

**QUANTIFICATION AND USE OF WASTE IN THE LA GUAJIRA MINI-INDUSTRY: AN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PROPOSAL**

Aliuska Moreira-Varela<sup>1</sup>

**E-mail:** [aliuskamoreiravalera@gmail.com](mailto:aliuskamoreiravalera@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0009-3405-0210>

María Rosa Núñez-González<sup>1</sup>

**E-mail:** [mununez@ucf.edu.cu](mailto:mununez@ucf.edu.cu)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6181-8864>

Yaquelin Hermiaga-Cabrera<sup>1</sup>

**E-mail:** [yaquelin14011976@gmail.com](mailto:yaquelin14011976@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0002-1515-3694>

Yoelvis Antonio García-Sánchez<sup>1</sup>

**E-mail:** [yoelvisantonio@gmail.com](mailto:yoelvisantonio@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0003-7003-7239>

Yonkel Linares González<sup>1</sup>

**E-mail:** [yonkel.glez@gmail.com](mailto:yonkel.glez@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0009-1140-4338>

<sup>1</sup> Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

**Cita sugerida (APA, séptima edición)**

Moreira-Varela, A., Núñez-González, M. R., Hermiaga-Cabrera, Y., García-Sánchez, Y. A., & Linares González, Y. (2024). Cuantificación y aprovechamiento de residuos en la Mini-industria La Guajira: una propuesta de gestión medioambiental. *Revista UGC*, 2(3), 37-45.

**RESUMEN**

La cuantificación y aprovechamiento de residuos en la Mini-industria La Guajira: una propuesta de gestión medioambiental, es el tema que ocupa el artículo, con el objetivo de analizar el comportamiento en el reciclaje de residuos de la agroindustria y su impacto en la agricultura circular a punto de partida con la aplicación de la ciencia y la técnica, en la aplicación del método del cuarteo, en la cuantificación de los residuos de la Mini-industria La Guajira, en la CPA 26 de julio, del municipio Abreus, sobre la base de tres ejes temáticos: la gestión de residuos de la agroindustria y su impacto en la agricultura circular, aplicación de la ciencia en la gestión de residuos en la Mini-industria La Guajira, el método de cuarteo en la cuantificación de los residuos en la Mini-industria La Guajira. Resultados: aplicación del método de cuarteo, permitió la cuantificación de residuos, reconocer fortalezas y debilidades en su aprovechamiento. Conclusiones: el análisis del comportamiento en el reciclaje de residuos corroboró la necesidad de tomar decisiones sobre su aprovechamiento, mostrándose que deber reciclarse desde una perspectiva multisectorial, y con un manejo adecuado.

**Palabras clave:**

Cuantificación de residuos, Mini-industria, reciclaje, medioambiental.

**ABSTRACT**

The quantification and use of waste in the La Guajira Mini-industry: a proposal for environmental management, is the topic of the article, with the objective of analyzing the behavior in recycling waste from agroindustry and its impact on circular agriculture. starting point with the application of science and technique, in the application of the quartering method, in the quantification of waste from the La Guajira Mini-industry, in the CPA 26 de Julio, of the Abreus municipality, on the basis of three thematic axes: waste management from agroindustry and its impact on circular agriculture, application of science in waste management in the La Guajira Mini-industry, the quartering method in the quantification of waste in the Mini -La Guajira industry. Results: application of the quartering method, allowed the quantification of waste, recognizing strengths and weaknesses in its use. Conclusions: the analysis of behavior in waste recycling corroborated the need to make decisions about its use, showing that it should be recycled from a multi-sector perspective, and with adequate management.

**Keywords:**

Waste quantification, Mini-industry, recycling, environmental.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, se reconoce en espacios de reflexión y debate, que las acciones realizadas en pos del logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, promocionados en la Agenda 2030 (2015), carecen de factores de éxito, pues persisten problemas ambientales que comprometen áreas claves de desarrollo humano sostenible, como el agua potable, el saneamiento, la energía limpia, el manejo agroforestal, la producción de alimentos agroecológicos, y el tratamiento a los desechos o residuos, análisis que establece puntos coincidentes en los supuestos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016, 2019); Comisión para la Cooperación Ambiental (2017); Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2021), y en el Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente (2021), y en tal sentido se proponen alternativas que permitan un futuro mejor, lo cual, se sustenta en las acciones para fortalecer el Desarrollo Sostenible, luego, promocionan saberes, en pos de la reutilización, caracterización y gestión de los residuos orgánicos, en armonía con el medio ambiente y a favor de las políticas que implican la atención al cambio climático, desde una concepción de la economía circular (Lorenzo et al., 2023).

La economía circular se define como un sistema que busca maximizar la utilidad y el valor de los productos, componentes y materias primas en un ciclo virtuoso, donde los recursos naturales, materiales y activos no se agotan, sino que son reciclados, valorizados y reutilizados, con el fin de optimizar su utilidad y aumentar la proporción de recursos renovables y reciclables que se utilizan en un sistema económico, transformándose en una aliada para el cumplimiento de metas de desarrollo sostenible y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (Undurraga et al., 2019; Lorenzo et al., 2023).

Desde esa mirada la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020), establece vínculos entre la economía circular y la agroecología, a punto de partida de los diez principios agroecológicos, que propone en la Herramienta para la evaluación del rendimiento de la agroecología (TAPE), entre los cuales aflora el principio de la economía circular, que propone una relación entre productores y consumidores, apoya mercados locales y el desarrollo económico local mediante ciclos de aprovechamiento de los residuos con soluciones justas que respondan a la prevención, ante el desafío de reducir las pérdidas y desperdicios de alimentos. Dando continuidad a esa idea, en Cuba tuvo lugar el primer Taller de Agricultura Circular (2023), con el objetivo fortalecer la formación de capacidades, e impulsar las potencialidades en pos del continuo desarrollo del sistema agroalimentario cubano, espacio que facilitó el intercambio y la reflexión sobre la necesidad de multiplicar experiencias en la economía circular, con énfasis en la agricultura circular, tema de orden estratégico para los

gobiernos de los municipios cubanos, que implementan la Ley 148/2022, de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional (Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular, 2022).

Dentro de los aspectos abordados, en el Taller de Agricultura Circular (2023), se reconoce la interconexión de la ciencia, la técnica y la innovación; del sector privado y el estatal, la creación de sistemas productivos que aprovechen al máximo los recursos y reduzcan al mínimo los contaminantes ambientales, y el rol de los nuevos actores económicos en el aprovechamiento de los residuos, a tono con la idea central del evento que consideró la economía circular como un estratégico a favor de la agricultura y sus producciones, al favorecer un marco de soluciones sistémicas y resilientes, generar oportunidades económicas, y beneficios medioambientales y sociales.

En tanto, Ortiz et al. (2022), apuntan que la Agricultura circular, es una estrategia sostenible para impulsar la producción de alimentos, y un modelo que permite afrontar las necesidades actuales de la agricultura de conjunto con el desarrollo sostenible; desde esa perspectiva, se reconoce que la agricultura circular a esta forma de trabajar la tierra en articulación con los productos, servicios, residuos, el agua y la energía; mostrándose como un pilar básico en la sociedad (Anaya et al., 2022).

En tal dirección, los autores del artículo estiman que la agricultura circular es un ente de relaciones, que inspira la producción circular, la economía de recursos, servicios de calidad, y desarrollo sostenible; luego, considera el reciclaje y la reutilización de productos que se derivan de la agricultura y que tienen un papel fundamental en nuevos escenarios y servicios a favor del desarrollo sostenible en armonía con el medio ambiente, la agroecología, y los efectos del cambio climático, pues logra la optimización de los recursos naturales, económicos y ambientales, para un bien social, todo lo cual, contiene el aprovechamiento de los residuos.

El tema que contiene el tratamiento a los desechos o residuos, es parte de la agenda que Cuba asume, para enfrentar los desafíos y el debate del desarrollo socioeconómico y ambiental en las políticas actuales, y considera barreras como el incremento de la obsolescencia tecnológica, la mínima disponibilidad de recursos energéticos, el cambio climático, las enfermedades, y el escaso aprovechamiento de residuales; al considerarse oportuna la economía circular en diferentes sectores: Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución para el período 2021-2026 (Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular, 2021, 2022); sin embargo, prevalecen factores que afectan el cumplimiento de dichas políticas como la desinformación, escaso asesoramiento, y baja gestión del conocimiento, todo lo cual deriva un efecto en el manejo de los residuos, el cual se muestra de forma deficiente, en tareas de recogida, transportación, prácticas selectivas, segregación, infraestructura, tecnología,

reutilización y reciclaje, disciplina social, y la gestión del conocimiento y la cultura medioambiental (Rodríguez et al., 2021; Pérez et al., 2022; Osorio et al., 2023; Díaz et al., 2023); Castillo & Del Valle, 2023), aspectos que inciden negativamente en la gestión e impulso de la economía circular, a diferentes escalas y sectores productivos; luego, el reconocimiento de las ventajas de la agricultura circular, es una asignatura pendiente en las Estrategias de desarrollo económico social territorial.

Los autores del artículo asumen este planteamiento, que se sustenta, en la gestión del conocimiento, el cual deberá reconocer la importancia de la economía circular y propone incentivar una actividad agrícola sostenible, consciente y respetuosa del suelo, reciclar y reutilizar los residuos orgánicos para piensos y fertilizantes, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, reutilizar el agua y usar energías alternativas para el riego y otros procesos agrícolas, que incentiven la prevención y reducción de las pérdidas y desperdicios de alimentos.

A tono con esa idea, se analizaron las doctrinas de Díaz Canel (2022), quien manifestó la importancia de la Economía circular en el desarrollo de sistemas alimentarios en Cuba, e insistió en que todos los planes del país, deberán tener un pensamiento estratégico de conjunto con la economía circular, de modo que permita tener innovaciones productivas, aplicables desde la ciencia y la técnica, la formación de capacidades, y la concepción de un sistema de reducción continua del uso de materias primas y recursos, como son el suelo, el agua y los nutrientes, el encadenamiento de procesos, la creación de nuevos productos, la transformación de procesos, o innovaciones productivas.

En consonancia con las ideas expuestas el objetivo del artículo se declara en: analizar el comportamiento en el reciclaje de residuos de la agroindustria y su impacto en la agricultura circular a punto de partida con la aplicación de la ciencia y la técnica, en la aplicación del método del cuarteo, en la cuantificación de los residuos de la Mini-industria La Guajira, en la CPA 26 de julio, del municipio Abreus.

## DESARROLLO

### La gestión de residuos de la agroindustria y su impacto en la agricultura circular

Varios autores coinciden con las ideas de Díaz Canel (2022), y asumen la importancia de las transformaciones que hoy tienen lugar a favor de los sistemas alimentarios, para hacerlos más soberanos y sostenibles, en una escala de transición que, busca un cambio de paradigma, de un sistema de una reducción continua de costos hacia un sistema basado en una reducción continua del uso de materias primas y recursos, en el cual los residuos se convierten en materia prima, dando lugar a un nuevo producto (Marrero, 2022).

En Cienfuegos, se analizó una línea de pensamiento, desde la cual, afloran concepciones a favor de la agricultura circular, aunque estos autores, no emplean dicho término, si exponen alternativas que implican el aprovechamiento de los residuos a favor de la reconversión agroecológica, ante los nuevos retos y escenarios agroproductivos, que consideran las bondades de la agroecología, el uso de tecnologías agroecológicas, la producción diversificada de alimentos (Terry et al., 2022; Núñez et al., 2023).

Desde esa probabilidad, en la literatura científica internacional se identifican iniciativas que consideran el mejoramiento de la gestión de residuos y su aprovechamiento, en pos de aplicar las concepciones de la economía circular, entre estas se encuentran, las obras de Valdez (2020), quien promueve un proyecto de Basura cero, en el manejo sostenible para el municipio de Toluca; Ríos (2020), que presenta un proyecto agroproductivo de reciclaje en desechos de pescado descartado; Cervantes (2021), asume el aprovechamiento de los residuos ganaderos, con mayor beneficio social y que promueva el crecimiento económico de espacios agroproductivos.

En Cuba, se visualizaron propuestas de varios investigadores a favor de la gestión de los residuos y su aprovechamiento, desde una mirada a la economía circular: Lorenzo et al. (2023), quienes indistintamente, analizan la gestión de la calidad de los proyectos bajo la perspectiva de la economía circular, su normalización en cadenas de valor alimentarias sostenibles, para la seguridad alimentaria y el procesamiento agroindustrial de alimentos, y en la gestión de residuos ganaderos; sin embargo, estas propuestas carecen de una intención que abarque el aprovechamiento de los residuos que se generan desde el procesamiento agroindustrial y a favor de la agricultura circular. Desde esa idea, varios autores confirman en sus doctrinas que, la actividad humana es la principal fuente de creación de residuos o desechos, y responden al resultado de procesos de producción, distribución o consumo; ese fenómeno, se ha convertido en uno de los principales problemas ambientales en todo el mundo, y se origina en sectores como la agro-industria, que favorece las emisiones gases de efecto invernadero y la deforestación; aspectos que pueden mitigarse con la búsqueda de alternativas (Anaya, 2023).

Una de las alternativas que puede estar en sinergia con el aprovechamiento de los residuos que genera la agroindustria, en Cuba, y a favor de la agricultura circular es la creación y elaboración de áreas de abonos orgánicos; análisis que tiene lugar a nivel global, al reconocerse la importancia de la agricultura, entendida como una actividad de primer grado en la subsistencia humana y en el desarrollo socioeconómico de los países y regiones; sin embargo, la producción agrícola genera gran cantidad de residuos, los cuales afectan el medioambiente, como resultado de la siembra, el cultivo, la cosecha, la

comercialización y el procesamiento agroindustrial (Díaz, et al., 2023).

En tal sentido, se analizaron ideas en una línea de pensamiento que plantea, como estos residuos, por lo general, tienen un impacto negativo, pues el nivel de gestión que realiza el hombre, carece de un pensamiento innovador y renovador para aprovecharlos en diferentes espacios y contextos a favor de la creación de nuevos productos (Carvajal et al., 2021), y consideraran que deberán replantearse políticas que permitan aumentar la atención a la calidad del suelo, el agua y el aire, entre otros, manifestándose a favor de la gestión de los residuos que genera la agroindustria. En esa idea, estos autores consideraron la importancia del reciclaje de los residuos, pues: permite una gestión sostenible de los recursos, aprovecha el potencial de los residuos agrícolas como una valiosa fuente de nutrientes y energía, pueden transformarse en recursos útiles a través de técnicas como el compostaje, la digestión anaeróbica o la producción de biogás, son fuente de materia prima, promueven una producción más sostenible y eficiente, reducen la dependencia de los recursos naturales, la emisión de gases de efecto invernadero asociados con la descomposición de los residuos; por tanto, al reciclarlos se contribuye a mitigar los efectos del cambio climático.

En Cuba, los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución (2022 al 2026), establecen en su capítulo séptimo, que refiere la política industrial y energética, en el Lineamiento 235, que se deberá promover la intensificación del reciclaje y el aumento del valor agregado de los productos recuperados, priorizando actividades de mayor impacto económico con menos recursos y su recapitalización, según las posibilidades de la economía, incentivando la agricultura circular, desde la concepción de la gestión y el aprovechamiento de los residuos, que generan las agroindustrias. En tal sentido, la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2019), define a la agroindustria como el conjunto de actividades manufactureras a través de las cuales se generan diversos productos a partir materias primas provenientes de la actividad agropecuaria.

En tanto, se promocionó en la Gaceta oficial ordinaria (Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular, 2023), en el Capítulo IV, que aborda los Ecosistemas terrestres, entre los artículos 56 y 58, dedicado a los suelos, que las personas naturales o jurídicas, tienen a su cargo el uso o explotación de los suelos y ajustan su gestión, entre otras, a la siguiente disposición: utilizar prácticas correctas en la generación, manejo y tratamiento de residuos domésticos, industriales y agrícolas, y en el uso de cualquier tipo de producto químico o biológico que contaminen los suelos o los cultivos; y garantizar una adecuada disposición final de los desechos, cualquiera sea su origen; responsabilizando al Ministerio de la Agricultura en tales fines.

En esa línea, la agroindustria, tiene la finalidad de la transformación de las materias, primas de origen animal o vegetal, en artículos con valor agregado mediante una serie de procesos industriales, y está integrada en dos tipos: alimentarias (lácteas, cárnicas, hortofrutícolas) y no alimentarias (textil, maderera, abonos); en el caso de la industria agroalimentaria, se reconoce que genera diversidad de subproductos o residuos propios de su actividad, los cuales, al no ser tratados adecuadamente, se transforman en agentes contaminantes para el medio ambiente y la salud humana (Abreus & Bravo, 2021).

Desde tal enfoque, los autores antes mencionados, apuntan que el manejo inadecuado de los residuos, producto de la actividad agroindustrial, incide en el equilibrio medioambiental, cuando permite la contaminación sobre el suelo, el agua y otros espacios naturales, afectándose la flora y la fauna, la salud y la economía, en el contexto social en que tiene lugar el tratamiento de los residuos; luego, es un reclamo social el aprovechamiento de residuos agroindustriales para desarrollar nuevos productos, sobre la base de aspectos claves, que determinan la esencia de este fenómeno y en ello la gestión de los residuos de la agroindustria resulta vital para proyectar su impacto en la agricultura circular.

Entre estos aspectos clave, en el aprovechamiento de residuos agroindustriales se menciona, el uso de tecnologías innovadoras, el reciclaje, la gestión de residuos, la economía y la agricultura circular, la reducción del impacto ambiental, la planificación en la disposición final de los residuos, la valorización energética, entre otros; aspectos que tienen como punto de partida el reconocimiento de la clasificación de los residuos agroindustriales, según el espacio donde se producen: en la agricultura, la ganadería, y en unidades de transformación y comercialización, como es el caso de las Mini-industrias (Villarino et al., 2021).

En esa perspectiva, varios autores analizan en sus doctrinas el impacto medioambiental, que tienen los residuos agrícolas, y consideran que, en la mayoría de los casos resultan negativos (Abreus & Bravo, 2021), e identifican, entre otros, la contaminación, las emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático, la pérdida de biodiversidad, de hábitats naturales y la reducción de nichos ecológicos para diversas especies, el ineficiente uso de recursos, la erosión del suelo, la pérdida de nutrientes y la degradación de la calidad del suelo. Estos autores, destacan, además, como el hombre puede aprovechar las bondades de los residuos a favor de la creación de nuevos productos que permiten el reconocimiento de impactos positivos, y mencionan, entre otros, la producción de energía renovable y biofertilizantes, la mejora de la salud del suelo a través del compostaje y la conservación de los recursos naturales al reciclar

nutrientes, el fortalecimiento de la protección ambiental y mantenimiento de un ambiente de sostenibilidad, que tome como punto de partida la gestión de los residuos de la agroindustria, a favor de su impacto en la agricultura circular.

En esa dirección varios investigadores ponderan el uso de tecnologías a favor la gestión de residuos agrícolas (Carvajal et al., 2021; Díaz et al., 2023), y reconocen entre otros: el uso de Biodigestores, la Carbonización y pirólisis, la Agricultura de conservación, y el Compostaje; luego, toman como fundamentos de tal planteamiento que, dichas tecnologías se constituyen como una alternativa sostenible, al contribuir con la reducción de la contaminación, de emisiones de gases de efecto invernadero, de la dependencia energética, el aseguramiento del reciclaje, y la creación de modelos para la economía circular, al promover la sostenibilidad en el sector agrícola, pues contribuyen a la prevención de la erosión del suelo, al aportar nutrientes y materia orgánica.

### Aplicación de la ciencia y la técnica en el reciclaje de residuos en la Mini-industria La Guajira

En interés de esta propuesta, la gestión de residuos de la agroindustria y su impacto en la agricultura circular, consideró la atención a los residuos que se generan en la Mini-industria La Guajira, de la cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) 26 de julio, ubicada en la demarcación Charca, del municipio Abreus. En esta Mini-industria se procesan frutas, viandas y vegetales, y desde la concepción teórica se establece una coincidencia con las ideas que plantean Aguiar et al. (2022), respecto a las industrias y el tratamiento a los residuos, que se convierten en fuente de contaminación ambiental y en un problema económico por los costos para realizar la disposición final.

En ese interés, se corroboró que, en la literatura científica, resultan escasas para el caso Cuba, las publicaciones científicas que aborden el tema de las Mini-industrias dedicadas al procesamiento de frutas y vegetales (Villarino et al., 2021), situación que consideró la oportunidad de la investigación que se presenta y permitió la identificación de aspectos necesarios para la gestión de los residuos con fines socioculturales, el cuidado del medio ambiente, y otros desde una mirada económica; interés que marco una pauta, para la búsqueda de alternativas que consideren la producción de abonos orgánicos y de alimento animal, con diversos fines, desde el aprovechamiento de los residuos en la Mini-industria La Guajira. Para ello, fue necesaria la realización de un estudio descriptivo, explicativo, no experimental (Hernández & Mendoza, 2018), con la consecuente contextualización al escenario de la investigación, mostrándose en el resultado la importancia de la cuantificación de los residuos para su posterior reciclaje y aprovechamiento.

Es declarado un estudio descriptivo, porque la información sobre el escenario agroproductivo de la CPA 26 de julio, y la Mini-industria La Guajira, se orienta hacia la descripción de la situación actual, en relación con el aprovechamiento de los residuos en la producción de abonos orgánicos, así se procedió a la recopilación y análisis de datos que ilustran la realidad existente, al considerar la observación directa en el aprovechamiento de los residuos y su impacto en el entorno, de dicha escenario. Es un estudio explicativo, porque se asumen las relaciones causales en el escenario de la Mini-industria La Guajira, en relación con el aprovechamiento de los residuos que se generan para luego, ser aprovechados en la producción de abonos orgánicos, y en esa dirección, se realiza un acercamiento a la realidad, con las precisiones en las causas del fenómeno objeto de estudio, al explicar por qué esa realidad funciona de esa manera; para luego, proceder a la realización del análisis y discusión de los resultados, que permitió la elaboración de las conclusiones y recomendaciones de la investigación. Además, es considerado un estudio No experimental, porque permitió la recolección de datos, observándose la realidad del escenario de la Mini-industria La Guajira -en su ambiente natural e industrial- para después proceder al análisis de los resultados y la presentación de las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

El resultado se inserta al Proyecto: Gobernanza climática municipal y producción agroforestal sostenible de alimentos con bajas emisiones y adaptadas al cambio climático en Cienfuegos y Pinar del Río, Cuba (CienPinos); y en esa dirección se develó la necesidad de cuantificar el total de residuos orgánicos que se generan a partir de la producción industrial de la Mini-industria La Guajira; análisis que tuvo sus fundamentos en el empleo de la revisión bibliográfica sobre el aprovechamiento de residuos agroindustriales, al asumir los postulados de Aguiar et al. (2022), y para tales fines se consultaron fuentes de los últimos cinco años, procesándose la información por medio de la lectura crítica de documentos y materiales bibliográficos respecto al impacto, manejo y aprovechamiento de los residuos agroindustriales, con el fin de tener antecedentes para profundizar en las teorías y aportaciones ya emitidas sobre el tema y se realizaron observaciones, que fueron plasmadas en notas del trabajo de campo, con la finalidad de proceder a la cuantificación de los residuos que se generan.

Además, la metodología consideró un Trabajo de mesa (revisión documental) con decisores y productores de la CPA 26 de julio y la Mini-industria La Guajira, con el fin de familiarizarse con el tema de investigación, y la organización de la información necesaria para la exploración inicial, a punto de partida de la propuesta que realiza Lezcano et al. (2021), para la caracterización de fincas y en ello, se consideraron aspectos sociales, económicos, y medioambientales, adaptados al escenario de la investigación. La caracterización de la Mini-industria La

Guajira, facilitó la identificación del potencial de reciclaje, de tratamiento y las opciones de disposición final, que hasta el momento de la intervención no consideraba la cuantificación de los residuos, ni la estimación de los impactos potenciales en el medio ambiente, asociados con la disposición de los residuos, que se generan dicha Mini-industria.

En tanto, el estimado del resultado apeló a la aplicación de la ciencia y la técnica en la cuantificación de los residuos en la Mini-industria La Guajira, en tal sentido, se tuvo presente la producción per cápita (PPC), cuyas unidades son Kg/hb día, al considerar el supuesto, que entre más alto sea el estrato socioeconómico en el escenario agro-productivo de la Mini-industria, mayor es la generación de residuos; luego, se procedió a obtener la producción per cápita (PPC), mediante cálculos, que van de los supuestos al estrato real, todo lo cual confirma que la cuantificación está bien realizada (Alayón, 2020). La cuantificación de los residuos en la Mini-industria La Guajira, tuvo como punto de inicio los resultados de la caracterización que le anteceden, y consideró la determinación de la composición de los residuos en sus diferentes fracciones, en ello, se reconoce la composición de los residuos sólidos, como aquel término que describe los componentes individuales que constituyen el flujo de los residuos y su distribución relativa, usualmente basada en porcentaje por peso.

### El método de cuarteo en la cuantificación de los residuos en la Mini-industria La Guajira

En esa dirección se empleó el método de cuarteo (Alayón, 2020), adaptado al interés de esta investigación, al considerarse como un proceso que comienza con la ruptura de las bolsas recolectadas y que posteriormente busca homogenizar los residuos formando un montículo el cual se divide en cuatro (4) partes iguales, de las cuales se toman en pareja de diagonales (de dos-cuartos (2/4) diagonales se toman 10 Kg para análisis físico, a partir de tener un muestreo representativo.

El método de cuarteo (Alayón, 2020), se asumió, en interés de la investigación, pues permite cuantificar desde el origen los residuos, siguiendo este algoritmo de trabajo: selección de un lugar amplio y despejado, aislado del viento y que no incomode a los vecinos y demás personas cercanas al espacio seleccionado para la aplicación de los diez pasos, de la siguiente manera:

- Paso 1. Se toma la muestra de residuos del sitio de almacenamiento de la Mini-industria, y se descarga directamente sobre el suelo, preferiblemente en un espacio pavimentado.
- Paso 2. Se crea un círculo de aproximadamente 1.5 m de radio, y se subdivide en cuatro cuadrantes de igual tamaño, con su respectiva numeración I, II, III, IV, divididos con ladrillos.
- Paso 3. Se hace la selección de bolsas de residuos y se pesan hasta que se alcance un peso total de 90 Kg.

- Paso 4. Se abren todas las bolsas y se arroja su contenido en el centro del círculo, para distribuir y homogenizar el volumen en cada cuadrante, además se utiliza la ayuda de un palo o escoba, y se procede a la realización de una limpieza de otros residuos que no procedan de las frutas, y vegetales o viandas.
- Paso 5. Se escogen 2 cuadrantes opuestos, estos son el I y el III; de esta forma se seleccionan los residuos por tipo de material: semillas, tallos, cascara, entre otras, luego, se recoge en la última bolsa el material putrescible que queda, como tierra de barrido llamada también suciedad, otros desechos.
- Paso 6. Se hace el pesaje de las bolsas por material separado, y se comparan los resultados de la suma del cuadrante I con el III, para determinar su semejanza en composición, téngase presente que entre la sumatorias de los 2 cuadrantes solo puede haber una diferencia máxima de 2 Kg. Si esto se cumple significa que hubo una buena homogenización, se recogen todos los cuadrantes y se procede a calcular el promedio de los cuadrantes trabajados I y III.
- Paso 7. Si, por el contrario, la composición de estos dos cuadrantes I y III es mayor a 2 Kg, se saca a un lado el cuadrante II y se repite el proceso de pesaje por bolsas para este cuadrante II. La sumatoria se puede comparar con el cuadrante I o III, y se verifica que la diferencia sea menor a 2 kg con cualquiera de los dos cuadrantes para promediar. Ahora, si la sumatoria de los tres cuadrantes entre sí es menor de los 2 Kg se promedia con los tres cuadrantes.
- Paso 8. Si entre la sumatoria de los cuadrantes I, II y III la diferencia está por encima de 2 kg, se hace necesario sacar a un lado el cuadrante IV y se repite el proceso de pesaje por bolsas para este cuadrante IV. La sumatoria de este último cuadrante se puede comparar con la sumatoria de cualquiera de los otros tres, para encontrar con cuál de ellos la diferencia es menor de 2 Kg para poder promediar. Si, aun así, con estas oportunidades de comparación entre cuadrantes la diferencia no es menor de 2 Kg, significa que el procedimiento no tuvo previamente una correcta homogenización.
- Paso 9. Con los valores obtenidos de cada cuadrante se determina el promedio en peso y el porcentaje.
- Paso 10. Se procede a recoger todos los residuos que estén en el círculo, se barre, para dejar el sitio limpio tal y como fue encontrado.

Para efectuar el método de cuarteo, se requirió de la participación de, al menos cuatro personas, en este caso participaron de conjunto con la investigadora el tutor de la investigación y dos Especialistas en Sistema Innovación Alimentario Local (SIAL). Los implementos requeridos, que se emplearon fueron: área del patio, con capacidad de 200 kg, Bolsas de polietileno de 1.10 m x 0.90 m y calibre mínimo del No. 200, para la recolección de cada uno de los materiales que se van a clasificar, guantes gruesos, escobas, Tapa bocas.

En este apartado se presenta el resultado con la cuantificación de los residuos en la Mini-industria La Guajira, que en una semana muestra un Total de 103 kg, el algoritmo de trabajo, consideró la selección de un lugar amplio y despejado, aislado del viento y que no incomodara a los vecinos y demás personas cercanas al espacio seleccionado, el cual se identificó como el Patio, en la Mini-industria, a 20 m de distancia del área de procesamiento y elaboración. Posteriormente se procedió a la aplicación de 10 pasos, proceso que se describe a continuación.

Para la realización de los dos primeros pasos, se procedió a la toma de muestras de los residuos, del sitio de almacenamiento, destinado para tales fines en la Mini-industria, y se descargaron directamente en el suelo, pavimentado, dentro del Patio, luego se creó un círculo de aproximadamente 1.5 m de radio, en el cual se realizaron los cuatro cuadrantes de igual tamaño, y se procedió a su identificación respectiva. Posteriormente se seleccionaron residuos para llenar bolsas hasta 90 Kg., las cuales fueron llevadas a pesaje, dando salida al tercer paso, del método de cuarteo. Seguidamente, y en consonancia con el cuarto paso, que indica el método se procedió a la apertura de las bolsas, y el contenido se depositó en el centro del círculo confeccionado; se procedió a su distribución según correspondencia con las acciones para buscar una homogenización en el volumen, y distribuirlo a cada cuadrante, de esa forma se logró, la obtención de una limpieza de otros residuos que no eran de interés, con la ayuda de un palo de escoba.

Así al día siguiente, se procedió a la realización del quinto paso, seleccionándose dos cuadrantes opuestos, el I y el III; y se colocan los residuos, según fueron clasificados, por tipo el de material, en el cuadrante I., se ubicaron restos de tallos, y en el cuadrante III., cáscaras de frutas y viandas; luego, se recogió en la última bolsa el material putrescible que quedó, identificándose restos de tierra en el barrido y otros desperdicios. Se procede al pesaje, colocándose en bolsas los residuos por separado, en una, los tallos y en otra y las cáscaras, y el resultado mostró una diferencia de 1.05 Kg, lo cual, demostró que hubo una buena homogenización, tras calcular el promedio de los cuadrantes trabajados (I y III), como resultado del sexto paso; luego, no fue necesario aplicar los pasos siguientes (7 y 8), y se procedió a determinar los valores obtenidos de cada cuadrante en peso y en porcentaje.

Toda vez, aplicado el método de cuarteo, se procedió a la discusión, de los resultados. A tono con los objetivos de la investigación y los resultados obtenidos se establece una coincidencia con las doctrinas de Alayón (2020), quien plantea la importancia que tiene la realización de una cuantificación de los residuos sólidos en pos de una gestión medioambiental segura y ordenada, aspecto que es esencial en la investigación y que permitió llegar a conclusiones; de otra parte, existe una idea convergente con Alayón (2020), en cuanto a que existen, en la literatura

científica, muy pocos métodos, para la cuantificación de residuos, y los que se presentan ponderan los residuos sólidos municipales y urbanos. En esa dirección, la discusión de los resultados asumió la guía que presenta un método para caracterizar y cuantificar de una manera más sencilla y eficaz, los residuos de la Mini-industria La Guajira, el cual Alayón (2020), asumió como Método el cuarteo, coincidiendo el resultado de su propuesta con el obtenido en la investigación, y en ello se asume la necesidad de gestionar conocimientos para mitigar los efectos del cambio climático, desde esta perspectiva.

Además, el resultado obtenido por el método del cuarteo tiene similitudes con el resultado que muestra la obra de autores como: Chamizo et al. (2022), quienes a partir de la cuantificación de residuos -en diferentes contextos- siendo (el contexto) la diferencia con la investigación; lograron la identificación del potencial de residuos, y su aprovechamiento para poder ser reciclados, ofrecerles el tratamiento adecuado y evitar la contaminación ambiental al buscar alternativas viables para la disposición final.

Otra obra que ilustró el método del cuarteo, fue la presentada por Sánchez Castelblanco & Heredia (2022). Sin embargo, el resultado que muestra difiere del resultado de la investigación, pues el fin de estos autores fue la producción de enzimas microbianas, a partir de la evaluación fisicoquímica y microbiológica de residuos orgánicos mediante un análisis microbiológico de residuos de tubérculos, leguminosas, verduras, plantas ornamentales y aromáticas, que fueron llevados a análisis de laboratorio; tecnología que no fue posible emplear en la investigación.

En Cuba, se analizó el estudio presentado por Urbina & Zúñiga (2016), quienes presentan una Metodología para el ordenamiento de los residuos sólidos domiciliarios, que tiene similitud con el resultado de la investigación, al considerar el impacto negativo que genera el no aprovechamiento de los residuos sólidos y propone observar este fenómeno desde una perspectiva multisectorial, condicionada por un conjunto de procesos a los que el hombre debe buscar una solución viable, que permita mejorar el estado ambiental. De otra parte, la discusión del resultado consideró la obra de Aguiar et al. (2022), con la cual, se estableció una sinergia y se coincidió en el reconocimiento del impacto, que puede tener un manejo adecuado y aprovechamiento de residuos; en ello, plantea, este autor, que la revisión documental es determinante para la gestión del conocimiento a ese fin.

En Cienfuegos, Miranda & Figueredo (2023), presentan una obra que puntualiza la optimización del ruteo de vehículos para la recolección de desechos sólidos municipales, caso Cienfuegos, derivándose de su análisis una coincidencia con el resultado de la investigación, en la cual, se asume la importancia social, medio ambiental y económica, desde la óptica del aprovechamiento de los residuos para mitigar los efectos del cambio climático al medio ambiente, y el desarrollo socioambiental de una

determinada comunidad, sustentado en prácticas efectivas y eficientes, que permita reducir los costos y reducir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera.

## CONCLUSIONES

El análisis del comportamiento en el reciclaje de residuos de la agroindustria corroboró la necesidad de tomar decisiones sobre su aprovechamiento, por la importancia que tiene en la agricultura circular, constatándose deficiencias en la aplicación de la ciencia y la técnica, todo lo cual favoreció la búsqueda de una alternativa, que consideró la aplicación del método del cuarteo, en la cuantificación de los residuos de la Mini-industria La Guajira, en la CPA 26 de julio, del municipio Abreus.

Dicha cuantificación de los residuos se realizó según adaptación a los diez pasos del método del cuarteo, mostrándose el impacto del aprovechamiento de los residuos, toda vez que se logre la gestión para reciclarlos y convertirlos en otros productos que posibilitan el desarrollo de la agricultura circular; luego, la cuantificación de los residuos, facilitó el reconocimiento de fortalezas y debilidades en su aprovechamiento, y la organización de una gestión medioambiental ante los efectos del cambio climático, que permite puedan ser reciclados, desde una perspectiva multisectorial, y con un manejo adecuado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreus Vázquez, J. A., & Bravo Rodríguez, Y. (2021). Gestión de los residuos sólidos urbanos como potencialidad energética en el desarrollo local del municipio Cienfuegos. *Revista Científica, Cultura, Comunicación y Desarrollo*, 6(1), 73-81. <https://rccd.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/280>
- Aguiar Novillo, S., Enríquez Estrella, M., & Uvidia Cabadiana, H. (2022). Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento. *Axioma - Revista Científica de Investigación, Docencia y Proyección Social*, 27, 05-10. <https://axioma.pucesi.edu.ec/index.php/axioma/article/view/803>
- Alayón, E. (2020). Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos. *Inventum*, 15(29), 76-94. <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/2522>
- Anaya Villalpanda, M. (2023). La economía circular para la seguridad alimentaria y el procesamiento agroindustrial de alimentos. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 7(2). <https://apye.esceguacu/index.php/apye/article/view/268>
- Anaya Villalpanda, M., Fernández, R., & Fernández, L. (2022). La normalización para la economía circular en las cadenas de valor alimentarias sostenibles. *Revista Normalización*, 3, 7-15. [http://www.cgdc.cu/sites/default/files/publicaciones/revista\\_normalizacion\\_no.3-2022.pd](http://www.cgdc.cu/sites/default/files/publicaciones/revista_normalizacion_no.3-2022.pd)

- Carvajal Romero, H., García Álvarez, M. T., & Teijeiro Álvarez, M. (2021). Evolución de la política medioambiental en la gestión de residuos, ECUADOR. *Universidad Y Sociedad*, 13(2), 265-275. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1964>
- Castillo Zavaleta, C.O., & Del Valle Jurado, C. (2023). Evaluación del reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados por los servicios de un catering. *Revista Ciencias geográficas*, 26(51). <https://revista-sinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/23942>
- 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. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202101.003>
- Chamizo-Checa, S., Suárez-Sánchez, J., Muñoz Nava, H., Chamizo Checa, A., Carreón-Coca, M. F., & Alburquerque Reyes, V. (2022). Estimación de la generación y composición de residuos sólidos en Papalotla, Tlaxcala. 6(6), 1-16. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i5.2903](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.2903)
- Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular. (2021). Lineamientos de la Política Económica del Partido y la Revolución del año 2021 – 2026. Editora Política.
- Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular. (2022). Ley 148/2022, de Seguridad, y Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional de Cuba. *Gaceta Oficial*. <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/gaceta-oficial-no-77-ordinaria-de-2022>
- Díaz Pablos, J., Pérez Osorio, A., & Carbonell Mariño, O. S. (2023). La gestión integral de residuos sólidos en la comunidad. *Opuntia Brava*, 15 (Especial), 86-96. <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1923>
- Díaz-Canel Bermúdez, M.M. (2022). Gobierno municipal: actor local con mayor capacidad para organizar y liderar e impulsar el desarrollo territorial. Videoconferencia con gobernadores e intendentes que aborda actividad legislativa y de gobierno. <https://www.juventudrebelde.cu/cuba/2020-07-28/gobierno-municipal-actor-local-con-mayor-capacidad-para-organizar-y-liderar>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Editorial Mc Graw Hill Education.
- Lezcano Fleire, J.C., et al., (2021), Caracterización de la situación agroproductiva de una finca campesina en Matanzas, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 44.
- Lorenzo Kómova, E., Palacios Hidalgo, A., & Souza Via-montes, C.M., (2023). La economía circular en la gestión de residuos ganaderos. Centro de Estudios de Técnicas de Dirección. Universidad de La Habana.

- Marrero Cruz, M. (2022). Balance nacional del Programa Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar. Autoabastecimiento alimentario: un asunto de seguridad nacional. <https://www.cubainformacion.tv/cuba/20221227/1-balance-nacional-del-programa-de-la-agricultura-urbana-suburbana-y-familiar>
- Miranda Pérez, R., & Figueredo Díaz, R. (2023). Optimización del ruteo de vehículos para la recolección de desechos sólidos municipales – caso Cienfuegos. *Revista Científica Cultura, Comunicación Y Desarrollo*, 8(1), 88–95. <https://rccd.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/426>
- Núñez González, M.R., López Rodríguez, I., & García Vega, J. (2023). Actualidad, retos y perspectivas en la soberanía alimentaria local y las bondades de la agroecología. *Redel*, 7(3), 43-52. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/4042/9595>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2019). Centro de conocimientos sobre agroecología. <https://www.fao.org/agroecology/home/es>
- Ortiz Gutiérrez, B. E., González Forero, R., J. Fernández Lizarazo, J.C. & García Nieto, V. (2022). Agricultura circular: una estrategia sostenible para impulsar el agro colombiano. *Revista de la Universidad de La Salle*, (87), 197-213. <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls/vol2021/iss87/10/>
- Osorio Diéguez, S.O., Segura Vázquez, A., & Osorio Diéguez, S. (2023). Generación de la energía mediante la gestión de residuos y las fuentes renovables de energía. *Revista Opuntia Brava*, 15, 63-74. <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1918>
- Pérez Cartón, C., Espinoza, D., & Cruz, R. (2022). Material didáctico. Manual de buenas prácticas para la gestión de los residuos y su impacto en el medio ambiente. Universidad de Las Tunas.
- Ríos, J. J. (2020). Vida a los purines y al pescado descartado: La ganadería quiere cerrar el círculo. *Revista EFE: Agro*. <https://www.efeagro.com/noticia/ganaderia-economia-circular/>
- Rodríguez, N. E, Brito, J. M., & Bérriz, R. A. (2021). Guía para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales. Centro de Desarrollo Local y Comunitario. Plataforma Articulada para el Desarrollo Integral Territorial. [https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-09/PADIT\\_Gu%C3%ADa%20para%20la%20gesti%C3%B3n%20integral%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20municipales.pdf](https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-09/PADIT_Gu%C3%ADa%20para%20la%20gesti%C3%B3n%20integral%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20municipales.pdf)
- Sánchez Castelblanco, E.M., & Heredia Martín, J.P. (2022). Evaluación de residuos orgánicos generados en plazas de mercado para la producción de enzimas bacterianas. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46(180), 675-684. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1652>
- Terry Espinosa, C., Hernández Castellanos, M., Almogoea Fernández, M., & Hernández Calzadilla, R. E. (2022). Producción diversificada de alimentos en patio y parcela para el autoconsumo familiar. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(2), 104-111. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/382/380>
- Undurraga Marimón, M.E., et al., (2019). Estudio de Economía Circular en el Sector Agroalimentario. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.
- Urbina Reynaldo, M.O., & Zúñiga Igarza, L.M. (2016). Metodología para el ordenamiento de los residuos sólidos domiciliarios. *Ciencia en su PC*, 1, 15-29. <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181345819002.pdf>
- Valdez, A. (2020). Basura cero. Propuesta de manejo sostenible para el municipio de Toluca. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma del Estado de México.
- Villarino Fernández, L., Martínez Varona, R., & Campos Cuní, B. (2021). Las mini-industrias en la agricultura: un medio para minimizar el impacto negativo del cambio climático. *Revista Ingeniería Agrícola*, 5(3), 40-46. <https://www.redalyc.org/pdf/5862/586261426007.pdf>