

Revisión Bibliográfica

APLICACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA PRODUCCIÓN GANADERA DE CUBA

Application of circular economy in cuban livestock production

Figueredo Basulto* L, Rodríguez Castro D, Osorio García I, Torres López N

Universidad de Granma, Facultad Ciencias Agropecuarias, Depto. Medicina Veterinaria, Cuba

*E-mail de contacto: lisbeyfb@gmail.com

Índice

Resumen	91
Introducción	92
Desarrollo	92
Economía Circular: definición y principios	92
Economía Circular: diferencias con la Economía Lineal	92
Importancia de la Economía Circular en la sostenibilidad	93
Economía Circular en la producción ganadera	93
Beneficios de la Economía Circular en la ganadería	93
Economía Circular en Cuba	94
Aprovechamiento de subproductos ganaderos en Cuba	95
Desafíos y barreras para la implementación de la EC	96
Conclusiones	96
Contribuciones de los autores	96
Bibliografía	97

Resumen

La Economía Circular es una propuesta económica dirigida a preservar el ambiente, mediante la disminución del impacto que la producción de bienes y servicios ocasiona, con la reducción del consumo de las materias primas no renovables, las fuentes de energía y la generación de residuos. En el trabajo se profundiza en los principios de la Economía Circular en la producción ganadera y como se aplica en Cuba, se identifican los beneficios que proporciona al medio ambiente y al desarrollo económico sostenible. Para darle cumplimiento al objetivo se realizó una revisión bibliográfica de la literatura científica internacional más actual, utilizando técnicas de estudio narrativo y documental. Se recopilaron 56 artículos científicos, de los cuales se seleccionaron 34 para su análisis. La documentación analizada permitió concluir que la Economía Circular emerge como un enfoque innovador y optimizador, que minimiza los residuos y propicia el uso de fuentes renovables de energía. En Cuba, aunque existen proyectos que potencian y desarrollan la utilización de este modelo económico en la producción ganadera su aplicación es aún incipiente, estando carente el país aún de líneas estratégicas para la promoción de encadenamientos productivos, incentivos fiscales, y políticas que potencien el aumento de la eficiencia económica, la diversificación de mercado y las inversiones.

Palabras clave. Economía Circular, ganadería sin residuos, ganadería sostenible, ganadería regenerativa.

Abstract

The Circular Economy is an economic proposal aimed at preserving the environment by reducing the impact that the production of goods and services causes, through the reduction of the consumption of non-renewable raw materials, energy sources, and waste generation. The work delves into the principles of the Circular Economy in livestock production and how it is applied in Cuba, identifying the benefits it provides to the environment and sustainable economic development. To achieve the objective, a bibliographic review of the most current international scientific literature was conducted, using narrative and documentary study techniques. A total of 56 scientific articles were collected, of which 34 were selected for analysis. The analyzed documentation allowed concluding that Circular Economy emerges as an innovative and optimizing approach that minimizes waste and promotes the use of renewable energy sources. In Cuba, although there are projects that enhance and develop the use of this economic model in livestock production, its application is still incipient, with the country still lacking strategic lines for the promotion of productive chains, fiscal incentives, and policies that enhance the increase in economic efficiency, market diversification, and investments.

Key words. Circular Economy, zero-waste livestock, sustainable livestock, regenerative livestock farming.

Recibido: octubre 2024

Aceptado: diciembre 2024

Introducción

La sostenibilidad de la producción ganadera está representada por la interrelación entre sus tres dimensiones: medioambiental que es donde se desarrolla la actividad vacuna; la económica que evalúa la viabilidad de las actividades productivas y social, de la cual surgen los tres conceptos que identifican la ganadería, la autosuficiencia, la autonomía y el desarrollo endógeno y local (Angón *et al.* 2016). El desarrollo sostenible en los sectores de la agricultura, la silvicultura y la pesca, la conservación de los recursos de la tierra, el agua, plantas y animales, están encaminados a no degradar el medioambiente. Por ejemplo, la ganadería, en función del desarrollo sostenible, mejora la productividad de leche y carne, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, disminuyen la pobreza y contribuyen a la seguridad alimentaria. Una empresa es sostenible si está en armonía con los límites del planeta y se propone un desarrollo económico que contribuya al progreso social y a la sostenibilidad. La Economía Circular (EC) surge como respuesta a los problemas ambientales y económicos generados por el modelo económico tradicional, establecido en extraer, producir, consumir y desechar. Es un modelo de producción y consumo enfocado a compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes, todas las veces posible para crear un valor añadido, permite que el ciclo de vida de los productos se extienda, con múltiples oportunidades en el sector ganadero. Reduce los residuos y mantiene los materiales dentro de la economía el mayor tiempo posible, creando un valor adicional y proporcionando beneficios a la sociedad (Lorenzo Kómová *et al.* 2023).

Para Acosta *et al.* (2022) la transición a la EC puede ser una fuente importante de materias primas fundamentales y necesarias en la producción de tecnologías que alcancen los objetivos de la protección ambiental, que darían respuestas a la serie de problemas que afectan a la humanidad, entre ellos, el deterioro climático, el que impacta negativamente a nivel mundial, evidenciando sus efectos: en sequías, inundaciones, oleadas de frío y de calor cada vez más severas y frecuentes. La transición hacia productos más fiables reduciría la alteración del paisaje, del hábitat, limitaría la pérdida de la biodiversidad y disminuiría los riesgos asociados a los suministros de nuevos productos, la volatilidad de los precios de las mercancías y la dependencia de productos importados.

En Cuba la aplicación de la EC en la producción ganadera no es sólo disminuir los residuos procedentes del proceso productivo y el uso de combustibles fósiles. Si no también maximizar el modelo e implementarlo en toda la nación, encadenar y transformar los procesos, obtener nuevos productos, lograr innovaciones productivas, aprovechar los recursos y el consumo sostenible. Es contribuir a mejorar las condiciones económicas y financieras complejas actuales que atraviesa el país y aprovechar los beneficios que reporta la aplicación de esta teoría, por lo que, desde principios de 2021, la dirección general del Medio Ambiente en Cuba comenzó a trabajar en programas de Recursos Naturales y Medio Ambiente orientado al consumo, producción sostenible y economía circular en diversas ramas de la economía (Lorenzo Kómová *et al.* 2023).

El objetivo de este trabajo es profundizar en los principios de la Economía Circular en la producción ganadera y cómo se aplica en Cuba, así como identificar los beneficios que proporciona al medio ambiente y al desarrollo económico sostenible. Para darle cumplimiento al objetivo se realizó una revisión bibliográfica de la literatura científica internacional más actual, utilizando técnicas de estudio narrativo y documental. Se compilaron 56 artículos científicos en idioma castellano de revistas indexadas en Scopus, Cielo, Latindex, entre otras bases de datos, de los cuales se seleccionaron para su estudio 34 investigaciones; con los cuales se realizó un análisis del comportamiento de la aplicación de los principios de la EC en la producción ganadera de Cuba, sus desafíos, barreras y potencialidad.

Desarrollo

Economía Circular: definición y principios

La EC es un modelo económico superior con alcance abarcador y protector del planeta. Al respecto, los autores Prieto-Sandoval *et al.* (2017) plantean que este modelo tiene el objetivo de generar prosperidad económica, proteger el medio ambiente, prevenir la contaminación y facilitar el desarrollo sostenible. Se describe como el flujo cíclico, que implica extraer, transformar, distribuir, usar y recuperar los materiales y la energía de productos y servicios. Para los autores Kirchherr *et al.* (2017) el modelo EC es restaurativo o regenerativo por intención y diseño, reemplazando el concepto de fin de vida útil del producto por la restauración. La EC está dirigida al uso de energía renovable; a la reutilización, pues no usa químicos tóxicos que impidan su reaprovechamiento; elimina los desechos a través del diseño superior de materiales, productos y sistemas, implementando el concepto de las 5R (reducir, reutilizar, reciclar, reparar y recuperar). Por otra parte, Stahel (2019) ve la EC como la contrapartida del modelo lineal, respondiendo a los desafíos del crecimiento económico y productivo actual, promoviendo un flujo cíclico en la extracción, transformación, distribución, uso y recuperación de los materiales, la energía de productos y servicios disponibles en el mercado.

Economía Circular: diferencias con la Economía Lineal

Las diferencias entre la Economía Lineal y la Economía Circular son descritas por Falappa *et al.* (2019) los que consideran que la Economía Lineal se desarrolla sin considerar como parte del modelo el daño que se causa al medio ambiente, con el proceso basado en la extracción de materias primas, el procesamiento y la transformación en productos, su utilización y finalmente, su desecho como residuos. En este modelo no existe previsión de reutilización de los productos, incurriendo en una pérdida de recursos que podrían ser reaprovechados, reciclados y devueltos al proceso productivo. En cambio, la EC, es una alternativa enfocada en disminuir los residuos. Su objetivo es reducir la entrada de materiales y los desechos. Sus principios básicos son: reducir, reutilizar y reciclar en un círculo continuo. Para Prieto-Sandoval *et al.* (2017) este modelo intenta alargar la vida útil de los productos tanto como sea posible, con el objetivo de reducir al mínimo los desechos. Su implementación se acompaña de beneficios, entre ellos, la reutilización de recursos y disminución de residuos, la rentabilidad al

aprovechar más los materiales, y la generación de empleo, acompañada del desarrollo de nuevas habilidades por parte de los trabajadores. Las diferencias entre estos dos modelos está principalmente en el tratamiento que les dan a los residuos y en el impacto ambiental de las formas de producir. El modelo de la Economía Lineal implica la extracción y uso de materias primas que contribuyen al aumento no solo del consumo energético, sino también de las emisiones de gases contaminantes del medioambiente. En este sentido la EC promueve un uso más inteligente de las materias primas, reutilizando y reciclando, reduciendo así las emisiones contaminantes a partir del diseño de productos más amigables con el medio ambiente.

Importancia de la Economía Circular en la sostenibilidad

La EC es un modelo de producción sustentado en principios ecológicos que apunta a restablecer o regenerar los procesos productivos, la cual según Martínez (2023) reemplaza la filosofía de reciclaje, reducción y reutilización por un concepto de transformación duradera de la producción, disminuyendo los impactos causados por el modelo de producción lineal sobre el medioambiente y dándole un papel principal a los residuos y los desechos. El modelo económico lineal usualmente desvaloriza el medio ambiente, haciéndolo insostenible, por lo que resulta necesario cambiar el desarrollo socio económico de consumo por uno que mitigue la destrucción del entorno. Falappa *et al.* (2019) consideran que diseñar proyectos y sistemas que logren mantener la utilidad de los productos, componentes y materias primas, como propone la EC, disminuye los residuos y permite que los componentes de un producto o proceso sean adaptados a un nuevo ciclo una vez finalizada su utilidad inicial, lo que garantiza a largo plazo la resiliencia del planeta.

Los autores Marcet y Vergés (2018) consideran que el modelo circular de recoger y gestionar los residuos, logra altas tasas de reciclaje y que los materiales valiosos vuelvan a la economía. Se pretende influir en la pirámide de jerarquía sostenible mediante la comunicación y concientización ciudadana para conseguir mayores tasas de participación, y así, incrementar las acciones de prevención y valorización, frente al predominio existente de eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. En este sentido, Espinoza (2023) plantea que el fin de la EC no es solo el reciclaje, sino que su enfoque considera, además, los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto, los integra a un ciclo biológico o técnico ya desde su misma concepción. Propone cambiar la forma en que se diseñan y fabrican los productos, tomando como referencia la naturaleza, donde todo es un insumo para todo; recurriéndose solo en última opción al reciclaje. Busca, además, migrar a fuentes renovables de energía. Este modelo avanza, se perfecciona, gana mayor importancia en diversas latitudes, herramienta que ayuda a los países en el cumplimiento de la Agenda 2030 (Sanahuja y Tezanos 2017). Tal es el caso de la Unión Europea que en el 2018 promovió medidas para lograr los Objetivos del Milenio (ONU 2000) mediante la eficiencia en el uso de los recursos, a partir de prevenir la generación de residuos, reutilizar, reparar y reciclar. Entre las medidas implementadas están: fomentar entre sus estados miembros el desarrollo, la producción, la comercialización y la utilización de

productos y componentes aptos para usos múltiples, que contengan materiales reciclados, que sean técnicamente duraderos y fácilmente reparables y que, tras haberse convertido en residuos, sean aptos para la reutilización y el reciclado (De la Varga 2020).

Economía Circular en la producción ganadera

La elevada preocupación social existente por el impacto medioambiental que ejerce la producción agrícola y ganadera ha generado en la última década numerosas herramientas con el fin de evaluar el desempeño de la sostenibilidad de los sistemas, que se han desarrollado basado en indicadores que representan las tres dimensiones de la sostenibilidad: económica, social y medioambiental. La sostenibilidad de la producción ganadera se ampara en la interrelación entre las dimensiones medioambiental, donde se desarrolla la actividad y la económica (Angón *et al.* 2016) De ahí que la producción ganadera en función de los objetivos de desarrollo sostenible mejora la productividad, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuye a la seguridad alimentaria y a la mitigación de la pobreza, a la vez que se reduce la huella ambiental.

Según Lorenzo Kómová *et al.* (2023) la producción ganadera suscita una gran variedad de residuos, los que se clasifican en tres grandes subgrupos: estiércoles y purines, residuos zoonosanitarios y subproductos de origen animal no destinados al consumo humano. Las estrategias y formas de tratamiento para los residuos ganaderos son múltiples y pueden ser combinadas por el productor. El tratamiento que más predomina es el compostaje, consistente en amontonar y regarlos, utilizándolos luego, en las granjas como reemplazo de fertilizantes. El porcentaje de productores que realiza el reúso de los residuos ganaderos es bajo, generalmente los quema, entierra o los lleva al basurero, generando contaminación, problemas de salubridad, proliferación de vectores, aves de rapiña, entre otros (Ejarque *et al.* 2019). Estas prácticas son comunes por el desconocimiento de la colecta de residuos, por la falta de recursos económicos, de infraestructura de corrales y mano de obra, los que constituyen barreras para el aprovechamiento de los remanentes ganaderos. Sin embargo, al brindar información a los productores, es alto el interés de éstos para obtener compostaje, o generación de biogás, los que permiten el reúso y reducen efectos negativos de los residuos (López *et al.* 2020). Para el aprovechamiento de los residuos ganaderos, Cervantes (2021) recomienda cerrar el círculo y valorizarlos de forma que se obtengan más productos innovadores con mayor valor añadido, se elijan mejores opciones para el medioambiente, con mayor beneficio social y crecimiento económico de la granja. Muchos persiguen transformar los residuos generados en la agricultura y la ganadería en energías o subproductos, para reducir las emisiones de gases con efecto invernadero y contribuir al desarrollo de un modelo sostenible bajo en carbono, apoyado por el desarrollo y transferencia de tecnologías adecuadas en la gestión de residuos para el logro de sostenibilidad productiva.

Beneficios de la Economía Circular en la ganadería

Para Cervantes (2021) la ganadería es un sector importante para el desarrollo de las prácticas circulares, pues con estas se

logran la disminución del impacto ambiental, se aprovechan y reutilizan los residuos de cosecha y el estiércol, así como se obtienen insumos para otros procesos, como la producción de biogás, biofertilizantes o para la alimentación animal. La aplicación de la EC en la agricultura y la ganadería generan beneficios al medio ambiente, la economía y a la sociedad. Reduce los residuos mediante el aprovechamiento y la reutilización de subproductos, disminuyendo los desechos contaminantes. Genera menor impacto ambiental mediante prácticas sostenibles y eficientes en los recursos como el agua y los fertilizantes, reduce la huella ambiental de la agricultura y la ganadería. Genera nuevas oportunidades de negocio, como comercialización de derivados de residuos agrícolas o el desarrollo de tecnologías innovadoras (Martínez 2023). El estiércol del ganado puede ser utilizado para la producción de biogás, que se usa igual que el gas natural, para la cocción o producción de electricidad, y evita emisiones de metano a la atmósfera. Con el bio-lodo se obtiene un fertilizante de mayor calidad que el estiércol o el compost, con más nutrientes y menos patógenos, debido al efecto térmico de la digestión anaeróbica (FAO 2014).

Con respecto a la seguridad alimentaria, la EC optimiza la producción y minimiza las pérdidas, aumenta la disponibilidad de alimentos, contribuye a la seguridad alimentaria a nivel local y global. Además, conserva el ecosistema, debido a que la agricultura y ganadería circular promueven prácticas que protegen la biodiversidad y la salud de los ecosistemas, garantiza su resiliencia y sostenibilidad a largo plazo. Apuesta por la transformación en la forma que se produce para disminuir el impacto medioambiental, por la nueva concepción de reutilización y revalorización, que permite reincorporar los desechos a nuevos procesos productivos como fuente de materia prima. Promueve la producción de bienes y servicios sostenibles, con el máximo aprovechamiento de recursos y el fomento de la prevención, la reutilización, la reparación y reciclado en un círculo continuo, similar al funcionamiento de la naturaleza (Castellano *et al.* 2022). Para Lorenzo Kómová *et al.* (2023), con esta práctica, la ganadería favorece la lucha contra el cambio climático, reduce la huella ecológica y mejora el agua y el suelo, debido a menores emisiones de gases de efecto invernadero por menos uso de materiales y de materias primas. Cerisuela (2022) coincide con este criterio al plantear que la reutilización de alimentos secundarios de la industria agroalimentaria y energética no aptos para consumo humano, en la alimentación animal, reduce el impacto ambiental de los piensos, aumenta la sostenibilidad y la soberanía de la ganadería. Para Angón *et al.* (2016) la sostenibilidad de la producción ganadera dentro del contexto del cambio climático se ampara en la interrelación existente entre el medio ambiente, la economía y la sociedad. Plantea que, a nivel de finca, la cadena productiva es importante, siendo fundamental el manejo integral de estiércol y otros residuos para incrementar el reciclaje de nutrientes, mejorar la eficiencia de estos procesos y reducir los impactos de la contaminación, especialmente en los sistemas más intensivos.

Giusti y Recuero (2018) plantean que las instituciones deben actuar por mejorar la gestión de residuos desde la sostenibilidad y para la sostenibilidad. Deben dejar de considerar los residuos como contaminantes potenciales del

ambiente y empezar a considerarlos como insumos de la producción agrícola, lo que representaría un importante avance. En este sentido Angón *et al.* (2016) consideran que la gestión de los residuos pecuarios es un gran desafío para el desarrollo continuo y sostenible del sector. Lograr su total aprovechamiento puede contribuir a la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios, ya que de estos se obtienen productos agronómicos, que aportan materia orgánica, y que disminuyen la utilización de fertilizantes químicos. Para la gestión de residuos pecuarios son necesarias prácticas de reutilización de residuos y el apoyo técnico por los organismos públicos o privados. A pesar de que las tecnologías y el conocimiento del manejo integrado del estiércol están cada vez más en proceso de desarrollo, es importante fortalecer la investigación en esta área del conocimiento, para progresar en el desarrollo de políticas que faciliten la implementación de tecnologías, enfatizando en las buenas prácticas pecuarias. La gestión de residuos sostenibles se logra a través del mejoramiento del manejo de recursos y la participación activa de los actores involucrados, ya que, la manera en que se atienden y gestionan los residuos origina problemáticas ambientales, de salud, de capacidad técnica y financiera (Escobar 2017).

Para Solorio-Sánchez (2022) la ganadería regenerativa es una buena práctica, ya que promueve sistemas de pastoreo rotativo que permiten la regeneración del suelo y la captura de carbono, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. Otra buena práctica es la alimentación circular para animales, esta fomenta una dieta balanceada y eficiente para el ganado, con la incorporación de subproductos agrícolas y alimentos desechados que no son aptos para consumo humano (Cerisuela 2022). Según Lorenzo Kómová *et al.* (2023) la EC en las industrias cárnicas y de productos lácteos permite la reducción de los desechos a lo largo de toda la cadena de suministro, minimiza la pérdida de recursos y la generación de residuos. En la producción avícola, la recuperación de los cadáveres de animales que mueren en las granjas, los desechos de mataderos y la gallinaza son medidas de saneamiento ambiental, el aprovechamiento, mediante la transformación por diferentes tratamientos, no es solo una alternativa que les aporta valor agregado, sino que también el mitiga el impacto ambiental negativo que ocasiona por deficiente disposición.

Economía Circular en Cuba

En Cuba, desde 2012, se adoptó una política dirigida a priorizar el reciclaje, y se formuló la política de desarrollo industrial que incorpora con fuerza el tema con la intención de aplicar con intensidad la concepción de la economía circular en múltiples áreas de la economía. La promoción de este modelo económico actualmente se impulsa en el país por expertos del Ministerio de Economía y Planificación (MEP), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (CITMA 2016), el Grupo Empresarial de Reciclaje, el Ministerio de Industrias (MINDUS) y expertos de la academia que trabajan en Macroprogramas que tributan al Plan de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030. Entre esos Macroprogramas se encuentra el llamado “Transformación productiva e inserción internacional”, en el marco del Programa “Reconversión Productiva y Competitividad”, que desarrolla el proyecto “Desarrollo de la economía circular”, con el propósito de implantar una economía basada en el principio de “cerrar el

ciclo de vida” de los productos, produciendo bienes y servicios a la vez que se reduce el consumo y desperdicio de materias primas, agua y energía (Imbernó y Souto 2023a). Para Imbernó *et al.* (2024) el paradigma circular se presenta como una alternativa acertada para Cuba, como forma de afrontar no solo desafíos del tipo económico, sino también como la posibilidad de alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Ministerio de Economía y Planificación 2020) y de mitigar, tanto como sea posible, los problemas de baja productividad y eficiencia que caracteriza al sistema productivo cubano.

Aunque no existe aún un programa propiamente declarado de Economía Circular en el país, Imbernó y Souto (2023b) consideran que hay un compromiso por parte de las principales instituciones gubernamentales cubanas con la promoción de un desarrollo próspero y sostenible. Resulta muestra de esto los principales documentos rectores de las políticas públicas del país, en particular los adoptados desde 2016, entre los que se destacan el Plan del Estado para el enfrentamiento al cambio climático (Tarea Vida), Nuevo ciclo de la Estrategia Ambiental Nacional 2021-2025, Base del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030, entre otros. En el año 2022, el Instituto de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) en conjunto con el Ministerio de Economía y Planificación, publicaron el documento “Estrategia para la transición a la Economía Circular” (CITMA 2022). El mismo tiene como misión impulsar en el modelo de desarrollo económico y social cubano el máximo aprovechamiento de los recursos a través de una mayor eficiencia en los sistemas productivos y de servicios, que implica que los materiales y productos permanezcan activos el mayor tiempo posible, la reducción de los residuos generados, la capacidad de recuperación de los ecosistemas, la calidad de vida de la población cubana y los principios del desarrollo sostenible. Esta, además, define un plan de acción o camino a seguir para la transición al paradigma circular presentado en tres etapas, y cada una está acompañada de acciones a seguir para su consecución.

A pesar de que en Cuba se han llevado a cabo diversas acciones para la circularización de la economía, aún se requieren cambios en la forma de hacer a lo interno de cada organización, se necesita de acciones de apoyo, de políticas de fomento, de repensar la forma en que se propician los encadenamientos productivos entre empresas de este o de distinto sector de la economía. Existe la necesidad de promover la cultura innovadora, de generar incentivos fiscales ligado a la promoción de políticas de fomento para financiar la ciencia e investigación, el desarrollo tecnológico y la implementación de proyectos innovadores en el ámbito de la economía circular; de darle mayor visibilidad al paradigma circular y, por consiguiente, a sus beneficios. Todo debe tener integración a la innovación como catalizador para el desarrollo de la circularidad en Cuba (Imbernó *et al.* 2024).

Aprovechamiento de subproductos ganaderos en Cuba

La ganadería es una actividad esencial para la producción de alimentos y un pilar fundamental para el desarrollo económico de los países. En Cuba, con la reciente aprobación de la Ley de Fomento y Desarrollo de la Ganadería (Gaceta Oficial de Cuba 2023), cobra especial relevancia. Esta Ley sienta las bases para

un desarrollo sostenible, resiliente y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, en línea con la Agenda de Desarrollo Sostenible hasta el 2030 (Ministerio de Economía y Planificación 2020). Por lo que la aplicación de la economía circular en la producción ganadera es esencial para lograr el desarrollo deseado en esta esfera económica. En el país los proyectos dirigidos a la producción ganadera que promueven la economía circular se han basado, fundamentalmente, en la utilización de las deyecciones ganaderas como fuente de energía renovable, el uso de residuales como fertilizantes orgánicos, preparados nutritivos para la alimentación animal, entre otros. Un ejemplo de estos es la comunidad turística rural de desarrollo sostenible Las Terrazas, ubicada dentro de la Sierra del Rosario, en la Provincia de Artemisa, la misma produce biogás a partir de los residuos ganaderos disponibles. El estiércol del ganado porcino se aprovecha con fines energéticos colocándose en un reactor anaerobio convencional, modelo hindú de tipo campana móvil y sistema semicontinuo, que produce 3 m³ de biogás al día (Matheu-Muñiz *et al.* 2023).

En diferentes provincias cubanas los proyectos de biogás, desde la pasada década, se implementan en producciones integradas de alimentos y bioenergía, apoyadas por proyectos internacionales financiados por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y su Programa de Pequeñas Donaciones, y la Unión Europea. Entre estos proyectos destacan BIOMAS-CUBA, BIOENERGÍA y BASAL (Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local). También existen numerosas acciones para la generación de energía rural a partir de fuentes renovables, principalmente biomasa, como alternativas para la protección ambiental y la mitigación y adaptación al cambio climático (Imbernó y Souto 2023b).

El proyecto BIOMAS-CUBA, liderado por la Estación Experimental Indio Hatuey, en siete provincias, ha apoyado la construcción de 176 biodigestores, la instalación de tres plantas de producción de biodiesel a partir del fruto de *Jatropha curcas*, plantadas en 370 ha, principalmente en las provincias orientales, y a tres gasificadores para producir electricidad y calor, que utilizan residuos agroforestales, de aserraderos de madera y cáscara de arroz desde 2015. En seis municipios se han formulado e implementado estrategias locales para la producción integrada de alimentos y bioenergía (González Tellez y Rodríguez Pérez 2023). El programa de Pequeñas Donaciones ha instalado 612 biodigestores tubulares de geomembrana en cuatro cooperativas de producción agropecuaria y 43 cooperativas de crédito y servicio, en 23 municipios de nueve provincias. Los mismos han tratado los residuales de 60 000 cerdos, con lo cual se disminuyeron 9 000 t CO₂ anuales de emisiones de gases de efecto invernadero y de carga contaminante (DBO₅), con un ahorro anual de 300 toneladas equivalentes de petróleo, la mejora de la calidad de vida y una reducción de 25 % en la tarifa eléctrica de las viviendas beneficiadas (50 kWh mensuales/casa) (Maqueira *et al.* 2020).

El proyecto Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local (BASAL) está enfocado a la sostenibilidad alimentaria local sobre bases ambientales, con intervenciones en tres municipios de tres provincias del país, utilizando

biodigestores para el tratamiento de excretas animales y la gasificación de la cáscara de arroz para la generación de electricidad y calor (Márquez 2020). El proyecto BIOENERGÍA es más reciente, insertado en el área de cambio climático del Fondo Mundial de Medio Ambiente, implementado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y liderado por la Cuba Energía. Dicho proyecto apoya al Gobierno en el marco legal, regulatorio y normativo para el desarrollo de la bioenergía; información, desarrollo, fabricación de equipos y componentes para los sistemas de producción de biodiesel y biogás en la industria nacional. También contribuye con la instalación de plantas de biodiesel y biodigestores de laguna cubierta en dos municipios cubanos, y en el fortalecimiento institucional y del capital humano. Se destaca la elaboración del primer Atlas Nacional de Bioenergía, y la capacitación de especialistas y productores, la selección de indicadores estadísticos y el desarrollo tecnológico de equipos y componentes (Suárez-Hernández et al. 2022).

Desafíos y barreras para la implementación de la EC

A pesar de los numerosos beneficios de la economía circular en la agricultura y la ganadería, para su adopción es necesario enfrentar ciertos desafíos y barreras, como es el cambio cultural y educacional. Es necesario promover una mentalidad más abierta hacia la economía circular y capacitar a los agricultores y ganaderos en nuevas prácticas y tecnologías. Para Galindo-Barboza et al. (2020) el reto más importante y promisorio de este modelo económico es la articulación con las cadenas productivas y comerciales locales y nacionales.

Dupuis (2016) identificó en España, que las dificultades en la gestión de los residuos agrarios radican en la falta de información, costos elevados, insuficiencia de volumen que justifique la entrega y las prolongadas distancias a lugares de tratamiento. Con los residuos pecuarios suceden cuestiones similares, las barreras para implementarlos, según los productores, radican en el desconocimiento, la falta de asesoramiento técnico y la ausencia de materiales o mano de obra para desarrollarlos. La implementación de tecnologías de economía circular puede requerir inversiones al inicio, lo que se convierte en una barrera para pequeños productores. Igualmente, la falta de marcos regulatorios favorables y políticas que incentiven la adopción de prácticas circulares puede ser un obstáculo. En algunos casos, la integración de prácticas circulares en cadenas de suministro existentes puede ser engorrosa debido a su complejidad y dependencia de múltiples actores (Marcet y Vergés 2018).

En Cuba, la actual dinámica económica y situación financiera obliga a la búsqueda de alternativas que ayuden a mitigar estos frenos. La Economía Circular puede ser una alternativa viable para ello, sin embargo, la no existencia de un marco legal para el tránsito a modelos circulares es un notable obstáculo que encuentra este modelo económico en el país. Las normativas existentes son insuficientes y distan mucho de ser normativas que promuevan dicho proceso por la falta de incentivos, políticas de fomento y la coherencia entre ambas. Para Imberné y Souto (2023a) otros problemas y barreras que entorpecen el paradigma circular son la carencia de cultura innovadora, el desconocimiento de sus dimensiones y ventajas, la ínfima cultura ambiental y la desconexión entre el sector

estatal y privado. Así, como también la falta de líneas estratégicas dirigidas a la promoción de encadenamientos productivos, la creación de un sistema de incentivos fiscales y el desarrollo de políticas de fomento. Escobar (2017) y Allen et al. (2021) proponen que para superar las barreras, que requiere de la participación y responsabilidad de múltiples actores (incluyendo los consumidores), a través del diálogo, combinación de los saberes, prácticas y experiencias. Además, adoptar perspectivas territoriales, según particularidades de los lugares y de los actores, involucrar a los decisores políticos locales para concientizar sobre la problemática y promover acciones que derriben las barreras. Según el análisis realizado por Porcelli y Martínez (2018) para avanzar hacia la economía circular, es necesario contar con un marco normativo, que regule la responsabilidad extendida del productor, que fomente la economía colaborativa, que reglamente la gestión de los residuos, que obligue a fabricantes y productores a incorporar siempre una parte de material reciclado en cada producto, que puedan rescatarse, botellas y frascos. Se necesitan políticas públicas que proporcionen créditos para desarrollar este modelo, y que penalicen la linealidad en los procesos productivos. La comunidad científica, la sociedad civil, las empresas y los Estados desarrollen un nuevo sistema económico ecológicamente racional, eficiente e inclusivo, que actúe sobre las causas fundamentales de los desequilibrios. Esta línea de trabajo hacia la EC, la inició La Unión Europea desde el año 2015. China ya hace años que lo implementa por el crecimiento económicos sostenible, los beneficios sociales y ambientales que proporciona. En Latinoamérica, en Argentina y Uruguay se vislumbran avances hacia la circularidad.

Conclusiones

La economía circular tiene un alcance abarcador con enfoque innovador, optimizador y protector del planeta, su aplicación minimiza los residuos, la extracción de materias primas, sustituye importaciones, hace rentable las distintas formas de producción ganaderas y propicia el uso de fuentes renovables de energía. Su aplicación en esta rama de producción genera productos agronómicos que contribuyen a la sustentabilidad agropecuaria, aportan materia orgánica que reduce la producción y utilización de fertilizantes inorgánicos. En Cuba, la aplicación de este modelo económico en la ganadería es aún incipiente y aunque existen proyectos que potencian su utilización y desarrollo, el país aún carece de líneas estratégicas para la promoción de encadenamientos productivos, incentivos fiscales, y políticas que potencien el aumento de la eficiencia económica, la diversificación de mercado y las inversiones. Por lo que, el desarrollo de estrategias, leyes e incentivos para desarrollar este modelo económico en el país se presenta como principal reto para su desarrollo exitoso.

Contribuciones de los autores

Figueredo Basulto L: proporcionó la idea original y protagonista del artículo. *Rodríguez Castro D:* responsable de la integridad y coherencia del artículo completo. *Osorio García I y Torres López N:* obtención y procesamiento de la bibliografía.

Bibliografía

- Acosta CO, Leines MJC, Alfaro MMA (2022) Cambio climático: un futuro inexorable. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. <https://repository.uaeh.edu.mx/books/122/cc.pdf>
- Allen SD, Zhu Q, Sarkis J (2021) Expanding conceptual boundaries of the sustainable supply chain management and circular economy nexus. *Cleaner Logistics and Supply Chain* **2**, 100011.
- Angón E, Barba C, García A, Perea J (2016) Evaluación de la sostenibilidad en sistemas ganaderos. *Ambienta* **116**, 82-89.
- Castellano J, Sanz V, Canas E, Sánchez E (2022) Industry-scalable wall tile composition based on circular economy. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* **61**, 374-382.
- Cerisuela A (2022) *Todo sobre la economía circular en alimentación animal e impacto ambiental*. Recuperado de <https://nutrinews.com/nutribility/economia-circular-en-alimentacion-animal-e-impacto-ambiental/> [Octubre, 2024].
- Cervantes G (2021) Transitando a la economía circular en el sector agropecuario: granjas experimentales en Guanajuato, México. *Revista Kawsaypacha: sociedad y medio ambiente* **7**, 45-66.
- [CITMA] Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Cuba (2016) *Estrategia Ambiental Nacional 2016/2020*. La Habana. Cuba. (Ed. CITMA: Cuba).
- [CITMA] Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Cuba (2022) *Estrategia para la transición hacia una Economía Circular*. (Ed. CITMA: Cuba).
- De la Varga PA (2020) VI. La incorporación de la economía circular en la legislación estatal de residuos a raíz de la Directiva (UE) 2018/851. *Actualidad Jurídica Ambiental* **102**.
- Dupuis I (2016) Dimensiones territoriales y propuesta metodológica para las problemáticas de los residuos agrarios. XXI Coloquio de Historia Canario-Americana.
- Ejarque M, Barrionuevo ME, Zanovello L, Bartucci SL (2019) Prácticas y usos de los residuos pecuarios de productores familiares en un valle de la Patagonia argentina. *Ambiente y Desarrollo* **23**, 44.
- Escobar CEW (2017) La gobernanza ambiental y la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Comas. Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Espinoza A (2023) Economía circular: una aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible. *Revista de Economía Institucional* **25**, 109-134.
- Falappa MB, Lamy M, Vázquez M (2019) De una Economía Lineal a una Circular, en el siglo XXI. Análisis realizado en la sociedad mendocina. Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Económicas, Argentina.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014) Bioenergía y seguridad alimentaria evaluación rápida (BEFS RA). Manual de usuario.
- Gaceta Oficial de Cuba (2023) Ley 161/2022. Ley de Fomento y Desarrollo de la Ganadería (GOC-2023-542-O58). Gaceta Oficial 058, La Habana, Cuba.
- Galindo-Barboza AJ, Domínguez-Araujo G, Arteaga-Garibay RI, Salazar-Gutiérrez G (2020) Mitigación y adaptación al cambio climático mediante la implementación de modelos integrados para el manejo y aprovechamiento de los residuos pecuarios. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* **11**, 107-125.
- Giusti MC, Recuero AR (2018) Residuos en sistemas intensivos y concentrados de producción animal bovina. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- González Telles G, Rodríguez Pérez Y (2023) Producción integrada de alimentos y energía a escala local. Impacto de Biomasa-Cuba en Martí. Monografías 2023, Universidad de Matanzas, Cuba.
- Imbernó Díaz AL, Souto Anido L (2023a) Innovación y economía circular, un binomio perfecto. *Economía y Desarrollo* **167**, 2.
- Imbernó Díaz AL, Souto Anido L (2023b) Una mirada al binomio de innovación y economía circular en Cuba. *GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología* **11**, 22-43.
- Imbernó Díaz AL, Souto Anido L, Gómez Rosales JA (2024) La Economía Circular desde la perspectiva de la empresa estatal cubana: ¿oportunidad o necesidad en las condiciones actuales? *Revista científica. (Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas)* **32**, 1.
- Kirchherr J, Reike D, Hekkert M (2017) Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation and recycling* **127**, 221-232.
- López A, Savran V, Suárez J (2020) *La llama azul del biogás: Cabaiguan, una experiencia exitosa. Colección de Estudios de Casos "Experiencias en el enfrentamiento del Cambio Climático"*. La Habana, Cuba.
- Lorenzo Kómová E, Palacios Hidalgo A, Souza Viamontes CM (2023) La economía circular en la gestión de residuos ganaderos. *Economía y Desarrollo* **167**, 2.
- Maquieira YM, Barrio AMC, Valdés EMF (2020) Agrobiodiversidad y su integración comunitaria en la estrategia de soberanía alimentaria Viñales. Cuba. *Ecovida: Revista Científica sobre Diversidad Biológica y su Gestión Integrada* **10**, 195-212.
- Marcet M, Vergés F (2018) Qué es la economía circular y por qué es importante para el territorio Xavier Marcet. *Asociación Pacto Industrial de la Región Metropolitana de Barcelona* **4**.
- Márquez AF (2020) Gestión del conocimiento para la adaptación al cambio climático. Experiencias desde el proyecto BASAL. *Cuba. Medio Ambiente y Desarrollo* **20**, 38.
- Martínez JP (2023) Economía Circular: un modelo sostenible para el desarrollo del sector agropecuario. *Cooperativismo y Desarrollo: COODES* **11**, 5.
- Matheu-Muñiz EM, Vaillant-Rebollar JE, Cisneros-Ramírez CA, Jannsen A, Pereda-Reyes I, Oliva-Merencio D (2023) Evaluación de los recursos biomásicos como fuente de energía en una comunidad rural. *Ingeniería Mecánica* **26**, 49-59.
- [ONU] Organización de las Naciones Unidas (2000) A/RES/55/2. Resolución aprobada por la Asamblea General. Declaración del Milenio.
- Ministerio de Economía y Planificación (2020) Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social al 2030. En: Cuba. *Recuperado de* <https://www.mep.gob.cu/es/documento/agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible-plan-nacional-de-desarrollo-economico-y-social> [Diciembre, 2024]

- Porcelli AM, Martínez AN (2018) Análisis legislativo del paradigma de la economía circular. *Revista Direito GV* **14**, 1067-1105.
- Prieto-Sandoval V, Jaca-García C, Ormazabal-Goenaga M. (2017) Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones en Ingeniería* **15**, 85-95.
- Sanahuja JA, Tezanos VS (2017) Del milenio a la sostenibilidad: retos y perspectivas de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. *Política y Sociedad* **54**, 533-555.
- Solorio-Sánchez FJ (2022) Proyecto “La ganadería regenerativa como herramienta para la conservación de la biodiversidad (GANARE)”. *Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. Recuperado de* <https://fmcn.org/uploads/publication/file/pdf/GANARE/Informe%20Final%20FMCN%20Programa%20de%20Formacion%20julio%202022.pdf> [Diciembre, 2024]
- Stahel WR (2019) *The circular economy: A user's guide*. (Routledge: London).
- Suárez-Hernández J, Curbelo-Alonso A, Herrera-García JR, Guerra-Campaña R, Hernández-Albucias M, González-Zorrilla T, Piloto-Rodríguez R. (2022). La Bioenergía en Cuba: experiencias y perspectivas en la integración Ciencia-Empresa. *Agroenergía y Economía circular/Convención AGROPAT 2022*.