestructura y formación técnica de las comunidades rurales amazónicas. La clave está en diseñar soluciones inclusivas, de bajo costo y culturalmente pertinentes, que fortalezcan la autonomía local y promuevan la innovación desde el territorio.

Además, iniciativas como el Proyecto ATPA-RAPS en Ecuador han comenzado a integrar instrumentos técnicos y digitales para la planificación agroproductiva sostenible, lo que

demuestra que la digitalización puede ser una herramienta estratégica para la reconversión productiva en la Amazonía (26).

4. Factores habilitantes y limitaciones

Entre los factores que favorecen la economía circular en la Amazonía se identifican:

- La participación comunitaria activa, especialmente de mujeres líderes, quienes desempeñan roles clave en la gestión de residuos, el compostaje y la producción agroecológica. Esta participación fortalece el tejido social y promueve la equidad de género en procesos ambientales
- El acompañamiento institucional por parte de gobiernos locales, universidades y organizaciones de cooperación internacional, que proveen asistencia técnica, formación y recursos para la implementación de proyectos piloto.
- La incorporación progresiva de tecnologías emergentes en procesos productivos rurales, como sensores para monitoreo ambiental, plataformas digitales para trazabilidad y aplicaciones móviles para educación ambiental.
- El fortalecimiento de cadenas de valor sostenibles basadas en cultivos nativos como el aguaje, camu camu y ají charapita, que promueven la producción circular y el biocomercio sin deforestación.
- La articulación de redes territoriales y alianzas público-privadas que permiten compartir buenas prácticas, generar inversión verde y fomentar la innovación social

Estos factores configuran un entorno propicio para la transición hacia modelos circulares adaptados a la diversidad ecológica y cultural de la región. No obstante, persisten barreras significativas que limitan la consolidación de la economía circular en la Amazonía:

- La ausencia de normativas específicas que promuevan la economía circular con enfoque intercultural y territorial. La legislación ambiental aún privilegia modelos lineales y no contempla la diversidad de prácticas locales.
- La informalidad de los sistemas de gestión de residuos, especialmente en zonas rurales, donde la recolección, clasificación y valorización de desechos carece de infraestructura y apoyo técnico.
- La escasa integración entre actores estatales, comunitarios y privados, lo que genera.

5. Propuestas estratégicas emergentes

A partir del análisis de los factores habilitantes y limitaciones identificadas, se plantean propuestas estratégicas orientadas a fortalecer la economía circular en la Amazonía ecuatoriana, con énfasis en la inclusión social, la sostenibilidad ambiental y la gobernanza territorial.

5.1. Diseño de indicadores de circularidad adaptados a los ecosistemas amazónicos: Es fundamental desarrollar indicadores que reflejen la especificidad ecológica, cultural y productiva de la Amazonía.

Estos deben considerar:

- Ciclos biológicos y técnicos propios de la región (uso de productos forestales no maderables).
- Participación comunitaria en la gestión de recursos.
- Impacto en biodiversidad y servicios ecosistémicos.

Modelos como el Indicador de Circularidad de Material (ICM) pueden ser adaptados para evaluar procesos locales (27), (28). Además, plataformas como la de Chile para monitorear la circularidad ofrecen referencias metodológicas útiles.

5.2. Fortalecimiento de cooperativas de reciclaje urbano y rural con enfoque de género

La formalización de cooperativas de reciclaje, especialmente aquellas lideradas por mujeres, es clave para la inclusión social y la sostenibilidad.

Se propone:

- Capacitación técnica y legal para la conformación de cooperativas.
- Reconocimiento del trabajo informal como parte del sistema circular.
- Promoción de redes de recicladoras con enfoque interseccional, que aborden género, etnicidad y territorio.

Estas acciones permiten dignificar el trabajo de reciclaje y generar empleo verde en zonas vulnerables.

5.3. Incorporación de tecnologías digitales apropiadas en la gestión de residuos y producción agroforestal

La digitalización puede transformar la eficiencia y trazabilidad de los procesos circulares.

Se recomienda:

- Uso de sensores, SIG y drones para monitoreo de cultivos y residuos.
- Aplicaciones móviles para educación ambiental y trazabilidad de productos.
- Inteligencia artificial para la detección de plagas y optimización de recursos.

Estas tecnologías deben ser accesibles, adaptadas al contexto rural y acompañadas de procesos de formación comunitaria.

5.4. Establecimiento de marcos regulatorios multiactor y multinivel que reconozcan saberes locales y biodiversidad

La gobernanza ambiental debe integrar múltiples escalas y actores, reconociendo los conocimientos ancestrales como base de sostenibilidad.

Se propone:

- Reformas normativas que articulen biodiversidad, derechos colectivos y economía circular.
- Instrumentos como los Acuerdos de Uso Sostenible y Custodia del Ecosistema Manglar (*Auscem*) como modelos de gestión participativa.
- Inclusión de pueblos indígenas en la co-creación de políticas públicas, con mecanismos de consulta previa, libre e informada.

Estos marcos deben garantizar la equidad, la transparencia y el respeto por la diversidad cultural y biológica de la región.

CONCLUSIONES

La economía circular representa una alternativa viable y necesaria frente al modelo lineal de producción y consumo que ha profundizado la degradación ambiental en la región amazónica. Las estrategias analizadas permiten evidenciar que la reconceptualización de los residuos como recursos puede generar impactos positivos tanto en la sostenibilidad de los ecosistemas como en el bienestar de las comunidades locales. Prácticas como el compostaje comunitario, la bioconstrucción, el aprovechamiento de productos forestales no maderables y el ecodiseño, han mostrado su potencial para reducir la presión ecológica, mejorar la eficiencia productiva y fortalecer la resiliencia territorial.

Las estrategias circulares más eficaces son aquellas que integran activamente los conocimientos ancestrales, la participación comunitaria y el liderazgo femenino. Estos elementos no solo aportan legitimidad sociocultural a los procesos, sino que también enriquecen la capacidad adaptativa de los territorios frente a los desafíos ambientales y sociales. La economía circular, en contextos amazónicos, debe ser comprendida desde una lógica intercultural, participativa y ecosistémica, que reconozca la diversidad como un valor estratégico para el desarrollo sostenible.

La digitalización emerge como un factor habilitante con alto potencial transformador. La incorporación de herramientas tecnológicas adaptadas a contextos rurales y biodiversos puede optimizar procesos de trazabilidad, monitoreo ambiental, educación comunitaria y gestión de residuos, siempre que se garantice su accesibilidad y pertinencia cultural. La clave radica en promover soluciones tecnológicas apropiadas que fortalezcan la autonomía local y favorezcan la innovación desde el territorio.

Además, se identificaron factores estructurales que obstaculizan la consolidación de modelos circulares en la Amazonía, como la falta de normativas específicas con enfoque territorial, la informalidad de los sistemas de manejo de residuos, la escasa articulación entre actores y la

limitada inversión en infraestructura y capacitación técnica. Superar estas barreras exige una gobernanza ambiental multinivel, articulada y basada en la equidad, que reconozca los derechos colectivos, los saberes locales y la biodiversidad como pilares fundamentales de las políticas públicas.

En definitiva, se plantea la necesidad de desarrollar indicadores de circularidad adaptados a los ecosistemas amazónicos, fortalecer las cooperativas de reciclaje con enfoque de género, incorporar tecnologías digitales apropiadas y establecer marcos regulatorios que integren a los pueblos indígenas en la formulación de estrategias. Estas acciones permitirán avanzar hacia una economía circular contextualizada, justa y regenerativa, capaz de armonizar la conservación de la biodiversidad con la justicia ambiental y el desarrollo sostenible en la Amazonía.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Estatal Amazónica.

DECLARACIÓN DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cavalcante RL da S, Araujo-Silva G. Circular economy in the Amazon: technology, design, and community. *Concilium* [Internet]. 2023 Nov 17;23(19):836–49. Available from: <https://clium.org/index.php/edicoes/article/view/2345>
2. Acosta I, Marrero F, Espinosa J. La economía circular como contribución a la sostenibilidad en un destino turístico cubano de sol y playa. *CIRIEC-España Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* [Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 30];(93). Available from: <https://www.redalyc.org/journal/1807/180763168005/>
3. Paes MX, Campos-Silva JV, de Oliveira JAP. Integrating circular economy in urban Amazon. *npj Urban Sustainability* [Internet]. 2021 Jul 8;1(1):29. Available from: <https://www.nature.com/articles/s42949-021-00031-z>
4. Muñoz Mille OM, Yepes Jiménez A. Elaboración de compostaje con los residuos orgánicos del comedor para el huerto escolar ecológico. *REIF: revista de educación, innovación y formación*, ISSN-e 2659-8345, No 2, 2020 (Ejemplar dedicado a: Monográfico: Innovación educativa y atención a la diversidad), págs 123-136 [Internet]. 2020 [cited 2025 Aug 3];(2):123–36. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7394156&info=resumen&idioma=ENG>
5. Rodríguez Nivicela DM, Mosquera Cedillo XA, Vega Granda A del C. Análisis de la aplicación del modelo de economía circular en las empresas del Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas* [Internet]. 2022 Jan 1;5(1):127–37. Available from: <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/360>

6. Hidalgo Carvajal D. A Circular Economy Living Lab –Supporting the transition of a university campus towards a circular and regenerative system [Internet]. Universidad Politécnica de Madrid; 2024 [cited 2025 Aug 3]. Available from: <http://oa.upm.es/84051/>
7. Geywitz Bernal S. Economía Circular. Implantación en Ingeniería, Fabricación y Diseño Industrial. Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación [Internet]. 2020 Aug 27;(87). Available from: <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/cdc/article/view/3772>
8. Ramírez Sánchez-Maroto C. Proyecto de Ley de economía circular de Andalucía. Actualidad Jurídica Ambiental [Internet]. 2022 Jul 18;1–22. Available from: <https://www.actualidadjuridicaambiental.com/comentario-de-legislacion-proyecto-de-ley-de-economia-circular-de-andalucia/>
9. Martínez Navarro JA. Los residuos sanitarios en tiempos de pandemia y al amparo del actual modelo de economía circular. Actualidad Jurídica Ambiental [Internet]. 2022 Jun 1;1–39. Available from: <https://www.actualidadjuridicaambiental.com/articulo-doctrinal-los-residuos-sanitarios-en-tiempos-de-pandemia-y-al-amparo-del-actual-modelo-de-economia-circular/>
10. Denny DMT, Martins MMV, Burnquist HL. From extractivism and illegalities to a circular bioeconomy in the Amazon Region. Revista Tempo do Mundo (RTM): n 27, dez 2021 [Internet]. 2022 Aug 12;27:127–63. Available from: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/13334/1/Tempo_Mundo_27_Artigo5_from_extractivism.pdf
11. León-Cordero YP, Ayala-Ávila LA. Twice marca sostenible. In 2023. p. 233–8. Available from: <http://editorial.radcolombia.org/index.php/etrads/article/view/300>
12. Zawacki-Richter O. Introduction: Systematic Reviews in Educational Research. Systematic Reviews in Educational Research: Methodology, Perspectives and Application. 2019.
13. Tole Martínez J, Lancheros Sánchez P, Isaza Pérez M. Voces de la Amazonía: entre la conservación ancestral y la explotación económica de los recursos naturales. [Internet]. MARTÍNEZ JT, editor. Universidad del Externado; 2022 [cited 2025 Aug 3]. Available from: <http://www.jstor.org/stable/10.2307/j.ctv37xg180>
14. Peñafiel Arcos P, Cazares Carrión KY, Quilligana Vega AM, Pasquel Montenegro AC. Propuesta de un sistema de gestión integral. ACI Avances en Ciencias e Ingenierías [Internet]. 2021 May 18;12(2). Available from: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1889>
15. Torres Castillo RM, Bustamante Cuenca JC, Cabezas Andrade LD, Zabala Vizúete RF, Zurita Quishpe CY, Ochoa Cordero JK, et al. Ciclo de vida del cacao con economía circular en la Amazonía ecuatoriana. CIENCIA UNEMI [Internet]. 2025 May 19;18(48):39–49. Available from: <https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/2233>
16. Aggestam F, Weiss G, Elomina J, Pülzl H. Taking a bird’s eye view of EU wood-based policy: Untangling policy, institutional, and actor frameworks affecting the wood-based sectors. 2025 Apr 1 [cited 2025 Aug 6]; Available from: <https://efi.int/publications-bank/taking-birds-eye-view-eu-wood-based-policy-untangling-policy-institutional-and>
17. Husgafvel R, Sakaguchi D. Circular Economy Development in the Wood Construction Sector in Finland. Sustainability [Internet]. 2023 May 11;15(10):7871. Available from: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/10/7871>
18. Diansyah W, Abas A, Sakawi Z. A Systematic Review on Community Forest Management in Southeast Asia: Current Practices and Impacts on Biodiversity Conservation and Livelihood Quality of Local Communities. Human Ecology Review [Internet]. 2021 Dec 15;27(1):3–21.

- Available from: http://press-files.anu.edu.au/downloads/press/n9534/pdf/01_diansyah_et_al.pdf
19. Izurieta-Castelo MI, Vizuete-Montero MO, Chaglla-Cango MT, Zabala-Vizuete RF, Zurita-Quishpe CY, Ochoa-Cordero JK. Optimización del manejo de residuos orgánicos en plantaciones de cacao: potencial de subproductos en sistemas de economía circular: Optimization of organic waste management in cocoa plantations: potential of by-products in circular economy systems. *Multidisciplinary Latin American Journal (MLAJ)* [Internet]. 2025 Apr 9 [cited 2025 Aug 3];3(1):536–53. Available from: <https://mlaj-revista.org/index.php/journal/article/view/73>
 20. Chafla Moina SP, Rivera Rojas FN, Chafla Moina AL, Benítez Abarca AB. Mujeres en la Economía Circular en Pastaza: Análisis de Propuestas Transformadoras para el Desarrollo Sostenible. *Polo del Conocimiento* [Internet]. 2024 Oct 13 [cited 2025 Aug 3];9(10):1006–25. Available from: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/8159>
 21. Azevedo Marques PF, Albuquerque De Oliveira M, Lima Rocha L, Cardoso A, De Mattos Veroneze G. The circular economy in the perspective of sustainable joinery: a case study in the Amazon / A economia circular na perspectiva da carpintaria sustentável: um estudo de caso na Amazônia. *Brazilian Journal of Development* [Internet]. 2022 Jun 10 [cited 2025 Aug 3];8(6):45482–504. Available from: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/49214>
 22. Souza DO de. Economía circular: um modelo de governança florestal para conservação da Amazônia Legal Brasileira [Internet]. Centro Universitário FEI; 2023 [cited 2025 Aug 3]. Available from: <http://sofia.fei.edu.br:8080/pergamumweb/vinculos/0000e4/0000e428.pdf>
 23. Peñafiel Arcos P, Cazares Carrión KY, Quilligana Vega AM, Pasquel Montenegro AC. Propuesta de un sistema de gestión integral. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías* [Internet]. 2021 May 18;12(2). Available from: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1889>
 24. Pazmiño Linares SA, Ugalde Vicuña JW, Fierro Torres SA, Pazmiño Caicedo JP. Impacto de la Industria 4.0 en la implementación de estrategias de economía circular en el sector agrícola de Ecuador. *Revista Mapa* [Internet]. 2025 Mar 2 [cited 2025 Aug 3];9(39). Available from: <https://www.revistamapa.org/index.php/es/article/view/505/814>
 25. Rihm A, Piamonte C, Restrepo Lagos EA, Correal M, Guerra Morán PG, Basani M. Digital Transformation of Solid Waste Management: Waste Collection Innovation, Business Intelligence, and Digital Technologies to Transition Waste Management Towards Circularity in Latin America and the Caribbean [Internet]. Pasquetti CM, editor. Washington, D. C.; 2024 Sep. Available from: <https://publications.iadb.org/en/digital-transformation-solid-waste-management-waste-collection-innovation-business-intelligence-and>
 26. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Agenda de Transformación Productiva Amazónica Reconversión Agroproductiva Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana – Ministerio de Agricultura y Ganadería [Internet]. [cited 2025 Aug 3]. Available from: <https://www.agricultura.gob.ec/agenda-de-transformacion-productiva-amazonica-reconversion-agroproductiva-sostenible-en-la-amazonia-ecuatoriana/>
 27. Saidani M, Yannou B, Leroy Y, Cluzel F, Kendall A. A taxonomy of circular economy indicators. *J Clean Prod* [Internet]. 2019 Jan;207:542–59. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652618330221>

28. Kirchherr J, Reike D, Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resour Conserv Recycl* [Internet]. 2017 Dec;127:221–32. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921344917302835>