



Agricultural Waste Utilization and Adoption of Biodigesters in Cassava Processing in Ecuador

Aprovechamiento de residuos agrícolas y adopción de biodigestores en el procesamiento de yuca en Ecuador

John Alfredo Idrovo Campoverde¹  

¹ Instituto Sapiens de Investigación Científica Multidisciplinar. Milagro, Ecuador.

Recibido: 06-02-2024 | Revisado: 26-05-2024 | Aceptado: 05-06-2024 | Publicado: 06-06-2024

Autor de correspondencia: John Alfredo Idrovo Campoverde 

ABSTRACT

Inadequate agricultural waste management has become a growing environmental problem in developing countries, especially in regions where cassava production and processing represent important economic activities. This study aimed to analyze the current practices of cassava waste management in rural areas of Ecuador and evaluate producers' willingness to adopt sustainable waste management technologies, particularly biodigesters for biogas production. The research was conducted under a quantitative descriptive and correlational approach using surveys administered to 240 cassava producers and processors from the provinces of Guayas, Los Ríos, and Manabí. The findings revealed that the predominant waste management practices include discharging liquid effluents onto the soil, open dumping of solid waste, and burning agricultural residues, generating environmental pollution, unpleasant odors, and the proliferation of insects. In addition, a low level of knowledge regarding biogas technologies was identified; however, after receiving information about their environmental and economic benefits, most participants expressed willingness to adopt this sustainable alternative. Statistical analysis showed that factors such as access to technical training, financial support, educational level, and participation in productive associations positively influence the intention to adopt sustainable technologies. The study concludes that the sustainable utilization of agricultural waste through biodigesters can significantly contribute to environmental protection, renewable energy generation, and the strengthening of sustainable rural development in Ecuador.

Keywords: agricultural waste, biogas, environmental sustainability, cassava processing.

RESUMEN

La gestión inadecuada de residuos agrícolas constituye una problemática ambiental creciente en los países en desarrollo, especialmente en regiones donde la producción y procesamiento de yuca representan actividades económicas importantes. La presente investigación tuvo como objetivo analizar las prácticas actuales de manejo de residuos derivados del procesamiento de yuca en zonas rurales del Ecuador y evaluar la disposición de los productores para adoptar tecnologías sostenibles de gestión de residuos, particularmente sistemas de biodigestión para la producción de biogás. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo descriptivo y correlacional, utilizando encuestas aplicadas a 240 productores y procesadores de yuca de las provincias de Guayas, Los Ríos y Manabí. Los resultados evidenciaron que las prácticas predominantes de manejo de residuos incluyen el vertido de efluentes líquidos al suelo, la acumulación de desechos sólidos a cielo abierto y la quema de residuos agrícolas, generando contaminación ambiental, malos olores y proliferación de insectos. Asimismo, se identificó un bajo nivel de conocimiento sobre tecnologías de biogás; sin embargo, luego de recibir información sobre sus beneficios, la mayoría de los participantes manifestó disposición para adoptar esta alternativa sostenible. El análisis estadístico mostró que factores como el acceso a capacitación técnica, financiamiento, nivel educativo y participación en asociaciones productivas influyen positivamente en la intención de adopción tecnológica. Se concluye que el aprovechamiento sostenible de residuos agrícolas mediante biodigestores puede contribuir significativamente a la protección ambiental, generación de energía renovable y fortalecimiento del desarrollo rural sostenible en Ecuador.

Palabras clave: residuos agrícolas, biogás, sostenibilidad ambiental, procesamiento de yuca.

INTRODUCCIÓN

La generación de residuos agrícolas constituye uno de los principales desafíos ambientales y productivos a nivel mundial, especialmente en los países en desarrollo donde la agricultura representa una actividad económica fundamental para la seguridad alimentaria y el sustento de millones de personas (United Nations, 2017; World Bank, 2022). El crecimiento acelerado de la población mundial, estimado en 9.8 mil millones de habitantes para el año 2050, incrementará la demanda de alimentos y, en consecuencia, la producción de desechos derivados de las actividades agroindustriales (United Nations, 2017). Entre estos residuos destacan aquellos provenientes del procesamiento de cultivos básicos como la yuca o cassava, cuya transformación genera grandes cantidades de residuos sólidos y líquidos que, en muchos casos, son manejados mediante prácticas tradicionales poco sostenibles (Oghenejoboh et al., 2021).

La industria de la yuca es considerada una importante fuente de residuos agrícolas debido a que aproximadamente entre el 20 % y el 25 % del tubérculo corresponde a cáscaras y subproductos descartados durante el procesamiento (Omilani et al., 2019). Además, las actividades de rallado, fermentación y prensado producen aguas residuales con altos contenidos de compuestos orgánicos y cianogénicos que pueden afectar negativamente la calidad del suelo y de las fuentes hídricas (Onifade et al., 2015). La inadecuada disposición de estos residuos genera contaminación ambiental, malos olores, proliferación de insectos y afectaciones a la salud humana y a los ecosistemas acuáticos (Ubalua, 2007). Diversos estudios desarrollados en Nigeria evidencian que prácticas como el vertido a cielo abierto, la quema de residuos y el drenaje de efluentes directamente al suelo representan amenazas significativas para la sostenibilidad ambiental y la calidad de vida de las comunidades rurales (Olukanni & Olatunji, 2018; Mukaila et al., 2024).

Frente a esta problemática, la adopción de tecnologías sostenibles de gestión de residuos agrícolas, como la producción de biogás, surge como una alternativa eficiente para reducir la contaminación ambiental y aprovechar energéticamente los desechos agroindustriales (Cruz et al., 2021). El biogás permite transformar residuos orgánicos en energía renovable mediante procesos de biodigestión anaerobia, contribuyendo simultáneamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y al fortalecimiento de economías rurales más sostenibles (Lin et al., 2021). Sin embargo, investigaciones recientes muestran que el nivel de conocimiento y adopción de estas tecnologías sigue siendo limitado entre pequeños productores y procesadores agrícolas, principalmente debido a factores económicos, educativos y tecnológicos (Wang et al., 2020; Gedda et al., 2021).

En este contexto, resulta fundamental analizar las prácticas actuales de manejo de residuos agrícolas y promover estrategias innovadoras orientadas a la sostenibilidad ambiental. La experiencia desarrollada en Nigeria demuestra que la sensibilización, el acceso al crédito, la asistencia técnica y la participación en asociaciones productivas son factores determinantes para fomentar la adopción de tecnologías limpias como el biogás (Mukaila et al., 2024). Estos hallazgos representan una referencia importante para otros países agrícolas en vías de desarrollo que enfrentan problemáticas similares relacionadas con la gestión inadecuada de residuos agroindustriales.

En el caso de Ecuador, esta problemática posee una gran relevancia debido a la importancia del sector agrícola dentro de la economía nacional. El país cuenta con una amplia producción de cultivos como yuca, banano, cacao, palma africana y caña de azúcar, actividades que generan importantes volúmenes de residuos orgánicos. Particularmente en provincias como Manabí, Los Ríos, Guayas y Santo Domingo de los Tsáchilas, el procesamiento artesanal e industrial de la yuca produce residuos sólidos y líquidos que frecuentemente son eliminados sin tratamientos adecuados, ocasionando contaminación de ríos, deterioro del suelo y afectaciones sanitarias en comunidades rurales.

La aplicación de tecnologías de aprovechamiento de residuos agrícolas en Ecuador podría contribuir significativamente al fortalecimiento de la sostenibilidad ambiental y energética del país. La implementación de biodigestores para transformar residuos de yuca y otros subproductos agrícolas en biogás permitiría generar energía limpia para uso doméstico e industrial, disminuir la dependencia de combustibles fósiles y reducir la contaminación ambiental (Kemausuor et al., 2015). Asimismo, los residuos tratados podrían reutilizarse como fertilizantes orgánicos, favoreciendo prácticas agrícolas más sostenibles y disminuyendo el uso de insumos químicos (Achi et al., 2020).

Además, el desarrollo de programas de capacitación y concienciación dirigidos a agricultores y procesadores rurales resultaría esencial para incrementar el conocimiento sobre tecnologías de manejo sostenible de residuos. Del mismo modo, las políticas públicas orientadas al financiamiento de proyectos de energía renovable y economía circular podrían incentivar la adopción de estas tecnologías en las zonas rurales del Ecuador.

De esta manera, la experiencia internacional sobre gestión sostenible de residuos agrícolas puede servir como base para diseñar estrategias nacionales que contribuyan al desarrollo rural, la protección ambiental y la seguridad energética del país (Atinkut et al., 2020; Foguesatto & Machado, 2022).

MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo y correlacional, orientado a analizar las prácticas de manejo de residuos agrícolas generados durante el procesamiento de yuca y evaluar la disposición de los productores y procesadores rurales del Ecuador para adoptar tecnologías sostenibles de gestión de residuos, especialmente sistemas de biodigestión para la producción de biogás. El estudio se enfocó en identificar las formas actuales de eliminación de residuos sólidos y líquidos, los efectos percibidos sobre el ambiente y la salud comunitaria, así como los factores socioeconómicos y productivos asociados con la intención de adopción de tecnologías limpias.

La investigación se realizó en zonas rurales de las provincias de Guayas, Los Ríos y Manabí, debido a que estas regiones presentan una importante actividad agrícola y procesamiento de yuca a pequeña y mediana escala. La población de estudio estuvo conformada por productores y procesadores de yuca registrados en asociaciones agrícolas y comunidades rurales vinculadas a esta actividad económica. Para la selección de los participantes se utilizó un muestreo probabilístico aleatorio simple, considerando criterios de inclusión relacionados con la experiencia en el procesamiento de yuca y la generación de residuos agrícolas. La muestra estuvo integrada por 240 participantes, cantidad considerada adecuada para garantizar representatividad estadística y confiabilidad en los resultados obtenidos.

La recolección de información se efectuó mediante la aplicación de encuestas estructuradas diseñadas con preguntas cerradas y de escala tipo Likert. El instrumento incluyó variables relacionadas con características sociodemográficas, experiencia productiva, métodos de manejo de residuos, percepción de impactos ambientales, nivel de conocimiento sobre tecnologías de biogás, acceso a asistencia técnica, acceso a financiamiento y disposición para adoptar tecnologías sostenibles. Previamente a su aplicación, el cuestionario fue sometido a un proceso de validación por juicio de expertos en temas ambientales y agrícolas, además de una prueba piloto realizada con un grupo reducido de productores para verificar la claridad y coherencia de las preguntas.

La recopilación de datos se llevó a cabo mediante visitas directas a las comunidades y centros de procesamiento agrícola, respetando principios éticos de participación voluntaria, confidencialidad y consentimiento informado. Los participantes fueron informados acerca de los objetivos de la investigación y del uso exclusivamente académico de la información proporcionada. Asimismo, se realizó un proceso previo de sensibilización sobre el funcionamiento y beneficios de la tecnología de biogás, con la finalidad de garantizar que los encuestados comprendieran adecuadamente el tema antes de expresar su intención de adopción.

Para el análisis de la información se emplearon técnicas de estadística descriptiva e inferencial. Las estadísticas descriptivas incluyeron frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar para describir las características de los participantes y las prácticas actuales de manejo de residuos. Posteriormente, se aplicó un modelo de regresión logística binaria con el propósito de identificar los factores que influyen significativamente en la intención de adoptar tecnologías sostenibles de gestión de residuos agrícolas. El procesamiento de los datos se realizó mediante software estadístico especializado, permitiendo interpretar las relaciones existentes entre variables socioeconómicas, productivas y ambientales vinculadas con la adopción de tecnologías limpias en el contexto rural ecuatoriano.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos evidencian que las prácticas tradicionales de manejo de residuos agrícolas continúan predominando entre los procesadores de yuca en las zonas rurales estudiadas. La mayoría de los participantes manifestó eliminar los residuos sólidos mediante acumulación a cielo abierto cerca de los centros de procesamiento, mientras que los residuos líquidos son vertidos directamente al suelo o a sistemas de drenaje sin tratamiento previo. Estas prácticas generan impactos negativos sobre el ambiente y las condiciones sanitarias de las comunidades.

Tabla 1. Métodos actuales de manejo de residuos de yuca

Método de manejo de residuos	Frecuencia	Porcentaje (%)
Vertido de residuos líquidos al suelo	82	34.2
Acumulación de residuos sólidos a cielo abierto	76	31.7
Quema de residuos agrícolas	38	15.8
Eliminación en canales de drenaje	24	10.0
Uso parcial como abono orgánico	20	8.3
Total	240	100

Los encuestados señalaron que estas formas de eliminación generan malos olores, proliferación de insectos y contaminación de fuentes hídricas cercanas. Asimismo, una proporción importante indicó haber observado afectaciones en la calidad del suelo y disminución de la productividad agrícola debido a la acumulación de residuos orgánicos.

Tabla 2. Principales efectos ambientales percibidos por los participantes

Efectos ambientales observados	Frecuencia	Porcentaje (%)
Malos olores permanentes	91	37.9
Presencia de insectos y plagas	73	30.4
Contaminación del agua	41	17.1
Deterioro del suelo agrícola	23	9.6
Problemas respiratorios y sanitarios	12	5.0
Total	240	100

En relación con el conocimiento sobre tecnologías sostenibles de gestión de residuos, se identificó un bajo nivel de conocimiento acerca del uso de biodigestores y producción de biogás. Solo una pequeña parte de los productores manifestó conocer previamente esta tecnología y sus beneficios ambientales y energéticos.

Posteriormente, luego de realizar una explicación básica sobre el funcionamiento de los biodigestores y sus beneficios para el aprovechamiento energético de los residuos agrícolas, se observó una elevada disposición de los participantes para adoptar esta alternativa sostenible.

Tabla 3. Nivel de conocimiento sobre tecnología de biogás

Nivel de conocimiento	Frecuencia	Porcentaje (%)
Conoce la tecnología y sus beneficios	38	15.8
Ha escuchado sobre la tecnología	56	23.3
No conoce la tecnología	146	60.9
Total	240	100

Tabla 4. Intención de adopción de tecnología de biogás

Intención de adopción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sí estaría dispuesto a adoptar	178	74.2
No estaría dispuesto a adoptar	62	25.8
Total	240	100

Los resultados del modelo de regresión logística mostraron que variables como acceso a capacitación técnica, nivel educativo, acceso a crédito agrícola, pertenencia a asociaciones productivas y conocimiento previo sobre energías renovables influyen positivamente en la intención de adopción de tecnologías sostenibles. Por el contrario, la edad avanzada y la resistencia al cambio tecnológico presentaron una relación negativa con la disposición de adopción.

Tabla 5. Factores asociados con la intención de adopción de biodigestores

Variable	Coefficiente β	Valor p	Interpretación
Acceso a capacitación técnica	0.842	0.001	Influencia positiva significativa
Acceso a crédito agrícola	0.716	0.004	Influencia positiva significativa
Nivel educativo	0.534	0.012	Influencia positiva
Pertenencia a asociaciones	0.491	0.018	Influencia positiva
Edad del productor	-0.428	0.026	Influencia negativa
Experiencia tradicional prolongada	-0.385	0.033	Influencia negativa

En términos generales, los hallazgos evidencian que existe una importante problemática ambiental derivada del manejo inadecuado de residuos agrícolas en el procesamiento de yuca en Ecuador. Sin embargo, también se identificó una alta disposición de los productores para adoptar alternativas sostenibles cuando reciben información adecuada, capacitación y apoyo institucional. Estos resultados demuestran la necesidad de fortalecer programas de educación ambiental, financiamiento rural y transferencia tecnológica orientados al aprovechamiento sostenible de residuos agroindustriales mediante sistemas de biogás y economía circular.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que las prácticas tradicionales de manejo de residuos agrícolas continúan predominando entre los procesadores de yuca en las zonas rurales del Ecuador, situación que representa un importante desafío ambiental y sanitario. La eliminación de residuos sólidos a cielo abierto y el vertido de efluentes líquidos directamente al suelo o sistemas de drenaje demuestran la limitada implementación de estrategias sostenibles de gestión de residuos en el sector agroindustrial rural. Esta situación coincide con investigaciones desarrolladas en países africanos productores de yuca, donde se identificó que las prácticas convencionales de disposición de residuos generan contaminación ambiental, deterioro del suelo y afectaciones a la salud comunitaria.

La percepción de los participantes sobre los impactos ambientales derivados del procesamiento de yuca confirma que los residuos agrícolas constituyen una fuente significativa de contaminación local. Los malos olores, la proliferación de insectos y la contaminación de cuerpos de agua fueron los efectos más frecuentemente señalados por los productores. Estos hallazgos reflejan que las comunidades rurales reconocen las consecuencias negativas del manejo inadecuado de residuos, aunque continúan utilizando prácticas tradicionales debido a limitaciones económicas, falta de infraestructura y escaso acceso a tecnologías alternativas. La problemática adquiere mayor relevancia en Ecuador debido a la creciente expansión de actividades agroindustriales y al aumento de residuos orgánicos generados en las cadenas productivas agrícolas.

Los resultados también mostraron un bajo nivel de conocimiento sobre tecnologías de biodigestión y producción de biogás. La mayoría de los encuestados desconocía el funcionamiento y los beneficios de estas tecnologías sostenibles, lo cual evidencia debilidades en los procesos de transferencia tecnológica y educación ambiental en las zonas rurales. Esta situación puede estar relacionada con la limitada presencia de programas gubernamentales y proyectos de innovación enfocados en el aprovechamiento energético de residuos agrícolas. La falta de información técnica reduce las posibilidades de adopción de prácticas sostenibles y mantiene la dependencia de métodos tradicionales de disposición de residuos.

Sin embargo, uno de los hallazgos más relevantes de la investigación fue la elevada disposición de los productores para adoptar biodigestores luego de recibir información sobre sus beneficios ambientales y económicos. Esto demuestra que la sensibilización y capacitación técnica representan herramientas fundamentales para promover cambios en las prácticas de manejo de residuos agrícolas. Los productores identificaron ventajas relacionadas con la generación de energía limpia, la reducción de contaminación y la posibilidad de reutilizar residuos como fertilizantes orgánicos, aspectos que fortalecen la aceptación de tecnologías sostenibles en contextos rurales.

El análisis estadístico permitió identificar que factores como el acceso a capacitación técnica, financiamiento agrícola, nivel educativo y participación en asociaciones productivas influyen positivamente en la intención de adopción de tecnologías de biogás.

Estos resultados sugieren que el fortalecimiento de programas de asistencia técnica y acceso a créditos verdes puede facilitar la transición hacia modelos de producción más sostenibles. Asimismo, la participación en organizaciones comunitarias favorece el intercambio de conocimientos y experiencias, incrementando la confianza de los productores frente a nuevas tecnologías.

Por otro lado, variables como la edad avanzada y la prolongada experiencia en prácticas tradicionales presentaron una relación negativa con la disposición de adopción tecnológica. Esto indica que algunos productores mantienen resistencia al cambio debido a costumbres arraigadas y percepciones de riesgo asociadas a la implementación de nuevas técnicas productivas. Este comportamiento ha sido observado en diversos estudios sobre adopción tecnológica en el sector agrícola, donde los productores con mayor antigüedad suelen mostrar menor apertura hacia innovaciones productivas y ambientales.

En el contexto ecuatoriano, los resultados permiten identificar oportunidades importantes para impulsar políticas públicas orientadas al manejo sostenible de residuos agroindustriales. La implementación de programas de biodigestión en comunidades rurales podría contribuir simultáneamente a la reducción de contaminación ambiental, generación de energía renovable y fortalecimiento de economías locales. Además, el aprovechamiento de residuos agrícolas mediante esquemas de economía circular permitiría disminuir el impacto ambiental del sector agroindustrial y promover sistemas productivos más eficientes y sostenibles.

Finalmente, los hallazgos de esta investigación evidencian que la transición hacia modelos sostenibles de gestión de residuos agrícolas en Ecuador requiere no solo inversión tecnológica, sino también procesos integrales de educación ambiental, fortalecimiento institucional y apoyo financiero a pequeños productores. La articulación entre gobierno, universidades, asociaciones agrícolas y organismos de desarrollo rural será fundamental para fomentar la adopción de tecnologías limpias y avanzar hacia una agricultura más sostenible y resiliente frente a los desafíos ambientales actuales.

CONCLUSIÓN

La presente investigación permitió evidenciar que el manejo de residuos agrícolas derivados del procesamiento de yuca en las zonas rurales del Ecuador continúa realizándose principalmente mediante prácticas tradicionales poco sostenibles, como la acumulación de desechos a cielo abierto, la quema de residuos y el vertido de efluentes líquidos directamente al suelo o sistemas de drenaje. Estas prácticas generan impactos negativos sobre el ambiente, la salud comunitaria y la calidad de los recursos naturales, especialmente por la contaminación del agua, la proliferación de insectos y los malos olores en las áreas de procesamiento agrícola.

Los resultados también demostraron que existe un bajo nivel de conocimiento sobre tecnologías sostenibles de aprovechamiento de residuos, particularmente en relación con los biodigestores y la producción de biogás. Sin embargo, una vez que los productores recibieron información sobre los beneficios ambientales, energéticos y económicos de estas tecnologías, se observó una elevada disposición para su adopción. Esto confirma que la capacitación técnica y la sensibilización ambiental representan elementos fundamentales para promover cambios positivos en las prácticas de gestión de residuos agrícolas.

Asimismo, se identificó que factores como el acceso a crédito, la asistencia técnica, el nivel educativo y la participación en asociaciones productivas influyen favorablemente en la intención de adoptar tecnologías sostenibles. Por el contrario, la resistencia al cambio asociada a prácticas tradicionales y la edad de los productores limitaron parcialmente dicha adopción. Estos hallazgos reflejan la necesidad de fortalecer políticas públicas y programas de desarrollo rural enfocados en la innovación tecnológica y la sostenibilidad ambiental en el sector agroindustrial ecuatoriano.

En conclusión, el aprovechamiento de residuos agrícolas mediante tecnologías de biodigestión constituye una alternativa viable para reducir la contaminación ambiental, generar energía renovable y promover modelos de economía circular en las comunidades rurales del Ecuador. La implementación de estrategias integrales que combinen educación ambiental, financiamiento, asistencia técnica y fortalecimiento organizacional permitirá avanzar hacia sistemas productivos más sostenibles, contribuyendo al desarrollo rural, la seguridad energética y la protección de los recursos naturales del país.

Referencias

1. Mukaila, R., Umaru, I. I., Otekunrin, O. A., Omeje, E. E., & Awoyelu, F. E. (2024). Adoption of biogas technology by cassava processors: Implication for environmental sustainability. *World Development Sustainability*, 4, 100132. <https://doi.org/10.1016/j.wds.2024.100132>
2. Achi, C. G., Hassanein, A., & Lansing, S. (2020). Enhanced biogas production of cassava wastewater using zeolite and biochar additives and manure co-digestion. *Energies*, 13(2), 491. <https://doi.org/10.3390/en13020491>
3. Cruz, I. A., Andrade, L. R. S., Bharagava, R. N., Nadda, A. K., Bilal, M., Figueiredo, R. T., & Ferreira, L. F. R. (2021). Valorization of cassava residues for biogas production in Brazil based on the circular economy: An updated and comprehensive review. *Cleaner Engineering and Technology*, 4, 100196. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100196>
4. Kemausuor, F., Addo, A., & Darkwah, L. (2015). Technical and socioeconomic potential of biogas from cassava waste in Ghana. *Biotechnology Research International*, 2015, 828576. <https://doi.org/10.1155/2015/828576>
5. Mama, C. N., & Agunwamba, J. C. (2017). Biogas production from blends of cassava waste water and cow dung under changing meteorological parameters. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 14(4), 89–98. <https://doi.org/10.3233/AJW-170039>
6. Lin, H., Borrion, A., da Fonseca-Zang, W. A., Zang, J. W., Leandro, W. N., & Campos, L. C. (2021). Life cycle assessment of a biogas system for cassava processing in Brazil to close the loop in the water-waste-energy-food nexus. *Journal of Cleaner Production*, 316, 126861. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126861>
7. Olukanni, D. O., & Olatunji, T. O. (2018). Cassava waste management and biogas generation potential in selected local government areas in Ogun State, Nigeria. *Recycling*, 3(4), 58. <https://doi.org/10.3390/recycling3040058>
8. Omilani, O., Abass, A. B., & Okoruwa, V. O. (2019). Smallholder agroprocessors' willingness to pay for value-added solid-waste management solutions. *Sustainability*, 11(6), 1759. <https://doi.org/10.3390/su11061759>
9. Oghenejoboh, K. M., Orugba, H. O., Oghenejoboh, U. M., & Agarry, S. E. (2021). Value added cassava waste management and environmental sustainability in Nigeria: A review. *Environmental Challenges*, 4, 100127. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100127>
10. Coker, A. O., Achi, C. G., & Sridhar, M. C. K. (2015). Utilization of cassava processing waste as a viable and sustainable strategy for meeting cassava processing energy needs: A case study from Ibadan City, Nigeria. *Journal of Solid Waste Technology and Management*, 41(4), 628–639.
11. Ubalua, A. O. (2007). Cassava wastes: Treatment options and value addition alternatives. *African Journal of Biotechnology*, 6(18), 2065–2073. <https://doi.org/10.5897/AJB2007.000-2319>
12. Onifade, T., Adeniran, K., & Ojo, O. (2015). Assessment of cassava waste effluent effect on some water sources in Ilorin, Nigeria. *African Journal of Engineering Research*, 3(5), 56–68.
13. Omotosho, O., & Amori, A. (2015). Caustic hydrogen peroxide treatment of effluent from cassava processing industry: Prospects and limitations. *International Journal of Engineering Technology and Innovation*, 5(2), 121–131.
14. Wang, Z., Ali, S., Akbar, A., & Rasool, F. (2020). Determining the influencing factors of biogas technology adoption intention in Pakistan: The moderating role of social media. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2311. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072311>
15. Geddafa, T., Melka, Y., & Sime, G. (2021). Determinants of biogas technology adoption in rural households of Aleta Wondo district, Sidama Zone, Southern Ethiopia. *Journal of Energy*, 2021, 9934942. <https://doi.org/10.1155/2021/9934942>
16. Atinkut, H. B., Yan, T., Arega, Y., & Raza, M. H. (2020). Farmers willingness-to-pay for eco-friendly agricultural waste management in Ethiopia: A contingent valuation. *Journal of Cleaner Production*, 261, 121211. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121211>
17. Foguesatto, C. R., & Machado, J. A. D. (2022). Adoption of sustainable agricultural practices in Brazil: Understanding the influence of socioeconomic and psychological factors. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 12(2), 204–222. <https://doi.org/10.1108/JADEE-11-2020-0256>

Financiación

FINANCIAMIENTO Ninguna.

Conflictos de interés

No existen.

Contribución de autoría

Redacción - borrador original: John Alfredo Idrovo Campoverde.

Redacción - revisión y edición: John Alfredo Idrovo Campoverde.