



1

Artículo original

Procedimiento para la gestión de residuos ganaderos bajo

los principios de la economía circular

Procedure for the management of livestock waste

under the principles of the circular economy

Elena Lorenzo Kómová^{1*}, <https://orcid.org/0000-0002-9073-8601>
Ángela Laura Palacios Hidalgo², <https://orcid.org/0000-0001-7250-3625>
Carlos Manuel Souza Viamontes³, <https://orcid.org/0000-0001-5663-190x>

¹Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Camagüey, Cuba.

²Centro de Estudios de Técnicas de Dirección, Universidad de La Habana, Cuba.

³Centro de Estudios de Dirección Empresarial y Territorial, Universidad de Camagüey, Cuba.

*Autor de correspondencia: elena.lorenzo@reduc.edu.cu

RESUMEN

Objetivo: Diseñar un procedimiento para la gestión de residuos ganaderos bajo los principios de la economía circular en función de la sostenibilidad de la producción

Materiales y métodos: Se utilizó la revisión bibliográfica para analizar la literatura publicada sobre el tema de estudio. Con los métodos de inducción-deducción y análisis-síntesis se interpretó la información recogida y se elaboró el procedimiento propuesto con sus etapas y pasos. Se recurrió al método ladov para la validación metodológica del procedimiento. Para el procesamiento de las respuestas se empleó el Statistical Package for Social Sciences, en español Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales, versión 23, y se realizó el análisis estadístico descriptivo.

Resultados: A través de las etapas y pasos se incorporaron los aspectos esenciales para el logro de la gestión sostenible de residuos ganaderos. Con el método de ladov se calculó el índice de satisfacción que dio como resultado 0.77, lo que indicó que se aprobó la propuesta del procedimiento y se reconoció la utilidad del mismo. Se pretende que el procedimiento sirva como premisa para la prevención, minimización de los residuos y para la sostenibilidad de la producción ganadera.

Conclusiones: La economía circular ofrece potencialidades para el perfeccionamiento de la gestión de residuos al considerarlos como materias primas secundarias. El procedimiento se propone como un instrumento que facilite y oriente el tránsito hacia la economía circular; además, permite el mejor aprovechamiento de las potencialidades económicas de los residuos, creación de empleo, disminución del impacto negativo al medio ambiente y adecuación de las tecnologías de tratamiento existentes a las condiciones de la empresa.

Palabras clave: economía circular, gestión de residuos, método de ladov, sostenibilidad.

ABSTRACT

Objective: Design a procedure for the management of livestock waste under the principles of the circular economy based on the sustainability of production.

Materials and methods: The bibliographic review was used to analyze the literature published on the topic of study. Using the induction-deduction and analysis-synthesis methods, the information collected was interpreted and the proposed procedure was developed with its stages and steps. The ladov method was used for the methodological validation of the procedure. To process the responses, the Statistical Package for Social Sciences, in Spanish, the Statistical Package for Social Sciences, version 23, was used and descriptive statistical analysis was carried out.

Results: Through the stages and steps, the essential aspects were incorporated to achieve sustainable management of livestock waste. With the ladov method, the satisfaction index was calculated, which resulted in 0.77, which indicated that the procedure proposal was approved and its usefulness was recognized. The procedure is intended to serve as a premise for the prevention, minimization of waste and for the sustainability of livestock production.

Conclusions: The circular economy offers potential for improving waste management by considering them as secondary raw materials. The procedure is proposed as an instrument that facilitates and guides the transition towards the circular economy; furthermore, it allows the best use of the economic potential of waste, job creation, reduction of the negative impact on the environment and adaptation of existing treatment technologies to the conditions of the company.

Keywords: circular economy, waste management, ladov method, sustainability.

Cómo citar: Lorenzo, E., Palacios, A.L. & Souza, C. M. (2024). Procedimiento para la gestión de residuos ganaderos bajo los principios de la economía circular. *Retos de la Dirección*, 18(2), e24201. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/retos/article/view/e24201>



Introducción

La necesidad de producir más para cubrir la demanda mundial provoca el incremento del volumen de los residuos a gestionar y esto constituye una gran parte de los problemas ambientales, pues a todo proceso productivo le es inherente la generación de residuos; su generación es constante, pero su eliminación no lo es (Urbina *et al.*, 2019).

La inacción en la gestión mundial de residuos tiene un alto costo para la salud humana, la economía y el medio ambiente y se prevé supere los 600 000 millones de dólares anuales en 2050 (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2024).

Se detectan factores negativos como la indisciplina, la falta de educación y de cultura ambiental por parte de directivos, técnicos, operarios y población en general (Urbina *et al.*, 2019). Incide, además, el insuficiente nivel de explotación de las potencialidades de aprovechamiento económico de residuales en la mayoría de las entidades productivas, entre ellos, los residuos orgánicos que se generan en varios sectores y que son mal eliminados y/o no son explotados (Oliva & Pereda, 2022). Es por eso que este modelo de gestión debe ser planeado, organizado y controlado en función de las últimas técnicas de prevención, reciclaje y transformación.

Particularmente en el sector ganadero, la gestión de residuos es compleja, pues no existen datos fidedignos respecto a la producción real y a los destinos de los mismos (Rufete, 2015); lo que es un factor determinante, pues no se puede gestionar correctamente algo que no se puede medir. Estos residuos son los que se generan como resultado de la cría intensiva o extensiva de ganado en cualquiera de sus tipologías, principalmente deyecciones de animales.

La función fundamental de la ganadería es la generación de alimentos. Todas las actividades relacionadas con la producción y distribución de productos alimentarios componen el sector agroalimentario. En el caso de Cuba, el sector agroalimentario es uno de los más deprimidos, de acuerdo a sus bajas productividades y pocas inversiones, lo que tributa a que el mismo esté muy poco dinamizado en la economía, a pesar de ello no está ajeno de la posibilidad del tránsito hacia la economía circular (Piloto & Ruiz, 2022).





En opinión de los autores existen barreras para la incorporación de los principios de la economía circular en las empresas cubanas, entre ellas su desconocimiento. Este impide que se aprovechen sus potencialidades, una de ellas en la ganadería, pues permite la detección y el aprovechamiento de múltiples oportunidades.

Dicha economía también se enfoca en evitar la generación de desechos y en transformar las corrientes residuales en recursos reutilizables (Tagle-Zamora & Carrillo-González, 2022), pretende mantener los recursos naturales que se utilizan durante el mayor tiempo posible para extraer su máximo valor y poder reutilizarlos todas las veces posibles.

En el informe "Perspectiva mundial de la gestión de residuos 2024" (PNUMA, 2024) se muestra que el control de los residuos mediante la adopción de medidas de prevención y de gestión podría limitar los costos netos anuales de aquí al 2050 a 270 200 millones de dólares. Sin embargo, la incorporación de un modelo de economía circular podría generar beneficios netos total de 108 500 millones de dólares al año.

A nivel mundial es tendencia en las investigaciones la economía circular y la gestión de residuos en la producción sostenible. Las publicaciones buscan reincorporar componentes en los procesos productivos y extender la vida útil de los productos manufacturados (Murulanda, 2021). Aunque hay manuales para la gestión integral, en espacios donde coexisten actividades rurales y urbanas y con respecto a producciones de menor escala, los modos de gestionar los residuos agropecuarios son menos conocidos (Ejarque *et al.*, 2019). Dentro de la bibliografía revisada la mayoría de las investigaciones se agrupan en la gestión de residuos urbanos.

En Cuba, persiste la poca existencia de estudios sobre el tema. Los artículos que abordan la problemática de los residuos se centran fundamentalmente en la etapa de tratamiento y reutilización. Los temas de estudio sobre residuos y el diseño de metodologías para su gestión están centrados en la gestión de residuos urbanos. Se revisaron investigaciones de los autores Cárdenas-Ferrer *et al.*, 2019; Díaz-Pablos *et al.*, 2023; López-Toranzo *et al.*, 2023; Mantecón-Licea *et al.*, 2023; Martínez-Ayala *et al.*, 2023; Osorio-Diéguez *et al.*, 2023; Urbina *et al.*, 2019 relacionado con la gestión de residuos urbanos. Además de Alea-González *et al.* (2019) sobre la gestión de los residuos sólidos generados en instalaciones hoteleras cubanas. Con el tema de la





gestión de residuos de la construcción y demolición aparece la investigación de Luna *et al.* (2021). Este último presenta la metodología para la incorporación de la economía circular en la gestión de residuos de la construcción y demolición en la provincia de Villa Clara.

La Empresa Ganadera de Camagüey, objeto de estudio de la presente investigación, está comprometida con el cuidado al medio ambiente y despliega prácticas para alcanzar el desarrollo sostenible, mejorar progresivamente la producción y el consumo eficiente de los recursos, reducir el impacto ambiental negativo de los procesos productivos y minimizar la generación de los residuos. No obstante, persisten prácticas incorrectas en la gestión de residuos ganaderos que obstruyen el logro de la sostenibilidad de la producción ganadera, dado que no se alcanza el aprovechamiento económico de los residuos, ni la disminución de su impacto al medio ambiente. Se observan intenciones de aplicar la economía circular, pero carecen del instrumento metodológico que facilite y oriente la gestión de los equipos directivos en ese sentido.

La presente investigación tiene como objetivo diseñar un procedimiento para la gestión de residuos ganaderos bajo los principios de la economía circular en función de la sostenibilidad de la producción. La novedad de la investigación se presenta a través de la propuesta de cambio en el sistema interno de la organización y la concepción de los residuos ganaderos como materias primas secundarias para su aprovechamiento económico, beneficio social y disminución del impacto ambiental, al concebir un procedimiento contextualizado a la realidad de las empresas cubanas que incorpora los principios de la economía circular en la gestión de residuos ganaderos para la sostenibilidad de la producción.

Materiales y métodos

Se revisó la literatura publicada del tema de estudio de la presente investigación. Se utilizó el buscador *Google Académico* y el repositorio *Scielo*. Se realizó la búsqueda de artículos publicados desde el año 2020 en *Google Académico* y en *Scielo* desde el 2019. A juicio de los autores la selección de una muestra heterogénea aportó mayor contribución sobre el tema investigado.





El estudio de los materiales aportó aspectos esenciales como herramientas, métodos y técnicas que se incorporaron al procedimiento propuesto. Se utilizaron los métodos inducción-deducción y análisis-síntesis para la interpretación de la información recogida y elaboración del procedimiento, diseñado en etapas y pasos.

Para la validación metodológica del procedimiento se adoptó el método ladov, instrumento que ha demostrado ser válido y confiable en estudios previos como vía indirecta para evaluar el nivel de satisfacción.

El cálculo del Índice de Satisfacción Grupal (ISG) del procedimiento para la gestión de residuos ganaderos se realizó bajo los principios de la economía circular, en función de la sostenibilidad de la producción, se seleccionaron especialistas con experticia y decisores con acceso a información para la toma de decisiones. Se realizaron cinco preguntas a cada uno de los especialistas, tres preguntas cerradas y dos abiertas:

Pregunta 1: ¿Considera usted que se debe llevar a cabo un procedimiento para la gestión de residuos en las empresas ganaderas cubanas bajo los principios de la economía circular en función de la sostenibilidad de los resultados de la producción?

Pregunta 2: ¿Utilizaría usted el procedimiento propuesto?

Pregunta 3: ¿Satisface sus necesidades en el rol que desempeña en su puesto de trabajo el procedimiento propuesto?

Las preguntas 4 y 5 son abiertas para que los encuestados puedan exponer su opinión sobre el procedimiento.

Pregunta 4: ¿Modificaría usted algunos de los pasos descritos en el procedimiento?

Pregunta 5: ¿Considera útil el procedimiento propuesto?

Se utilizó el programa estadístico *Statistical Package for Social Sciences*, en español Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) versión 23., como herramienta para el procesamiento de las respuestas y se realizó el análisis estadístico descriptivo.

Resultados y discusión

Los autores consideran que la presente investigación es necesaria en el contexto actual cubano, pues la incorrecta gestión de los residuos ganaderos no permite incrementar el reciclaje de nutrientes, mejorar la eficiencia de estos procesos y reducir los impactos de la contaminación. La pérdida de esta oportunidad de aprovechamiento impide la





mejora de la calidad del suelo a través del compost y los bio-abonos, la mejora de la calidad del aire y el agua, la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y cualquier tipo de lixiviado y el ahorro de energía a través de la digestión anaeróbica que produce biogás. Todo esto impacta en el logro de la sostenibilidad de la producción ganadera.

La gestión de residuos integra las etapas de recogida, almacenamiento previo y transportación hacia la planta de tratamiento. Se incluyen, las operaciones de tratamiento a las que son sometidos posteriormente, entre las que se distinguen operaciones de valorización y eliminación (Unión Europea y del Consejo, 2018). Como todo proceso de gestión incluye las funciones de planificación, organización, dirección y control de todos los recursos necesarios en cada una de sus etapas.

Las mayores dificultades, en la gestión de residuos de este sector, radican en la falta de información y de asesoramiento técnico; en las prolongadas distancias hacia lugares de posible tratamiento, la ausencia de materiales o mano de obra para desarrollarlos, en el costo elevado e insuficiente volumen de residuos para justificar la entrega a un gestor autorizado para el manejo de residuos (Dupuis, 2016). Lo cual conlleva, en ocasiones a que la gestión de residuos tenga un carácter secundario dentro del proceso productivo y pueda provocar afectaciones ambientales a mediano y largo plazo.

Los autores coinciden y toman como referencia, por el avance que tienen en el tema de investigación, las acciones de la Unión Europea con respecto a la incorporación de la economía circular en la gestión de residuos. En la Directiva 851/2018 se establece que:

La gestión de residuos en la Unión debe mejorarse y transformarse en una gestión sostenible de las materias con miras a proteger, preservar y mejorar la calidad del medio ambiente, así como a proteger la salud humana, garantizar la utilización prudente, eficiente y racional de los recursos naturales, promover los principios de la economía circular, mejorar el uso de la energía renovable, aumentar la eficiencia energética, reducir la dependencia de la Unión de los recursos importados, crear nuevas oportunidades económicas y contribuir a la competitividad a largo plazo. A fin de que la economía sea verdaderamente circular, es necesario tomar medidas adicionales sobre producción y consumo





sostenibles, centrándose en el ciclo de vida completo de los productos, de un modo que permita preservar los recursos y cerrar el círculo. (Unión Europea y del Consejo, 2018, p.109)

La incorporación de la economía circular en la gestión de residuos ganaderos permite incrementar las acciones de prevención en la generación de los mismos y maximizar su aprovechamiento para la sostenibilidad. Además, incentivar la utilización de estos residuos como fuente de energía renovable ofrece respuesta a la baja disponibilidad de recursos energéticos nacionales. Aprovecha las potencialidades económicas de la utilización de residuales como fertilizantes orgánicos, preparados nutritivos y cosmética o alimentación animal.

Por otra parte, mejora la gestión de los mismos al incentivar prácticas de recogida selectiva, la segregación en la fuente de origen, la reutilización y el reciclaje, disminuye la necesidad de rellenos sanitarios e incrementa la educación y la cultura ambiental de la sociedad (Lorenzo *et al.*, 2023). A pesar de su reciente origen, la economía circular tiene el potencial de crear sinergias positivas en los ámbitos económico, social y medioambiental (Gil-Lamata & Latorre-Martínez, 2022).

La Fundación Ellen MacArthur plantea que la economía circular dentro de su enfoque se basa en tres principios de actuación donde cada uno juega un papel importante (Lorenzo *et al.*, 2023):

Principio 1: Preservar y mejorar el capital natural al controlar las reservas finitas y equilibrar los flujos de recursos renovables. Se selecciona de forma sensata y se eligen tecnologías y procesos que utilizan recursos renovables o de mayor rendimiento, cuando resulta posible.

Principio 2: Optimizar los rendimientos de los recursos al extender al máximo la vida útil del producto y fomentar su recuperación. Esto implica diseñar para refabricar, reacondicionar y reciclar para mantener los componentes técnicos y materias circulando y contribuyendo a la economía.

Principio 3: Promover la eficacia de los sistemas al detectar y eliminar del diseño los factores externos negativos. Esto incluye reducir los daños en sistemas y ámbitos como la alimentación, la movilidad, los centros de acogida, la educación, la sanidad y el ocio.





Además, de gestionar factores externos como el uso del suelo y la contaminación acústica, del aire y del agua o el vertido de sustancias tóxicas.

Flotats (2005) expresa las siguientes condicionantes, vigentes en la actualidad y necesarias a cumplir para la implantación, definición y éxito de la gestión de residuos ganaderos las cuales se presentan a continuación: características de cada residuo, demanda de fertilizantes, posibilidad de tratamiento conjunto de residuos orgánicos diferentes, aceptación por parte de la población en caso de tratamiento colectivo y grado de implicación de los ganaderos en la gestión y tratamiento.

Estas son necesarias pues el sector ganadero incluye diferentes especies de animales, por tanto, es preciso conocer las características y composición específica del residuo que se va a gestionar. El médico veterinario de la granja debe realizar el estudio de sanidad animal para que el tratamiento que se realice a las deyecciones ganaderas y su posterior utilización no generen ni riesgos ambientales, ni para la salud humana.

También es preciso conocer las características del suelo. En el caso de utilización interna, por la empresa del producto resultante del tratamiento; ello sirve para elaborar el programa de fertilización adecuado al producto obtenido y asegurar los tiempos mínimos de almacenamiento en los estercoleros para cada fracción obtenida, ajustando el tiempo a las necesidades de los cultivos.

Es preciso analizar todos los residuos generados en la granja. Esto permite el tratamiento conjunto con los agrícolas o cualquier otro residuo orgánico. Resulta importante promover, cuando las condiciones estén creadas, el tratamiento colectivo en busca de disminuir los costos de gestión, así como, lograr la inserción de todos los actores implicados en su gestión.

Derivado del estudio de varias metodologías que constituyen antecedentes importantes se presenta como primer resultado los autores consultados: Colombia Productiva, 2020; Flotats, 2005; Guerrero y Erbiti, 2004; Oficina Nacional de Normalización, 2006; Ovalles *et al.*, 2017; Prieto, 2020; y sus contribuciones al procedimiento propuesto, lo cual se presenta en la Tabla 1.





Tabla 1. Autores consultados y sus contribuciones al procedimiento

Autor	Año	Contribución al procedimiento
Ovalles Acosta <i>et al.</i>	2017	Herramientas para determinar la causa-raíz de las deficiencias detectadas en la evaluación de la gestión de residuos ganaderos
Oficina Nacional de Normalización	2006	Análisis de ciclo de vida del producto como herramienta para determinar oportunidades de economía circular
Colombia Productiva	2020	Metodología para analizar los puntos críticos en el proceso que identifican oportunidades de economía circular
Flotats	2005	Método de toma de decisiones sobre la estrategia de tratamiento de los residuos ganaderos
Prieto	2020	Herramienta para la evaluación de la mejor alternativa de tratamiento en base a cuatro enfoques: técnico, ambiental, económico y social
Guerrero y Erbiti	2004	Propuesta de un grupo de indicadores para el control de las etapas de la gestión de residuos

Fuente: elaboración propia.

El procedimiento titulado “Procedimiento para la gestión de residuos ganaderos bajo los principios de la economía circular en función de la sostenibilidad de la producción” tiene como finalidad describir el proceso de incorporación de los principios de la economía circular en la gestión de residuos ganaderos para la sostenibilidad de la producción. Consta de tres etapas con sus respectivos pasos, lo que se muestra en la Figura 1.

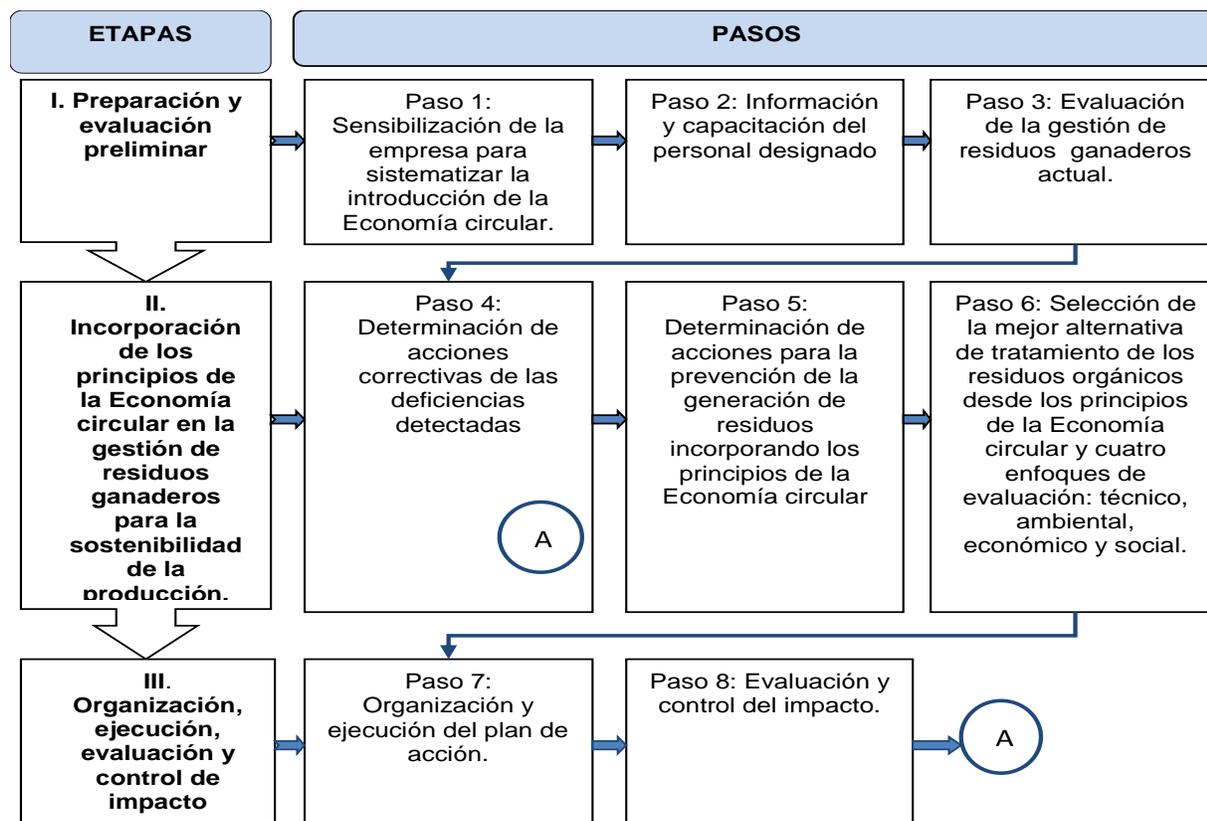




Fig. 1. *Procedimiento para la gestión de residuos en las empresas ganaderas cubanas bajo los principios de la economía circular en función de la sostenibilidad de los resultados de la producción.*

Fuente: Elaboración propia.

Etapa I. Preparación y evaluación preliminar.

Paso 1: Sensibilización de la empresa para sistematizar la introducción de la economía circular.

Objetivo: asegurar el compromiso de la empresa para realizar el tránsito hacia la economía circular.

Técnicas a emplear: intercambio con los decisores.

Orientaciones metodológicas: se realizan intercambios con el consejo de dirección y los principales especialistas de la empresa para la introducción del procedimiento propuesto, la sensibilización sobre la importancia y beneficio del mismo. Se presenta el modelo de la economía circular, la importancia del tránsito hacia este y los beneficios de su incorporación. En este paso se seleccionan los integrantes del equipo de trabajo para la aplicación del procedimiento propuesto. Se recogen en acta los acuerdos adoptados, los que refieren: la intención de mejora continua; de capacitación y formación; el aseguramiento de recursos técnicos, materiales y humanos; la participación y consulta de los trabajadores en la gestión y el diseño de los objetivos del plan de acción circular de la empresa.

Salida: equipo de trabajo que va a aplicar el procedimiento y acuerdo del Consejo de Dirección en apoyo y aseguramiento para la aplicación de este.

Paso 2: Información y capacitación del personal designado.

Objetivo: presentar a los integrantes del equipo de trabajo y realizar la capacitación sobre el procedimiento propuesto.

Información de entrada: datos de los trabajadores que integran el equipo de trabajo.

Técnicas a emplear: talleres de trabajo.

Orientaciones metodológicas: se presentan los integrantes del equipo involucrados en la aplicación del procedimiento. Se realizan actividades de intercambio para conocer las funciones de cada especialista y se determina el nivel de conocimiento de estos sobre el



objeto de estudio. A través de talleres se capacita al equipo. La evaluación de los conocimientos adquiridos se realiza mediante el intercambio en cada taller.

Salida: equipo de trabajo capacitado y con el nivel de conocimientos necesarios para aplicar el procedimiento.

Paso 3: Evaluación de la gestión de residuos actual.

Objetivo: evaluar la situación interna de la gestión de residuos de la producción.

Técnicas a emplear: lista de chequeo, observación y revisión documental.

Orientaciones metodológicas: la evaluación de la gestión de residuos en las áreas generadoras plantea dos alternativas para su inicio. ¿Existe un plan de gestión de residuos? Si la respuesta es positiva, se procede a la evaluación del plan y posteriormente se realiza la evaluación del manejo de los residuos para determinar la brecha que puede existir entre lo normado y la realidad. Si la respuesta es negativa, se evalúa directamente el manejo de los residuos.

Los elementos que se revisan en el plan de gestión de residuos son los siguientes: tipos de residuos que se generan, cantidad, fuentes o áreas generadoras, objetivos para el manejo de los residuos, sistemas de clasificación, recogida, almacenamiento y transportación, instalaciones para el tratamiento y la eliminación, evaluación de las necesidades de nuevos sistemas de recogida, de nuevas instalaciones para el tratamiento de residuos y de las inversiones correspondientes, descripción del reparto de responsabilidades entre los factores y campañas de sensibilización e información.

Para la evaluación del manejo de los residuos se observa el proceso productivo acompañado de los especialistas de cada área, la especialista de gestión de la calidad y la especialista de ciencia-técnica y medio ambiente. Se revisan los documentos de control de los residuos y disposición final. Con todos estos elementos se responden los criterios de la lista de chequeo que verifica: se encuentran delimitadas las áreas generadoras de residuos y por cada una están definidos tipos de residuos generados, cantidades, objetivos para su manejo y responsables; están establecidos el sistemas de recogida y recogida selectiva; el sistema y las condiciones para el almacenamiento; tratamiento por tipo de residuo; se establecen acciones de reciclaje y reutilización de los





residuos y los indicadores para el control sistemático del manejo de los residuos y de los residuos eliminados.

Salida: deficiencias detectadas en la gestión de residuos, este paso brinda la información necesaria para la siguiente etapa.

ETAPA II. Incorporación de los principios de la economía circular en la gestión de residuos para la sostenibilidad de la producción.

Paso 4: Determinación de acciones correctivas de las deficiencias detectadas.

Objetivo: determinar las acciones correctivas necesarias para la eliminación de las deficiencias en la gestión de residuos ganaderos de la empresa.

Información de entrada: deficiencias detectadas en el paso anterior.

Técnicas a emplear: intercambio con los decisores, “Diagrama de Ishikawa” y “Cinco por qué’s”.

Orientaciones metodológicas: se define con claridad quién, qué, cuándo, dónde, cómo y por qué se produjo desviación de un proceso con respecto a lo propuesto o lo esperado para entender las causas de las deficiencias detectadas. Para el análisis de causa raíz se utilizan técnicas de análisis como: Diagrama de Ishikawa y “Los cinco por qué’s”: Las técnicas mencionadas son sugeridas porque sus formas de análisis resultan sencillas, de fácil aplicación y efectivas para el propósito de este paso. Sin embargo, en caso de utilizar otra técnica no mencionada en el presente procedimiento será necesario indicarlo en el formato de acciones correctivas y anexar la evidencia del análisis. Se elaboran las acciones necesarias para el perfeccionamiento de la gestión de residuos de acuerdo a las etapas de la misma (recogida, almacenamiento, transportación, tratamiento y eliminación) y de acuerdo a cada una de las funciones de la administración para cada etapa de la gestión de residuos (planificación, organización, dirección y control). El criterio para la selección de las alternativas de acciones se realiza desde la economía circular, se establece que deben:

1. Fomentar las tecnologías y procesos que utilizan recursos renovables o de mayor rendimiento.
2. Extender al máximo la vida útil del producto y fomentar su recuperación.





3. Detectar y eliminar del diseño y el proceso productivo factores negativos para el medio ambiente, la salud humana y la comunidad que le circunda.

Salida: determinación de las causas que generan las deficiencias detectadas y acciones para su corrección.

Paso 5: Determinación de acciones para la prevención de la generación de residuos incorporando los principios de la economía circular.

Objetivo: determinar las acciones para la prevención de la generación de residuos incorporando los principios de la economía circular.

Técnicas a emplear: observación, revisión documental, entrevista, diagrama de Pareto, determinación de los puntos críticos con enfoque análisis de ciclo de vida.

Orientaciones metodológicas: se utiliza el método para la detección de los puntos críticos del proceso desde un punto de vista de economía circular con enfoque de ciclo de vida.

Se define el alcance a evaluar dentro del ciclo de vida: a) de la cuna a la cuna: desde la extracción de las materias primas hasta su incorporación en el proceso productivo; b) de la cuna a la tumba: desde la extracción de las materias primas hasta el fin de vida del producto; c) de la cuna a la puerta: desde la extracción de las materias primas hasta que se tiene almacenado el producto terminado listo para su distribución; d) de la puerta a la puerta: desde que se almacenan las materias primas hasta que el producto terminado esté listo para su distribución. Se identifican y cuantifican todas las entradas (consumo de recursos y materiales) y salidas (emisiones al aire, suelo, aguas y generación de residuos) que potencialmente causan un impacto durante el ciclo de vida. Esto permite analizar los puntos críticos en el proceso, dentro de una economía lineal, para plantear oportunidades de economía circular al interior de la empresa.

Con el inventario de ciclo de vida queda bien definido en cuáles fases se presentan mayor consumo de materias primas, insumos, energía y agua. Se identifica en cada fase si el mismo se desvía en más de un 10% con respecto al consumo proyectado (con base en estimaciones propias y/o *benchmarking*). Se verifica si el nivel de consumo ha presentado una tendencia histórica creciente. Se define en qué fases se generan volúmenes considerables de residuos que pueden prevenirse. Se identifica si la generación de residuos se desvía en más de un 10 % con respecto a la generación





proyectada (con base en estimaciones propias y/o *benchmarking*). Se verifica si el nivel de generación de residuos ha presentado una tendencia histórica creciente. Además, se examina qué oportunidades se identifican para pasar de un proceso lineal a uno circular y si existen sinergias con otras empresas para aprovechar al máximo los insumos y residuos y no desperdiciar nada. Para el aprovechamiento de las oportunidades detectadas se elaboran acciones que respondan a los tres principios de la economía circular.

Salida: identificación de oportunidades de economía circular y acciones de prevención de la generación de residuos incorporando los principios de economía circular.

Paso 6: Selección de la mejor alternativa de tratamiento de los residuos orgánicos desde los principios de la economía circular y cuatro enfoques de evaluación: técnico, ambiental, económico y social.

Objetivo: seleccionar la mejor alternativa de tratamiento de los residuos ganaderos desde los principios de la economía circular y cuatro enfoques de evaluación: técnico, ambiental, económico y social.

Información de entrada: inventario de ciclo de vida.

Técnicas a emplear: trabajo en equipo, intercambio con los decisores, matriz de priorización.

Orientaciones metodológicas: cada una de las alternativas que se definan para el tratamiento de los residuos se evalúan desde el enfoque técnico, ambiental, económico y social.

Enfoque técnico: se evaluará cada alternativa en función de su adecuación a las necesidades técnicas del proceso y del saber hacer, se mide la dimensión tecnológica desde lo tangible y lo intangible. La evaluación se realizará mediante una matriz en la que se enfrenten las distintas alternativas de cada grupo con las necesidades técnicas del proyecto fundamentalmente inversión en construcción y montaje, medios de transporte, equipamiento, así como las instrucciones de instalación y manejo. En las casillas de cruce se asignará el valor de 1 en caso de cumplimiento, o sea, en la capacidad de la empresa de dar respuesta a la necesidad y el valor 0 en caso de no cumplimiento, incapacidad de la empresa de dar respuesta a la necesidad. En la última



columna se realiza la sumatoria de cada uno de los aspectos evaluados para cada alternativa.

Enfoque ambiental: se realizará la evaluación de la alternativa en términos ambientales. Para ello, se valorará cada una en función del aprovechamiento de los recursos y la calidad de los efluentes y se ordenarán de mayor a menor. Las alternativas recibirán su puntuación atendiendo al orden dentro de la lista, teniendo la mayor puntuación la alternativa que presente un mayor aprovechamiento de los recursos y mayor calidad de los efluentes.

Enfoque económico: se valorará el costo económico de cada alternativa. Las alternativas de cada grupo se ordenarán de mayor a menor costo, asignándole a cada una la puntuación en función de su posición relativa en la lista. Aquellas alternativas con menor costo recibirán las puntuaciones mayores. Si algunas alternativas de tratamiento coinciden en costo entonces, a criterio del equipo de trabajo serán ordenadas.

Enfoque social: se estimará la capacidad de creación de puestos de trabajo directos e indirectos para cada alternativa. Las alternativas recibirán su puntuación atendiendo al orden dentro de la lista, teniendo la mayor puntuación la alternativa que presente un potencial de creación de empleo mayor. Si nuevamente coincide la cantidad de puestos de trabajo creado en dos o más alternativas se procede a evaluar la cantidad de puestos de trabajo directos, y se coloca en el orden de la lista superior al que mayor puesto de trabajo directo crea. Si este último también coincidiera se le da el orden de acuerdo a la decisión que tome el equipo de trabajo.

El valor dado a cada alternativa para cada uno de los enfoques anteriores se multiplicará por un factor de ponderación; este se determinará por el equipo de trabajo que aplica el procedimiento de acuerdo con las características y condiciones de la empresa. Se efectuará la suma para cada alternativa del valor de cada enfoque por su ponderación; la alternativa idónea será aquella que presente una mayor puntuación final.

Salida: una o más alternativas de tratamiento sostenible de los residuos desde los principios de la economía circular.

Etapas III. Organización, ejecución, evaluación y control de impacto.

Paso 7: Organización y ejecución del plan de acción.





Objetivo: organizar y ejecutar el plan de acción.

Información de entrada: todas las acciones definidas en los pasos 4 y 5. Una o más alternativas de tratamiento sostenible de los residuos, desde los principios de la economía circular.

Técnicas a emplear: talleres de trabajo, intercambio con los decisores, matriz RACI (del inglés *Responsible, Accountable, Consulted, Informed*).

Orientaciones metodológicas: para cada acción se definen objetivos concretos que sean alcanzables y estén alineados con la visión y misión de la organización. Los objetivos deben ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con límite de tiempo. Se asigna un responsable para cada objetivo definido y para cada una de las acciones. La elaboración de la matriz RACI permite determinar claramente estos aspectos, se define: el responsable, persona asignada para hacer el trabajo; la autoridad, persona autorizada a tomar decisiones, vela porque la tarea se cumpla aún sin tener que ejecutarla en persona; el consultor, se refiere a las personas que son consultadas antes de que se tomen decisiones o se realicen acciones y el informado que indica la persona que debe ser informada respecto a la realización de tareas.

Posteriormente, se define para cada objetivo plazos de ejecución realista dentro del plan. Se realiza un levantamiento de recursos necesarios (financieros, humanos, tecnológicos, materiales, etc.) para la ejecución de cada acción propuesta. Se realiza el cálculo para la elaboración del presupuesto necesario. Para cada acción se establecen indicadores de evaluación de los resultados y la periodicidad de su seguimiento.

Teniendo estos aspectos del plan de acción organizados corresponde comunicar el mismo. Se informan a todos los implicados de manera comprensible y sencilla las acciones con sus objetivos y cómo contribuyen con su trabajo al éxito del plan. Se comunica la asignación de responsabilidad para que exista coordinación entre todas las partes implicadas. Se establece el sistema de comunicación para la información periódica de los avances en la ejecución del plan de acción, así como, la comunicación de los resultados alcanzados. En el proceso de ejecución del plan de acción, el equipo de trabajo se convierte en responsable de liderar la implementación del mismo.





Salida: objetivos, responsables asignados, fecha de ejecución, presupuesto necesario, indicadores de evaluación de los resultados y sistema de comunicación de cada una de las acciones definidas en el plan.

Paso 8: Evaluación y control del impacto.

Objetivo: controlar el impacto de las acciones y de los indicadores de cumplimiento.

Información de entrada: datos de los principales resultados obtenidos en la ejecución del plan de acción.

Orientaciones metodológicas: el equipo de trabajo evalúa el cumplimiento del plan de acción y los indicadores, se realiza el análisis de los resultados y se determinan las causas si existió alguna desviación. Al determinar las causas por alguna desviación en el cumplimiento de los planes se aplican las indicaciones metodológicas del paso 4.

Salida: datos para la retroalimentación.

Evaluación del procedimiento propuesto

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la aplicación del método ladov. Se aplicó la encuesta a 22 especialistas en áreas de producción, calidad, ciencia y técnica, seguridad y salud y sanidad animal. Se aplicaron las encuestas en: la Empresa Ganadera de Camagüey, Empresa Avícola de Camagüey y Empresa Porcino Camagüey; en esta última se incluyeron, además, la UEB no especializada, UEB Multiplicador y UEB Clavellinas. Además, a especialistas del Instituto de Investigación Agrícola, Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF) y de la Delegación del Ministerio de la Agricultura de la provincia de Camagüey, específicamente, el departamento de sanidad animal de la subdelegación de ganadería.

En las Tablas 2 y 3 se presentan las características de los encuestados.

Tabla 2. Años de experiencia

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Menos 5	5	22.7	22.7	22.7
Entre 5 y 10	2	9.1	9.1	31.8
Entre 10 y 15	2	9.1	9.1	40.9
Más de 15	13	59.1	59.1	100.0
Total	22	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia

Tabla 3: Nivel de escolaridad





		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Medio	1	4.5	4.5	4.5
	Superior	21	95.5	95.5	100.0
	Total	22	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia

En las Tablas 4, 5 y 6 se presentan los resultados de las preguntas cerradas que se utilizaron para el cálculo del índice de satisfacción.

Tabla 4. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	22	100.0	100.0	100.0

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 2

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	22	100.0	100.0	100.0

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Frecuencia de las respuestas a la pregunta 3

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Clara Satisfacción	14	63.6	63.6	63.6
	Más Satisfecho que insatisfechos	6	27.3	27.3	90.9
	No Definido	2	9.1	9.1	100.0
	Total	22	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia

$$ISG = \frac{14*(+1)+6*(+0.5)+2*(0)}{22} = 0.77$$

El resultado obtenido en el cálculo del índice de satisfacción fue de 0.77, tiene un valor comprendido entre 0,5 y 1, lo que indica que existe satisfacción con la propuesta del procedimiento. La respuesta de los encuestados refleja reconocimiento en la utilidad del procedimiento.

A criterio de los autores, el procedimiento propuesto recoge en sus etapas y pasos los aspectos esenciales para el logro de la gestión sostenible de residuos ganaderos, pues a diferencia de la literatura revisada evalúa todas las etapas que conforman la gestión de residuos ganaderos, no solo el tratamiento y la eliminación. Coinciden con los autores consultados y con lo expuesto por Chen y Huang, 2019; Szita, 2017 al considerar el análisis de ciclo de vida como un sistema robusto, una herramienta con base científica



que puede medir y evaluar productos y modelos de negocio procedentes de la economía, es una buena adición y una base para la economía circular, contribuye a la evaluación integral de los beneficios ambientales de la empresa y aporta datos importantes para la toma de decisiones de otras áreas de la empresa. La propuesta podría contribuir al incremento de la investigación científica cubana sobre la gestión de los residuos en el sector ganadero, tema escaso de por sí.

Como plantea Flotats (2005), no existe una solución única y universal para la gestión de los residuos ganaderos que asegure la eliminación del problema. La solución es una combinación de gestión y tecnología, adaptada a cada realidad. La investigación pretende que al incorporar los principios de la economía circular en la gestión de residuos ganaderos se conviertan en las premisas para la prevención y minimización de los residuos generados, así como el perfeccionamiento de todas las etapas de la gestión de residuos ganaderos en función de la sostenibilidad de la producción.

El procedimiento se ofrece como herramienta para la transformación de la gestión de residuos en la Empresa Ganadera de Camagüey. Se presenta a través de la propuesta de cambio en el sistema interno de la organización y la concepción de los residuos ganaderos como materias primas secundarias para su aprovechamiento económico, beneficio social y disminución del impacto ambiental, al concebir un procedimiento contextualizado a la realidad de las empresas cubanas.

Conclusiones

1. La economía circular ofrece potencialidades para el perfeccionamiento de la gestión de residuos al considerar estos como materias primas secundarias.
2. El procedimiento se propone como un instrumento metodológico que facilite y oriente el tránsito hacia la economía circular.
3. El procedimiento propuesto permite el mejor aprovechamiento de las potencialidades económicas de los residuos ganaderos, creación de empleo, disminución del impacto negativo al medio ambiente y la adecuación de las tecnologías de tratamiento existentes a las condiciones de la empresa.





Agradecimientos

A la Empresa Ganadera de Camagüey, por el acompañamiento en la elaboración del procedimiento.

Referencias

- Alea-González, L., Marín, L., & Bruguera, N. (2019). Diagnóstico de la gestión del reciclaje de los residuos sólidos generados en el destino turístico Viñales. *Avance*, 21(4), 516-531. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7090087>
- Cárdenas-Ferrer, T., Santos-Herrero, R., Contreras-Moya, A., Rosa-Domínguez, E., & Domínguez-Núñez, J. (2019). Propuesta Metodológica para el Sistema de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en Villa Clara. *Tecnología Química*, 39(2), 471-488. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852019000200471&lng=es&tlng=es
- Chen, Z. & Huang, L. (2019). Application review of LCA (Life Cycle Assessment) in circular economy: From the perspective of PSS (Product Service System). *Procedia CIRP*, 83, 210-217. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827119307553>
- Colombia Productiva (2020). Economía circular: Una forma diferente de hacer negocios sostenibles. *Centro nacional de producción más limpia*. <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-capacita/publicaciones/transversales/guia-empresarial-de-economia-circular/200310-cartilla-economia-circular>
- Díaz-Pablos, J., Pérez, J., & Carbonell, O. (2023). La gestión integral de residuos sólidos en la comunidad. *Opuntia Brava*, 15(Monográfico especial), 86-96. <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1923>
- Dupuis, I. (2016). Dimensiones territoriales y propuesta metodológica para las problemáticas de los residuos agrarios. En *XXI Coloquio de Historia Canario-Americana* (p. 65). Cabildo Insular de Gran Canaria. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7343403>



- Ejarque, M., Barrionuevo, M., Zanovello, L., & Bartucci, S. (2019). Prácticas y usos de los residuos pecuarios de productores familiares en un valle de la Patagonia argentina. *Ambiente y Desarrollo*, 23(44), 1-15. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd23-44.purp>
- Flotats, X. (2005). Diseño de procesos para el tratamiento de los residuos ganaderos. En J.M. Bustillo y M. Navarro. (Eds). *Tecnologías aplicables a la reutilización de los residuos orgánicos urbanos, agrícolas o alimentarios* (pp. 127-144). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos. [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/26191/Burgos%20190705%20XF%20\(2\).pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/26191/Burgos%20190705%20XF%20(2).pdf)
- Gil-Lamata, M., & Latorre-Martínez, M. (2022). The Circular Economy and Sustainability: A Systematic Literature Review. *Cuadernos de Gestión*, 22(1), 129-142. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8331919>
- Guerrero, E., & Erbiti, C. (2004). Indicadores de sustentabilidad para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios. Municipio de Tandil; Argentina. *Revista de Geografía Norte Grande*, (32), 71-86. <https://www.redalyc.org/pdf/300/30003205.pdf>
- López-Toranzo, J., Capote, C., & Costa, M. (2023). Procedimiento para la capacitación sobre gestión de Residuos Sólidos Urbanos desde un enfoque Comunitario. *Opuntia Brava*, 15(Monográfico especial), 33-43. <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1915>
- Lorenzo, E., Palacios, A., & Souza, C. (2023). La economía circular en la gestión de residuos ganaderos. *Economía y Desarrollo*, 167(2), 1-21. <https://revistas.uh.cu/econdesarrollo/article/view/7563>
- Luna, M., García, J., & Martínez, L. (2021). Diagnóstico de la gestión de los residuos de construcción y demolición en la provincia de Villa Clara. *Revista OI DLES*, 15(31), 20-34. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9080331>
- Mantecón-Licea, S., Batista, Y., & Monteagudo, R. (2023). Procedimiento para la producción de compost, a partir de residuos sólidos urbanos en Las Tunas.



- Opuntia Brava*, 15(Monográfico especial), 107-117.
<https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1924>
- Martínez-Ayala, A., Polanco, I., & Pérez, A. (2023). Gestión integral de los residuos sólidos en la Circunscripción 92 del municipio de Las Tunas. *Opuntia Brava*, 15(Número: Monográfico especial), 118-128.
<https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1925>
- Murulanda, N. (2021). Mapping Trends in Strategic Management for Sustainable Production. *Revista Producción más limpia*, 16(2), 63-91.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552021000200063&script=sci_arttext
- Oficina Nacional de Normalización. (2006). Gestión ambiental — análisis del ciclo de vida — requisitos y directrices (NC ISO 14044:2006).
<https://ftp.isdi.co.cu/Biblioteca/BIBLIOTECA%20UNIVERSITARIA%20DEL%20ISDI/COLECCION%20DIGITAL%20DE%20NORMAS%20CUBANAS/2009/NC%20ISO%2014044%20a2009%2060p%20kcu.pdf>
- Oliva, D., & Pereda, I. (2022). Biogás y Sostenibilidad en Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 597-609. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2742>
- Osorio-Diéguez, S. O., Segura, A., & Osorio-Diéguez, S. (2023). Generación de la energía mediante la gestión de residuos y las fuentes renovables de energía. *Opuntia Brava*, 15(Monográfico especial), 63-74.
<https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1918>
- Ovalles, J., Gisbert, V., & Pérez, A. (2017). Herramientas para el análisis de causa raíz (ACR). *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico*, Edición Especial, 1-9.
<https://3ciencias.com/articulos/articulo/herramientas-analisis-causa-raiz-acr/>
- Piloto, R., & Ruíz, V. (2022). Análisis de los desafíos para la implementación de un modelo de economía circular en Cuba. *Revista Observatorio de las Ciencias Sociales en Iberoamérica*, 3(18), 191-201.
<https://www.eumed.net/es/revistas/ocsi/ocsi-enero-22/modelo-economia>
- Prieto, I. (2020). *Propuesta de modelo de gestión de residuos ganaderos basado en estrategias de Economía circular en la Vega de Carrión y Saldaña (Palencia)*



[Tesis de maestría, Universidad de Valladolid].

<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/43288>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2024). *Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an age of waste – Turning rubbish into a resource*. Nairobi. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44939>

Rufete, A. (2015). *Caracterización de residuos ganaderos del sureste español: implicaciones agronómicas y medioambientales* [Tesis Doctoral, Universidad Miguel Hernández de Elche]. <https://hdl.handle.net/11000/2099>

Szita, T. (2017). The application of life cycle assessment in circular economy. *Hungarian Agricultural Engineering*, (31), 5-9. <https://doi.org/10.17676/HAE.2017.31.5>

Tagle-Zamora, D., & Carrillo-González, G. (2022). Gestión de residuos sólidos en León, Guanajuato: indicios de economía circular y de los objetivos del desarrollo sostenible. *Región y sociedad*, 34, e1583. <https://doi.org/10.22198/rys2022/34/1583>

Unión Europea y del Consejo. (2018, 30 de mayo). Directiva (UE) 2018/851 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos. <https://www.boe.es/doue/2018/150/L00109-00140.pdf>

Urbina, M., Zúñiga, L., & Valdivia, I. (2019). Gestión ambiental urbana del ciclo de vida de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Holguín, Cuba. *Cuaderno Urbano. Espacio, Cultura, Sociedad*, 26(26), 7-30. <http://dx.doi.org/10.30972/crn.26263788>

Declaración de conflicto de interés y conflictos éticos

Declaro la originalidad del manuscrito, acredito que el artículo no ha sido enviado a otra revista. A título de los autores declaro que somos responsables de todos los contenidos y que no existen plagios, conflictos de interés ni conflictos éticos, liberando a la revista de cualquier compromiso ético y/o legal.

Declaración de contribuciones de los autores





Elena Lorenzo Kómová: conceptualización (líder), metodología, análisis formal, redacción - borrador original (igual), administración del proyecto, validación, redacción - revisión y edición.

Ángela Palacios Hidalgo: conceptualización (apoyo), análisis formal, redacción - borrador original (igual), redacción - revisión y edición.

Carlos Manuel Souza Viamontes: conceptualización (apoyo), análisis formal, redacción - borrador original (igual), redacción - revisión y edición.

