

ECONOMÍA CIRCULAR COMO ESTRATEGIA PARA LA GENERACIÓN DE VALOR, COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD FINANCIERA EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL

CIRCULAR ECONOMY AS A STRATEGY FOR VALUE GENERATION, COMPETITIVENESS, AND FINANCIAL SUSTAINABILITY IN THE AGRO-INDUSTRIAL SECTOR

Pablo Antonio Mancheno Neira¹, María Verónica González Cabrera²

{pablo.mancheno@esPOCH.edu.ec¹, mariav.gonzalez@esPOCH.edu.ec²}

Fecha de recepción: 12/06/2026 / Fecha de aceptación: 30/07/2026 / Fecha de publicación: 05/08/2026

RESUMEN: La economía circular es un cambio que se produce en los procesos de producción agroindustrial porque convierte residuos que se convierten en recursos útiles en argumentos económicos con el fin de reducir el impacto medioambiental. Este trabajo estudia cómo las estrategias circulares imponen la creación de nuevos mercados en la agroindustria. Se realizó un estudio cualitativo-descriptivo utilizando la revisión de la literatura científica y el estudio de casos de práctica realizada en América Latina y Europa. Los resultados demuestran que la valorización de subproductos agrícolas permite la elaboración de bioinsumos, bioenergía y bioplásticos. Este modelo circular hace que el sector sea mucho más competitivo porque reduce los costes y la diversificación en las fuentes de ingreso. Las empresas que lo adoptan logran reducir costes operativos entre el 15-60%, aumentar su facturación entre el 8-22% y acceder a mercados premium con sobrepremios del 10-35%. Con la valorización de 1.000 toneladas de residuos orgánicos se evitan emisiones de 400-650 toneladas de CO₂ y se reduce el consumo de agua en un 60-70%. Ahora bien, existen barreras importantes: tecnología de acceso limitado para la pequeña y mediana empresa, coste inicial elevado, marcos regulatorios fragmentados y resistencia al cambio. Superarlas requiere políticas públicas con financiación, incentivos fiscales, estándares técnicos y formación. La economía circular no solamente aborda problemas medioambientales, sino que también asegura innovación y genera oportunidades de negocio sostenibles para la agroindustria.

Palabras clave: *economía circular, agroindustria, sostenibilidad, innovación, mercados*

¹Gestión de MiPYMEs y Grandes Empresas - Carrera de Agroindustrias - Facultad de Ciencias Pecuarias – ESPOCH, <https://orcid.org/0000-0002-2482-8043>, 0996621815

²Metodología de la Investigación - Carrera de Agroindustrias - Facultad de Ciencias Pecuarias - ESPOCH. Higiene y control de los Alimentos Carrera Medicina Veterinaria Facultad De Ciencias Pecuarias, <https://orcid.org/0000-0002-5358-798X>, 0989218608

emergentes.

ABSTRACT: The circular economy is a shift occurring in agroindustrial production processes because it transforms waste into useful resources that generate economic value, with the aim of reducing environmental impact. This study examines how circular strategies drive the creation of new markets in the agroindustry. A qualitative-descriptive study was conducted using a review of the scientific literature and case studies of practices in Latin America and Europe. The results show that the valorization of agricultural byproducts enables the production of bio-inputs, bioenergy, and bioplastics. This circular model makes the sector much more competitive by reducing costs and diversifying revenue streams. Companies that adopt this model reduce operating costs by 15–60%, increase their revenue by 8–22%, and gain access to premium markets with price premiums of 10–35%. Recycling 1,000 metric tons of organic waste prevents 400–650 metric tons of CO₂ emissions and reduces water consumption by 60–70%. However, there are significant barriers: limited access to technology for small and medium-sized enterprises, high initial costs, fragmented regulatory frameworks, and resistance to change. Overcoming these barriers requires public policies that include funding, tax incentives, technical standards, and training. The circular economy not only addresses environmental problems but also fosters innovation and creates sustainable business opportunities for the agribusiness sector.

Keywords: *circular economy, agro-industry, sustainability, innovation, emerging markets*

INTRODUCCIÓN

El modelo de producción agroindustrial ha seguido durante décadas un patrón lineal que se puede resumir mentalmente con las siguientes palabras clave que definen su funcionamiento: extraer, producir y desechar lo que no sirve. Este sistema ha funcionado, pero ahora presenta limitaciones a luz de la escasez de recursos naturales y del acentuamiento de las problemáticas ambientales. La economía circular plantea que los residuos no representan el punto final de un proceso, sino el punto de partida de otro nuevo. Esto tiene sentido en la agroindustria dado que el ámbito de la agroindustria genera muchos subproductos orgánicos, que en su mayoría dejan de ser utilizados, pero acaban, en una inmensa proporción, constituyendo basura.

(1) argumentan que la economía circular tiene como objetivo lograr la máxima extensión del valor de los recursos a través de la reutilización y el reciclado de desechos. En agroindustria implica convertir cáscaras de frutas, bagazo de caña de azúcar, restos de cereales y otros subproductos en insumos útiles. La FAO (2) estima que cerca de 1/3 de los alimentos que son producidos en el mundo se pierden o se dejan perder, lo que simboliza una gran oportunidad de usar estrategias circulares.

La transición hacia modelos circulares no es tan únicamente una respuesta a la presión del contexto ambiental. También abre nuevas oportunidades de negocio. Existen experiencias

interesantes en países como Ecuador, México y España donde se logran valorizar residuos agrícolas en productos innovadores con demanda en el mercado: fertilizantes orgánicos, biocombustibles, envases biodegradables, compuestos bioactivos para la industria farmacéutica y la de cosmética (3); (4). Esto nos muestra que existe un potencial comercial importante.

No resulta sencillo establecer la economía circular. Existen una serie de barreras a saber: infraestructura insuficiente, tecnología limitante, marcos regulatorios deficientes o resistencia al cambio. Pese a estos inconvenientes, algunos estudios ponen de manifiesto que los beneficios económicos y ambientales a largo plazo superan las inversiones iniciales necesarias (5).

Este trabajo analiza el papel de la economía circular en la creación de nuevos mercados dentro del sector agroindustrial. Se pretenden descubrir tanto las estrategias más eficaces, como los beneficios más palpables y los principales obstáculos. La intención es aportar evidencia de casos reales que demuestren cómo este enfoque puede hacer que el sector sea más competitivo, al mismo tiempo que contribuye a cuidar el ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló con un método descriptivo cualitativo que conjugó análisis documental con estudio de casos prácticos existentes. El trabajo se realizó en tres etapas complementarias entre sí.

Fase I: Revisión exhaustiva de literatura científica. Se realizó la consulta de bases de datos específicas (Scopus, Web of Science) y de organismos internacionales responsables de la redacción de informes (FAO o Fundación Ellen MacArthur). Las normas que se aplicaron para la consulta fueron: publicaciones científicas, informes técnicos o documentos normativos publicados en el periodo del año 2015-2025. Se priorizaron estudios sobre valorización de residuos agroindustriales, la tecnología innovada para una economía circular, y la viabilidad economicista. Una vez aplicada la pertinencia y la calidad metodológica de la revisión se eligieron los documentos más relevantes para la investigación.

Fase II: Análisis de casos prácticos seleccionados como ejemplos de experiencias exitosas de economía circular en el sector agroindustrial. Los casos de estudio incluyeron diversos escenarios geográficos (América Latina y Europa) y sectores (frutal, azucarero, cereal y hortícola). Para cada caso se analizó: disminución de residuos, nuevos productos generados, viabilidad económica, impacto ambiental y grado de innovación tecnológica. La información se obtuvo de literatura empresarial, informes corporativos y publicaciones científicas.

Fase III: entrevistas a expertos del sector: ingenieros agrónomos con conocimiento en la gestión de residuos, economistas expertos en modelos circulares, representantes de asociaciones de productores y consultores en sostenibilidad empresarial, las cuales se llevaron a cabo de forma presencial o virtual a lo largo del mes de septiembre y octubre del año pasado, y que tuvieron una duración de en torno a 45 minutos. Para llevarlas a cabo se

confeccionó una guía de preguntas abiertas relacionadas con las oportunidades de mercado, las barreras técnicas y económicas, las políticas públicas necesarias y las perspectivas del sector; las conversaciones se grabaron, con el consentimiento correspondiente, y posteriormente se realizaron las transcripciones de la información, la cual se gestionó de acuerdo a la metodología de la codificación temática mediante el programa informático Atlas.ti., para extraer categorías relacionadas con los tipos de valorización, modelos de negocio, factores de éxito y obstáculos recurrentes. Los resultados del análisis del trabajo documental, del estudio de casos y de las entrevistas se contrastaron con el fin de validar evidencias.

Finalmente se elaboró un marco conceptual que integra los hallazgos con teorías de economía circular, desarrollo sostenible y creación de valor compartido propuestas por (6) y la (7).

RESULTADOS

El análisis de literatura, la revisión de casos documentados y las entrevistas llevadas a cabo con expertos permitieron definir las cinco dimensiones clave en la implementación de la economía circular en el sector agroindustrial: rutas tecnológicas de valorización, tipología de los productos obtenidos, indicadores para la viabilidad económica, efectos ambientales medibles y barreras para la escalabilidad.

3.1. Rutas tecnológicas de valorización de residuos agroindustriales

Se identificaron cuatro rutas principales de transformación de subproductos agrícolas:

Ruta 1: Bioconversión para bioinsumos agrícolas. Comprende el compostaje aeróbico, el vermicompostaje y la fermentación sólida. En Ecuador (residuos de banano) y Colombia (subproductos de café), los casos estudiados alcanzan tasas de conversión de 60-75% de residuo orgánico a fertilizante. El tiempo de procesamiento varía entre 45-90 días para el compostaje convencional y 30-45 días para el vermicompostaje con *Eisenia foetida*. Los productos obtenidos tienen contenidos de materia orgánica entre 35-50%, NPK variable (1,5-3,2% N; 0,8-2,1% P_2O_5 ; 1,2-2,8% K_2O) y relaciones C/N estabilizadas entre 10-15:1

Ruta 2: Transformación energética mediante procesos termoquímicos y bioquímicos. Comprende digestión anaeróbica para biogás, fermentación alcohólica para bioetanol de segunda generación y pirólisis para biochar. En México se han registrado rendimientos de 250 a 320 litros de bioetanol por cada tonelada de bagazo seco. En España, la digestión anaeróbica de residuos hortofrutícolas llega a producir entre 0,3 y 0,5 m³ de biogás por cada kg de sólidos volátiles, con un contenido de metano que oscila entre el 55 y el 70 %. El biochar producido por la pirólisis de cáscaras de arroz tiene áreas específicas de 200-400 m²/g.

Ruta 3: Extracción de compuestos bioactivos de alto valor. Utiliza metabolitos secundarios presentes en los residuos agroindustriales mediante extracción sólido-líquido, extracción

asistida por ultrasonidos y extracción supercrítica. Entre los casos estudiados se encuentran: la extracción de polifenoles del orujo de uva (rendimientos de 15-45 mg de ácido gálico equivalente/g), pectinas de cáscaras cítricas (rendimientos del 18-25%), licopeno de residuos de tomate (concentraciones de 0,8-1,5 mg/g) y antocianinas de residuos de berries (rendimientos de 2,5-8,5 mg/g). Estos compuestos tienen aplicaciones en la industria farmacéutica, cosmética y nutracéutica (8).

Ruta 4: Desarrollo de biomateriales y bioplásticos. Elaborar materiales biodegradables a partir de almidones, celulosa y proteínas sobrantes. Investigaciones en Italia sobre films biodegradables derivados de almidón de papa presentan propiedades mecánicas comparables a polietileno de baja densidad (resistencia a la tracción 8-15 MPa, elongación 80-200%), con biodegradabilidad completa en 60-90 días. Empaques elaborados con fibras de bagazo de caña presentan resistencias a la compresión de 2-4 MPa.

3.2. Modelos de negocio y creación de mercados emergentes

El análisis reveló tres modelos de implementación circular en agroindustrias:

Modelo A: Incorporación de la transformación en la cadena productiva. Las empresas que procesan el producto incorporan unidades para la valorización de los residuos que generan in situ. Este modelo se observó en un 45% de los casos. Ejemplos: plantas de procesamiento de cítricos con incorporación de líneas de extracción de pectina y aceites esenciales, que reducen el coste de la disposición entre un 40-60% y generan ingresos equivalentes a un 8-15% de su facturación principal.

Modelo B: Empresas especializadas en valorización. Organizaciones autónomas que recogen los residuos procedentes de varios productores para su procesamiento en centros comunes. Este modelo explica el 35 % de los casos. En Ecuador, una planta de compostaje procesa al año 15.000 toneladas de residuos de 47 productores, lo que genera 6.000 toneladas de compost que se comercializa a precios entre 30 y 40 % inferiores a los fertilizantes sintéticos.

Modelo C: Biorefinerías integradas. Instalaciones que utilizan procesos en cascada y que aplican múltiples rutas de valorización. Este modelo, que ocurre en 20% de los casos, maximiza la extracción de valor mediante fraccionamiento secuencial. Una biorrefinería española procesa residuos de aceituna mediante: extracción de hidroxitirosol, hidrólisis enzimática para azúcares fermentables, fermentación para bioetanol, digestión anaeróbica para biogás y compostaje del digestato. Este procesamiento alcanza tasas de valorización superiores al 85%.

3.3. Viabilidad económica y retorno de inversión

Los proyectos analizados muestran períodos de recuperación variables según escala y ruta tecnológica. Los proyectos de compostaje a pequeña escala (capacidad 500-2.000 ton/año) tienen períodos de recuperación de 2,5-4,5 años y tasas internas de retorno del 18-28 %. Las plantas de

digestión anaeróbica de escala media (capacidad 5.000-15.000 ton/año) presentan una tasa de 12-18% y un período de recuperación de 5-8 años, que mejora con incentivos tarifarios para energía renovable.

La extracción de compuestos bioactivos tiene los márgenes más altos (60-150% sobre costos) pero requiere inversiones iniciales más elevadas (USD 150.000-500.000 para plantas piloto) y acceso a mercados especializados. El análisis costo-beneficio de cuatro proyectos de extracción de compuestos fenólicos indica valores actuales netos positivos, con relaciones beneficio-coste entre 1,8-3,4 a horizonte de 10 años.

3.4. Impactos ambientales cuantificados

Los casos estudiados documentan reducciones significativas:

Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. El compostaje de 1.000 toneladas de residuos hortofrutícolas previene emisiones equivalentes a 400-650 toneladas CO₂eq anuales comparado con disposición en rellenos sanitarios. La sustitución de fertilizantes sintéticos por compost reduce 0,8-1,2 toneladas CO₂eq por tonelada de nitrógeno sustituido.

Conservación de recursos hídricos. El bagazo usado para producir bioetanol de segunda generación, requiere entre un 60 y un 70% menos de agua que el necesario para producir etanol de primera generación. Las tecnologías verdes de extracción de compuestos bioactivos reducen en un 75-90% el consumo de solventes orgánicos.

Disminución de carga contaminante. La digestión anaeróbica del efluente de almazaras reduce un 85-95% la demanda química de oxígeno y genera biogás con potencial energético de entre 250 y 400 m³/tonelada DQO removida. Sistemas integrados disminuyen costos de gestión ambiental en 50-70%.

3.5. Barreras identificadas para escalamiento

El análisis identificó cinco categorías de barreras recurrentes:

Barreras tecnológicas. Acceso limitado a tecnologías apropiadas para pequeñas y medianas empresas, que representan 85% del sector agroindustrial en América Latina.

Tecnologías de extracción de compuestos bioactivos y bioplásticos requieren equipamiento especializado con inversiones entre USD 200.000-2.000.000. Solo 12% de PyMEs analizadas implementan procesos de valorización más allá de compostaje básico.

Barreras económico-financieras. Altos costos iniciales, períodos de recuperación más allá de los horizontes de planificación de las PyMEs (típicamente de 2 a 3 años) y acceso restringido a financiamiento verde. El 68% de los encuestados consideró que el obstáculo principal era la disponibilidad de capital. Las tasas de interés para financiamiento agroindustrial en Ecuador varían entre 9 a 14% por año.

Barreras normativas e institucionales. Regulaciones fragmentadas que no reconocen los productos derivados de residuos (dificultades de registro sanitario para los fertilizantes orgánicos, ausencia de estándares para los bioplásticos), trámites burocráticos complejos y falta de articulación entre políticas sectoriales. La ausencia de incentivos fiscales específicos dificulta la competitividad frente a las alternativas convencionales.

Barreras de mercado. Baja voluntad de pagar por los sobrepuestos de productos sostenibles en los mercados locales, asimetrías de información sobre las características y beneficios de los productos circulares, competencia de productos subsidiados y canales de comercialización insuficientes. Apenas el 23% de los productos biobasados analizados consiguen acceder a los mercados premium. La venta de compost tiene que competir con los fertilizantes sintéticos, cuyo precio es bajo por los subsidios.

Barreras culturales y de capacitación. Resistencia al cambio organizacional, capacidades técnicas limitadas en gestión de bioprocesos y percepciones negativas sobre calidad de productos derivados de residuos. El 54% de entrevistados reportó resistencia interna para modificar procesos establecidos. El 71% de operadores de sistemas de compostaje carecen de formación específica en control de parámetros críticos, resultando en productos de calidad inconsistente.

DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación confirman el enorme potencial que encierra la economía circular como un eje de transformación del sector agrario. Lo determinado a partir de la revisión de las fuentes bibliográficas, las experiencias analizadas y el contraste con especialistas, coincide con lo planteado por (6) y (9) quienes convierten esta orientación teórica como un cambio de paradigma en términos de sostenibilidad que va más allá de la pura optimización de la parcialidad del medio. El verdadero valor de esta investigación radica en plantear datos necesarios, pero adaptados a una realidad latinoamericana que permite visibilizar tanto las similitudes encontradas como las particularidades de la región en concreto en la práctica.

4.1. Competitividad y diversificación productiva

La utilización de subproductos agroindustriales surge como un factor clave para diferenciarse en el mercado. Los porcentajes que abarcan la disminución de los costes operativos para gestión residuos y fertilización situados entre un 15% y un 60% sugieren lo expresado por los autores a partir de (1), (10) y (11), que ven en esta reducción una de las justificaciones económicas más consistentes para pasar a la aplicación de los modelos circulares.

A su vez, el incremento en los ingresos (del 8% al 22%) junto con el acceso a segmentos de mercado con sobrepuestos del 10% al 35% fortalecen las posturas de (13), (14) y (15) en el entorno regional, guardando estrecha relación con marcos más amplios como los de la (7) y

(15). Este estudio aporta a la discusión al demostrar que la apuesta por bioinsumos, bioenergía, extractos bioactivos y bioplásticos no solo genera alternativas de ingreso, sino que resguarda a las organizaciones ante la volatilidad de los precios de las materias primas, un elemento crítico para economías dependientes de la exportación.

Por otro lado, la incorporación de tecnologías se establece como determinante. Aunque los casos analizados tienen coincidencia con las ideas de (16) y respecto a la reestructuración de modelos de negocio, también dejan en evidencia la necesidad de afrontar un desarrollo de tecnologías acorde con el contexto productivo de América Latina, en el que se da la prevalencia de la Pequeña y Mediana Empresa (PyMEs).

4.2. Contribución a los objetivos de sostenibilidad ambiental

Los indicadores ambientales evaluados (una huella evitada de 400 a 650 toneladas de CO₂ y un ahorro hídrico del 60% al 70% por cada 1.000 toneladas de residuos revalorizados) corroboran lo expuesto por la (7) y (18) sobre la trascendencia de la valorización de desechos para mitigar el cambio climático y proteger los recursos hídricos.

No obstante, los mismos hallazgos requieren que se adopte una visión global en la interpretación. En consonancia con (19) y (20), se pone de manifiesto que los Análisis de Ciclo de Vida (ACV) tienen un papel importante en la determinación de posibles consecuencias indirectas, por ejemplo, aquellas asociadas al consumo energético de los procesos de extracción o la utilización del suelo para insumos utilizados en bioplásticos, lo cual contribuye a abrir un mayor debate sobre el impacto ecológico real de dichas iniciativas.

4.3. Desarrollo territorial y generación de empleo

Generación de trabajo (de 0,8 a 1,5 empleos directos por cada 1.000 toneladas procesadas) y mejora en los rendimientos económicos de pequeñas unidades productivas (de un 12% hasta un 18%), que se ajusta a lo que podrían haber estimado (18) y (13). El aspecto diferenciador del presente análisis está en evidenciar que las estructuras asociativas y cooperativas no solo generan puestos de trabajo, sino que continúan generando valor en los entornos rurales y disminuyendo la convergencia existente en las desigualdades regionales de Latinoamérica.

4.4. Rol de las políticas públicas y marcos institucionales

El contraste entre las dinámicas europeas y las latinoamericanas pone en evidencia el planteamiento de (21) y (22) en cuanto a la relevancia del ecosistema normativo. Países como España e Italia han consolidado entornos propicios mediante políticas articuladas (incentivos fiscales, normativas claras y compras públicas sostenibles); en contraste, en América Latina la fragmentación regulatoria y la falta de articulación interinstitucional continúan limitando el avance, tal como sostienen (23).

Ante esta situación, se sostiene que superar tales limitaciones requiere la formulación de paquetes de políticas integrales que aborden simultáneamente las dimensiones tecnológica, financiera, jurídica y de capacitación.

4.1. Escalabilidad y replicabilidad de modelos circulares

El análisis identificó factores críticos de éxito:

- **Volumen y estabilidad de suministro de residuos.** Proyectos exitosos aseguran provisión constante mediante contratos de largo plazo con múltiples generadores. La agregación de residuos de pequeños productores mediante cooperativas resuelve problemas de escala y estacionalidad.
- **Adaptación tecnológica a contextos locales.** Una transferencia acrítica de tecnologías desarrolladas para contextos diferentes es una causa frecuente de fracaso. Tecnologías apropiadas robustas, de simple operación, de bajo mantenimiento muestran mayor sostenibilidad en PyMEs.
- **Articulación de cadenas de valor.** Proyectos exitosos establecen vínculos con demandantes de bioproductos, asegurando comercialización. Contratos de suministro de largo plazo reducen riesgos comerciales y facilitan financiamiento.
- **Modelos asociativos y gobernanza participativa.** Experiencias de valoración comunitaria presentan más resiliencia social cuando integran mecanismos de gobernanza inclusiva y de distribución del beneficio equitativo; modelos diseñados y conducidos exclusivamente por agentes externos presentan tasas de abandono superiores.

4.2. Limitaciones del estudio y direcciones futuras

La presente investigación presenta limitaciones. La aproximación cualitativa basada en estudio de casos, si bien permite una profunda comprensión de la dinámica, da lugar a una limitación de generalización estadística, necesaria para validar los patrones identificados.

La disponibilidad de la información económica con carácter detallado se evidenció heterogénea en los casos, lo que dificultó las comparaciones rigurosas de la viabilidad financiera. Las investigaciones futuras podrían integrar metodologías consensuadas en el análisis coste-beneficio y la evaluación del ciclo de vida.

El análisis se centró sobre dimensiones técnicas, económicas y ambientales, abordando de una manera escasa las dimensiones socioculturales que determinan la sostenibilidad a largo plazo; acercamientos etnográficos se sumarían a los hallazgos.

Direcciones prioritarias para la investigación futura son: estudios longitudinales sobre proyectos circulares, análisis sobre los impactos distributivos, análisis sobre los efectos

sistémicos en territorios con alta concentración de iniciativas circulares, elaboración de herramientas de soporte a las decisiones para la selección de rutas de valorización, investigación en torno a modelos de financiamiento innovadores.

CONCLUSIONES

La economía circular es uno de los métodos adecuados y necesarios para la transformación sostenible del sector agroindustrial.

La valorización de los residuos agroindustriales por vías tecnológicas diversas permite generar productos con creciente demanda en mercados orientados especialmente. La viabilidad técnica se ha demostrado en numerosos contextos geográficos y subsectores, con rendimientos de conversión, calidades del producto e indicadores de desempeño ambiental competitivos. La escalabilidad necesita ajustes tecnológicos a las condiciones locales, robustas capacidades técnicas y poder acceder al financiamiento apropiado.

La economía circular proporciona beneficios económicos concretos a través de la disminución en los costes operacionales (15-60 % en lo que se refiere a la gestión de residuos y la compra de insumos), a través de la diversificación de ingresos (de un 8 a un 22 % con facturación adicional) a través del acceso a mercados premium (con un sobreprecio del 10-35 %). En la mayoría de los casos, la viabilidad financiera es positiva, y los periodos de retorno son de entre 2,5-8 años en función de la ruta tecnológica y de la escala que corresponda.

Los impactos ambientales son muy relevantes y cuantificables: el aprovechamiento de los residuos de materia orgánica evita emisiones de entre 400-650 toneladas de CO₂ equivalente por cada 1.000 toneladas procesadas de residuos; el agua necesaria se disminuye en cuanto a los procesos de segunda generación en un 60-70 % y la carga contaminante se reduce hasta un 85-95 %. Los beneficios que generan buenas prácticas de gestión de los residuos, en todo caso, son externalidades muy positivas que, si fuesen internalizadas por medio de herramientas económicas adecuadas, mejorarían la competitividad de los proyectos de economía circular.

La consolidación de la economía circular se encuentra con barreras en tres dimensiones (tecnológicas, económico-financieras, normativas-institucionales, de mercado y culturales) que requieren de intervenciones sistémicas, es decir, no se pueden resolver mediante intervenciones por separado. Se requerirán paquetes integrados de políticas públicas que contemplen el desarrollo y transferencia de tecnologías apropiadas para la economía circular, la necesidad de financiamiento concesional con garantías de inversión, la generalización de marcos normativos que reconozcan los productos derivados de los residuos, de incentivos fiscales diferenciados, de compras públicas verdes que aseguren la demanda, y de programas sostenidos de formación y sensibilización. La articulación de actores empresas, productores, instituciones de investigación, gobiernos, organizaciones de la sociedad civil mediante plataformas de colaboración se constituye en condición necesaria

para superar la fragmentación y construir ecosistemas de innovación circular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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>
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). Circular economy and food systems. <https://www.fao.org>
3. Salgado-Tello, I., Sánchez-Herrera, T., Oleas-López, J., & Vaca-Cardenas, M. (2024). Economía circular para el desarrollo agroindustrial y social en Ecuador. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, *26*(1), 297-322. <https://doi.org/10.36390/telos261.19>
4. Valdez, I., & Canobbio, C. (2025). Economía circular en empresas exportadoras agroindustriales en Sinaloa, México: grado de implementación y desafíos. *Estudios de la Gestión*, (17). <https://doi.org/10.32719/25506641.2025.17.6>
5. Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, *179*, 605-615. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>
6. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & 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>
7. Ellen MacArthur Foundation. (2019). Completing the picture: How the circular economy tackles climate change. <https://ellenmacarthurfoundation.org>
8. Matiacevich, S., Soto, D., & Gutiérrez, M. (2023). Economía circular: obtención y encapsulación de compuestos polifenólicos provenientes de residuos agroindustriales. *RIVAR*, *10*(28). <https://doi.org/10.35588/rivar.v10i28.5343>
9. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & 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>
10. Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, *179*, 605-615. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>
11. 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>
12. Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, *114*, 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
13. Salgado-Tello, I., Sánchez-Herrera, T., Oleas-López, J., & Vaca-Cardenas, M. (2024). Economía circular para el desarrollo agroindustrial y social en Ecuador. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, *26*(1), 297-322. <https://doi.org/10.36390/telos261.19>

14. Valdez, I., & Canobbio, C. (2025). Economía circular en empresas exportadoras agroindustriales en Sinaloa, México: grado de implementación y desafíos. Estudios de la Gestión, (17). <https://doi.org/10.32719/25506641.2025.17.6>
15. Ellen MacArthur Foundation. (2019). Completing the picture: How the circular economy tackles climate change. <https://ellenmacarthurfoundation.org>
16. Borrello, M., Pascucci, S., & Cembalo, L. (2020). Consumers' perspective on circular food systems: A review. Sustainability, *12*(19), 7831. <https://doi.org/10.3390/su12197831>
17. Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. Journal of Industrial and Production Engineering, *33*(5), 308-320. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>
18. Urbinati, A., Chiaroni, D., & Chiesa, V. (2017). Towards a new taxonomy of circular economy business models. Journal of Cleaner Production, *168*, 487-498. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.047>
19. Ellen MacArthur Foundation. (2019). Completing the picture: How the circular economy tackles climate change. <https://ellenmacarthurfoundation.org>
20. De Souza, R., Prates, D. F., Silva, C., & Gomes, L. (2021). Agroindustrial waste valorization pathways and technological applications: A systematic review. Waste Management, *121*, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.041>
21. Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G. A., Alaerts, L., Van Acker, K., de Meester, S., & Dewulf, J. (2019). Circular economy indicators: What do they measure? Resources, Conservation and Recycling, *146*, 452-461. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045>
22. Potting, J., Hekkert, M. P., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). Circular economy: Measuring innovation in the product chain. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
23. De Souza, R., Prates, D. F., Silva, C., & Gomes, L. (2021). Agroindustrial waste valorization pathways and technological applications: A systematic review. Waste Management, *121*, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.041>