



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), Noviembre-Diciembre 2025,
Volumen 9, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6

GESTIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DEL PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR PARA FORTALECER LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

**MANAGEMENT OF ORGANIC WASTE FROM THE
SCHOOL FEEDING PROGRAM TO STRENGTHEN
THE ENVIRONMENTAL EDUCATION OF STUDENTS**

Ana María Tapias Beltrán

Universidad Popular del Cesar, Colombia

Gracey Pamela Atencio Pineda

Universidad Popular del Cesar, Colombia

Luis Carlos Bermúdez Quintero

Universidad Popular del Cesar, Colombia

Moises Eduber Pinto Acosta

Universidad Popular del Cesar, Colombia

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.22059

Gestión de los Residuos Orgánicos del Programa de Alimentación Escolar para Fortalecer la Educación Ambiental

Ana María Tapias Beltrán ¹anatapiasbeltran@hotmail.com<https://orcid.org/0009-0002-1972-9347>Universidad Popular del Cesar- UPC
Colombia**Gracey Pamela Atencio Pineda**pameladocentequimica@gmail.com<https://orcid.org/0009-0008-5729-0455>Universidad Popular del Cesar - UPC
Colombia**Luis Carlos Bermúdez Quintero**abadmakario@hotmail.com<https://orcid.org/0000-0001-9275-9046>Universidad Nacional Abierta y a Distancia
UNAD
Colombia**Moises Eduber Pinto Acosta**ieminas@educacioncesar.gov.co<https://orcid.org/0009-0007-3121-5038>Universitaria Adventista de Medellín - UNAC
Colombia

RESUMEN

En el presente artículo se evalúa el impacto de estrategias dirigidas a fortalecer la educación ambiental a partir de la gestión de residuos orgánicos generados por el Programa de Alimentación Escolar (PAE) en la Institución Educativa Nuestra Señora del Carmen (La Mata, Cesar). Fundamentado en las ideas de educación ambiental de Freire y en la teoría del aprendizaje activo, se desarrolla un sistema de recolección de residuos orgánicos a partir de pacas biodigestoras, más sesiones de reflexión y de capacitación práctica. Con una metodología de investigación cuantitativa descriptiva no experimental, con la participación de 31 alumnos, 16 docentes y 5 manipuladores de alimentos, habiéndose recolectado los datos a partir de encuestas tipo Likert validadas por expertos y aplicadas antes de la intervención. Los resultados indican que los alumnos y los docentes reconocen la importancia de gestionar adecuadamente los residuos orgánicos y valoran la capacitación recibida. Los manipuladores de alimentos manifestaron disposición y habilidad para separar y gestionar adecuadamente los residuos. Por medio de la interpretación de los resultados, logrando concluir que hay un alto potencial de las estrategias para promover hábitos de consumo proambiental. Por último, se recomienda, por un lado, protocolizar la gestión de los residuos y destinar recursos para la señalización y la formación permanente, y por último, crear un comité de seguimiento que haga posible su sostenibilidad.

Palabras clave: clasificación de residuos, educación ambiental, programa de alimentación escolar, pacas biodigestoras y residuos sólidos

¹ Autor principal.

Correspondencia: abadmakario@hotmail.com

Management of Organic Waste from the School Feeding Program to Strengthen the Environmental Education of Students

ABSTRACT

In the present study, the impact of strategies aimed at strengthening environmental education thru the management of organic waste generated by the School Feeding Program (PAE) at the Nuestra Señora del Carmen Educational Institution (La Mata, Cesar) was evaluated. Based on Freire's ideas of environmental education and the theory of active learning, a system for collecting organic waste using biodigester bales was developed, along with reflection sessions and practical training. With a non-experimental descriptive quantitative research methodology, 31 students, 16 teachers, and 5 food handlers participated, with data collected thru Likert-type surveys validated by experts and administered before the intervention. The results indicate that the students and teachers recognize the importance of properly managing organic waste and value the training received. The food handlers expressed willingness and ability to properly separate and manage waste. Thru the interpretation of the results, it was concluded that there is a high potential for strategies to promote pro-environmental consumption habits. Finally, it was recommended, on one hand, to standardize waste management and allocate resources for signage and ongoing training, and lastly, to create a monitoring committee to ensure its sustainability.

Keywords: waste classification, environmental education, school feeding program, biodigester bales and solid waste

*Artículo recibido 10 diciembre 2025
Aceptado para publicación: 10 enero 2026*



INTRODUCCIÓN

Actualmente, la inadecuada gestión de los residuos orgánicos es uno de los retos medio ambientales más persistentes en el contexto escolar. A nivel global, organismos como la FAO advierten que cerca de un tercio de los alimentos generados se convierten en desperdicio previo a la compra y consumo por parte del consumidor, lo que puede tener efectos tan adversos como la contaminación del suelo o de las fuentes de agua, y en la expulsión de gases de efecto invernadero. En el caso colombiano, más de la mitad de los residuos sólidos tiene un origen orgánico, y estos residuos generalmente son llevados a destinos finales sin contar con procesos de aprovechamiento que cierren así la cadena de nutrientes, generando presiones sobre nuestra propia naturaleza. Esta misma situación es un reto no sólo técnico sino educativo y cultural; la falta de prácticas de separación, compostaje, o biodigestión, sistemáticas, se traduce en la no construcción de ciudadanos y ciudadanas críticos y preocupados por la sostenibilidad del medio en que habitan. En esta línea, entender cómo se apropian o se contradicen estas dinámicas globales y nacionales en la vida cotidiana de las escuelas es fundamental a la hora de articular estrategias que integren la gestión de residuos en procesos pedagógicos significativos y transformadores.

En la Institución Educativa Nuestra Señora del Carmen (La Mata, La Gloria, Cesar), el residuo biológico, las pieles o restos de las partes no comestibles de los alimentos y los residuos vegetales que se producen superan con creces los sistemas convencionales de gestión de residuos, lo que pone de relieve la necesidad de articular las prácticas de sostenibilidad y la educación ambiental con el currículo escolar. Este artículo muestra, precisamente, cómo revalorizar estos residuos como recursos didácticos y energéticos a partir de un trabajo en el que se involucran los estudiantes, los docentes y los manipuladores de alimentos en un proceso activo de transformación y educación ambiental.

A lo largo de este estudio se busca dar respuesta al siguiente interrogante: ¿cómo revalorizar el residuo orgánico del Programa de Alimentación Escolar (PAE) formando parte de la educación ambiental con los estudiantes de secundaria? Si bien el PAE facilita la alimentación y la ayuda escolar, su componente de la gestión de residuos ha quedado reducido a una gestión logística elemental, sin generar espacios de sensibilización y de práctica para el alumnado. La escasa estructura para el compostaje o la biodigestión y la formación del profesorado quedan supeditados a una carencia que restringe la apropiación de valores y prácticas sostenibles dentro de la comunidad escolar.



De ahí que dar respuesta a esta carencia sea necesario por la trascendencia ambiental, social y económica. A nivel global, la FAO (2018) indica que un 30 % de la comida se despilfarra antes de llegar al consumidor y, en el caso de Colombia, más de la mitad de los residuos sólidos son de origen orgánico. La revalorización de estos ayuda a reducir la contaminación de los suelos y de las aguas y a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, pudiendo extraer insumos como biogás y fertilizantes naturales. La práctica en cada acción concreta sobre la gestión de los residuos contribuye a que los alumnos y alumnas se conviertan en agentes de su propia educación y de cambio, haciendo así posible la sincronización de la educación formal con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La problemática se analiza desde la perspectiva crítica y dialógica de la educación ambiental de Paulo Freire y desde la teoría de aprendizaje activo, que se centra en la implicación del estudiante en su propio proceso de formación. Desde la educación de Freire, esta reflexión colectiva sobre nuestra realidad en torno a los residuos hace posible la construcción de una conciencia crítica, la conciencia de la responsabilidad sobre el entorno en el que estamos insertos y la conciencia de un camino que se ha de recorrer de forma colectiva; desde la teoría de aprendizaje activo, las actividades de recolección, clasificación y biodigestión de los residuos contribuyen a la consolidación de un ciclo que integra acción y reflexión en torno a los conceptos científicos y éticos con los que estamos trabajando. Al mismo tiempo, el modelo de gestión integral de residuos permite organizar la manera de sistematizar protocolos, recursos y roles en la escuela. En cuanto a antecedentes, estudios internacionales y nacionales evidencian que los proyectos de compostaje escolar, de huertas didácticas y de biodigestores permiten avanzar en conocimientos y en actitudes proambientales. Pocos han evaluado de manera simultánea la aplicación de pacas biodigestoras en el contexto del PAE y su repercusión en la comunidad educativa. El artículo aquí presentado responde a dicho vacío al conjugar la medición cuantitativa de los conocimientos, actitudes y prácticas con el análisis de volúmenes de desechos y la percepción de los actores escolares antes y después de la intervención.

De este modo, la reflexión crítica y dialógica sobre la educación ambiental del propio Paulo Freire (1996), cumple un papel fundamental porque sostiene que la enseñanza no se limita a la transmisión de contenidos, sino que implica un proceso de reflexión y comunicación dialógica a través del cual los participantes asuman su realidad y busquen soluciones conjunta y colectivamente.



Para Freire, la educación ambiental es aquel espacio que propicia la toma de consciencia crítica, así como la acción transformadora frente a las problemáticas ambientales y ecológicas planteadas. Esta línea de reflexión se conecta con la teoría del aprendizaje activo, una práctica educativa que define el conocimiento como aquel que se hace significativo y perdurable, siempre que los estudiantes desarrollen aquella actividad de manera directa. Bonwell y Eison (1991) y Prince (2004) demuestran que las metodologías que incluyen actividades como debates, proyectos prácticos o resolución de problemas mejoran la retención de la información y contribuyen a incrementar el pensamiento crítico, ambos elementos de gran relevancia para este estudio, en función del mismo concepto (los conocimientos, actitudes y prácticas proambientales) que se han comentado en líneas anteriores. Con todo, estos marcos teóricos ponían de relieve la dimensión experiencial que articula la formación ambiental y los tipos de categorías de análisis que definían con la reflexión crítica, la participación activa y la apropiación de saberes ambientales.

El marco pedagógico se complementa con el modelo de gestión integral de residuos, descrito por Bermúdez (1999) y Jaramillo y Zapata (2008), organizador del ciclo de los residuos mediante separación, recolección, tratamiento y valorización. Aportaba un importante conjunto de indicadores operativos -volúmenes, peso de residuos, eficiencia de la separación y calidad de subproductos- que facilitaron la cuantificación del impacto de las actuaciones ambientales en los espacios escolares. La revisión de los antecedentes internacionales y nacionales es un soporte más que de suficiente, si bien hay vacíos en lo que corresponde a la realidad del Programa de Alimentación Escolar (PAE) escolar, es evidente que Noa et al. (2024), a través de la creación de una propuesta de manejo de residuos domésticos para un enfoque cuantitativo-descriptivo, lograron evidenciar el cambio en las actitudes de la comunidad; Miranda y Bedolla (2024) crearon un programa mixto de educación ambiental en México, evaluando la conciencia y la práctica; Flores y Sánchez (2024) propusieron un protocolo mixto de grupos focales y encuesta para diseñar un programa de compostaje en las áreas rurales; a nivel nacional y en sintonía, Agámez y Betancourt (2024) validaron estrategias de compostaje familiar para el municipio de Montería. Morales (2024) realizó una validación de la viabilidad de intervenciones en vacas biodigestoras a partir del caso de la Granja Naranja en Cundinamarca; Carvajal et al. (2023) llevaron a cabo la caracterización de un campus universitario como generador de residuos, enfatizando



una respuesta que acceda a integrar la educación ambiental en la gestión de residuos. Sin embargo, ninguno de los trabajos revisados atiende de forma simultánea la creación de vacas biodigestoras en el marco del PAE escolar; miden simultáneamente el conocimiento, las actitudes, las prácticas y el volumen de residuos aprovechados. El presente trabajo estudia dicho vacío propuesto por una intervención del tipo cuanti-descriptiva, que articula teoría crítica, aprendizaje activo y gestión integral de residuos para mejorar la educación ambiental en la Institución Educativa Nuestra Señora del Carmen (La Mata, Cesar).

El contexto de La Mata - La Gloria, de 1 600 habitantes y con una institución educativa que da atención a casi 560 alumnos en zonas rurales, representa un contexto privilegiado para evaluar la ejecución de un programa educativo de valorización de residuos orgánicos. Este estudio tiene como ejes el diseño de pacas biodigestoras, las sesiones de reflexión y los talleres prácticos, lo cual se entiende bajo un muestreo por conveniencia de estudiantes de grados décimo y undécimo, docentes y manipuladores de alimentos del PAE.

El artículo tiene como finalidad evaluar la gestión de los residuos orgánicos del PAE como herramienta de fortalecimiento de la educación ambiental en la Institución Educativa Nuestra Señora del Carmen (La Mata, Cesar), midiendo los cambios en conocimientos, actitudes y prácticas y evaluando la viabilidad técnica y pedagógica de la intervención.

METODOLOGÍA

El presente estudio se fundamenta en una metodología cuantitativa que constituye la columna del proceso de la investigación, orientando de forma clara la recolección, el análisis y la interpretación de los datos. Su objetivo principal es valorar el impacto que tienen las estrategias ideadas para desarrollar la educación ambiental a través del aprovechamiento de los residuos orgánicos provenientes del Programa de Alimentación Escolar (PAE) en la Institución Educativa Nuestra Señora del Carmen de la vereda La Mata, municipio de La Gloria, Cesar. La elección de un marco metodológico robusto da respuesta a la necesidad de convertir fenómenos complejos, como son la producción y la gestión de los residuos orgánicos, en variables que se puedan observar, cuantificar y manejar para desarrollar un análisis riguroso que permita poder identificar por un lado relaciones causales y por otro contrastar hipótesis con evidencia empírica.



Dado que se mide las variables objeto de estudio que permite determinar sobre el volumen de residuos orgánicos que se producen, cómo se ubican y manejan y el nivel de conocimientos, actitudes y prácticas ambientales de los actores involucrados dentro de la práctica resolutoria se definió un enfoque cuantitativo teniendo como fundamento instrumentos estructurados como las encuestas tipo Likert, guías de observación y diarios de campo facilitando la recolección de datos de forma sistemática y estandarizada, lo que permitió obtener datos antes y después de la intervención a realizar. La objetividad, replicabilidad y la capacidad para poder determinar la generalización parcial de los resultados. El hecho de optar por un diseño cuantitativo está respaldado por la relación directa entre el problema identificado y el objetivo general de la investigación, el cual requirió de información precisa que permita medir la variación de la situación estructurada por las estrategias a seguir dentro de la intervención a realizar.

El alcance del estudio fue descriptivo, dado que se buscó describir la situación inicial de las variables, y explicativo en la medida que se intentó señalar relaciones que se dan entre la ejecución de las estrategias con los cambios que podrían producirse en la comunidad educativa. La presencia de ambos alcances da cuenta de la existencia de la realidad vinculada con la gestión de los residuos orgánicos en la institución educativa y a la vez dar cuenta de los cambios que podrían presentarse como producto de la intervención. De acuerdo con Singh (2023), la investigación descriptiva es esencial para comprender a fondo un fenómeno a través del registro minucioso de sus características.

Además, el estudio se desarrolló bajo el diseño no experimental, de corte transversal con mediciones pre y post intervención, dado que se asume que las observaciones de los fenómenos derivados de las variables ocurren en su propio contexto natural; es decir, las variables no se manipulan y se busca registrar los datos de la misma dos veces para poder compararlos y determinar el impacto que tendrían las estrategias. . Kothari (2004) indica que el diseño descriptivo es óptimo para ofrecer una representación nítida y organizada de la realidad, simplificando la interpretación de fenómenos complejos sin intervenir en estos.

Los sujetos que forman parte de la población de estudio son aquellas personas que están directamente involucradas con el PAE en la institución: 31 estudiantes de los grados décimo y undécimo, 16 docentes y 5 manipuladores de alimentos.



La muestra se toma a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia. La elección de incluir a los docentes y manipuladores fue debida al rol que desempeñan en la gestión de los residuos, así como en la construcción de los hábitos de vida sostenible. Por otro lado, los criterios de inclusión han tenido lugar en el hecho de que debían ser participantes voluntarios firmando consentimientos informados. La hipótesis fundamental establece que usar estrategias de educación medioambiental para el aprovechamiento de residuos orgánicos mediante pacas biodigestores está relacionado con un acercamiento significativo de los conocimientos, actitudes y prácticas medioambientales que poseen los alumnos de los grados décimo y undécimo.

Con el fin de contrastar dicha hipótesis, se han establecido variables claramente operacionalizadas. La variable independiente es la educación medioambiental, concebida como el conjunto de estrategias formativas y prácticas tales como talleres, biodigestores, integración curricular que se desarrollan en la institución. Las variables dependientes se refieren al conocimiento ambiental reflexionando sobre ítems para evaluar la comprensión conceptual, procedimental y normativa; las actitudes ambientales evaluadas por la disposición favorable a la separación, reciclaje y aprovechamiento de residuos; las prácticas ambientales observadas en las acciones de separación, clasificación y aprovechamiento y el manejo de los residuos orgánicos, medido en los aspectos de la cantidad y calidad del manejo de manera debida por parte del PAE considerando los kilogramos aprovechados y la reducción de residuos enviados a disposición final.

Las técnicas de recolección de datos fueron en este caso, encuestas estructuradas de tipo Likert que previamente fueron sometidas a la validación por parte de expertos en educación ambiental para garantizar su adecuación, así como su claridad; guías de observación para evidenciar las prácticas de manejo de residuos en la realidad; bitácoras de campo para registrar aspectos del peso, volumen y características de los residuos y registros fotográficos como valor añadido a la evidencia. El procedimiento está compuesto por un diagnóstico inicial, que permite fijar una línea base, para posteriormente llevar a cabo las estrategias implementadas (talleres de sensibilización, integración curricular y construcción y uso de pacas biodigestoras), un monitoreo semanal del conjunto de prácticas e igual volumen de residuos y una evaluación final de los resultados en comparación a la línea base.

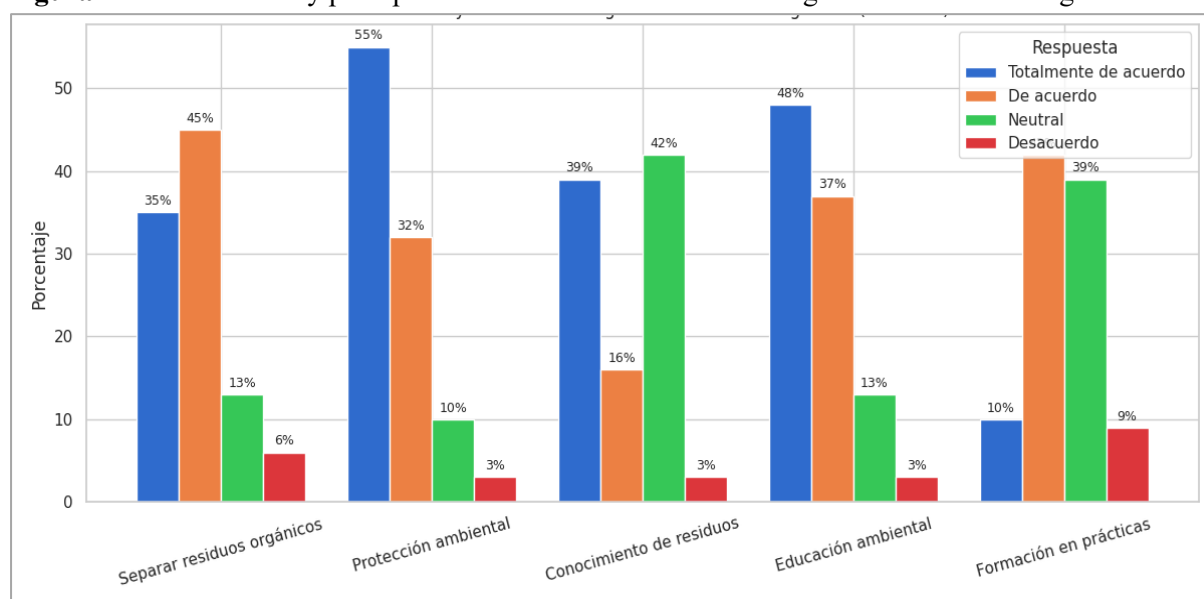
Por su parte, el análisis de datos se desarrolló en dos niveles. A nivel descriptivo, se calculan frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándares para, de este modo, caracterizar las variables. En el nivel inferencial, se llevan a cabo pruebas t para muestras relacionadas y análisis de varianza (ANOVA) para llevar a cabo las comparaciones entre subgrupos, determinando la significancia estadística de los cambios. La confiabilidad de las escalas se verifica mediante el alfa de Cronbach y se incorpora una triangulación de la información, contrastando los datos obtenidos en encuestas, observaciones y bitácoras propias de la investigación. Finalmente, se tuvieron en cuenta las consideraciones éticas previas determinadas por la aprobación del Consejo Directivo de la institución y el consentimiento informado de los participantes o de sus acudientes, el respeto al anonimato y a la confidencialidad de los datos y el uso de la información solamente con fines académicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio se exponen gracias al estudio desarrollado en el que se evalúa inicialmente los conocimientos y la percepción de los estudiantes, docentes y manipuladores de alimentos. Además, se presenta la estrategia utilizada y las líneas de reflexión tras su implementación. A continuación, se presentan los principales hallazgos sustentados en gráficos y tablas que reflejan lo expuesto por la población estudiada.

Conocimientos y percepciones de la comunidad académica sobre la gestión de residuos orgánicos

Figura 1 Conocimientos y percepciones de los estudiantes sobre la gestión de residuos orgánicos



Fuente: Elaboración propia (2025) a partir de los resultados obtenidos en la investigación

La práctica de la separación de residuos orgánicos se encuentra arraigada por los estudiantes de 11º grado: un 35 % se mostró “totalmente de acuerdo” y el 45 % se manifestó “de acuerdo” con esta práctica acumulando un 80 % de apoyo, sobre apenas un 6 % de rechazo. Igualmente, un 55 % se encuentra “totalmente de acuerdo” y un 32 % “de acuerdo” con que la buena práctica de los residuos ayuda a cuidar el medio ambiente acumulando un 87 % de valoración. Este nivel de concienciación es coherente con Konstantinidou et al. (2024), que reflejan que en Europa es un 80 % la población que percibe a la segregación como una práctica necesaria para prevenir la contaminación.

No obstante, el dominio técnico presenta algunas falencias: un 42 % de los/as estudiantes asumieron una postura neutral a la hora de identificar los tipos de residuos producidos por el PAE, frente a un 39 % que los clasifica adecuadamente y un 16 % que manifiesta no saber hacerlo. Caicedo y González (2024) encontraron el mismo patrón (45 % de neutralidad) en el ámbito rural de México antes de la intervención práctica, por lo que es requerida la aplicación de metodologías experienciales tales como visitas a plantas de compostaje para poder desplazar la neutralidad hacia la comprensión activa.

La percepción que se tiene sobre el apoyo institucional refleja una distancia entre infraestructura y comunicación: un 55 % de los/as alumnos/as creen que la escuela hace una buena promoción de la segregación, un 74 % llega a identificar los contenedores; la validez de la comunicación de campañas informativas es solo compartida por un 46 %. Estrada et al. (2020) fueron más allá y advirtieron de que en el contexto de baja disponibilidad de los recursos básicos, si este tipo de estudio no es acompañado de señalización y de retroalimentación, la neutralidad (32 %) y el desconocimiento (13 %) pueden perpetuarse.

Finalmente, aunque un 85 % de personas se encuentran de acuerdo con que la educación medioambiental es indispensable para una buena práctica de los residuos, solo un 52 % de personas se muestran como que tienen práctica (10 % “totalmente de acuerdo”, 42 % “de acuerdo”) frente a un 48 % sin ningún tipo de práctica. López y Rodríguez (2022) reflejan que la difusión de la práctica se podría incrementar del 40 % inicial al 85 %, siempre y cuando se apliquen módulos prácticos extensos y participativos.

En el caso de los docentes se encontraron los siguientes resultados:



Tabla 1 Conocimientos y percepciones de los docentes frente al manejo de residuos solidos

Indicador	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Conocimiento de conceptos clave del manejo de residuos orgánicos	0 %	0 %	6 %	31 %	63 %
Conocimiento de técnicas de segregación y aprovechamiento	0 %	0 %	0 %	50 %	50 %
Formación en educación ambiental y manejo de residuos	6 %	0 %	13 %	50 %	31 %
El PAE promueve prácticas sostenibles de gestión de residuos	6 %	6 %	0 %	44 %	44 %
El manejo correcto de residuos mejora el ambiente y la salud en la IE	0 %	0 %	0 %	56 %	44 %

Fuente: Elaboración propia (2025) a partir de los resultados obtenidos en la investigación

De los 16 docentes encuestados, el conocimiento teórico relacionado a la gestión de los residuos orgánicos prácticamente se da entre docentes: el 63 % está "totalmente de acuerdo" y el 31 % "de acuerdo" en que conocen los conceptos clave; el 50 % está "totalmente de acuerdo" y el 50 % "de acuerdo" en que conocen los mecanismos de segregación y de aprovechamiento; aunque sólo la mitad de ellos los llevan a cabo rutinariamente. Konstantinidou et al. (2024) identifican una distancia entre el conocimiento y la práctica de la sostenibilidad en 7 de los 10 participantes de su muestra.

La educación ambiental es conocida por el 81% del profesorado encuestado, aunque el 19 % de las y los docentes la considera "insuficiente", tal como manifiesta el diagnóstico de Nanclares (2024) que muestra unos programas muy fragmentados y poco ligados a la práctica institucional. En su práctica, el 56% prioriza la inclusión de los contenidos ambientales en ella, aunque un 19% se muestra neutral manteniendo la exigencia de disponer de unos recursos metodológicos más acabados (Carbonell & Gertrudix, 2025).

Un 88% del profesorado considera que la educación ambiental del PAE favorece buenas prácticas sostenibles y un 100 % coincide en que la correcta gestión de los residuos favorece un mejor entorno y mejor salud de la comunidad educativa, lo cual va en la línea de lo expuesto por Alanís et al (2022) sobre la salubridad y la higiene derivados de los modelos de compostaje a nivel de las instituciones.

Además, los cinco manipuladores del PAE reflejan una aceptable conciencia teórica, ya que el 80% (3 "de acuerdo" y 1 "totalmente de acuerdo") demuestra reconocer la proactividad de saber separar y aprovechar la fracción orgánica en su día a día; sin embargo, en el 40% surge aproximaciones neutralistas ante la evaluación de la consistencia de la segregación, así como en la utilización de estrategias que reducen el derroche, trasladando a Martínez y López (2022) para quienes la vivencia de unos conocimientos que no se acompañen de unos protocolos escritos y verificados acaba limitando la sostenibilidad de las acciones en los comedores escolares.

A lo largo del estudio, todas las respuestas corroboran la formación recibida sobre educación ambiental aplicada al PAE es suficiente y resaltando positivamente que el programa promueva buenas prácticas que hoy en día inciden de forma favorable en la calidad ambiental y educativa del colegio. Esta confirmación unánime conduciría a pensar que, aun formados, es preciso dar soporte a procedimientos claros y a sistemas de monitoreo para asegurar la sistematicidad de las prácticas en el día a día cotidiano.

Diseño de un sistema de recolección de residuos orgánicos del PAE a partir de la elaboración de pacas biodigestoras

Posterior al conocimiento de la población muestra de estudio frente a la gestión de residuos sólidos, se procede a diseñar un sistema de recolección y aprovechamiento de residuos orgánicos generados por el Programa de Alimentación Escolar (PAE), basado en la implementación de pacas biodigestoras. Este sistema tiene como finalidad transformar los desechos en recursos útiles (biogás y compost), al tiempo que fomente en los estudiantes de grado 11° competencias técnicas, trabajo colaborativo y conciencia ambiental.

El diseño integra tres componentes clave: (a) instalación de pacas biodigestoras elaboradas con fardos de paja y geomembrana permeable al biogás; (b) incorporación curricular mediante talleres prácticos y sesiones de formación; y (c) asignación de roles a estudiantes, docentes, manipuladores del PAE y comunidad educativa. Los estudiantes asumieron la operación y monitoreo semanal del sistema, incluyendo pesaje, control de pH, temperatura y registro de datos en bitácoras físicas y digitales. Los docentes realizan la validación de procedimientos y supervisión de la seguridad, mientras que los manipuladores garantizaron la disposición adecuada de residuos.

En términos generales, el proceso se lleva a cabo en cinco etapas: instalación inicial, capacitación, recolección sistemática de datos, ajustes técnicos y evaluación final. Entre los indicadores proyectados se incluyen la cantidad de residuos desviados, volumen de biogás producido y aplicación del digestato en huertos escolares. Asimismo, se elabora una guía ilustrada y se organizaron ferias ambientales para socializar los avances, consolidando la sostenibilidad del proyecto mediante la formación de embajadores ambientales y la documentación en un manual operativo. Dicho diseño evidencia que la estrategia no solo reduce el impacto ambiental del PAE, sino que también fortalece la educación ambiental crítica, articulando teoría y práctica en un modelo replicable para otras instituciones.

Líneas de reflexión que fomenten la educación ambiental por medio de la capacitación y elaboración con las estudiantes técnicas de compostaje y biogás, fomentando la educación ambiental y el aprendizaje práctico.

A continuación, se describen con detalle las seis líneas de reflexión implementadas en la Institución Educativa Nuestra Señora del Carmen La Mata–La Gloria, exponiendo el modo en que cada una se articuló con las actividades de compostaje, y los hallazgos derivados tras su aplicación.

Sesiones de reflexión crítica Previo al inicio de los talleres prácticos: Se coordinaron encuentros de reflexión crítica en los que se instó a los alumnos a examinar sus concepciones iniciales respecto a los residuos orgánicos y su potencial como recurso. Se convocaron cuatro sesiones de reflexión de 45 minutos en el aula múltiple de la institución, en conformidad con el modelo dialógico propuesto por Paulo Freire. Durante cada sesión, el docente encargado planteó interrogantes abiertos tales como "¿qué representa para mí el residuo orgánico?" o "¿cómo cambia mi percepción cuando un desecho se convierte en recurso energético?", y documentó las respuestas que surgieron.

Durante las sesiones iniciales, predominó la percepción del residuo como un componente desechable. Sin embargo, a lo largo de las sesiones se observó una transición significativa hacia una perspectiva más proactiva: los estudiantes empezaron a reconocer la capacidad transformadora de su propia acción, cuestionaron las normas establecidas y se mostraron motivados a involucrarse de manera activa en la gestión de los residuos del PAE.



Bitácoras de campo y portafolios reflexivos: Se proporcionó a cada alumno de 11.º grado una bitácora de campo organizada en tres secciones: registros técnicos (como la temperatura interna del biodigestor, el pH y el volumen de biogás), observaciones de proceso y cuestionamientos personales. A lo largo de seis semanas, los estudiantes registraron datos cotidianos y reflexiones concisas tras cada jornada de alimentación de la paca biodigestora. Estos registros cualitativos evidenciaron una evolución gradual en la habilidad analítica: inicialmente, las anotaciones se circunscribían a descripciones elementales del montaje; con el progreso de las semanas, surgieron observaciones críticas acerca de la proporción de materia orgánica, recomendaciones de ajuste en la mezcla y reflexiones sobre la dinámica microbiológica, lo que evidencia la consolidación de una metacognición implementada.

Al finalizar cada etapa práctica (compostaje en contenedores, instalación de biodigestores y recolección de biogás), se establecen espacios para la coevaluación y el diálogo grupal.

Espacios de coevaluación y diálogo grupal: Posterior a cada etapa de compostaje y producción de biogás, se llevaron a cabo círculos de coevaluación en los que los grupos presentaron sus hallazgos y recibieron retroalimentación de sus compañeros. Durante estos foros de diálogo, los alumnos identificaron con precisión los elementos que favorecen u obstaculizan la descomposición tales como la consistencia de los residuos o la necesidad de cobertura y propusieron sugerencias precisas para optimizar las fases subsecuentes. El procedimiento de evaluación recíproca fortaleció la sensación de corresponsabilidad y la generación colectiva de conocimiento técnico.

Vinculación con proyectos interdisciplinarios: Con el objetivo de fomentar la transversalidad, los hallazgos derivados de los biodigestores se incorporaron en proyectos de naturaleza interdisciplinaria. En el campo de la Biología, los alumnos investigaron el desarrollo microbiano del compost; en el campo de la Química, examinaron la variación del pH y la concentración de amoníaco; y en el dominio de la Lengua Castellana, elaboraron artículos de divulgación que fueron publicados en el mural escolar. Esta articulación no solo enriqueció la comprensión teórica, sino que promovió la transferencia de conocimientos y puso de manifiesto la aplicabilidad auténtica de los contenidos curriculares en la resolución de cuestiones ambientales.



Socialización y transferencia al entorno escolar: La exposición ambiental organizada en la semana de la ciencia permitió a los estudiantes a intercambiar su experiencia con el cuerpo docente, los directivos y sus familias. A lo largo de la jornada, los participantes tuvieron la oportunidad de experimentar el funcionamiento de las pacas biodigestoras en vivo, plantear interrogantes técnicos y comprender las enseñanzas adquiridas. La reacción comunitaria fue positiva en donde se pudo apreciar la naturaleza innovadora del proyecto y despertó el interés por replicar las técnicas de compostaje y biogás en otros contextos como el familiar.

Evaluación de la reflexión como práctica de aprendizaje: La valoración final de la reflexión en su calidad de práctica de aprendizaje se llevó a cabo a través de una rúbrica que contempló la profundidad de los registros, la calidad del análisis, la formulación de mejoras y la colaboración. La evaluación de estos parámetros cualitativos evidenció progresos robustos en cada dimensión: las bitácoras exhibieron argumentos de mayor complejidad, los círculos de diálogo fomentaron un pensamiento crítico articulado y los portafolios evidenciaron propuestas de mejora sólidamente fundamentadas. Estos hallazgos corroboran que la incorporación sistemática de líneas de reflexión ha potenciado tanto el conocimiento teórico como la competencia práctica en el campo de la educación ambiental.

CONCLUSIONES

Las conclusiones que se presentan a continuación reflejan el análisis detallado de los hallazgos derivados de la puesta en marcha de las pacas biodigestoras y demás estrategias de aprovechamiento de residuos orgánicos del Programa de Alimentación Escolar (PAE) en el marco la de educación ambiental de la institución educativa objeto de estudio.

Con respecto al primer objetivo, los hallazgos demuestran que un alto porcentaje de los alumnos de grado 11, aproximadamente el 87 %, reconoce de forma explícita la relevancia de separar y valorar los residuos orgánicos. Este hallazgo evidencia la presencia de una buena conciencia ambiental en la muestra, lo que establece un cimiento robusto sobre el que ejecutar intervenciones pedagógicas futuras. La identificación favorable hacia la gestión sostenible de residuos intensifica la necesidad de profundizar en contenidos y actividades que fortalezcan el compromiso ecológico y consoliden prácticas de gestión responsable dentro de la institución.



Sin embargo, se observó que cerca del 42 % de los estudiantes expresa posturas neutrales frente a la clasificación específica de los diversos tipos de residuos orgánicos producidos por el PAE. Esta neutralidad indica la existencia de deficiencias en los conocimientos técnicos necesarios y subraya la necesidad de integrar metodologías de aprendizaje experiencial, como visitas a instalaciones de compostaje o experimentos de laboratorio, que promuevan la asimilación de conceptos y fomenten la aplicación activa de conocimientos. En consecuencia, esta neutralidad podría ser progresivamente reorientada hacia una comprensión y participación más profunda por parte de la muestra estudiada.

Por otra parte, el diseño y puesta en marcha experimental de las pacas biodigestoras, concebidas como un sistema para la recolección y valorización de los residuos orgánicos del PAE, evidenció su factibilidad técnica y obtuvo una aceptación positiva por parte de la comunidad educativa. La elaboración cooperativa de las unidades, la monitorización de parámetros fundamentales (temperatura, pH y producción de biogás) y la incorporación de estudiantes, educadores y manipuladores en un protocolo operativo corroboraron la relevancia de este recurso tecnológico. La eficacia de esta etapa piloto respalda la pertinencia de consolidar el modelo como una solución replicable en contextos educativos similares.

Además, la implementación de turnos semanales para la gestión de las pacas biodigestoras, junto con la elaboración de manuales operativos, han reforzado la percepción de corresponsabilidad y promovido la normalización del procedimiento. No obstante, los hallazgos sugieren la imperatividad de enriquecer estos avances mediante un análisis costo-beneficio meticuloso, que contemple tanto los recursos necesarios como los beneficios ambientales y pedagógicos producidos. Este análisis económico facilitaría la optimización de la distribución de materiales y aseguraría la viabilidad financiera del sistema en el mediano y largo plazo.

La ejecución de talleres prácticos de compostaje y biodigestión anaeróbica resultó en un aumento significativo de las competencias técnicas asociadas con la separación de desechos y la carga de los biodigestores: tras las sesiones, más del 75 % de los participantes implementó de manera adecuada las técnicas adquiridas. Este hallazgo corrobora la efectividad del método de aprendizaje activo en la adquisición de habilidades medioambientales, al vincular de manera directa la teoría con la práctica y promover la reflexión colectiva sobre los procesos de gestión de residuos.



Por último, la generación y distribución de recursos pedagógicos (infografías, guías ilustradas, videos concisos) y la instauración de dinámicas de aprendizaje-servicio, han contribuido a fortalecer el compromiso de la comunidad educativa. Para garantizar la conservación y el enriquecimiento de estas habilidades a lo largo del tiempo, se sugiere la elaboración de evaluaciones periódicas que cuantifiquen tanto el grado de implementación de las prácticas en el entorno académico como su impacto ambiental tangible, permitiendo así que las estrategias pedagógicas puedan ser adaptadas de forma constante y progresiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agámez Montes, O. Y., & Betancur Cordero, C. M. (2024). Fortalecimiento de la educación ambiental mediante el aprovechamiento de los residuos orgánicos en hogares de Montería.
- Araujo, A. O., Ortega, H. O., & Noguera, L. J. C. G. (2022). Educación ambiental para el buen manejo de los residuos sólidos. *Inclusión y desarrollo*, 9(1), 74-86.
- Avendaño, M. N. V., & Cordero-Briceño, M. E. F. (2019). Environmental Education and Education for Sustainability: history, fundamentals and/Educación Ambiental y Educación para la Sostenibilidad: historia, fundamentos y tendencias. *Encuentros*, 17(02).
- Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. 1991 *ASHE-ERIC higher education reports*. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington, DC 20036-1183.
- Caicedo Hurtado, Y., & González Ricaurte, C. (2024). Fomento de conciencia ambiental sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos en una institución educativa. *Ciencia Latina: Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), Article 15648.
- Carvajal-Flórez, E., Yepes, J. J. T., & Erazo, M. I. R. (2023). Caracterización de residuos sólidos en una institución de educación superior: caso de estudio campus Robledo de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. *Tecnología y ciencias del agua*, 14(1), 01-37.
- Carvalho, A., et al. (2021). Education for Sustainable Development: Promoting Composting Practices in Schools. *Journal of Environmental Education*.



- Carbonell-Alcocer, A., & Gertrudix, M. (2025). Percepción docente sobre los recursos y metodologías eficaces para la educación ambiental para la sostenibilidad. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 14(1), Article 008. <https://doi.org/10.15366/riejs2025.14.1.008>
- Duran, E. P. A. (2024). *La huerta escolar como estrategia didáctica para el fortalecimiento de la educación ambiental y la seguridad alimentaria en la Institución Educativa Nobel Juan Manuel Santos (Municipio de Soledad-Colombia)* (Doctoral dissertation, PhD Thesis, Universidad de Cartagena]. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstreams/d6aa3a2d-df29-4eceedaf-9fe4ad763d1b/download>).
- FAO. (2011). *Global Food Losses and Food Waste: Extent, Causes and Prevention*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Flores Cruz, J. L., & Sánchez Cabrera, E. K. (2024). Propuesta de un programa de educación ambiental sobre el aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios en la parroquia rural Lago San Pedro, cantón La Joya de los Sachas.
- Florez-Acuña, Z., Oyaga-Martínez, R., & Troncoso-Palacio, A. (2023). Una Estrategia Pedagógica desde la vision reflexiva para la concientización de la gestión de residuos sólidos plásticos en comunidades educativas: Pedagogical strategy in waste management. *Boletín de innovación, logística y operaciones*, 5(1), 139-148.
- FAO. (2018). *The State of Food and Agriculture 2018 - Migration, Agriculture and Rural Development*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2020). "Food Loss and Waste: Facts and Figures." Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de FAO
- García, A., López, R., & Pérez, M. (2018). *Gestión de residuos sólidos: Un enfoque ambiental y de sostenibilidad*. Editorial Universitaria.
- Gómez Delgado, M. (1995). *El Estudio de los Residuos: definiciones, tipologías, gestión y tratamiento*. Serie Geográfica, 5, 21–42.
- Granados (2022) Análisis detallado del Programa de Alimentación Escolar (PAE) en Colombia, desde la evidencia.



- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, S., & Páramo, P. (2022). *La alimentación escolar, una aproximación desde el currículo: revisión sistemática*. *Nómadas*, 56, Jan./Dec. 2022.
- Jaramillo Henao, G., & Zapata Márquez, L. M. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia.
- Konstantinidou, A., Ioannou, K., Tsantopoulos, G., & Arabatzis, G. (2024). Citizens' Attitudes and Practices Towards Waste Reduction, Separation, and Recycling: A Systematic Review. *Sustainability*, 16(22), 9969. <https://doi.org/10.3390/su16229969>
- López, M., & García, R. (2020). Civic Engagement and Environmental Education: Connecting Young People with Their Communities. *Journal of Community Engagement and Scholarship*.
- Márquez Delgado, D. L., Hernández Santoyo, A., Márquez Delgado, L. H. & Casas Vilardell, M. (2021). *La educación ambiental: evolución conceptual y metodológica hacia los objetivos del desarrollo sostenible*. *Universidad y Sociedad*, 13(2), Mar.-Abr. 2021.
- Martínez, J., López, R., & Pérez, A. (2020). "Obstáculos en la implementación de programas de reciclaje en instituciones educativas." *Revista de Educación Ambiental*, 15(3), 45-60.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Informe de gestión de residuos sólidos en Colombia*.
- Miranda Esteban, A., Bedolla Solano, R., & Bedolla Solano, I. (2024). Programa de Educación Ambiental No Formal y Sustentable sobre Residuos Sólidos Urbanos (PEANFSRSU) para habitantes de la Comunidad, Las Vigas, Gro., México. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(28).
- Morales Álvarez, P. A. (2024). Propuesta de implementación de pacas biodigestoras para la degradación de los residuos sólidos orgánicos en la Granja Naranja.
- Noa Ramos, F., Rojas Checa, K. E., & Choquehuanca Huamani, K. F. (2024). Propuesta de un plan de manejo de residuos sólidos orgánicos domiciliarios en el distrito de Uchumayo, Arequipa-2024.
- Ortiz, M. (2012). *La aproximación cuantitativa en la evaluación de intervenciones educativas*. *Revista de Investigación Educativa*, 12(1), 1–15. <https://doi.org/10.4067/S0717-554X2012000100002>



- Piaget, J., & Vigotsky, L. (2008). Teorías del aprendizaje. *El niño: Desarrollo y Proceso de*.
- Piaget, J. (1976). *The Child and Reality: Problems of Genetic Psychology*. New York: Basic Books
- Pimentel, D., & Pimentel, M. 2008. "Sustainability of Meat-Based and Plant-Based Diets and the Environment". *American Journal of Clinical Nutrition*).
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231. doi:10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x
- Programa Mundial de Alimentos (2022). School Feeding.
- Ravindranath, N. H., & Hall, D. O. (1995). Biomass, Energy and Environment: A Developing Country Perspective from India. *Woodhead Publishing*.
- Sánchez, A. C. T., & Cadena, R. (2023). Estrategia pedagógica en educación ambiental para el manejo de los residuos orgánicos en la IER Mira Valle Santropol. *Revista Científica Del Amazonas*, 6(11), 44-58.
- Singh, S. (2023, 24 de noviembre). What is Descriptive Research? Definition, Methods, Types and Examples. *Researcher.Life*. <https://www.researcher.life/blog/article/what-is-descriptive-research-definition-methods-types-and-examples>.
- Tilbury, D. (1995). Environmental Education for Sustainability: Defining the New Focus of Environmental Education in the 1990s. *Environmental Education Research*, 1(2), 195-212. <https://doi.org/10.1080/1350462950010206>
- Torres Carrillo, F., & Jiménez Becerra, C. (2004). *Construcción del objeto y referentes teóricos en la investigación social*. CLACSO. <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Colombia/dcs-upn/20121130050354/construccion.pdf>
- Vargas-Pineda, O. I., Trujillo-González, J. M., & Torres-Mora, M. A. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Orinoquia*, 23(2), 123-129.
- Vela-Hernández, S. P., Quintero-Zabala, S. P., Peluffo-Arias, N. P., & Escobar-Díaz, F. A. (2022). Implementación de un programa de alimentación escolar en una institución educativa durante la pandemia, Bogotá, 2021. *Revista de Salud Pública*, 24(3), 1.



UNESCO. (2021). "Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives." Recuperado de UNESCO

