






Artículo Original

Modelo de gestión ambiental para el tratamiento de los residuos sólidos en la empresa cárnica Raúl Cepero Bonilla

Environmental management model for treatment of solid waste in the meat enterprise Raúl Cepero Bonilla

Nélida Varela-Ledesma  <https://orcid.org/0000-0002-5407-7834>, Yelenis Betancourt-Rodríguez  <https://orcid.org/0000-0002-7625-5099>, Hilda de las Mercedes Oquendo-Ferrer  <https://orcid.org/0000-0003-1705-5828>

Resumen:

Contexto: Los residuos sólidos no tratados repercuten en el deterioro de los recursos naturales, lo que afecta de manera progresiva la salud del medio ambiente.

Objetivo: Proponer un modelo de gestión ambiental para el tratamiento de residuales en la empresa cárnica Raúl Cepero Bonilla.

Métodos: Realización de entrevistas con diferentes actores, estudio de programas y políticas medioambientales, y análisis de la información proveniente de reportes de control. Se particularizó en el enfoque basado en el análisis del ciclo de vida.

Resultados: El modelo integra cinco componentes esenciales para la evaluación de los impactos ambientales que se derivan de la estrategia de manejo, enfocado en el ciclo de vida del producto.

Conclusiones: El modelo diseñado contribuye a la disminución, prevención, y respuesta de los posibles impactos ambientales generados por la contaminación que ocasionan los residuales.

Palabras clave: gestión ambiental, residuos sólidos, análisis de ciclo de vida.

Abstract:

Background: The untreated solid waste has an impact on the deterioration of natural resources, which progressively affects the health of the environment.

Objective: Propose an environmental management model for the treatment of residuals in the meat enterprise Raúl Cepero Bonilla.

Methods: Realization of interviews with different actors; study of environmental programs and policies; Analysis of information from control reports. It was particularized in the approach based on life cycle analysis.

Results: The model integrates five essential components for the assessment of environmental impacts that derive from the management strategy, focused on the product's life cycle.

Conclusions: The designed model contributes to the decrease, prevention, and response of the possible environmental impacts generated by the contamination that cause solid wastes.

Keywords: environmental management, solid wastes, life cycle analysis.

Historial del artículo

Recibido: 17 diciembre 2021

Aceptado: 15 enero 2022

¹Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz", Camagüey, Cuba.

Email: nelida.varela@reduc.edu.cu

Artículo de acceso abierto bajo licencia Creative Commons Atribución NoComercial CompartirIgual (CC-BY-NC-SA) 4.0.



Citación recomendada para este artículo:

Varela-Ledesma, N., Betancourt-Rodríguez, Y., & Oquendo-Ferrer, H. de las M. (2022). Modelo de gestión ambiental para el tratamiento de los residuos sólidos en la empresa cárnica Raúl Cepero Bonilla. *Monteverdia*, 15 (1), pp. 17-23. Recuperado de: <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/monteverdia/4203>

Introducción

El deterioro del medio ambiente se ha convertido en una de las principales problemáticas para diferentes contextos a nivel mundial, siendo la contaminación por causas diversas una de las amenazas más evidentes (Ruiz, 2020).

De ahí que, la gestión ambiental constituye una necesidad imperiosa como herramienta para reducir los impactos negativos en función de garantizar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida

(Anampi, Aguilar, Costilla, & Bohórquez, 2018).

Uno de los principales retos que enfrenta la humanidad lo constituye superar la crisis en el abastecimiento alimentario, que, además, como proceso vinculado a la producción de alimentos ocasiona riesgos para el medio ambiente si no se ejerce una gestión ambiental adecuada (Cánova, Betancourt, & Vecino, 2019), sobre todo aquellos asociados a la contaminación de los ecosistemas y en particular, para la salud humana.

Y si la ejecución de determinadas actividades económicas se asocia a la disposición inadecuada de residuos sólidos entonces se originan impactos ambientales a los elementos físicos, biológicos y socioculturales porque la cadena alimentaria es vulnerable a la contaminación ambiental (Andrade & Ayaviri, 2017).

El tratamiento inadecuado de los desechos sólidos constituye un riesgo porque pueden producirse: infecciones y epidemias transmitidas por el aire, agua y vectores; la contaminación del suelo e incluso el manto freático; generación de líquidos y gases contaminantes (Carvajal, García, & Teijeiro, 2021).

De lo anterior, la disposición final de los desechos sólidos pecuarios, sin tratamiento, es un foco de contaminación ambiental, por lo que el sistema de su recolección, procesamiento y/o utilización requiere la realización de actividades para su manejo (Espinoza-Quispe, Marrero-Saucedo, & Hinojosa-Benavides, 2020).

En la provincia de Camagüey las instalaciones para el tratamiento de los residuales no son suficientes y presentan problemas en su explotación. Los residuales en casi todas las unidades porcinas se disponen con concentraciones de contaminantes que exceden los establecidos (Barreto & Valera, 2019).

En la unidad empresarial de base (UEB) Empacadora Raúl Cepero Bonilla se generan residuos sólidos debido a la estancia y sacrificio de cerdos, lo que contamina el medio ambiente. Las instalaciones construidas para el tratamiento de los residuales no son suficientes y presentan inconvenientes en su explotación.

Lo expuesto conduce a establecer como problema a resolver, la insuficiente articulación de los instrumentos y acciones de la gestión ambiental con las estrategias de manejo de los residuales ocasiona dificultades para la evaluación ambiental y la determinación de requerimientos ambientales para la mejora continua de la actividad.

Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo proponer un modelo de gestión ambiental para el tratamiento de los residuales generados por el sacrificio de cerdos en la unidad empresarial de base Empacadora Raúl Cepero Bonilla, de manera tal que se favorezca la articulación de las actividades de gestión ambiental, trayendo consigo la reducción de la carga

contaminante.

Materiales y métodos

La Empacadora Raúl Cepero Bonilla pertenece a la Empresa Cárnica de la provincia de Camagüey, y constituye una de las entidades de mayor vitalidad dentro del sector en el territorio. En su quehacer se contempla la elaboración de chorizo vela, jamón cocido, embutidos, croquetas y ahumados, así como la mortadella, entre otros derivados, los cuales se comercializan en su mayoría en tiendas de la red minorista, utilizando las materias primas procedentes de cerdos y reses en las diferentes líneas.

Para la argumentación del modelo se tuvo en consideración los términos sugeridos por (Nova, Moreno, & Moreno, 2020): Premisa, objetivo, principios.

Premisa: Existencia de la estrategia ambiental en el territorio como instrumento ambiental rector de la política, que reconoce el manejo inadecuado de los residuales como una problemática a solucionar, a partir de la determinación de los impactos ambientales.

Objetivo: Evaluar ambientalmente las estrategias de manejo en cada área de sacrificio ganadero y elemento funcional, así como definir las medidas para la mejora continua de esta actividad.

Principios:

- **Sistémico:** se apoya en la comprensión del contexto en que se desarrolla el manejo de los residuales, así como la búsqueda de conexiones entre todos los componentes, procesos y actores del sistema, lo que permite introducir mejoras en la gestión ambiental. El enfoque de ciclo de vida es el elemento dinamizador del modelo, que posibilita la articulación de la gestión ambiental con el manejo de los residuales.
- **Integral:** tiene en cuenta la composición física de los desechos y los sitios de disposición final. Además, contempla un conjunto de acciones donde se definen a los actores involucrados, sus responsabilidades, los recursos financieros y materiales necesarios, así como el contexto económico, social y ambiental.
- **Responsabilidad compartida:** requiere identificar los actores de la entidad vinculados a la formulación e implantación activa y consciente de

la estrategia para el tratamiento de los residuales; sensibilizarlos con la problemática ambiental causada por el manejo de los residuales.

- Prospección: sobre la práctica del pensamiento estratégico de una a otra etapa, hasta la ejecución, a fin de realizar la evaluación ambiental y mejora continua.

Herramienta:

Para el diseño del modelo se procedió a la definición de sus características. Se empleó el método de consulta de expertos. Este consta de tres etapas: selección de expertos, análisis de valoración de aspectos (método Delphi), y análisis de la concordancia en la valoración de los aspectos (coeficiente de Kendall).

Se consultaron un conjunto de expertos, de manera que el modelo quedara sustentado en sus experiencias teórico-prácticas, estudios bibliográficos, conocimientos, e intuición. La evaluación de la competencia de los expertos se realiza según (Cruz & Martínez, 2012), quienes consideran que la competencia se determina por la siguiente ecuación:

$$K = \frac{Kc + Ka}{2}$$

Donde:

Kc: representa una medida del nivel de conocimientos sobre el tema investigado

Ka: una medida de las fuentes de argumentación

Si el criterio es seleccionado por el 70 % de los expertos, como mínimo, entonces puede incluirse en el modelo (Montalván-Estrada, Aguilera-Corrales, & Veitia-Rodríguez, 2017). La muestra seleccionada se obtuvo de forma no probabilística e implicó a especialistas del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA); actores de la entidad objeto de estudio, decisores, especialistas, obreros; y actores comunitarios, todos de la provincia de Camagüey.

Se aplicó la prueba de Kendall donde el valor de concordancia fue de 0,96, por lo que se corroboró una adecuada asociación en la respuesta de los expertos.

Modelos de gestión ambiental para el manejo de residuales

De (Goicochea-Cardoso, 2015; Carvajal, García, &

Teijeiro, 2021) se caracterizan los modelos para la gestión ambiental sostenible (Tabla 1), haciendo hincapié en aquellos que incluyen el manejo de residuales.

Tabla 1. Características de modelos de gestión para el manejo de residuales.

Década de los 90	Inicios del 2000	A partir del 2018
Reducción, reutilización y reciclaje	De optimización: expresado en una escala de medidas	Economía circular y eficiencia energética
Aspectos sociales	De compromiso: correspondencia con las prioridades	Análisis de ciclo de vida
Protección ambiental	Formas sostenibles de consumo y producción	Uso de técnicas multicriterio

Según (Feijoo & Moreira, 2020), la estructura metodológica para realizar un análisis del ciclo de vida comprende cuatro etapas en constante interrelación:

1. Definición de objetivos y alcance: comprende el propósito y la aplicación que se procura, dado el contexto. Exige la calidad de los datos, su validación y revisiones en el nivel de detalle requerido.
2. Análisis de inventario: se describen cuantitativamente todos los flujos de material y energía. Se aplica a toda actividad que involucre el uso de energía o materiales.
3. Evaluación de impactos: define el alcance de las entradas y salidas del sistema; los resultados favorables alcanzados para el mejoramiento continuo. Se agrupan en categorías de impacto y se cuantifican los efectos del uso de las emisiones generadas.
4. Interpretación: se aplica de manera sistemática. permite identificar, controlar y evaluar la información derivada de la evaluación de impactos de un sistema. Se trata de un proceso de intercambio de experiencias que avalan los resultados de las etapas anteriores del análisis del ciclo de vida, importante para la toma de decisiones.

Como se puede apreciar, el análisis del ciclo de vida

es un instrumento empleado en la planeación estratégica para conocer el desempeño ambiental del manejo de los residuales, por lo tanto, la mejor opción para el diseño del modelo objeto de esta investigación.

El análisis del ciclo de vida de los residuos sólidos en la empresa cárnica Raúl Cepero Bonilla se concibe desde el momento en que sucede el sacrificio de cerdos. A partir de aquí, se debe tener en cuenta el reúso, la transformación, que posibiliten la re inserción de los materiales aprovechables a procesos como la producción de energía recuperada. Sin obviar que una parte, aunque sea pequeña, de residuos sólidos requerirá de disposición final, donde de igual forma se aplicaría la recuperación de energía; para las zonas de enterramiento se dispondrían acciones de rehabilitación destinadas a otros propósitos, acorde al ordenamiento territorial, lo que responde a la perspectiva de desarrollo sostenible con la correspondiente prevención y/o reducción de impactos negativos para el medio ambiente.

Resultados y discusión

Los resultados del análisis de competencia de los expertos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados del coeficiente de competencia.

Experto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kc	1	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,6	0,9	0,8	0,5	1	0,7
Ka	1	0,9	1	0,7	0,7	1	0,6	0,8	0,7	0,5	0,9	0,9
K	1	0,85	0,9	0,8	0,8	0,95	0,6	0,85	0,75	0,5	0,95	0,8

Se seleccionaron 10 expertos, los que tienen competencia alta y un experto con competencia media (0,75); se desestiman dos expertos por tener competencia baja.

Se procesó la información. Un total de cinco componentes integrales obtuvieron un grado de concordancia superior al 70%.

A continuación, se exponen los componentes que soportan la composición del modelo.

Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar

El ciclo de Deming trata de una metodología sistemática de mejora (Moreno-García & Parra-Bofill, 2017), sobre la idea de que no es llegar a la solución del problema y concluir, sino que es un proceso continuo, que se supera a partir de los resultados obtenidos. Este enfoque se ha convertido en la columna vertebral de diferentes sistemas de gestión

que hoy se aplican en diversas organizaciones.

Estrategia ambiental provincial

La estrategia ambiental del país hasta 2025 (CITMA, 2021) es el principal documento para la implementación de la política ambiental cubana. Con vistas a su cumplimiento se identificaron tres dimensiones estratégicas hacia un desarrollo sostenible: la huella ecológica, el índice para la resiliencia climática y el de calidad ambiental.

Cada una de las provincias del país cuenta con su estrategia ambiental, que se trabajan desde los municipios con la participación de los organismos de la administración central del estado y las representaciones de los gobiernos en sus diferentes instancias, con el fomento de la investigación en las localidades, donde la innovación científica debe tener un estrecho vínculo con la naturaleza y su cuidado. Camagüey no está exenta de uno de sus principales problemas ambientales cubanos, la contaminación por incremento de la generación de residuos, tanto líquidos como sólidos, lo que trae consigo el deterioro de las condiciones higiénico – sanitarias en la localidad donde se refiere este caso de estudio.

La estrategia ambiental rectora la política ambiental, por lo que se interrelaciona con el resto de los instrumentos de la gestión ambiental declarados en la legislación cubana. En su elaboración se tiene en cuenta la implicación de los resultados científicos, que se integran a los instrumentos para, como en este caso, acercar las actuaciones en el manejo de los residuales a las etapas de prevención de la contaminación y el desarrollo sostenible de dicha gestión. La implicación de los actores es importante para la propuesta de medidas de mejora durante la toma de decisiones (Alcocer, Knudsen, Marrero, & Miranda, 2020).

Programas de gestión

Por medio de la implementación de los programas de gestión se deben alcanzar los objetivos planificados relativos a los niveles de respuestas a las necesidades y expectativas. Estos programas deben considerar:

- Identificación de requisitos legales y otros reglamentarios
- Evaluación de impactos ambientales
- Precisión de acciones de gestión

Elementos funcionales del manejo de los residuales

Este componente muestra la interrelación entre cada uno de los elementos funcionales (Fig. 1) que han sido definidos para el manejo integral de los residuos sólidos y abordados en el trabajo de Goicochea-Cardoso (2015). Cada contexto define la adopción de una alternativa específica que incide en los impactos ambientales y en cómo se manejan esos residuales.

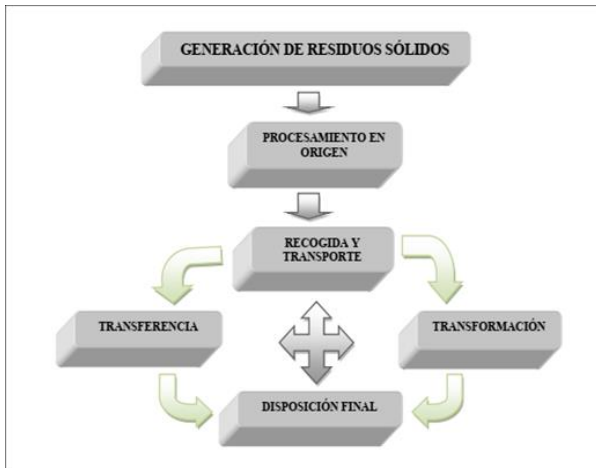


Fig. 1. Interrelación de los elementos funcionales del manejo de los residuos sólidos. Fuente: Goicochea-Cardoso, 2015.

Generación de impactos ambientales

Ocurre cuando el producto deja de tener valor para quien lo utiliza. Este proceso es de suma importancia ya que el conocimiento de las cantidades y su composición marcan las pautas para el diseño de las estrategias de manejo.

Se requiere en este proceso prevenir la mayor cantidad de residuos, mediante el reúso, la reducción en la fuente y el reciclaje, las que constituyen contribuciones decisivas en las estrategias de manejo, debido a que reducen los volúmenes de materiales desechados que requieren alguna forma de manejo. Es conveniente que estas iniciativas contemplen el ciclo de vida del producto para evitar que los problemas no se trasladen a procesos ulteriores del manejo (Fig. 2).

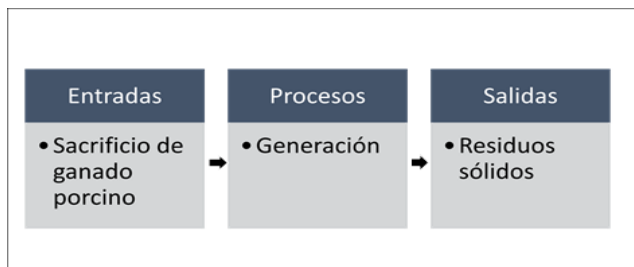


Fig. 2. Ciclo de vida para residuos sólidos en la empresa cárnica

Raúl Cepero Bonilla.

En la Tabla 3 se resume en lo fundamental el proceso, destacando por etapas los objetivos y elementos que los conforman.

Tabla 3. Elementos que integran el sistema de tratamiento de los residuales.

Etapas	Objetivo	Elementos
Pre-fermentación	Separación de residuos sólidos	Sedimentadores
Tratamiento primario	Retención de las pequeñas partículas de sólidos que traspasen los depósitos de pre-fermentación	Cámara de filtrado
Tratamiento combinado	Disminuir la demanda bioquímica de oxígeno, sólidos sedimentables y los coliformes.	Biodigestores de flujo continuo
		Lagunas de estabilización
		Filtro percolador

Fuente: Adaptado de (Machado-Torres, Suros-Rodríguez, & Ramírez, 2017).

El tratamiento de los desechos derivados de la producción porcina ocasiona un impacto positivo en el medio ambiente al posibilitar la descontaminación productiva.

Generación de impactos medioambientales

El manejo de los residuales trae consigo la aparición de impactos medioambientales debido a las salidas de desechos hacia el agua y el suelo. Es importante encontrar cómo pueden medirse los residuos y así valorar la implicación sobre el contexto, con lo que se pueden modificar e introducir cambios en los instrumentos de la gestión ambiental, de tal manera que se reduzca la carga contaminante. A partir de este componente del modelo se evalúan los impactos ambientales que se derivan de la estrategia de manejo en estudio.

Evaluación del ciclo de vida

Referido con anterioridad, constituye el instrumento que posibilita la identificación y evaluación de los impactos ambientales según la estrategia de manejo de

los residuos sólidos.

El análisis del ciclo de vida intercede de manera directa en la funcionalidad del modelo, al identificar las interrelaciones y encaminar acciones de gestión ambiental que intervienen de manera positiva en el alcance de la sostenibilidad ambiental, según el contexto.

Los pasos dentro del análisis del ciclo de vida interactúan con el resto de los componentes del modelo, lo que facilita la selección de alternativas como parte de las acciones de mejora continua.

Los antecedentes expuestos focalizan un modelo cuyo objetivo es describir un proceso que logra conectar la gestión ambiental con el manejo de residuos sólidos. En la Fig. 3 se muestra la representación gráfica del modelo de gestión.

En la *entrada* del modelo se establecen las bases para la gestión ambiental en el manejo de los residuos sólidos, en correspondencia con la situación de la entidad.

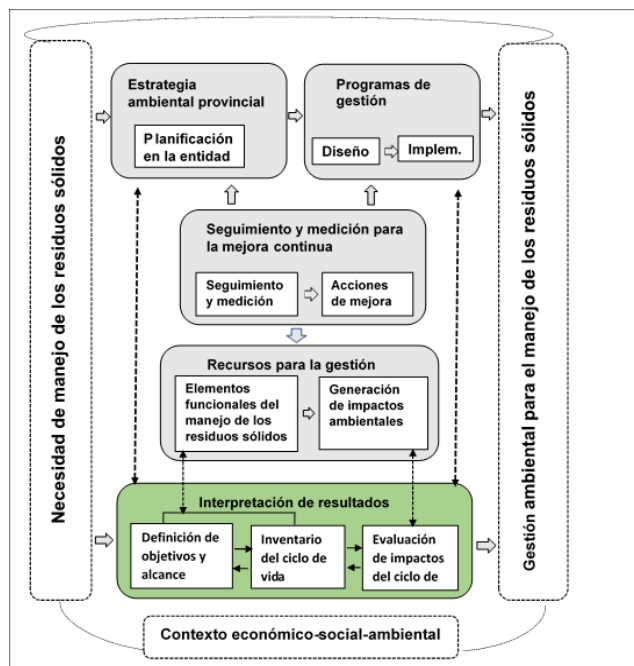


Fig. 3. Modelo de gestión ambiental para el manejo de los residuos sólidos en la empresa cárnica Raúl Cepero Bonilla.

Las *salidas* del modelo se materializan con la implementación eficaz de los programas para la gestión ambiental, específicamente para la reducción de la carga contaminante a nivel local.

Conclusiones

Se diseñó el modelo de gestión ambiental para el manejo de los residuos sólidos adecuado a las condiciones de la empresa cárnica Raúl Cepero Bonilla, con énfasis en el análisis del ciclo de vida, los instrumentos de gestión ambiental y el contexto económico-social-ambiental.

El modelo incluye la evaluación ambiental de los impactos que se generan según las particularidades de la estrategia ambiental aprobada en el territorio, e incluye las etapas del tratamiento de los residuos sólidos originados por la producción porcina, en un proceso de mejora continua.

Financiamiento de la investigación

La investigación fue financiada por la Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”; además, contó con el apoyo de la empresa cárnica Raúl Cepero Bonilla.

Contribución de los autores

Varela-Ledesma: Concepción y diseño de la investigación. Revisión documental. Determinación y análisis de resultados. Redacción del artículo y revisión final.

Betancourt-Rodríguez: Revisión documental. Validación participativa de la propuesta. Análisis de los resultados. Redacción del artículo y revisión final del manuscrito.

Oquendo-Ferrer: Validación mediante aplicación de instrumento estadístico. Redacción del artículo y revisión final del manuscrito.

Conflictos de intereses

No se expresan conflictos de intereses.

Referencias

Alcocer Quinteros, P., Knudsen González, J., Marrero Delgado, F., & Miranda Casanova, B. (2020). Modelo multicriterio para la gestión integral de residuos sólidos urbanos en Quevedo–Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 26(4), 328-349.

Anampi Atapaucar, C. R., Aguilar Calero, E. N., Costilla Castillo, P. C., & Bohórquez Flores, M. C. (2018). Gestión ambiental en las organizaciones: análisis desde los costos

- ambientales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 23(84), 1-11.
- Andrade, C. M., & Ayaviri, V. D. (2017). Cuestiones ambientales y Seguridad Alimentaria en el Cantón Guano, Ecuador. *28(5)*, 233-242.
- Barreto Torrella, S. I., & Valera de Moya, H. (2019). Estimación de la contaminación generada por producciones porcinas en Camagüey. *Rev. prod. anim.*, 31(1), 58-60.
- Cánova Herrandiz, A., Betancourt Bagué, T., & Vecino Rondón, U. (2019). Actividades de extensión agraria: contribución a la gestión ambiental de una finca en el sector cooperativo. *COODE*, 7(3), 420-434.
- Carvajal Romero, H., García Álvarez, M. T., & Teijeiro Álvarez, M. (2021). Evolución de la política medioambiental en la gestión de residuos. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(2), 265-275.
- CITMA. (2021). *Estrategia ambiental nacional 2021-2025*. Obtenido de <https://www.citma.gob.cu/estrategia-ambiental-nacional>
- Cruz, M., & Martínez, M. C. (2012). Perfeccionamiento de un instrumento para la selección de expertos en las investigaciones educativas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 14(2), 167-179.
- Espinoza-Quispe, C. E., Marrero-Saucedo, F., & Hinojosa-Benavides, R. (2020). Manejo de residuos sólidos en la gestión municipal de Huancavelica, Perú. *Letras Verdes*, 28, 163-177.
- Feijoo, G., & Moreira, M. T. (2020). *Análisis del Ciclo de Vida y Huella de Carbono: Casos Prácticos*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/>
- Goicochea-Cardoso, O. C. (2015). Evaluación ambiental del manejo de residuos sólidos domésticos en La Habana, Cuba. *Ingeniería Industrial*, 36(3), 263-274.
- Machado-Torres, Y., Suros-Rodríguez, Z. Y., & Ramírez Benítez, R. (2017). Sistema para el tratamiento de los desechos provenientes de la producción porcina, una experiencia en Yara. *REDEL*, 1(3), 313-326.
- Montalván-Estrada, A., Aguilera-Corrales, Y., & Veitia-Rodríguez, E. (2017). Análisis multicriterio para la gestión integrada de aguas residuales industriales. *Ingeniería Industrial*, 38(1), 56-67.
- Moreno-García, R. E., & Parra-Bofill, S. (2017). Metodología para la reingeniería de procesos. Validación en la empresa Cereales "Santiago". *Ing. Ind.*, 38(2), 130-142.
- Nova, L., Moreno, S., & Moreno, L. (2020). Modelos de gestión estratégica: estudio exploratorio en PyMEs manufactureras de la Provincia de Sugamuxi (Colombia). *Revista Espacios*, 41(41), 238-252.
- Ruiz Vicente, M. A. (2020). Estado actual de la contaminación ambiental presente en la Mixteca Oaxaqueña. *ONNPR*, 5(5), 535-553.